

POLI.DESIGN
Consorzio
del Politecnico
di Milano



Politecnico di Milano
Dipartimento INDACO
URD Progettazione Ergonomica



Società Italiana di
Ergonomia
Sezione Lombardia

con il patrocinio di



Ente Nazionale Italiano di Unificazione

L'Ergonomia nella normativa

atti della giornata di studio
Milano, 27 giugno 2002

con la sponsorizzazione di

IMETEC

L'Ergonomia nella normativa

a cura di Fiammetta Costa e Francesca Tosi

Premessa

La rispondenza ai requisiti ergonomici di ambienti e attrezzature di lavoro è stata introdotta nella legislazione italiana da alcune disposizioni contenute nei D.L. 626/1994 e sgg., D.P.R. 459/1996 e D.L. 494/1996, che costituiscono il punto di partenza per il consolidarsi dell'intervento ergonomico come strumento di prevenzione all'interno degli ambienti di lavoro e come strumento di progettazione e di controllo dei processi di produzione. La legislazione in materia di ergonomia lascia però ancora aperti numerosi problemi relativi al riconoscimento giuridico dell'ergonomo, e alla identificazione delle sue competenze professionali e dei suoi ambiti di intervento.

Ad un quadro legislativo ancora in fase di definizione, fa riscontro lo sviluppo della normativa tecnica nazionale e internazionale, che ha prodotto negli ultimi anni un sistema organico di definizioni e di procedure di intervento sia nel settore specificatamente ergonomico (*ergonomics*), sia nel settore della sicurezza dei macchinari (*security of machinery*). Gli standard coprono attualmente la maggior parte dei settori operativi che caratterizzano l'ergonomia e giocano un ruolo determinante nello sviluppo e nel consolidamento dell'intervento ergonomico all'interno dei processi di progettazione, realizzazione e verifica dei prodotti e degli ambienti di lavoro e di vita quotidiana.

La giornata di studio "L'ergonomia nella normativa" presenta contenuti e orientamenti di legislazione e standard in materia di ergonomia, mostrando i contributi che possono offrire alla crescita di una cultura del progetto incentrata sulla sicurezza e sul benessere degli utenti e alla diffusione di strumenti metodologici e operativi strategici per la competitività del sistema impresa.

Programma

- 9.15 – 9.30 Apertura dei lavori – *Alberto Seassaro e Flaviano Celaschi*
- 9.30 – 10.00 Presentazione: Progettazione ergonomica e strumenti normativi – *Francesca Tosi*
- 10.00 – 10.30 L'ergonomia nella normativa tecnica: struttura della normativa tecnica italiana e internazionale; la Commissione ergonomia dell'UNI; l'articolazione dei gruppi di lavoro. - *M. Teresa Iacovone*
- 10.30 – 11.00 L'ergonomia nella legislazione italiana: stato attuale e prospettive di sviluppo
Bruno Giordano

11.00 – 11.20 coffee break

- 11.20 – 11.40 La progettazione dei posti di lavoro presso macchine e impianti - *Enrico Occhipinti*
- 11.40 – 12.00 La normativa UNI e il rilevamento antropometrico della popolazione italiana: "L'Italia si misura" – *Melchiorre Masali, Enrica Fubini, Giordano Pierlorenzi*
- 12.00 – 12.20 Le norme tecniche europee del gruppo "Biomeccanica" – *Daniela Colombini*
- 12.20 – 12.40 La normativa esistente ed in preparazione nel settore del microclima – *Gaetano Alfano*
- 12.40 – 13.00 Videoterminali. La normativa tecnica – *Lucio Armagni*
- 13.00 – 13.20 Ergonomia e lavoro mentale: il contributo delle norme di buona tecnica all'applicazione del D.Lvo. 626/94 – *Paola Cenni*

13.20 – 14.30 light lunch

- 14.30 – 15.00 Nuovi settori e normativa in campo ergonomico - *Sebastiano Bagnara*
- 15.00 – 16.30 Presentazione delle iniziative congiunte INDACO-SIE e lancio dei gruppi di lavoro su:
- Usabilità dei prodotti
Introduce: *Francesca Tosi*, Intervengono: *Luigi Bandini Buti, Lina Bonapace*
- Ergonomia in ospedale
Introduce: *Fiammetta Costa*, Intervengono: *Tommaso Bellandi, Enrico Occhipinti*,
- 16.30 – 17.30 Tavola rotonda con gli attori interessati:
rappresentanti UNI, associazioni di consumatori, associazioni di categoria, aziende

Elenco dei relatori

- Gaetano Alfano, DETEC (Dipartimento di Energetica, Termofluidodinamica applicata, Condizionamenti ambientali) - Università degli Studi di Napoli Federico II
- Lucio Armagni, IBM Italia, Coordinatore Gruppo di Lavoro Videoterminale UNI
- Sebastiano Bagnara, INDACO (Dipartimento Disegno Industriale, delle arti, della comunicazione e della moda) Politecnico di Milano
- Luigi Bandini Buti, Società di Ergonomia Applicata, INDACO (Dipartimento Disegno Industriale, delle arti, della comunicazione e della moda) Politecnico di Milano
- Tommaso Bellandi, Centro Ricerche in Ergonomia (Regione Toscana)
- Lina Bonapace, ErgoSolutions – consulenti in ergonomia e design (Milano), Tesoriere Società Italiana di Ergonomia
- Flaviano Celaschi, INDACO (Dipartimento Disegno Industriale, delle arti, della comunicazione e della moda) Politecnico di Milano
- Paola Cenni, ENEA (Bologna)
- Daniela Colombini, Dirigente medico di Medicina del lavoro, A.O. Istituti Clinici di Perfezionamento, EPM-CEMOC (Milano),
- Fiammetta Costa, INDACO (Dipartimento Disegno Industriale, delle arti, della comunicazione e della moda) Politecnico di Milano
- Bruno Giordano, Tribunale Penale di Milano, Università degli Studi di Milano
- Enrica Fubini, Politecnico di Torino
- Melchiorre Masali, Dipartimento di Biologia animale dell'uomo, Università di Torino
- M. Teresa Iacovone, IBM Italia, Presidente Commissione ergonomia
- Enrico Occhipinti, Primario di Medicina del lavoro, A.O. Istituti Clinici di Perfezionamento, EPM-CEMOC (Milano), Presidente S.I.E. Lombardia
- Giordano Pierlorenzi, Università di Ancona
- Alberto Seassaro, INDACO (Dipartimento Disegno Industriale, delle arti, della comunicazione e della moda) Politecnico di Milano
- Francesca Romana d'Ambrosio, DIMEC (Dipartimento di Ingegneria Meccanica) – Università degli Studi di Salerno
- Giuseppe Riccio, DETEC (Dipartimento di Energetica, Termofluidodinamica applicata, Condizionamenti ambientali) - Università degli Studi di Napoli Federico II
- Francesca Tosi, INDACO (Dipartimento Disegno Industriale, delle arti, della comunicazione e della moda) Politecnico di Milano

Indice degli interventi

Progettazione Ergonomica e strumenti normativi (<i>Francesca Tosi</i>)	7
L'ergonomia nella normativa tecnica: struttura della normativa italiana e internazionale (<i>M. Teresa Iacovone</i>).....	14
Dal diritto all'ergonomia al riconoscimento normativo dell'ergonomo (<i>Bruno Giordano</i>).....	29
La progettazione dei posti di lavoro presso macchine ed impianti nella normativa tecnica europea (<i>Enrico Occhipinti</i>)	33
Le norme tecniche europee del gruppo biomeccanica (<i>Daniela Colombini</i>).....	40
La normativa vigente ed in preparazione nel settore del microclima (<i>Gaetano Alfano, Francesca Romana d'Ambrosio, Giuseppe Riccio</i>)	47
Videoterminali: la Normativa Tecnica (<i>Lucio Armagni</i>).....	55
Ergonomia e lavoro mentale. Il contributo delle norme di buona tecnica all'applicazione del D.Lvo 626/94 (<i>Paola Cenni</i>)	60
L'usabilità nella normativa (<i>Lina Bonapace</i>).....	68
User centred design e sanità (<i>Fiammetta Costa</i>).....	72

Progettazione Ergonomica e strumenti normativi

Francesca Tosi

Il ruolo dell'ergonomia all'interno dei processi di formazione e di sviluppo dei prodotti industriali sta conoscendo una fase di importante trasformazione che riguarda sia la tipologia dei suoi ambiti di intervento, che la collocazione delle sue competenze all'interno delle aziende e dei team di progettazione.

Negli ultimi due decenni, l'ergonomia ha progressivamente esteso i suoi campi di ricerca trovando applicazione in settori produttivi sempre più ampi e diversificati e connotando il suo contributo in senso marcatamente progettuale.

Sino agli anni '80 il contributo dell'ergonomia si è caratterizzato infatti, in particolare nel nostro paese, come un intervento prevalentemente correttivo¹, finalizzato a verificare la conformità dei luoghi e delle postazioni di lavoro ai cosiddetti "fattori umani" - ossia alle caratteristiche e alle capacità (fisiche, percettive e cognitive) degli operatori - il cui costo era ritenuto necessario e giustificabile solo in presenza di lavorazioni industriali ad alto rischio e/o all'interno dei settori tecnologicamente più avanzati.

I campi di intervento tradizionali dell'ergonomia sono, nel primo caso, l'industria siderurgica, mineraria e automobilistica, nei quali l'ergonomia si è collocata come strumento di controllo delle condizioni di sicurezza e di salute dei lavoratori. Nel secondo caso l'industria aeronautica e aerospaziale, la stessa industria automobilistica e, più recentemente, l'industria informatica, nelle quali la continua innovazione delle tecnologie, gli alti livelli di prestazione e di affidabilità richiesti e, infine, la quantità di risorse destinate alla ricerca, hanno portato a una diffusa e consolidata presenza dell'ergonomia come strumento indispensabile allo sviluppo e alla gestione dei processi di progettazione e alla verifica dei prototipi e dei prodotti finiti.

I campi di intervento dell'ergonomia si estendono successivamente agli aspetti ambientali e organizzativi dei luoghi di lavoro, allo studio dell'interazione uomo-computer, alla valutazione e al progetto dell'usabilità dei sistemi informatici e, negli ultimi anni, dei prodotti, degli ambienti e dei servizi utilizzati nelle attività di lavoro e di vita quotidiana.

Da intervento di verifica dei "fattori umani" basato su competenze fortemente specializzate e spesso esterne - se non estranee - al processo di progettazione e alla stessa cultura progettuale, l'ergonomia si è progressivamente spostata sul fronte del progetto, configurandosi come contributo sempre più interno al processo di formazione e di sviluppo dei prodotti e come componente essenziale della cultura e della pratica progettuale.

Le competenze ergonomiche sono oggi richieste, seppure in forme ancora iniziali, anche all'interno di settori rivolti alla produzione di prodotti di uso quotidiano per i quali la rispondenza ai requisiti ergonomici di usabilità e sicurezza d'uso rappresenta un valore aggiunto in grado di consolidare l'immagine aziendale e di incrementare le sue potenzialità di successo sul mercato.

I nuovi campi di intervento dell'ergonomia sono in particolare i settori dell'arredamento, dei prodotti informatici hardware e software, degli elettrodomestici e in generale dei prodotti d'uso quotidiano (daily use products), dei prodotti e attrezzature per la sanità e l'assistenza (arredi, ausili e prodotti medicali) nei quali l'ergonomia si configura come strumento di innovazione in grado di intervenire in tutte le fasi del processo di formazione e di sviluppo del prodotto orientandole sulle esigenze dei suoi futuri utilizzatori.

L'ingresso dell'ergonomia all'interno di tali settori, tradizionalmente meno disponibili a orientare i propri investimenti sull'innovazione dei processi di progettazione e produzione, è dovuto

¹ Cfr. Re A. (1995), Attaianesi E. (1998), Bandini Buti L. (1998), Ivaldi I. (2000).

in parte alla crescente attenzione delle aziende e dei progettisti verso le aspettative di usabilità, di sicurezza e di qualità provenienti dai potenziali utenti-acquirenti dei propri prodotti e, in altra parte, dal crescente numero di norme specificatamente dedicate al rispetto dei “requisiti ergonomici” come condizione di accettabilità non solo di prodotti altamente specializzati, ma anche di arredi, postazioni di lavoro, prodotti d’uso quotidiano ecc. rivolti ad uso professionale e domestico.

L’ergonomia nei processi di progettazione e produzione

Il contributo dell’ergonomia, sintetizzabile nella definizione di User-Centered Design, progettazione centrata sull’utente, ossia nella “pratica di progettare prodotti² che possano essere utilizzati dagli utenti per l’uso, le operazioni e i compiti richiesti, con la massima efficienza e il minimo disagio fisico e mentale”³ si configura oggi come strumento di valutazione e progettazione della qualità, intesa come rispondenza alle esigenze che derivano dalle caratteristiche, dalle capacità e dalle aspettative degli utenti poste in relazione con le attività e le modalità di impiego per le quali il prodotto è stato progettato e realizzato, e come strumento di innovazione del processo di formazione e di sviluppo dei prodotti basato su metodi di interpretazione e di verifica di tali esigenze.

Se è indubbiamente vero che l’interesse delle aziende verso l’intervento dall’ergonomia e ai contributi che questo può offrire all’innovazione e al controllo dei processi di progettazione e produzione, è strettamente legato al livello con il quale i prodotti e i sistemi produttivi sono regolati dalla legislazione e dalla normativa nazionale e internazionale, e che la “rispondenza ai requisiti ergonomici” è considerata necessaria e indispensabile solo se prescritta dalla legge e/o richiesta dal mercato, l’attenzione verso l’approccio ergonomico al progetto è motivato anche dai risultati che questo può portare in termini di migliore sfruttamento delle risorse (economiche e umane) e in termini di consolidamento dell’immagine aziendale.

La rispondenza dei prodotti ai requisiti di usabilità e di sicurezza d’uso rappresenta uno dei principali obiettivi delle aziende più evolute, le cui politiche di sviluppo sono sempre più spesso orientate a consolidare l’identità del proprio marchio attraverso la qualità effettiva e percepibile dei propri prodotti, a raggiungere la specificità di bisogni dei potenziali utenti/consumatori e, non ultimo aspetto, a salvaguardare l’azienda e il progettista dai possibili rischi, economici e di immagine, legati al verificarsi di infortuni, malfunzionamenti, ecc.

La possibilità che un prodotto provochi un infortunio costituisce infatti un rischio insostenibile per l’azienda, non solo per le possibili conseguenze legali ed economiche, ma anche per il danno, spesso irreparabile, che un infortunio può provocare all’identità del proprio marchio o al nome del progettista. Analoghi danni possono derivare anche da prodotti che, una volta immessi sul mercato, si rivelano anche solo potenzialmente pericolosi, oppure difficili da usare, dotati di comandi troppo numerosi o troppo complessi che possono rendere incomprensibile o fastidioso il loro impiego.

In risposta al crescente bisogno di sicurezza e usabilità dei prodotti, l’ergonomia offre strumenti metodologici e operativi in grado di orientare la globalità dei processi di progettazione e produzione verso le esigenze e le aspettative degli utenti – intesi sia come operatori che come fruitori di prodotti, ambienti e servizi di lavoro e di vita quotidiana – e di tradurre tali esigenze in specifiche progettuali e criteri di valutazione utilizzabili dalla fase di concezione del progetto sino alle fasi di sviluppo e di realizzazione del prodotto e alla sua diffusione sul mercato.

² Con il termine *prodotto* ci si riferisce qui al suo significato letterale di “risultato dell’opera dell’uomo” e in particolare al “risultato di un processo di ideazione e realizzazione”. *Prodotti* sono in questo senso i prodotti d’uso comunemente intesi, ed anche le attrezzature, i dispositivi e gli ambienti.

³ Cfr. Rubin J., *Handbook of usability testing*, John Wiley & Sons, New York 1994, pag. 10.

La diffusione dell'ergonomia all'interno delle aziende rappresenta comunque un fenomeno ancora recente che tende in molti casi a scontrarsi con la scarsa conoscenza di quali siano i contributi offerti dall'ergonomia e, in particolare, di quali siano le competenze dell'ergonomo e il ruolo che questo può svolgere all'interno dell'azienda e del team di progettazione.

L'ergonomia è infatti, e in particolare in Italia, un settore professionale relativamente nuovo la cui connotazione giuridica non è stata ancora compiutamente definita in ambito legislativo e il cui iter formativo è tuttora in fase di definizione e di sperimentazione.

All'ergonomia come terreno privilegiato della propria attività professionale e/o di ricerca, si è arrivati sino ad oggi non attraverso uno specifico corso di studi ma a partire da una precedente formazione universitaria.

L'ergonomo è attualmente un progettista, un medico, uno psicologo o un sociologo che, specializzato in ergonomia, esercita le sue competenze e la propria specificità professionale, all'interno di ambiti anche molto differenti tra loro ed è portatore di conoscenze, e spesso di un linguaggio, in molti casi estranei alla cultura progettuale.

La differente formazione di origine da cui provengono gli ergonomi, e la marcata specializzazione che caratterizza le ricerche, le sperimentazioni e gli stessi ambiti di intervento riconducibili entro la definizione di ergonomia, non permettono inoltre di definirne in modo univoco la figura professionale, e rendono in molti casi difficile per i non addetti ai lavori comprendere quali siano i contributi che l'ergonomia può concretamente offrire e i possibili risultati del suo intervento.

Le competenze che caratterizzano le diverse anime dell'ergonomia si sviluppano in settori di specializzazione che seppure orientati al comune obiettivo di "raggiungere la massima efficienza dell'ambiente, del prodotto o del sistema garantendo la massima efficienza e il massimo benessere dei suoi utilizzatori"⁴ sono però fortemente differenziati sia sul piano delle conoscenze teorico-disciplinari sulle quali si basano, sia sul piano dei metodi e degli ambiti di intervento. Tra queste: l'ergonomia cognitiva e in particolare i settori di ricerca rivolti allo studio dell'errore umano, la psico-fisiologia dei processi sensoriali e percettivi, l'ergonomia occupazionale, la bioingegneria e, infine, le aree di ricerca sull'usabilità, la sicurezza e la piacevolezza d'uso degli ambienti e dei prodotti.

Secondo A. Chapanis⁵ gli obiettivi dell'ergonomia possono essere sintetizzati in:

- *obiettivi operativi di base*: riduzione degli errori, incremento della sicurezza, incremento delle prestazioni del sistema;
- *obiettivi relativi alla affidabilità, alla durabilità e all'utilità*: incremento dell'affidabilità e della durata dei sistemi, riduzione delle richieste agli operatori e della necessità di training;
- *obiettivi relativi agli utenti e agli operatori*: miglioramento dell'ambiente di lavoro, miglioramento del comfort, incremento della facilità d'uso, dell'accettabilità psicologica, della gradevolezza estetica, riduzione della fatica e dello stress fisico, riduzione della monotonia;
- *altri obiettivi*: incremento dell'economia di produzione, riduzione degli sprechi di tempo e di risorse.

⁴ Cfr. Chapanis A., *Human factors in System engineering*, John Wiley, New York 1996, pag. 10.

⁵ Chapanis A., *op. cit.* 1996.

I principali ostacoli all'integrazione dell'ergonomia nel processo di formazione dei prodotti possono derivare sia dalla marcata specializzazione degli strumenti e delle informazioni rese disponibili dall'intervento ergonomico, sia dalle modalità con le quali vengono presentati.

Come sottolineato da W.S. Green e P.W. Jordan, e da L. Bonapace⁶ sono infatti molto diverse sia le aspettative che le modalità con le quali i dati ergonomici sono utilizzati e assimilati dai diversi protagonisti del processo di formazione dei prodotti.

- I progettisti, che fanno uso di strategie più che di metodi tendono a lavorare proiettati verso il risultato finale, ed hanno bisogno di informazioni concise e presentate in un formato immediatamente leggibile e utilizzabile.
- Gli ingegneri addetti alla produzione tendono a quantificare gli obiettivi e hanno bisogno di specifiche e requisiti altrettanto quantificati che lascino poco spazio all'interpretazione.
- I produttori sono interessati agli aspetti e alle qualità del prodotto che possono contribuire al loro successo sul mercato. Sono interessati ovviamente anche ai costi - in termini economici e di tempo - richiesti dallo sviluppo del prodotto.
- Gli ergonomi, che sono anche i *difensori dell'utente*, sono interessati ai bisogni e alle aspettative degli utilizzatori. Gli ergonomi sono anche coloro che possono facilitare il compito dei progettisti fornendo loro informazioni e spunti progettuali attraverso dati e suggestioni per il re-design o la riformulazione della proposta progettuale.

In questo quadro, che fotografa alcuni aspetti del rapporto tra l'ergonomia e il processo di progettazione per come questo si presenta attualmente, si possono però leggere già oggi alcuni segnali di mutamento.

Anche se la conoscenza dei contenuti, dei metodi e del valore strategico dell'ergonomia è pienamente consolidata solo all'interno di settori produttivi e progettuali molto evoluti, i risultati delle sperimentazioni, condotte all'interno delle aziende e/o delle strutture di ricerca più avanzate, iniziano ad essere diffusi anche su pubblicazioni non specializzate facendo conoscere i loro contributi anche ai non strettamente addetti ai lavori.

Parallelamente, il crescente numero di norme di indirizzo in materia di ergonomia, usabilità e sicurezza dei sistemi di lavoro e delle attrezzature, sta oggi portando a un altrettanto crescente interesse delle aziende e dei progettisti verso le competenze e le procedure necessarie a garantire la rispondenza dei prodotti ai requisiti ergonomici.

"Molti produttori di prodotti di consumo, come arredi e attrezzature domestiche, apparecchi elettronici, motoveicoli ecc.) stanno orientando la loro produzione verso prodotti di qualità, che garantiscano a chi li acquista alti livelli di comfort, semplicità e piacevolezza d'uso. Per questa ragione le aziende stanno coinvolgendo sempre più spesso esperti di marketing, industrial design ed ergonomi professionisti, che possano fornire informazioni sui bisogni e i desideri dei possibili acquirenti e sulle loro propensioni all'acquisto. Molte aziende hanno realizzato che è possibile raggiungere un effettivo vantaggio competitivo nel realizzare prodotti di qualità e di buon design⁷.

Il ruolo della normativa

E' in questo panorama che il contributo offerto dagli strumenti legislativi e normativi può offrire non solo la struttura giuridica necessaria allo sviluppo e al consolidamento della figura e delle

⁶ Cfr. Green W.S. e Jordan P.W., "Ergonomics, Usability and Product Development", in: Green W.S. e Jordan P.W., *Human Factors in Product Design*, Taylor & Francis, Londra 1999; e Bonapace L., "The Sensorial Quality Assessment Method - SEQUAM", in: Green W.S., Jordan P.W., *Pleasure with Products beyond Usability*, Taylor & Francis, Londra, 2001.

⁷ Cfr. Bonapace L., op. cit., 2001.

competenze professionali dell'ergonomo, ma anche il riferimento teorico e operativo necessario al confronto e al dialogo tra i differenti operatori coinvolti nei processi di formazione e di sviluppo dei prodotti.

La normativa tecnica, così come le disposizioni legislative possono infatti fornire un quadro comune e condiviso di termini, di definizioni e di procedure in base ai quali definire le modalità e i termini di ciascun intervento.

La rispondenza ai requisiti ergonomici di ambienti e attrezzature di lavoro è stata introdotta nella legislazione italiana da alcune disposizioni di legge contenute nei D.L. 626/1994 e sgg., D.P.R. 459/1996 e D.L. 494/1996. Sebbene tali disposizioni costituiscano il punto di partenza per il consolidarsi dell'intervento ergonomico come strumento di prevenzione all'interno degli ambienti di lavoro e come strumento di progettazione e di controllo dei processi di produzione, la legislazione in materia di ergonomia lascia ancora aperti numerosi problemi relativi al ruolo e al riconoscimento giuridico dell'ergonomo, e alla identificazione delle sue competenze professionali e dei suoi ambiti di intervento.

Ad un quadro legislativo ancora in fase di definizione, fa riscontro lo sviluppo della normativa tecnica nazionale e internazionale, che ha prodotto negli ultimi anni un sistema organico di definizioni e di strumenti procedurali sia nel settore specificatamente ergonomico (ergonomics), sia nel settore della sicurezza dei macchinari (security of machinery). Gli strumenti normativi coprono attualmente la maggior parte degli ambiti di ricerca e di intervento che caratterizzano l'ergonomia e giocano un ruolo determinante nello sviluppo e nel consolidamento dell'intervento ergonomico all'interno dei processi di progettazione, realizzazione e verifica dei prodotti, degli ambienti e delle attrezzature di lavoro e di vita quotidiana.

Gli interventi presentati nella giornata di studio dedicata a "l'ergonomia nella normativa" espongono i principali contenuti e orientamenti della legislazione in materia di ergonomia e della normativa tecnica attualmente prodotta in sede nazionale e internazionale da i diversi gruppi di lavoro che operano all'interno dell'area ergonomica e, in particolare nelle aree dell' "ergonomia" e della "sicurezza dei macchinari".

Molto evoluti, sia per quanto riguarda l'articolazione dei temi trattati che per la specificità delle raccomandazioni e delle procedure di intervento presentate, sono gli strumenti normativi dedicati alle aree più tradizionali dell'ergonomia e tra queste, l'antropometria, la biomeccanica, il comfort visivo ed acustico, ecc.

Alcune norme elaborate in questi settori forniscono strumenti di progettazione specificatamente applicabili ai differenti casi di intervento (in particolare valutazione delle posture e dei movimenti richiesti dalle differenti attività di lavoro, il dimensionamento delle postazioni di lavoro di ufficio, l'analisi dei compiti, il rispetto dei requisiti ergonomici nei luoghi di lavoro ecc.)

Più recente è il settore delle norme dedicate all'usabilità che, sviluppate in particolare nel settore dei videoterminali iniziano a trovare campi di applicazione anche nel campo dei prodotti industriali.

In particolare le norme ISO 9241 "Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)", in parte già recepite dall'UNI con le norme UNI EN 9241, forniscono la terminologia e le definizioni utilizzate nel campo dell'usabilità e gli strumenti procedurali necessari alla sua valutazione.

L'estensione degli argomenti trattati dalle 17 parti della ISO 9241 e il loro impianto sostanzialmente metodologico, ne consentono l'applicazione anche al di fuori del settore per il quale sono state elaborate, e permettono inoltre un uso diversificato dei suoi contenuti da parte delle diverse categorie di operatori coinvolti nel processo di formazione e di sviluppo del prodotto e nella sua verifica in uso.

Le definizioni, così come le procedure contenute nella norma, finalizzate alla valutazione delle postazioni di lavoro a videoterminale, coprono infatti gli aspetti relativi al dimensionamento della

postazione lavoro e alla sua compatibilità con le esigenze posturali e di movimento degli operatori, gli aspetti organizzativi, relativi alla progettazione e alla valutazione dei compiti richiesti dalle mansioni di lavoro e, infine, gli aspetti relativi all'interazione uomo-computer e all'usabilità dei software.

Dal punto di vista teorico le definizioni contenute nella norma ISO 9241 rappresentano una formulazione organica e condivisa del concetto di usabilità, della quale la parte 11 della norma fornisce le definizioni delle sue componenti - efficacia, efficienza e soddisfazione - dei termini necessari alla loro identificazione e, infine, i metodi necessari alla loro misura e alla loro valutazione.

Riferimenti essenziali della norma ISO 9241, così come delle principali norme relative alla definizione e alla valutazione dei requisiti ergonomici, sono la descrizione e la valutazione dei compiti richiesti dall'uso del prodotto, e del contesto fisico e organizzativo nel quale il prodotto è o può essere utilizzato.

Per quanto riguarda la descrizione e la valutazione dei compiti e del contesto d'uso, la ISO 9241 fornisce strumenti procedurali utilizzabili sul piano metodologico e operativo per la definizione dei requisiti richiesti al prodotto in funzione delle caratteristiche degli utenti, degli obiettivi delle attività di lavoro, dei vincoli posti dal contesto ecc.

Un analogo livello di approfondimento è presente nelle norme dedicate alla definizione dei requisiti ergonomici. Tra queste la norma ISO 6385 del 1981 "Principi ergonomici nel progetto di sistemi di lavoro", la UNI EN 614 -1 del 1997 "Principi ergonomici di progettazione, terminologie e principi generali", la PrEN 614-2 "Ergonomic design principles: interaction between the design of machinery and work task" (attualmente in fase di revisione).

I contenuti di tali norme riguardano sia aspetti generali, relativi al benessere degli operatori e alla compatibilità tra sistema di lavoro, caratteristiche e capacità degli individui e caratteristiche dei compiti richiesti, che aspetti specifici relativi alla definizione dei parametri antropometrici, biomeccanici, percettivi e cognitivi necessari alla progettazione e alla valutazione delle postazioni di lavoro e dell'interazione uomo-sistema.

Sul piano progettuale appaiono infine di notevole interesse i contenuti di alcune norme ancora in fase di progetto dedicate alla valutazione e alla progettazione delle posture e dei movimenti richiesti all'interno delle principali postazioni di lavoro. Tra queste le norme ISO/FDIS 11226 "Ergonomic evaluation of statics working posture", PR EN ISO 14738 "Safety of machinery-anthropometric requirements for the design of workstation at machinery" e le quattro parti della norma PR EN 1005 "Safety of machinery.-Human physical performance" che forniscono vere e proprie guide alla progettazione in grado di fornire i riferimenti teorici e metodologici necessari alla corretta impostazione delle soluzioni di progetto e alla valutazione dei possibili fattori di criticità collegati all'esecuzione dei compiti richiesti dalle mansioni di lavoro.

Bibliografia

Antonio Grieco A.(a cura di), *Ergonomia: esperienze in Italia* (atti del II Congresso nazionale della Società italiana di ergonomia, Milano 1979), Franco Angeli, Milano 1980.

Attaianese E., *La città malata*, Liguori, Napoli 1997

Bandini Buti L., *Ergonomia e prodotto*, Il Sole24ore, Milano 2001

Chapanis A., *Human factors in System engineering*, John Wiley & Sons, New York 1996.

Corlett N., Wilson J., Manenica I. (a cura di), *The ergonomics of working postures*, Taylor and Francis, Londra e Philadelphia 1986

- Eastman Kodak Company, *Ergonomics design for human at work*, Van Nostrand Reinhold, New York 1983
- Grandjean E., *Physiologische arbeitsgestaltung*, 1979; trad it.: *Il lavoro a misura d'uomo: trattato di ergonomia*, Edizioni Comunità, Milano 1986.
- Green W.S. e Jordan P.W., *Human Factors in Product Design*, Taylor & Francis, Londra-Philadelphia 1999.
- Ivaldi I. (a cura di), *Ergonomia e lavoro*, Liguori, Napoli 1999.
- Jordan P.W., *An introduction to usability*, Taylor & Francis, Londra 1998.
- Karwowski W. E Marras W.S., *The occupational ergonomics handbook*, CRC, Boca Raton Florida 1999.
- Karwowski W., *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*, Taylor & Francis, Londra-Philadelphia 2000.
- Kirwan B., Ainsworth L., *A guide to Task analysis*, Taylor & Francis, Londra-Philadelphia 1992.
- Kroemer K.H.E., Grandjean E., *Fitting the task to the human*, Tailor & Francis, Londra-Philadelphia 1997.
- Norman D.A., *The design of everyday things*, 1998; trad. it.: *La caffettiera del masochista : psicopatologia degli oggetti quotidiani*, Giunti, Firenze 1990.
- Norman D.A., *Things that make us smart*, 1993; trad. it. *Le cose che ci fanno intelligenti*, Feltrinelli, Milano 1995.
- Panero J., Zelnik M., *Human dimension & interior-space*, Whitney Library of Desig, New York 1979, trad. it.: *Spazi a misura d'uomo*, Bema, Milano 1983
- Pheasant S., *Body space, Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, Taylor & Francis, Londra 1997.
- Rubin J., *Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests*, John Wiley & sons, New York 1994
- Salvendy G. (a cura di), *Handbook of human factors and ergonomics(2 ed)*, John Wiley, New York 1997
- Sanders S., McCormick E.J., *Human factors in engineering and desig*, McGraw-Hill, 1992
- Tilley A.R. (Henry Dreyfuss Associates - New York), *Le Misure dell'uomo e della donna: dati di riferimento per il progetto*, Be-ma, Milano 1993
- Tosi F., *Progettazione ergonomica. metodi strumenti. riferimenti normativi e criteri di intervento*, Il Sole24ore, Milano 2001
- Wilson J.R., Corlett E.N., *Evaluation of Human Work*, Taylor & Francis, Londra-Philadelphia 1995

L'ergonomia nella normativa tecnica: struttura della normativa italiana e internazionale

M. Teresa Iacovone

CEN TC 122 - Ergonomics

Gruppi di lavoro (WGs) 70 work items

1. Antropometria
2. Principi generali
3. Temperature di contatto
4. Biomeccanica
5. Videoterminali
6. Segnali /comandi
8. Segnali di pericolo /comunicazioni
9. Mezzi protettivi
10. Macchine mobili
11. Microclima
12. Integrazione principi ergonomici per la progettazione del macchinario

ISO TC 159 ERGONOMICS

Sottocomitati (SC) /Gruppi di lavoro (WG)

SC 1 PRINCIPI GUIDA IN ERGONOMIA

- WG 1 - Progetto dei sistemi di lavoro
- WG 2 - Lavoro mentale
- WG 3 - Terminologia
- WG 4 - Usabilità e sue valutazioni

SC 3 ANTROPOMETRIA E BIOMECCANICA

- WG 1 - Antropometria
- WG 2 - Posture di lavoro
- WG 4 - Movimentazioni e limiti di forza
- WG 5 - Procedure di applicazione degli standards

SC 4 INTERAZIONE UOMO-SISTEMI

- WG 1 - Segnali e comandi
- WG 2 - Videoterminali (uffici)
- WG 3 - Controlli, requisiti ambientali
- WG 5 - Ergonomia del software
- WG 6 - VDT in ambienti vari
- WG 8 - Sale di controllo

SC 5 ERGONOMIA DELL'AMBIENTE FISICO

- WG 1 - Ambienti termici // (WG 2 - Visione)
- WG 3 - Segnali di pericolo e comunicazioni verbali

COMMISSIONE ERGONOMIA - UNI

Gruppi di lavoro

Antropometria
Principi generali
Biomeccanica
Videoterminali
Microclima
Sale di controllo
(Visione)
(Gruppo ad hoc - Design e disabilità)

Collaborazioni e scambi di informazioni con altre commissioni:

Sicurezza
Mobili
Illuminotecnica
Tecnologie avanzate di fabbricazione
Trasporti
Giostre e parchi di divertimento ecc...

NORME ERGONOMICHE

anche in:

CEN TC 310 / WG 4 CEN TC 205
ETSI (TC HUMAN FACTORS)
IEC / TC 56
ISO/IEC JTC 1/SC7 e SC35
ISO/TMB WG on Risk Management Terminology

ANTROPOMETRIA

in CEN pr EN ... (Progetti o bozze):

pr EN ISO 14738	Sicurezza del macchinario - Requisiti antropometrici per progettare posti di lavoro
prEN ISO 15535	Banca dati antropometrici (Requisiti per stabilire un database)
pr EN ISO 15336	Manichini computerizzati per progettare e valutare gli spazi di lavoro Parte 1: Requisiti generali - Parte 2: Strutture e dimensioni
pr EN ISO 15537	Principi fondamentali per testare dal punto di vista ergonomico prodotti e progetti industriali (aspetti antropometrici)
pr EN ISO/WD 20685	3D Anthropometry - 3D Scanning Methodologies for Internationally Compatible Anthropometric Databases
pr RAPP. TECN.	Sistema delle misure antropometriche usate nelle norme Europee
	Accessibilità mani e piedi (anche ISO WD 12892)
	Banca dati di tutti i gruppi rilevanti per età: Contenuti e formato

in ISO:

ISO/7250	Lista base delle misure antropometriche
ISO DIS 14738	
ISO 15534	Dimensioni degli accessi per la progettazione del macchinario= recepimentoEN 547
ISO/DIS 12892	Accessibilità delle mani e dei piedi (anche pr EN)
ISO /WD 15532	Principi antropometrici e dati per le distanze di sicurezza
ISO/Wd 15536	Manichini computerizzati, sagome progettuali
ISO/Wd 15537	Selezione di persone per testare aspetti antropometrici di prodotti e progetti industriali
ISO/Wd 20685	3D Anthropometry - 3D Scanning Methodologies for Internationally Compatible Anthropometric Databases

in UNI :

UNI 10120	Definizione e metodogia di rilevazione delle variabili antropometriche essenziali per la progettazione ergonomica
UNI EN 547	Sicurezza del macchinario - misure del corpo umano Parte 1: principi per la deteminazione delle dimensioni richieste per le aperture per l'accesso di tutto il corpo nel macchinario Parte 2: principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture di accesso Parte 3: dati antropometrici
UNI EN ISO 7250	Misurazioni di base del corpo umano per la progettazione tecnologica

ANTROPOMETRIA E SICUREZZA DEL MACCHINARIO

in UNI, CEN e ISO

UNI EN 294 (ISO 13852)	Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti superiori (in revisione ISO)
UNI EN 349 (ISO 13854)	Spazi minimi per evitare lo schiacciamento di parti del corpo (in revisione ISO)
UNI EN 811 (ISO/ DIS 13853)	Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti inferiori (in revisione ISO)
ISO/DIS 13855	Posizionamento di protezioni rispetto a velocità di avvicinamento di parti del corpo
ISO/DIS 14120	Safety of machinery - Guards - General requirements for the design and contruction of fixed and movable guards

PRINCIPI GENERALI

- UNI 8459 (83) Ergonomia dei sistemi di lavoro - Terminologia di base e principi generali
UNI ENV 26385 (91) *inglese* = ISO 6385 (81) in revisione (= ISO/DIS aprile 2001)
Principi ergonomici nella progettazione dei sistemi di lavoro
- UNI EN 614-1 Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici per la progettazione
Parte 1: Terminologia e principi generali (in revisione al CEN)
- pr EN 13861 Sicurezza del macchinario - Guida per l'applicazione di standards
ergonomici nella progettazione del macchinario *
- ISO/TC 56 Application guide on human reliability
Guida ISO/IEC 71 Guidelines for standards developers to address the needs of older persons
and persons with disabilities
- pr ISO TS 16982 Ergonomia dell'interazione uomo-sistema - Metodi di usabilità a
supporto della progettazione incentrata sull'uomo
- ISO CD 20282 Usabilità dei prodotti di ogni giorno - Raccomandazioni per la
Progettazione e la Valutazione della facilità, efficienza e soddisfazione
dell'uso
Parte 1: Profilo dell'utilizzatore universale
Parte 2: Usabilità, facilità d'uso e soddisfazione
Parte 3: Classificazione ed etichettatura
Parte 4: Effetti sociali
- ISO WD Progettazione di attrezzature e mansioni (= pr EN 614-1 e 2)
ISO WD Guida per l'inclusione di aspetti ergonomici nelle norme
ISO WD Metodi di valutazione per la classificazione dell'usabilità delle interfacce uomo-macchina
ISO pr Technical Report sui legami delle diverse norme ergonomiche
ISO pr Technical Specification su Terminologia
ISO WD Progettazione di utensili manuali motorizzati e non
- ETR 297 Human factors in Videotelephony
Draft ES 201 104 Human factors requirements for a European Telephony numbering space
Draft EG 201 103 Human factors issues in Multimedia Information Retrieval Services
Pr CEN Report Guidelines for the assessment and integration of human resources in the
Advanced manufacturing technology field (AMT): Conceptual Reference
Model (CRM) ISO WD Risk management terminology - Guidelines for use
in standards
(pr ISO Application of risk assessment and risk reduction for industrial machines and integrated
manufacturing systems within the scope of ISO TC 199)
(ISO / DIS 14159 Igiene requirements for the design of machinery)
- pr EN Guidance document in the field of Safety and Usability of products by
people with special needs (elderly and disabled)
- UNI EN 1332 Sistemi per carte di identificazione – Interfaccia uomo-macchina
parte 1: Principi per la progettazione dell'interfaccia utente
parte 3: Moduli tastiera

PRINCIPI GENERALI: LAVORO MENTALE

- EN ISO 10075 Principi ergonomici relativi al carico di lavoro mentale
 Parte 1: Terminologia e definizioni (91)= UNI EN ISO (in revisione ISO)
 Parte 2: Principi di progettazione (97) = UNI EN ISO
 Parte 3: Misura e valutazione del lavoro mentale (CD)
- UNI EN ISO 614-2 Parte 1: Sicurezza del macchinario -principi ergonomici di progettazione
 Parte 2: Interazione tra progettazione dei macchinari e mansioni
- ISO WD Assegnazione delle funzioni (compiti) a macchine e uomo
- ISO WD Fattori cognitivi nel controllo di processo

TEMPERATURE DI CONTATTO

- UNI EN 563 Sicurezza del macchinario - temperature delle superfici di contatto
 Dati ergonomici per stabilire i valori limite di temperatura per le superfici
 calde
- Pr EN - amendment per periodi < 1 s
- UNI EN 13202 Guida per stabilire i valori limite di temperatura di superficie nelle norme di
 prodotto alla luce della EN 563
- pr EN in previsione anche per superfici fredde
- ISO/WD 12893 Superfici di contatto calde/fredde
- Pr EN ISO 13732 Temperature di contatto in zona di comfort - Metodo di valutazione delle
 risposte dell'uomo
 Parte 1: Superfici calde Parte 2: Superfici moderate Parte 3: Superfici
 fredde

BIOMECCANICA in UNI CEN:

- UNI EN 1005 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana
 Parte 1: Termini e definizioni
 Parte 2: Movimentazione manuale di oggetti associati al macchinario
 (prEN)
 Parte 3: Limiti di forza raccomandati per operazioni sul macchinario
 Parte 4: Posture di lavoro durante l'operativita' al macchinario (prEN)
 Parte 5: Valutazione del rischio per movimentazioni ripetitive ad Elevata
 frequenza (prEN)
- pr EN 999 Velocità di approccio delle parti del corpo per il posizionamento
 deidispositivi di sicurezza
- Pr EN ISO 12892 Accessibilità (Reach envelopes)
- pr EN 12570 Valvole - Forze manuali permissibili per operare su valvole

in ISO:

ISO 11226	Valutazione delle posture lavorative statiche
prEN ISO/DIS 14738	Posture e dimensioni per la progettazione di posti di lavoro sul macchinario
ISO/WD 11227	Forza fisica umana - limiti di forza raccomandati
ISO/DIS 11228	Movimentazioni manuali parte 1: Sollevare e trasportare (3° DIS) parte 2: Spingere e tirare (CD) parte 3: Movimentazioni di piccoli pesi ad elevata ripetitività (CD)
ISO/DIS 14738	Posture e dimensioni per la progettazione di posti di lavoro sul macchinario (con dati extra-europei)
pr ISO TS 20646	Ergonomic procedures for the improvment of local muscular workload
Pr EN 20442	Protezione dei punti di presa attraverso la limitazione delle forze attive
ISO WD	Posture di lavoro nella progettazione di posti di lavoro

VIDEOTERMINALI

N.B. la norma ISO e quelle correlate su VTD sono in fase di razionalizzazione

UNI EN ISO 9241	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con VTD 1. Introduzione generale + A1 [Applicazione alle parti SW] 2. Guida ai requisiti dei compiti 3. Requisiti dell'unità video [Emend: Test di performance utenti] *** 4. Requisiti delle tastiere 5. Layout posto di lavoro e posture 6. Requisiti ambientali 7. Riflessi *** 8. Colori *** 9. Dispositivi non tastiere (mouse) * 10. Principi dialogici [in revisione] 11. Usabilità del SW 12. Presentazione delle informazioni 13. Guida per l'utente 14. Menu di dialogo 15. Comandi dialogici 16. Dialogo a manipolazione diretta * 17. Dialogo mediante moduli
-----------------	--

*** Saranno sostituite dalla ISO 18789

ISO WD 16648 Technical Report - Organizzazione dello spazio e layout del posto di lavoro
Considerazioni di supporto ai requisiti ambientali della 9241 parte 6

ALTRE NORME RILEVANTI

UNI EN ISO 13407	Processi di progettazione orientata all'utente per sistemi interattivi
UNI EN ISO 13406	Requisiti ergonomici per il lavoro con visualizzatori pannelli piatti (inglese) Parte 1: Introduzione Parte 2: Requisiti ergonomici per l'uso di schermi piatti ** v 18789
ISO TR 15504	Software process assessment
ISO TR 18529	Ergonomics of human-system interaction Human-centred lifecycle process descriptions

ISO TR 16982	Ergonomia dell'interazione uomo-sistema - Metodi di usabilità a supporto della progettazione incentrata sull'uomo
prEN ISO 18789	Ergonomics requirements and measurement techniques for electronic visual displays (NB Sostituirà la 9241 parte 3 / 7 / 8 / e la 13406 parte 2) Parte 3 Requisiti ergonomici (CD ISO) Parte 4 Metodi di prova in laboratorio di usabilità Parte 5 Metodi di prova ottici Parte 6 Metodi di prova al posto di lavoro
pr EN ISO 14915	Requisiti ergonomici del SW per la progettazione di interfacce multimediali Parte 1: Introduzione e strutturazione (F DIS) Parte 2: Controllo multimediale e navigazione (DIS) + Web usability check list Parte 3: Selezione e combinazione dei media (DIS) Parte 4: Interfacce specifiche multimediali (In cancellazione)
pr ISO/TS 16071	Ergonomics of human system interaction Guidance on accessibility for human-computer interfaces (SW accessibility)
pr ISO SW ergonomics	for WWW user interfaces
ISO/IEC TR 12182	Tecnologia dell'informazione – Classificazione del software
UNI ISO/IEC 14598	Tecnologia dell'informazione – Valutazione dei prodotti software 1 Visione generale 2 Planning and management 3 Process for developers (DIS) 4 Procedure per acquirenti 5 Procedure per i valutatori 6 Documentation of evaluation modules
UNI ISO / IEC 15026	Tecnologia dell'informazione – Livelli di integrità dei sistemi e del SW
ISO/IEC 9126-1	Information technology - Software quality characteristics and metrics Quality characteristics and guidelines for their use
ISO/IEC 12207	Information technology - Software life cycle processes
ISO/IEC 14756	Information technology - Measurement and rating of performance of computer-based software systems
ISO/IEC TR 15846	Tecnologia dell'informazione – Processi del ciclo di vita del SW – Gestione della configurazione
ISO/IEC 15910	Information technology – Software user documentation process (FDIS)
ISO/IEC 10741 -1	Dialogue interaction - Cursor control for text editing
-2	Cursor control for spreadsheets
ISO/IEC 11581	Icon symbols and functions (in 6 parti) part 1: General (DIS) part 2: Object icons (DIS) part 3: Pointer icons (DIS) part 4: Control icons (CD) part 5: Tool icons (pr) part 6: Action icons
ISO/IEC WD 13251	Consolidated graphical symbols for office equipment
ISO/IEC 14754	Common gestures for pen-based systems
ISO/IEC 9995	Keyboard layouts for text and office systems (in 8 parti)
ISO/IEC TR 15440	Technical report on future keyboards and other associated devices and related entry methods
ISO/IEC 15411	Tecnologia informatica - Disposizioni delle tastiere segmentate

ISO/IEC 15412	Disposizione delle tastiere per computers portatili
ISO/CEI 14755	Input methods to enter characters from the repertoire de ISO/CEI10646
ISO WD	Standardization of tactile indicators for numeric keyboards with a keyboard or other input devices
CEI EN 60950	Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione –Sicurezza (CEI 74-2)
IEC 60065	Audio, video and similar electronic apparatus - Safety requirements
CEI EN 50116	Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Prove di serie per la verifica della sicurezza elettrica durante la fabbricazione
CEI EN 41003	Requisiti particolari di sicurezza per apparecchiature da collegare a reti di telecomunicazioni
CEI ROBT-002	Sicurezza elettrica – Classificazione delle interfacce per gli apparecchi da collegare alle reti di telecomunicazione (CEI 4-6)
ISO/IEC TR 13335 (in 3 parti)	Information technology - Guidelines for the management of IT Security
ISO 9000-3	Guida per l'applicazione della ISO 9001 allo sviluppo, fornitura, installazione e manutenzione del SW
UNI EN ISO 27779	Acustica - Misura del rumore aereo emesso dalle apparecchiature informatiche e per ufficio (EN- ISO 2002)

ALTRE NORME IN PREVISIONE

Pr ISO Design-for-all and Assistive Technologies

Pr ISO IT for elderly and disabled people

IEC 80416	Basic principles for graphical symbols for use on equipment Part 1: Creation of graphical symbols (DIS) Part 2: Form and use of arrows (DIS) Part 3: Guidelines for the application of graphical symbols (WD) Part 4: Supplementary principles for use of icons (WD)
ISO/IEC CD 18021	User interface for mobile multimedia communication devices
ISO/IEC CD 18035	Icon symbols and functions for controlling multimedia SW applications and acceptance criteria
ISO/IEC CD 18036	Icon symbols and functions for World Wide Web browser toolbars, and acceptance criteria
ISO WD Ergonomic assessment of speech technology systems	(automatic speech recognition and synthesis)
Pr TR "Guidelines and methodology for the assessment of cultural and linguistic adaptability in information technology products".	
Estensione della 9421 a contesti diversi da uffici e sua revisione	Target user and topics Manufactures designer evaluators -> input devices and assessment Project mng designers -> human centred design methods guidance for consumer Products Mng (H&S, facilities, system developers)-> equipment and workstation selection, customization and job design guidance Application developers -> interaction dialogue navigation presentation guidance and requirements

End users and managers -> evaluation methods, metrics and measurements criteria

Usability experts -> evaluation methods, metrics and measurement criteria

Requisiti ergonomici per i portatili
Sistemi multimedia e ipermedia
Requisiti ergonomici per grafica 3D
Applicazioni CAD * Realtà virtuale
Elettronica per il consumo
Strumentazione scientifica
Annesso alla 9241-3 test di percezione visiva
Requisiti di accessibilità per le interfacce uomo-computer (per disabili)
prEN Metodi operativi multi-schermo sotto il profilo del carico mentale
prEN Comunicazioni multimediali
prEN Modello di riferimento per assicurare e integrare l'uomo nei nuovi processi produttivi

al TC 100 IEC

NP Multimedia Systems and Equipment – Colour measurement and management –

Part 3: Equipment using cathode ray tubes

Part 5: Equipment using plasma display panels

SALE DI CONTROLLO

pr EN ISO 11064 Progettazione ergonomica di centri di controllo
Principi per la progettazione di Centri di controllo (UNI EN ISO - inglese)
Principi di allestimento di Centri (Sala di controllo e locali ausiliari) (UNI EN ISO - inglese)
Disposizione della Sala di controllo (UNI EN ISO)
Layout e dimensioni della (CD) postazione di lavoro
Segnali e comandi (WD)
Requisiti ambientali delle Sale(WD)
Principi per la valutazione di Centri di controllo (WD)

SEGNALI E COMANDI

UNI EN 894 (= ISO 9355) Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di segnali e comandi
Interazioni umane con segnali e comandi
Segnali
Comandi
Disposizione e compatibilità di segnali e comandi (pr EN)
Pr ISO Fattori cognitivi nel controllo di processo
Pr ISO Principi e linee-guida della presentazione delle informazioni nei sistemi dinamici
EN 954-1 Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Principi generali per la progettazione
ISO 1503 Orientazione geometrica e direzione dei movimenti

EN 61310	Sicurezza del macchinario - Indicazioni, marcature e attuazioni Parte 1: Prescrizioni per segnali visivi, acustici e tattili Parte 2: Prescrizioni per la marcatura
CEI EN 60073	Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Principi di codifica per i dispositivi indicatori e attuatori
PrEN ISO 15006	Road vehicles – Transport information and control systems – Man machine interface – Auditory information presentation – Part 1: Requirements

SICUREZZA DEL MACCHINARIO - SISTEMI DI SEGNALI DI PERICOLO E DI INFORMAZIONE UDITIVI E VISIVI

UNI EN 457	(= ISO 7731 modificata) Sicurezza del Macchinario - Segnali acustici di pericolo - Requisiti generali, progettazione e prove
UNI EN 981	(= ISO 11429) Sicurezza del macchinario -Sistemi acustici e visivi di segnali di pericolo e di informazione
UNI EN 842	(= ISO 11428) Sicurezza del macchinario

SEGNALI VISIVI DI PERICOLO - REQUISITI GENERALI, PROGETTAZIONE E PROVE

ISO WD 7731	Segnali di pericolo per aree pubbliche e di lavoro – Segnali acustici di pericolo
ISO DIS 13475-1 99	Acoustics - Determination of sound emission quantities for stationary audible warning devices used outdoors - Part 1: Field measurements for determination of sound emission quantities
ISO 8201	Segnale acustico per lo sfollamento di emergenza

COMUNICAZIONI VERBALI (IN AMBIENTI RUMOROSI)

pr EN ISO/DIS 9921	Valutazione ergonomica della comunicazione verbale (In revisione senza particolare specificazione per gli ambienti rumorosi)
PrEN ISO WD 19358	Ergonomic assessment of speech technology systems (automatic speech recognition and synthesis)

MEZZI DI PROTEZIONE PERSONALE

PrEN 13921	Mezzi di protezione personale - principi ergonomici Introduzione ai principi ed applicazione delle norme europee Antropometria Biomeccanica Caratteristiche termiche (Aspetti biologici) Aspetti sensoriali
Pr EN	Forme facciali (misure antropometriche)

MACCHINARIO MOBILE

- pr EN ISO 14386 Principi ergonomici per l'operatività su macchinario mobile
- Principi generali
- Visibilità
- Segnali e comandi
- Sedili
- Ambiente
- pr EN 292/3 Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Specifiche per macchine mobili e apparecchi di sollevamento

ILLUMINAZIONE E VISIONE

- UNI 10380 Illuminazione di interni con luce artificiale (A1:98)
- UNI 10530 Principi di ergonomia della visione - sistema di lavoro e illuminazione
N.B. = ISO 8995 (in rev. 2001 Come CIE S 008.2 Lighting of indoor working places)
- pr EN 12464 Illuminazione dei posti di lavoro
- UNI EN 1837 Sicurezza del macchinario - illuminazione integrata alle macchine
- UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza
- pr EN 12665 Applicazioni illuminotecniche - Termini generali e criteri per specificare requisiti di illuminazione
- pr EN ... Misura e presentazione di dati fotometrici di lampade e lampadari
- pr CIE/ISO Illuminazione di aree di lavoro all'esterno
- pr UNI Abbagliamento molesto nell'illuminazione di interni – Indice di abbagliamento UGR
- pr UNI Criteri per la stesura dei progetti degli impianti di illuminazione
- pr UNI "Illuminazione di aree di lavoro esterne".
- UNI 10819 Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione del flusso diretto verso il cielo
- UNI 10840 Locali scolastici – Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale
- UNI 10439 Requisiti illuminotecniche delle strade con traffico motorizzato
- UNIEN 29241 Requisiti ergonomici per il lavoro d'ufficio con VTD (parte 3 e 6)
- ISO WD Progettazione ambientale di costruzioni - Ambiente visivo
- ISO WD Aspetti visuali dei vetri schermati nell'ambiente di lavoro
- ISO DIS 17166 (CIE) Erythema reference action spectrum and standard erythema dose
- PrEN Photobiology
- Part 1: UV-Radiation – Artificial radiation at indoor work places
Part 2: Visible/IR Radiation – Artificial radiation at indoor work places
Part 3: UV-Radiation – Natural sources

MICROCLIMA

- UNI EN 27243 Ambienti caldi
Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT
- UNI EN 27726 Ambienti termici - Strumenti e metodi per la misurazione delle grandezze fisiche

UNI EN ISO 8996	Ergonomia - Determinazione della produzione di energia termica metabolica
UNI EN ISO 9886	Valutazione dello stress termico mediante misurazioni fisiologiche
UNI EN ISO 7730	Ambienti termici moderati Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico(rev ISO)
UNI EN ISO 10551	Valutazione del benessere termico soggettivo con scale di giudizio standard
UNI EN 12515	Ambienti caldi Determinazione analitica e interpretazione dello stress termico mediante il calcolo della sudorazione richiesta (V. ISO 7933 modificata) (in rev ISO)
UNI ENV ISO 11079	Valutazione di ambienti freddi Determinazione dell'isolamento richiesto dagli indumenti (IREQ) = Technical Report (rev ISO)
UNI EN ISO 11399	Ergonomia dell'ambiente termico - Principi ed applicazione delle Norme (in Inglese)
UNI EN ISO 12894	Ergonomia dell'ambiente termico - Controllo medico degli individui esposti in ambienti severi caldi e freddi
UNI EN ISO 13731	Ergonomia dell'ambiente termico - Vocabolario e simboli
ISO TR 14415	Applicazione delle norme a disabili, anziani o altre persone handicappate (prEN)
ISO 9920	Ergonomia dell'ambiente termico - Stima dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento (prEN)
CEN TR ISOTS 14415	Ergonomia dell'ambiente termico - Applicazione delle Norme a gruppi e individui con risposte termiche atipiche
prEN ISO CD 14505	Ambiente termico nei veicoli Parte 1: Principi e metodi di valutazione dello stress termico Parte 2: Determinazione della temperatura equivalente (Parte 3: Valutazione interpretazione delle temperature equivalenti) (Parte 4: Metodi per il giudizio dell'uomo)
prEN ISO WD 15743	Attività lavorative in ambienti chiusi freddi
ISO WD 15265	Valutazione del rischio di stress o disagio termico in condizioni di lavoro
ISO WD 15266	Valutazione del comfort termico per lunghi periodi in ambienti chiusi
ISO WD 15742	Ergonomia dell'ambiente fisico - Determinazione degli effetti combinati di ambiente termico, inquinamento dell'aria, rumore e illuminazione
ISO WD...	Qualità del microclima in ufficio in relazione al massimo permessibile di ore in condizioni di disagio
ISO WD ...	Progettazione ambientale di edifici - Ambiente termico (ISO TC 205)
ISO WD ...	Valutazione del clima esterno per bollettini meteo

INTEGRAZIONE DEI PRINCIPI ERGONOMICI PER LA PROGETTAZIONE DEL MACCHINARIO
(Vedi principi generali)

NORMATIVA TECNICA SUI MOBILI E ARREDI PER UFFICIO / PER LAVORO

(Commissione mobili)

Norme UNI

UNI EN 527-1	Mobili per ufficio – Tavoli da lavoro e scrivanie – Dimensioni
UNI EN 1335	Mobili per ufficio – Sedia da lavoro per ufficio parte 1: Dimensioni – Determinazione delle dimensioni parte 2: Requisiti di sicurezza Parte 3: Metodi di prova di sicurezza
UNI EN 1023	Mobili per ufficio - Schermi divisorii - Parte 1: Dimensioni Parte 2: Requisiti meccanici di sicurezza Parte 3: Metodi di prova
UNI 10915	Posto di lavoro in ufficio – Mobili per ufficio – Superfici per la disposizione e l'utilizzo dei mobili
UNI 10916	Appoggiatesta – Dimensioni e caratteristiche
UNI 9716	Mobili per ufficio - Posto di lavoro scrivania/sedia - Criteri ergonomici per l'archiviazione di documenti in formato A4 in cartelle sospese
UNI 10283	Mobili per ufficio - Contenitori non collegati a posto di lavoro scrivania/sedia - Criteri ergonomici per l'archiviazione di documenti in formato A4 in cartelle sospese
UNI 10282	Mobili per ufficio - Posto di lavoro per esattoria - Piano di uso generale con schermo protettivo sottostante e/o di riservatezza tra operatore e utente
UNI 7367	Mobili per ufficio - Posto di lavoro: scrivania e sedia, tavolo per VDT e sedia - Generalità (agg. 1997)
UNI SS	Mobili per ufficio - Sedie per visitatore - Dimensioni e caratteristiche costruttive
UNI SS	Mobili per ufficio - Tavoli e scrivanie per VDT - Requisito di riflessione speculare
UNI SS	Mobili per ufficio - Tavoli e scrivanie per VDT - Requisito di riflettanza
UNI 10814 99	Sedute da lavoro - Caratteristiche costruttive, requisiti e metodi di prova
UNI 8491/2	Superfici colorate - Colorimetria - Misura del colore (non requisiti minimi)
UNI 8252	Sedie e sgabelli - Determinazione della stabilità
UNI 8553	Sedie e sgabelli - Generalità per le prove (FA 1995)
UNI 8581	Mobili contenitori, tavoli e scrivanie - Generalità per le prove (FA 1995)
UNI 8592	Tavoli - Determinazione della stabilità
UNI 8593	Tavoli e scrivanie - Prova di resistenza dei piani al carico concentrato (FA 1995)
UNI 9149	Mobili - Prove sulle finiture delle superfici - Determinazione della riflessione speculare delle superfici – (solo metodo non valori)
UNI EN 985	Rivestimenti tessili per pavimentazioni - Prova della sedia a rotelle
UNI EN 12527 01	Ruote e supporti - Metodi di prova ed apparecchiature
UNI EN 12528 98	Ruote e supporti - Rotelle per arredamento – Requisiti
UNI EN 12529 98	Ruote e supporti - Rotelle per sedie mobili - Requisiti
UNI EN 12530 01	Ruote e supporti per attrezzature mobili a propulsione manuale per comunità
UNI EN 12531 01	Ruote per letti d'ospedale
UNI EN 12532/33 01	Ruote e supporti per applicazioni fino a 1,1 m/s (4Km/H) e > 1,1
pr UNI	Mobili - Ruote per mobili d'ufficio e mobili domestici - Caratteristiche e prove

MOBILI - Valutazione della resistenza delle superfici a:
 UNI EN 12720 ai liquidi freddi
 UNI EN 12721 al calore umido
 UNI EN 12722 al calore secco
 UNI 10944 Requisiti delle finiture all'azione dei liquidi freddi, al calore umido e al calore secco

PARETI INTERNE MOBILI

UNI 10815/ UNI 10816 Attrezzabilità per impianti elettrici e equipaggiamenti di servizio
 UNI 10820 Analisi dei requisiti (Requisiti di resistenza a incendio, isolamento acustico, resistenza a urti, sicurezza in uso, atossicità, flessibilità all'impiego etc)
 UNI EN ISO 140 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici ed elementi di edificio
 UNI 7678 Elementi costruttivi - Prove di resistenza al fuoco
 Pr UNI Partizioni interne - Pareti interne mobili - Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante

Norme CEN :

pr EN 527 Office furniture - tables and desks -
 Part 1: Dimensions (UNI EN)
 Part 2: Mechanical safety requirements
 Part 3: Physical and mechanical characteristics of structure - test methods
 pr EN 1023 Office furnitures - screens
 Part 1: Dimensions (UNI EN)
 Part 2: Mechanical safety requirements
 Part 3: Test methods
 EN 1335 Office furniture - office work chair -
 Part 1: Dimensions, determination of dimensions
 Part 2: Safety requirements
 Part 3: Safety test methods
 pr EN 13761 Office furniture – Visitors chair
 Pr EN 14073 Office furniture – Storage furniture
 Part 1: Dimension (Technical Report)
 Part 2: Fundamental safety requirements
 Part 3: Test methods for the determination of stability and mechanical strength of the structure
 PrEN 14073 Office furniture - Tables and desks and storage furniture - Test methods for the determination of strength and durability of moving parts
 EN 1729 Chairs and tables for educational institutions -
 Part 1 Functional dimensions,
 Part 2 Safety requirements and testing (prEN)
 pr EN 13150 Workbenches for laboratories - Safety requirements and test methods
 PrEN 13721 Measurement of the surface reflectance
 PrEN 13722 Assessment of the surface gloss
 U41101430 Mobili domestici e per collettività - Sedute - Guida all'applicazione della EN 1728
 U41101590 Mobili domestici e per collettività - Tavoli - Guida all'applicazione della

COMMISSIONE MOBILI

U41101520 Mobili - Sedie e sgabelli - Prova di durata del meccanismo per la regolazione in altezza del sedile
EN 1730

In ISO (CT 136):

Pr ISO Metodi di prova per sedie da ufficio

Pr ISO Metodi di prova per tavoli da ufficio

ALTRI ORGANISMI CHE HANNO NORME ERGONOMICHE

ETSI

ETR 160 Human factors aspects of multimedia telecommunications

ETR 297 Human factors in videotelephony

ETR 329 Human factors - guidelines for procedures and announcement in stored Voice services and universal personal telecommunication

ETR 334 The implication of human ageing for the design of telephone terminals

CEN TC 310 advanced manufacturing technology

WG 4 human factors and ergonomics

pr EN Guidelines for the assessment and integration of human resources in the advanced manufacturing technology field

Conceptual Reference Model

IEC TC 56

56/455/CD

Application guide on human reliability (HR)

- Introduction

- HR in system design

- Principles of human performance

- HR assessment

- HR applications

- HR data

- Annex A Definitions

- Annex B Task analysis

- Annex C Bibliography

ISO TC 205

Building Environmental Design - Indoor environment -

General principles / Air quality / Thermal / Acoustic / Visual / Heating, ventilating and cooling / etc

NORMATIVA TECNICA PER POPOLAZIONE CON PARTICOLARI NECESSITA'

In CEN:

Documento guida nel campo della sicurezza ed usabilità dei prodotti da parte di persone con necessità particolari (anziani / disabili)

In CEN ed ISO:

Norme dedicate ai prodotti per portatori di handicap

Dal diritto all'ergonomia al riconoscimento normativo dell'ergonomo

Bruno Giordano

Pare opportuno analizzare brevemente il panorama normativo del diritto *dell'*ergonomia e del diritto soggettivo *all'*ergonomia. Soprattutto si deve spendere qualche riflessione su quale sia attualmente l' *iter* per il passaggio dal sapere dell'ergonomia, al saper essere e saper fare l'ergonomo, al saper produrre, concepire e gestire in modo ergonomico, atteso che il recente quadro normativo dà vigore di legge ai principi dell'ergonomia ma trascura totalmente la figura dell'ergonomo.

Il termine ergonomia, *rectius* principi ergonomici, irrompe *expressis verbis* nel panorama normativo con il D. lgs 626/94 ma in verità nella legislazione precedente non mancano riferimenti impliciti ad alcuni indici comportamentali tipicamente ergonomici.

Innanzitutto l'art. 3.1 punto f) d.lvo 626/94 impone il "rispetto dei principi ergonomici nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, anche per attenuare il lavoro monotono e quello ripetitivo".

La scelta ergonomica deve cadere anche su tutti i beni messi a disposizione del lavoratore o comunque presenti nell'ambiente di lavoro e deve coinvolgere il metodo e il processo produttivo, coprendo così ogni momento della vita del lavoratore.

L'art. 42 D. Lgs. 626/94 si occupa dei requisiti dei dispositivi di protezione individuali stabilendo che la scelta degli stessi deve "tener conto delle esigenze ergonomiche e di salute del lavoratore". Non si dimentichi peraltro l'art. 4 punto d), in forza del quale il datore di lavoro deve destinare ogni DPI ad uso personale adottando "misure adeguate affinché tale uso non ponga alcun problema sanitario ed igienico ai vari utilizzatori"; ciò che costituisce espressione del principio per cui anche l'uso di un mezzo sicuro può risultare disagiata e inopportuno.

L'art. 47 stesso decreto (per il campo di applicazione del titolo V) al comma 2 stabilisce che: "si intendono per: a) movimentazione manuale di carichi: le operazioni di trasporto e di sostegno di un carico ad opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni di sollevare, deporre, spingere, tirare, portare e spostare un carico che, per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano tra l'altro rischi di lesioni dorso-lombari".

L'art. 52 stesso decreto (a proposito degli obblighi del datore di lavoro circa i posti al videoterminale) stabilisce che "il datore di lavoro analizza i posti di lavoro con particolare riguardo... alle condizioni ergonomiche e di igiene ambientale".

Infine si ricordi che l'art. 33 D.Lgs. 626/94 ha modificato l'art. 10 D.P.R. 303/56 in materia di illuminazione di tutti i luoghi di lavoro, introducendo un importante principio ergonomico in materia di luminosità e illuminazione dei locali e del luogo di lavoro che deve "essere dotato di dispositivi che consentono un'illuminazione artificiale adeguata per salvaguardare la sicurezza, la salute e il benessere dei lavoratori".

La segnaletica di sicurezza

Il D. Lgs. 493/96 detta prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e di salute sul luogo di lavoro e fornisce prescrizioni - generali e particolari - sulle caratteristiche che devono avere i cartelli segnaletici, i segnali luminosi, acustici e la comunicazione verbale.

Al punto 11 dell'allegato I, si stabilisce inoltre di adeguare la segnaletica di sicurezza alle limitazioni uditive o visive del lavoratore, così adattando anche i segnali alle esigenze concrete e individuali dei soggetti destinatari del messaggio.

I cantieri temporanei e mobili

Il D. Lgs. 494/96 si occupa delle prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili. Sebbene il testo di legge non riporti elementi di interesse diretto per quanto concerne i principi ergonomici a cui riferirsi nell'allestimento di un cantiere, si deve segnalare che in forza dell'art. 2 vi è un richiamo espresso alla valutazione del rischio prevista dall'art. 4.1 D.Lgs. 626/94. Per quanto concerne l'edilizia, il comparto lavorativo più coinvolto da questa normativa, occorre quindi far riferimento agli indirizzi contenuti nel decreto legislativo 626/94 ed in particolare al titolo V sulla movimentazione manuale di carichi.

Le lavoratrici gestanti, puerpere o in allattamento

Il D. Lgs. 645/96 si occupa della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti, puerpere o in allattamento. Tra i principi fondamentali dettati per i luoghi di lavoro ove trovasi una lavoratrice nelle siffatte condizioni si stabilisce innanzitutto l'estensione della valutazione del rischio riguardante anche "i movimenti, le posizioni di lavoro, la fatica mentale e fisica e gli altri disagi fisici e mentali connessi con l'attività svolta dalle predette".

In particolare l'all. I, elencando gli agenti fisici considerati *ope legis* oggetto di necessaria valutazione del rischio individua esattamente i "movimenti e posizioni di lavoro, spostamenti, sia all'interno, sia all'esterno dello stabilimento, fatica mentale e fisica e altri disagi fisici connessi all'attività svolta dalle lavoratrici".

Ogni fattore di rischio ergonomico (e non soltanto di rischio per la salute e la sicurezza), quindi, deve essere previsto e valutato dal datore al fine di consentire alla lavoratrice una condizione di lavoro idonea a vivere la gravidanza e la maternità senza alcun disagio, anche per il nascituro.

Il lavoro nelle industrie estrattive

Il D. Lgs. 624/96 si occupa della sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee imponendo, con l'art. 5.1 lett. b), che "i posti di lavoro devono essere progettati e costruiti secondo criteri ergonomici, tenendo conto della necessità che i lavoratori abbiano una visione di insieme delle operazioni che si svolgono sul loro posto di lavoro".

Il complesso di tali normative spazia dalla concezione e ambientazione dei luoghi di lavoro, all'ideazione dell'intero sistema produttivo, quindi, un vero e proprio *corpus*, costituito da principi, norme generali e speciali, sanzioni, che trova una significativa disciplina anche fuori e a prescindere dal rapporto di lavoro.

In primo luogo rileva l'introduzione cogente dei principi ergonomici nell'ambito della progettazione e quindi della costruzione delle macchine e dei componenti di sicurezza.

Il d.p.r. 459/96 si occupa dei requisiti di sicurezza delle macchine e dei componenti recependo alcuni canoni fondamentali dell'ergonomia. Si stabilisce espressamente che "nelle condizioni d'uso previste devono essere ridotti al minimo possibile il disagio, la fatica e le tensioni psichiche (stress) dell'operatore, tenuto conto dei principi ergonomici".

Anche per i dispositivi di comando il decreto stabilisce che "la posizione e la corsa dei dispositivi, nonché lo sforzo richiesto, devono essere compatibili con l'azione comandata, tenendo conto dei principi ergonomici".

Inoltre "il software di dialogo tra operatore e sistema di comando o di controllo di una macchina deve essere progettato in modo che sia di facile impiego".

Si pensi che anche “il posto di guida deve essere progettato tenendo conto dei principi dell’ergonomia”; e il “sedile del conducente di qualsiasi macchina deve garantire la stabilità del conducente ed essere progettato tenendo conto dei principi dell’ergonomia”.

Il diritto all’ergonomia

Innanzitutto si evidenzia che i principi ergonomici si sono tradotti in principi giuridici e così trasformando il dato scientifico in dato deontico sia per eseguire le direttive comunitarie sia per un’esigenza costituzionale di tutela della persona umana, che oggi viene rafforzata con un segno normativo di altissimo valore civile.

Ripercorrendo brevemente l’architettura costituzionale che prevede tra i principi fondamentali anche il riconoscimento e la tutela dei “diritti inviolabili dell’uomo sia come singolo sia nelle formazioni sociali ove si svolge la sua personalità” (art. 2 Cost.).

Il dovere - in forza dell’art. 3 Cost. - grava in primo luogo sulla Repubblica che deve operare per rimuovere gli ostacoli economici e sociali che anche soltanto di fatto “impediscono il pieno sviluppo della persona umana e l’effettiva partecipazione di tutti i lavoratori all’organizzazione politica, economica e sociale del Paese”.

Da tale fondamentale contesto normativo, quindi, si evince il principio indefettibile della tutela dell’uomo e l’obiettivo di aiutarlo al fine di conseguire un primo obiettivo: “il pieno sviluppo della persona umana”. La tutela però non si ferma alla “personalità”, *rectius* ai diritti della personalità, ma si estende significativamente allo “sviluppo” della stessa che deve essere raggiunto con pienezza.

Tutto ciò implica innanzitutto in capo a ciascun individuo la libertà dal disagio e il diritto al benessere cioè a vivere, ad operare, a comunicare etc. in condizioni di totale affermazione della propria personalità.

La libertà dal disagio e il diritto al benessere ricevono un’ulteriore specificazione normativa dall’art. 32 Cost. che tutela il diritto alla salute (collocato nel titolo dedicato ai rapporti etico-sociali) e dagli artt. 35, 37 e 41 Cost. (collocati nel titolo dedicato ai rapporti economici).

In definitiva l’individuo, tutelato nel diritto fondamentale al pieno sviluppo della personalità, in tutte le formazioni sociali in cui opera e quindi in tutti i rapporti di vita, vanta un preciso diritto costituzionale al benessere.

La qualificazione professionale dell’ergonomo

Alla base della formazione dell’ergonomo figura un’osmosi tra scienze umane, biomediche e tecniche, che non può ancora affidarsi ad autoqualificazioni individuali ma esige un controllo, un riconoscimento ufficiale.

Purtroppo, a fronte di tale evidente competenza, nei testi di legge risulta totalmente assente il riferimento alla figura professionale dell’ergonomo. Quindi, l’effettivo (ed efficace) “rispetto dei principi ergonomici”, l’applicazione del diritto dell’ergonomia, quale species del più ampio genus del diritto al benessere, rischia di rimanere affidato alla libera intraprendenza del datore o del progettista, se non addirittura ad improvvisati esperti di ergonomia, spesso preoccupati di incontrare l’esigenze economiche del datore o del costruttore piuttosto che l’esigenze ergonomiche imposte dal caso.

La considerazione che non esiste una qualificazione ufficiale dell’ergonomo non può che allarmare il giurista attento a tutta la delicatezza del passaggio dall’ergonomia, all’ergonomo, al

prodotto ergonomico cioè dall'oggetto (della scienza, della disciplina, della preparazione multidisciplinare) al soggetto e nuovamente all'oggetto prodotto.

In Italia manca ancora una formazione pubblica dell'ergonomo; potremmo accedere anche alla soluzione della laurea breve, che invero apparirebbe distonica rispetto ai canoni di preparazione dettati dalla comunità internazionale e forse anche riduttiva rispetto al respiro che merita l'ergonomia. Invece, appare preferibile la scelta di una scuola di specializzazione per laureati, possibilmente con qualche esperienza lavorativa, già muniti di concetti, metodi e strumenti di competenza professionale. L'apprendimento e l'esercizio della professione di ergonomo si caratterizza per una conoscenza critica di una pluralità di competenze (ingegneria di progetto e di produzione, informatica, diritto, architettura, antropometria, medicina, psicologia, sociologia) che costituiscono la moderna *scienza del lavoro*, non riconducibile alle tradizionali aree accademiche.

Questo intervento è la riedizione integrale del testo presentato dall'autore in occasione del VII Congresso Nazionale SIE "L'ergonomia nella società dell'informazione", 26-28 settembre 2001, Firenze

La progettazione dei posti di lavoro presso macchine ed impianti nella normativa tecnica europea

Enrico Occhipinti

Premessa

In questa nota, quasi totalmente ripresa dal volume “La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori” a cura di D. Colombini, E. Occhipinti ed A. Grieco, Franco Angeli Editore (anno 2000), si riportano e commentano sinteticamente i dati e le indicazioni derivanti da 2 norme tecniche europee, applicative della direttiva macchine, e riguardanti rispettivamente:

- I principi per il design ergonomico: interazione fra la progettazione della macchina e dei relativi compiti lavorativi (EN 614-2)
- Requisiti antropometrici per la progettazione di posti di lavoro presso macchine (EN ISO 14738).

Principi per il design ergonomico: interazione fra la progettazione della macchina e dei relativi compiti lavorativi

Nella Direttiva Macchine 89/392/EEC, nell’annesso 1, punto 1.1.2 i principi ergonomici sono evidenziati per assicurare la sicurezza e la salute e un razionale processo lavorativo: nelle previste condizioni d’uso, il discomfort, la fatica e lo stress psicologico dell’operatore devono essere ridotti al minimo possibile, tenendo in considerazione i principi ergonomici.

Lo standard qui esaminato (EN 614-2) aiuta il disegnatore ad applicare i principi ergonomici focalizzando l’attenzione specialmente sull’interazione fra progettazione della macchina e del compito lavorativo. Ciò è essenziale perché la qualità del progetto della macchina dipende anche dalla capacità degli operatori di svolgere i compiti previsti in modo competente e sicuro.

L’applicazione dei principi ergonomici alla macchina e al compito lavorativo è finalizzata a ridurre il discomfort, la fatica e altri effetti negativi per il lavoratore: questo contribuisce anche a ottimizzare il sistema di lavoro e a ridurre i rischi di effetti negativi sulla salute.

Lo scopo dello standard è quello di stabilire i principi e le procedure ergonomiche durante la progettazione di una macchina e di un compito lavorativo sottolineando in particolare principi e metodi che si devono applicare al disegno del lavoro. Lo standard è diretto ai disegnatori di macchine, ma è utile anche per chi ha a che fare con l’utilizzazione delle macchine (managers, organizzatori, ecc.).

Lo standard richiede:

- il rispetto di alcuni principi guida nella progettazione dei compiti;
- l’adozione di una metodologia “a stadi” per progettare ciascun compito;
- la verifica dei risultati ottenuti nei confronti del rispetto dei principi.

Quando progetta una macchina e un conseguente compito lavorativo, il designer deve assicurarsi che le caratteristiche ergonomiche sottoindicate, in relazione al previsto target di utilizzatori, siano tutte soddisfatte.

Nel disegnare un processo in particolare il designer deve:

- a) riconoscere l’esperienza, la capacità, la competenza della popolazione target;
- b) assicurarsi che i compiti lavorativi da svolgere siano identificabili come complete intere unità di lavoro, con un inizio e una fine chiaramente identificabili e non come isolati frammenti di

- alcuni compiti;
- c) assicurarsi che il compito lavorativo sia identificabile come un contributo significativo al prodotto finale;
 - d) provvedere ad applicare una appropriata varietà di competenza, capacità e attività;
 - e) provvedere ad un appropriato grado di libertà e autonomia sull'operatore;
 - f) prevedere un sufficiente "feedback" dell'esecuzione del compito sull'operatore cioè l'informazione sull'esecuzione deve essere resa disponibile all'operatore per controllare se gli obiettivi sono raggiunti e l'esecuzione adeguata. Questo include anche informazioni su errori e alternative;
 - g) fornire l'opportunità di praticare e sviluppare abilità e capacità così come di acquisirne di nuove;
 - h) evitare il sovraccarico o il sottocarico dell'operatore che può condurre a stress eccessivo e non necessario, a fatica ed errori. Sono in particolare la frequenza, durata, ed intensità delle attività percettive, cognitive e motorie a dover essere progettate in modo da evitare tali conseguenze;
 - i) evitare la ripetitività che può condurre a un disequilibrio fisico e psicologico così come a sensazioni di monotonia, noia, insoddisfazione. Cicli corti dovrebbero essere evitati. Per l'operatore deve essere prevista un'appropriata varietà di compiti o attività.

Se i compiti ripetitivi non possono essere evitati:

- il tempo di esecuzione non deve essere determinato solo sulla base di tempi medi misurati e stimati in condizioni normali;
- devono essere previste le possibilità di deviazione diversificandole dalle condizioni normali;
- tempi di ciclo molto corti devono essere evitati;
- deve essere data all'operatore l'opportunità di lavorare a un suo ritmo, piuttosto che a un ritmo prestabilito;
- lavorare su oggetti in movimento deve essere evitato;
- evitare il lavoro in isolamento senza l'opportunità per l'operatore di contatti sociali e funzionali;
- la visione, il livello di rumore, la distanza e l'autonomia fra posti di lavoro devono essere presi in considerazione quando si definiscono spazio, posizionamento e funzione delle macchine e dei loro equipaggiamenti annessi.

Tutte queste caratteristiche devono essere prese in considerazione nel disegno di una macchina. Qualora non sia possibile raggiungere tutti gli obiettivi, la macchina e il compito lavorativo devono essere costruiti il più vicino possibile a questi obiettivi.

Metodologia per la progettazione dei compiti

La metodologia prevede steps successivi in cui:

- a) si definiscono gli obiettivi generali del progetto;
- b) si compie un'analisi delle funzioni;
- c) si opera una conseguente allocazione delle funzioni;
- d) si dettagliano i compiti conseguenti;
- e) si assegnano i compiti agli operatori.

In questa sede è importante sottolineare che il designer deve operare gli steps successivi tenendo conto tanto dei principi ergonomici che della necessità di prevedere le conseguenze (in termini di produttività e di salute) delle diverse scelte.

Nella fase c) di allocazione delle funzioni in particolare va decisa la relativa ripartizione tra macchina ed operatore comportando, se del caso, più alternative.

Nella fase d) (specifiche del compito) ogni compito lavorativo previsto per l'operatore, così come risultante dalla distribuzione delle funzioni, deve essere specificato nel dettaglio. Allo stesso tempo le corrispondenti soluzioni tecniche, che includono l'interfaccia uomo-macchina devono essere specificate. L'obiettivo della specificazione del compito è di determinare quali tipi di compiti e sottocompiti gli operatori dovranno svolgere e di raccogliere informazioni su necessità di qualificazione, distribuzione del carico di lavoro e possibili rischi presenti.

In questa particolare fase il progettista deve:

- tener conto di situazioni analoghe già progettate ergonomicamente;
- specificare, nel far funzionare la macchina, cosa l'operatore deve fare, con chi, quando e con quale tipo di equipaggiamento di lavoro;
- descrivere e valutare le caratteristiche organizzative che accompagnano l'esecuzione del compito lavorativo: ad esempio la forza di esecuzione richiesta, la frequenza del compito, la temporalizzazione e la sequenza dei compiti, la difficoltà a imparare i compiti, la difficoltà ad eseguirli, i rischi associati con l'esecuzione di essi.

Le specificazioni devono dare un chiaro disegno del carico di lavoro e dei rischi che ciascun compito impone all'operatore e fornire una adeguata distribuzione dei compiti a ciascun operatore.

I risultati di questi tipo di specificazione devono essere confrontati con i principi basilari di progettazione del compito.

Il designer deve assegnare il compito all'operatore specificando il numero di operatori richiesti, e identificando una equilibrata distribuzione dei carichi di lavoro tra gli operatori.

Il designer dovrà procedere ad una valutazione della progettazione dei compiti in relazione alle macchine oltre che durante il processo di progettazione anche durante la fase di implementazione e operatività.

I metodi e i criteri di tale valutazione, che dipendono anche dalla complessità del processo progettato, devono essere comunque esplicitati. Tra i metodi utilizzabili vi sono quelli che prevedono il ricorso a: discussioni di gruppo, interviste, questionari, check-list, studi osservazionali, studi della criticità (incidenti), valutazioni psicometriche tramite scale standardizzate.

Requisiti antropometrici per la progettazione di posti di lavoro presso macchine

La Tabella 1 riporta alcune indicazioni fornite dallo standard EN ISO 14738 sui requisiti antropometrici per la progettazione dei posti di lavoro presso macchine. Le misure indicate intendono soddisfare, rispetto alle esigenze di adattabilità, il 90% della popolazione europea (dal 5° percentile femminile al 95° percentile maschile). Per quanto riguarda le aree operative limite indicate per gli arti superiori, l'adozione come aree operative delle aree "normali" (A1-B1-C1) e non delle aree "massime" (A2-B2-C2) garantisce una postura degli arti superiori (ed in particolare della articolazione scapolo-omerale) non sovraccaricata.

Nelle successive tabelle^{2,3 e4} vengono fornite ulteriori indicazioni per completare la progettazione del posto di lavoro. In particolare la tabella 2 descrive le misure per l'altezza del piano di lavoro in posizione seduta e per lo spazio per alloggiare gli arti inferiori in profondità e in larghezza.

La tabella 3 propone criteri per variare l'altezza del piano di lavoro in funzione delle diverse richieste operative.

Infine la tabella 4 descrive le diverse altezze necessarie per organizzare un posto di lavoro in piedi in funzione delle diverse esigenze operative.

Tabella 1- Aree operative limite per gli arti superiori

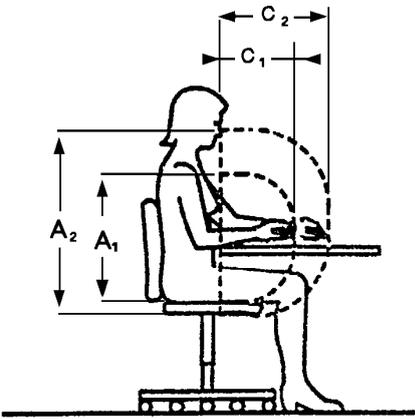
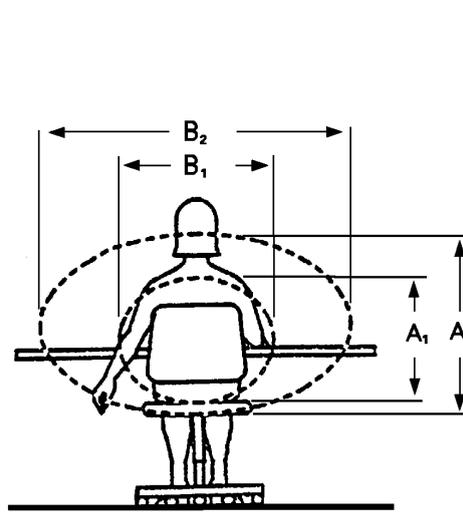
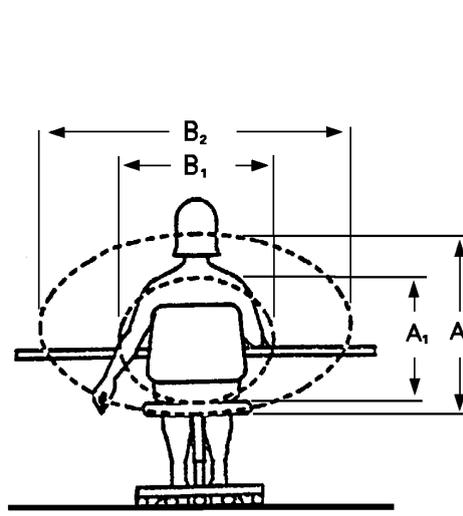
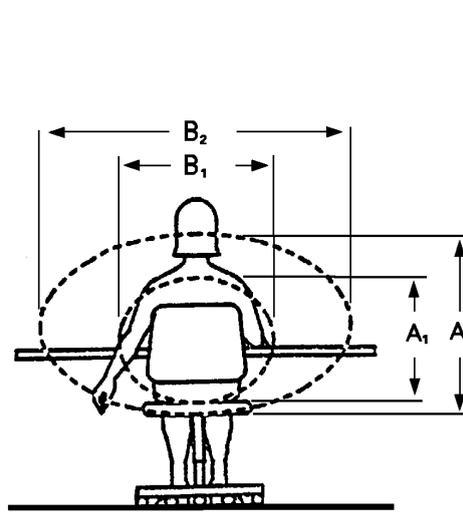
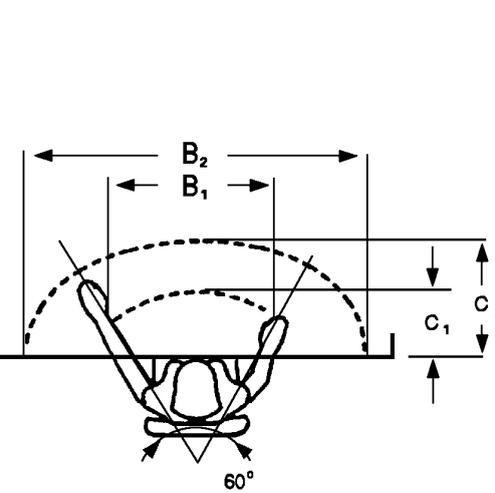
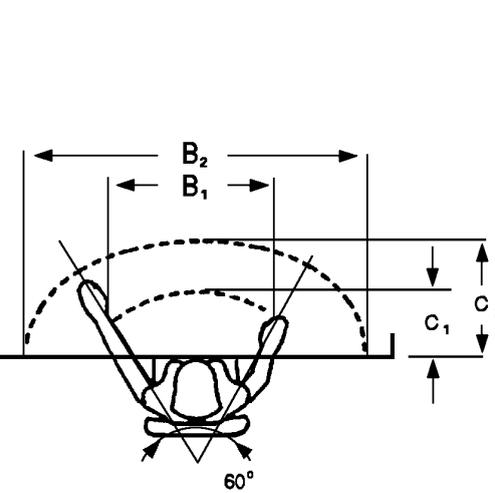
POSTURA	MISURA	VALORE (MM)	
	A1	505	AREA DI LAVORO NORMALE: ALTEZZA
	A2	730	AREA DI LAVORO MASSIMA: ALTEZZA
	B1	480	AREA DI LAVORO NORMALE: LARGHEZZA
	B2	1300	AREA DI LAVORO MASSIMA: LARGHEZZA
	C1	170 290	AREA DI LAVORO NORMALE: PROFONDITA'
	C2	425	AREA DI LAVORO MASSIMA: PROFONDITA'

Tabella 2- Posizione assisa: altezza piano di lavoro e spazio per gli arti inferiori

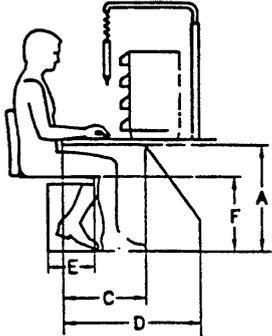
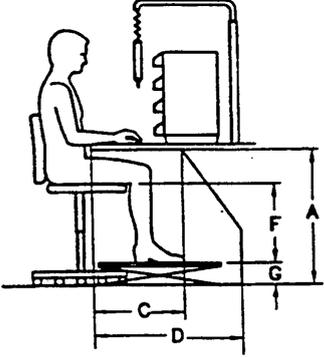
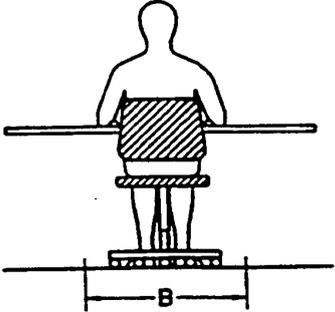
POSTURA	MISURA	VALORE (MM)	
PIANO DI LAVORO REGOLABILE IN ALTEZZA 	A	820 495	ALTEZZA PIANO DI LAVORO REGOLABILE
		720	ALTEZZA PIANO DI LAVORO NON REGOLABILE
PIANO DI LAVORO NON REGOLABILE IN ALTEZZA 	B	790	LARGHEZZA POSTO DI LAVORO
	C	520	PROFONDITA' ALLE GINOCCHIA
	D	855	PROFONDITA' AI PIEDI
	E	285	SPAZIO PER I MOVIMENTI DELLE GAMBE SOTTO IL SEDILE
	F	535 370	ALTEZZA DEL SEDILE DAL PIANO DI APPOGGIO DEI PIEDI
	G	0 165	ALTEZZA DI UN POGGIAPIEDI REGOLABILE

Tabella 3– Criteri per la determinazione dell’altezza del piano di lavoro in posizione assisa

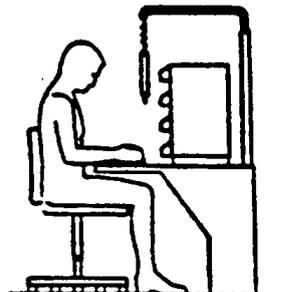
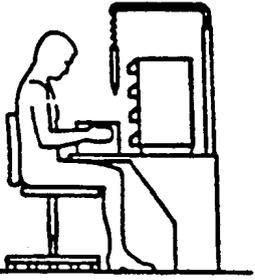
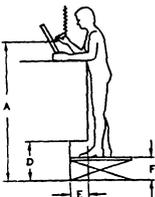
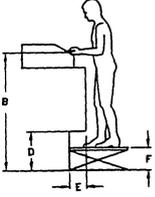
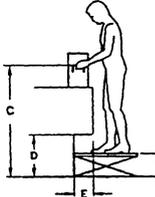
RICHIESTA OPERATIVA	POSTURA	ALTEZZA DEL PUNTO OPERATIVO	ALTEZZA DEL PIANO DI LAVORO
LAVORO DI PRECISIONE (BRACCIA SUPPORTATE)		PIU' ALTO DEL GOMITO	PIANO DI LAVORO ALTO
PRESENZA DI MOVIMENTI ATTIVI DELLE BRACCIA NEL MANEGGIARE PICCOLI OGGETTI		ALTEZZA GOMITO	PIANO AD ALTEZZA GOMITO
IN LAVORAZIONE OGGETTI INGOMBRANTI MA NON ECCESSIVAMENTE GRANDI O PESANTI		VARIABILE IN FUNZIONE DELLA GRANDEZZA DELL'OGGETTO	PIANO AL DI SOTTO DELL'ALTEZZA DEL GOMITO COMPATIBILMENTE CON LO SPAZIO PER GLI ARTI INFERIORI

Tabella 4– Altezza del piano di lavoro per posizioni di lavoro in piedi e spazio per i piedi

POSTURA	MISURA	VALORE (mm)
<p>ALTA PRECISIONE O ALTA RICHIESTA VISIVA</p> 	<p>ALTEZZA PIANO</p> <p>A</p> <p>regolabile</p> <p>non regolabile</p>	<p>da 1584 a 1053</p> <p>compreso tra 1315 e 1554</p>
<p>MEDIA PRECISIONE E MEDIA RICHIESTA VISIVA</p> 	<p>ALTEZZA PIANO</p> <p>B</p> <p>regolabile</p> <p>non regolabile</p>	<p>da 1225 a 960</p> <p>1195</p>
<p>MOVIMENTAZIONE OGGETTI PESANTI E BASSA RICHIESTA VISIVA</p> 	<p>ALTEZZA PIANO</p> <p>C</p> <p>regolabile</p> <p>non regolabile</p>	<p>da 1105 a 867</p> <p>1075</p>
	ALTEZZA SPAZIO PIEDI	226+
	D	F
	PROFONDITA' SPAZIO PIEDI	
	E	210
	PIATTAFORMA REGOLABILE IN ALTEZZA QUANDO IL PIANO OPERATIVO NON SIA REGOLABILE	
	F	265 0

Le norme tecniche europee del gruppo biomeccanica

Daniela Colombini

Premessa

In questa nota, quasi totalmente ripresa dal volume “La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori” a cura di D. Colombini, E. Occhipinti ed A. Grieco, Franco Angeli Editore (anno 2000), si riportano e commentano sinteticamente i dati e le indicazioni derivanti dalle norme tecniche europee, applicative della direttiva macchine, e riguardanti rispettivamente:

- I limiti raccomandati per l’uso di forza umana (pr EN 1005-3)
- La valutazione delle posture di lavoro in relazione a macchine (pr EN 1005-4)

Presso il gruppo biomeccanica della commissione Ergonomia del Cen sono anche in elaborazione altri due standard su cui in questa sede non ci si soffermerà:

- Movimentazione Manuale di carichi (pr EN 1005-2) che riporta procedure e indicazioni derivate dal noto approccio del Niosh, peraltro già ampiamente sperimentate in Italia per l’applicazione del titolo V del D.Lgs. 626/94
- Valutazione di attività manuali ad alta frequenza (pr. EN 1005-5) che è ancora in una fase iniziale di elaborazione.

Limiti di forza in operazioni svolte su macchine (pr en 1005-3)

E’ innanzitutto di cruciale importanza che l’operatore possa controllare la sequenza delle operazioni e il ritmo della macchina. Le macchine devono essere disegnate in modo che le azioni che richiedono forza possano essere svolte in modo ottimale rispetto alla postura del corpo e delle braccia e alla direzione di applicazione della forza. Inoltre le macchine devono essere disegnate in modo da consentire variazioni dei movimenti e dell’uso di forza.

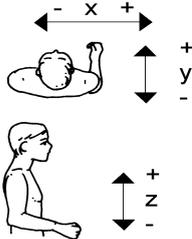
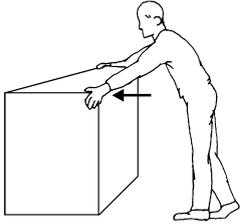
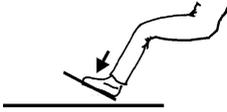
La procedura di valutazione del rischio proposta in questo standard dovrebbe essere formalmente condotta su ciascuna azione durante l’uso di una macchina. Tuttavia le azioni meno frequenti, con bassa forza possono essere valutate nell’insieme.

La valutazione del rischio connesso ad azioni con forza si basa sulla capacità di generare forza da parte di differenti categorie di utilizzatori e prevede 3 step.

STEP A – Determinazione della capacità di sviluppo di forza base

La forza comprende il calcolo della massima forza isometrica (F_b) necessaria per compiere azioni specifiche, in riferimento alla specifica popolazione di utilizzatori. Si prevedono 2 alternative: la prima usa i valori di capacità di forza relativi alla popolazione generale europea, usando di tali valori il 15° percentile per l’uso professionale e il 1° percentile per l’uso domestico (tabella 15.3). La seconda trova i dati di capacità di forza da altri specifici subgruppi, ricavando comunque da essi gli stessi percentili prima descritti come dati di riferimento per l’uso professionale (15° percentile) e per l’uso domestico (1° percentile).

Tabella 1 – Capacità di forza base F_b : limiti di capacità di forza isometrica precalcolata per alcune azioni comuni per uso domestico e professionale. I valori sono applicabili a condizioni lavorative ottimali.

	ACTION	PROFESSIONAL USE	DOMESTIC USE
	Lavoro della mano (una mano): grip	250	184
	Lavoro del braccio/posizione seduta, un braccio): in su (z, +) in giù (z, -) in fuori (x, +) in dentro (x, -) spingere (y, +): con schienale senza schienale tirare (y, -): con supporto senza supporto	50 75 55 75 275 62 225 55	31 44 31 49 186 30 169 28
	Lavoro di tutto il corpo (posizione in piedi): spingere tirare	200 145	119 96
	Lavoro di pedale in posizione seduta con schienale: caviglia gamba	250 475	154 308
			

STEP B – Ponderazione rispetto ad altri fattori di rischio

La fase comprende il determinare la forza (F_b) ponderandola per altri fattori di rischio influenti quale la velocità, la frequenza, la durata d'azione.

- a) *Il moltiplicatore per la velocità:* se i movimenti sono molto rapidi, la capacità di sviluppo di forza si riduce. F_b va moltiplicato per un fattore di riduzione se sono presenti evidenti movimenti ad alta

velocità;

1,0	0,8	fattore mv	moltiplicativo
NO	YES		

b) *Il moltiplicatore per la frequenza*: i moltiplicatori riduttivi della forza variano in funzione del tempo d'azione e della frequenza d'azione, secondo il seguente schema.

Tempo d'azione (min)	≤ 0,05	1.0	0.8	0.5	0.3	} fattori moltiplicativi m _f
	> 0,05	0.6	0.4	0.2	non applicabile	
		< 0,2	0,2 – 2	2 – 20	> 20	
↓ Frequentza d'azione [min ⁻¹] →						

c) *Il moltiplicatore per la durata* riduce il fattore forza in funzione della durata giornaliera del compito.

1.0	0.8	0.5	Fattore moltiplicativo m _d
≤ 1	1-2	2-8	
Tempo di lavoro con azioni simili			

Il calcolo della riduzione della capacità di forza si ottiene pertanto con la seguente formula:

$$F_{br} = F_b \times m_v \times m_f \times m_d$$

STEP C – Valutazione della tollerabilità e del rischio

Il moltiplicatore di rischio (mr) qui descritto tiene conto della differenza esistente tra capacità e tollerabilità di uno sforzo (capacità di uso fisiologico di alcuni tessuti del corpo quali muscoli, tendini, articolazioni) ed opera in funzione di questa creando un margine di sicurezza e pertanto di accettabilità. Tale moltiplicatore laddove adottato produce tre zone di rischio che guideranno il disegnatore della macchina a una valutazione del rischio per i potenziali utilizzatori.

ZONE DI RISCHIO	mr	
raccomandato	$\leq 0,5$	il rischio di malattia è trascurabile
non raccomandato	0,5 – 0,7	il rischio di malattia è presente
da evitare	$> 0,7$	il rischio di malattia è ovvio e non può essere accettato

Il rischio deve essere analizzato tenendo conto di tutti i fattori addizionali quali la postura di lavoro, la precisione, le vibrazioni, l'interazione uomo-macchina, l'impatto ambientale.

Valutazione delle posture di lavoro in relazione all'uso di una macchina (PR EN – 1005-4)

Questo standard usa una classificazione per zone per valutare le diverse posture e i movimenti di diversi distretti corporei:

Zona accettabile: il rischio per la salute è considerato basso o trascurabile per pressochè tutti gli adulti sani. Non sono necessari interventi.

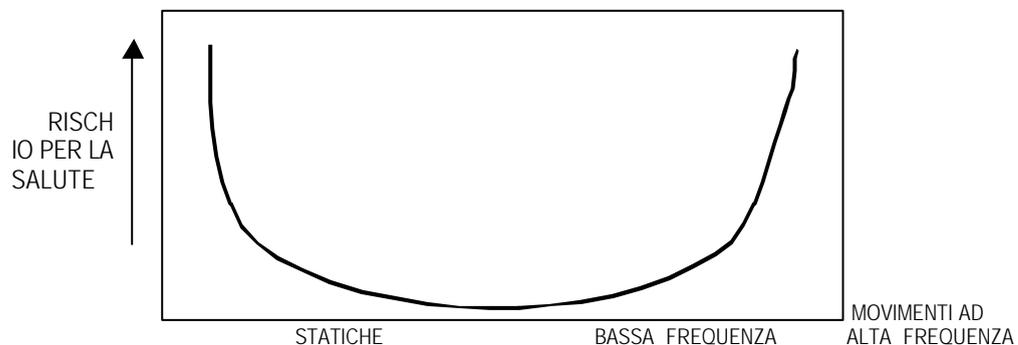
Zona accettabile con condizioni: esiste un aumento di rischio per la salute per tutta o una parte della popolazione utilizzatrice. Il rischio deve essere analizzato insieme ad altri fattori che contribuiscono al rischio, allo scopo di ottenerne una riduzione.

Zona non accettabile: il rischio per la salute non può essere accettato. Il posto di lavoro va ridisegnato per migliorare la postura di lavoro.

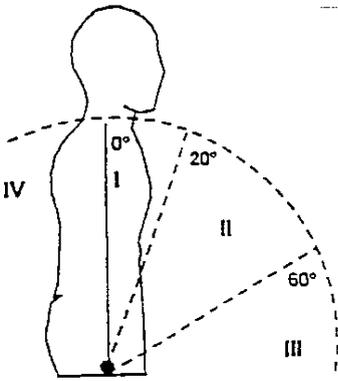
In generale si afferma che lavori di lunga durata e l'alta frequenza dei movimenti aumentano il rischio da postura di lavoro ad una macchina.

Le tabelle 1,2,3,4 e5 mostrano modelli di associazione tra rischio per la salute e questi ulteriori fattori di rischio per la postura.

Tabella 2– Un modello di valutazione del rischio per la salute associato a posture e movimenti



1) IL TRONCO: FLESSO/ESTENSIONI

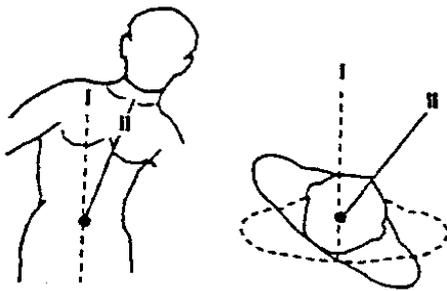
	POSTURA STATICA	MOVIMENTI		
		BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I°	ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II°	CONDIZION. ACCETTABILE (A)	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	
III°	NON ACCETTABILE	CONDIZION. ACCETTABILE (C)	NON ACCETTABILE	
IV°	CONDIZION. ACCETTABILE (B)	CONDIZION. ACCETTABILE (C)	NON ACCETTABILE	

Condizione A= accettabile se il tronco è completamente supportato: se non è supportato, l'accettabilità è in funzione della durata della postura e dei tempi di riposo.

Condizione B = accettabile se il tronco è completamente supportato da un sedile con schienale alto.

Condizione C = non accettabile se la macchina deve essere usata per lunghi periodi.

2) IL TRONCO INCLINATO LATERALMENTE E RUOTATO

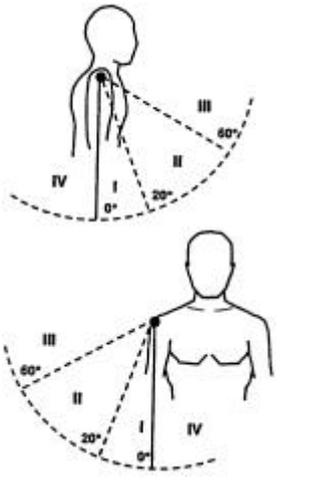
POSTURA STATICA	MOVIMENTI		
	BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I° ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II° NON ACCETTABILE	CONDIZION. ACCETTABILE (A)	NON ACCETTABILE	

Condizione A = non accettabile se la macchina è usata per lunghi periodi.

I° - Deviazione appena visibile.

II° - Deviazione chiaramente visibile.

3) GLI ARTI SUPERIORI: FLESSO/ESTENSIONE E ABDUZIONE

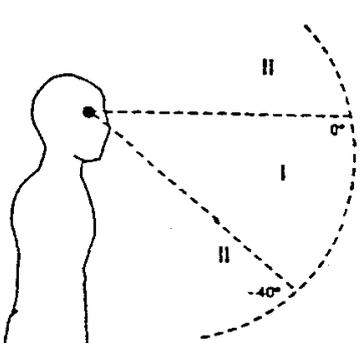
	POSTURA STATICA	MOVIMENTI		
		BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I°	ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II°	CONDIZION. ACCETTABILE (A)	ACCETTABILE	CONDIZION. ACCETTABILE (C)	
III°	NON ACCETTABILE	CONDIZION. ACCETTABILE (B)	NON ACCETTABILE	
IV°	NON ACCETTABILE	CONDIZION. ACCETTABILE (B)	NON ACCETTABILE	

Condizione A= accettabile se le braccia sono completamente supportate: se non sono supportate, l'accettabilità dipende dalla durata della postura e dal periodo di riposo.

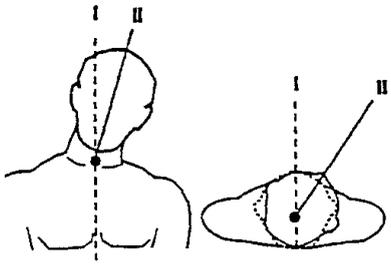
Condizione B = non accettabile se la macchina deve essere usata per lunghi periodi.

Condizione C = non accettabile se la frequenza è ≥ 10 per minuto e/o se la macchina è usata per lunghi periodi.

4) IL RACHIDE CERVICALE

	POSTURA STATICA	MOVIMENTI		
		BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I°	ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II°	NON ACCETTABILE	CONDIZION. ACCETTABILE (A)	NON ACCETTABILE	

Condizione A = non accettabile se la macchina è usata per lunghi periodi.

	POSTURA STATICA	MOVIMENTI		
		BASSA FREQUENZA (<2 min.)	ALTA FREQUENZA (≥2 min.)	
I°	ACCETTABILE	ACCETTABILE	ACCETTABILE	
II°	NON ACCETTABILE	CONDIZION. ACCETTABILE (A)	NON ACCETTABILE	

I° - Deviazione appena visibile

II° - Deviazione chiaramente visibile

La normativa vigente ed in preparazione nel settore del microclima

Gaetano Alfano, Francesca Romana d'Ambrosio, Giuseppe Riccio

Sommario

In questo lavoro si riportano le norme UNI, EN ed ISO vigenti e quelle in preparazione nel settore del "thermal environment" (in italiano spesso chiamato microclima) e si accenna ai loro contenuti.

Vengono infine fatte alcune considerazioni su azioni che, secondo gli Autori, sarebbero necessarie.

Introduzione

Nei recenti dispositivi legislativi 626/94 e 242/96 sembra quasi che non siano contemplati i problemi di comfort e di sicurezza degli ambienti dal punto di vista microclimatico. In effetti, sia il 626 che il 242 accennano semplicemente, ed in maniera del tutto generale, al problema nei passi che vengono riportati nell'Appendice di questa nota.

Si ritengono particolarmente importanti i punti 1f) dell'articolo 3 e il punto 1a) dell'articolo 9 del 626/94; nel primo si introduce per la prima volta in un dispositivo legislativo il concetto di "principi ergonomici", laddove finora ci si era riferiti esclusivamente alla sicurezza; con il secondo, per l'individuazione delle misure specifiche da adottare, si rimanda alla normativa tecnica che nel settore del microclima, come si vedrà, è particolarmente abbondante, dettagliata (Alfano et al., 1997) ed in continua evoluzione.

Limitandosi alle sole norme UNI, EN ed ISO, sono infatti ben quattordici quelle vigenti, per sette delle quali è già cominciato il processo di revisione, ed undici sono quelle in preparazione.

Le norme vigenti sono nate quasi tutte come norme ISO, sono poi state recepite dal CEN e sono diventate prima norme EN e poi norme UNI. Solo due delle quattordici non sono ancora state pubblicate dall'UNI. (C'è anche da notare che recentemente in alcuni casi l'UNI le sta pubblicando con la copertina in italiano ma con il testo in inglese).

Infine, le norme in vigore sono tutte molto recenti: le prime UNI sono del 1996 e la prima ISO è del 1989.

Norme vigenti

Nella Tabella 1 sono riportate le norme UNI o EN vigenti. Nell'ultima colonna è indicata la norma di provenienza, per la quale viene specificato se attualmente è in fase di revisione.

Le prime sette valgono per qualunque tipo di ambiente, le successive due sono relative agli ambienti termicamente moderati, le norme 10, 11 e 12 agli ambienti severi caldi, la 13 agli ambienti severi freddi e la 14 agli ambienti severi in generale, sia freddi che caldi. Le prime quattro, in particolare, riguardano misure di grandezze.

La *UNI-EN-ISO 7726* si occupa della misura delle grandezze ambientali (temperatura, velocità e umidità dell'aria, temperatura media radiante): definisce le metodologie di misura e la precisione, la prontezza ed i campi di applicazione degli strumenti utilizzabili.

La *UNI-EN 28996* si occupa della misura, in generale piuttosto complessa, e della valutazione da tabelle dell'energia metabolica.

La *EN-ISO 9920* è relativa alla misura, che può essere fatta solo in laboratori specializzati, ed alla valutazione da tabelle della resistenza termica e della permeabilità al vapore dell'abbigliamento.

Infine, la *UNI-EN-ISO 9886* descrive ed analizza i metodi di misura di alcune grandezze termofisiologiche (temperatura del nucleo corporeo e della pelle, frequenza cardiaca, diminuzione della massa corporea) delle quali fornisce anche dei valori limite. Questa norma, che forse è tra le meno conosciute, è di grande importanza in tre casi:

- (i) ambienti molto severi, nei quali le persone, correndo forti rischi, vanno scrupolosamente monitorate,
- (ii) persone fisiologicamente atipiche, per le quali non sono applicabili i metodi generalmente usati,
- (iii) uso di abbigliamento protettivo che genera intensi strain termici e per il quale le normative vigenti (10 e 11 della Tabella 1) non sono applicabili.

La *UNI-EN-ISO 10551* propone un metodo di valutazione soggettiva, mediante la somministrazione di un questionario comprendente scale di giudizio. Contiene anche un metodo di interpretazione delle risposte ottenute.

La *UNI-EN-ISO 11399* più che una norma è un documento che riporta l'importanza ed i contenuti delle diverse norme del settore.

La *prEN-ISO 13731* standardizza la simbologia usata nelle norme che si occupano di microclima, fornendo anche la definizione e le unità di misura delle grandezze usate.

La *UNI-EN-ISO 7730*, che è certamente la più nota, riguarda la valutazione degli ambienti termicamente moderati, per la quale è necessaria la determinazione dell'indice PMV e delle cause di discomfort localizzato (correnti d'aria, gradienti verticali della temperatura, temperatura del pavimento, asimmetria della temperatura piana radiante). Stranamente spesso si vede effettuare il calcolo del PMV ed ignorare le cause di discomfort localizzato.

La *UNI-EN-ISO 9241/6* fa parte delle norme che riguardano gli ambienti di lavoro con videoterminali dei quali tratta gli aspetti ambientali (microclimatici, acustici, illuminotecnici); in particolare, per gli aspetti microclimatici si rifà in pratica alle citate norme *UNI-EN-ISO 7730* e *UNI-EN-ISO 7726*.

La *UNI-EN 27243* permette la valutazione degli ambienti di lavoro considerati severi caldi e si basa sull'indice WBGT, semplice da valutare e perciò molto usato. Il limite di questa norma, non sempre chiaro, sta nel fatto che valuta lo stress indotto dall'ambiente sull'uomo e non lo strain che ne deriva. Dal momento, poi, che i valori limite sono relativi ad un abbigliamento fatto con tessuti permeabili al vapore d'acqua (come quelli di cotone) e di bassa resistenza termica ($\cong 0,50$ clo), la norma non è utilizzabile per persone che indossano abiti pesanti e/o a bassa permeabilità al vapore d'acqua (come quelli fatti con tessuti di fibre artificiali). E' pertanto consigliabile utilizzare questa norma solo per una prima valutazione degli ambienti severi caldi, che vanno poi eventualmente analizzati con più cura con la *UNI-EN 12515*, basata sul calcolo della "sudorazione oraria richiesta", SW_{req} , cioè della quantità di sudore che il corpo umano dovrebbe produrre per restare in condizioni di regime permanente e quindi per evitare un accumulo positivo di energia termica. Il limite della *UNI-EN 12515*, praticamente identica alla *ISO 7933* dalla quale differisce solo per aspetti formali, sta nel fatto che è una norma complessa e richiede necessariamente l'uso di un programma di calcolo.

La *UNI-EN 13202* riguarda la valutazione del rischio di ustione della pelle per contatto con superfici calde. In pratica è l'estensione ad ogni tipo di oggetto della *UNI-EN 563*, che è invece specificamente relativa alle macchine.

La *UNI-ENV-ISO 11079* è una norma sperimentale (questo spiega la "V"), dal momento che sull'argomento manca una sufficiente verifica sperimentale. In pratica è molto importante in quanto è, in assoluto, l'unica norma esistente al mondo per valutare un ambiente severo freddo. La valutazione del rischio da freddo per l'intero corpo si basa sul calcolo dell'indice IREQ, che rappresenta l'isolamento termico di abbigliamento che sarebbe necessario per assicurare al corpo umano condizioni di regime permanente, mentre la valutazione del rischio da raffreddamento localizzato a singole parti del corpo (mani, piedi, testa, etc.) si basa sull'indice WCI (Wind Chill Index).

Tabella 1 – Normativa vigente

n.	norma	titolo	provenienza
1.	UNI-EN-ISO 7726 (2002)	Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche ^o	ISO 7726 (1998)
2.	UNI-EN 28996 (1996)	Ergonomia – Determinazione della produzione di energia termica metabolica	ISO 8996 (1990)*
3.	EN-ISO 9920 (2001)	Ergonomics of the thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble	ISO 9920 (1995)*
4.	UNI-EN-ISO 9886 (2002)	Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche ^o	ISO 9886 (1992)*
5.	UNI-EN-ISO 10551 (2002)	Ergonomia degli ambienti termici – Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettivo ^o	ISO 10551 (1995)
6.	UNI-EN-ISO 11399 (2001)	Ergonomia degli ambienti termici – Principi ed applicazioni delle relative norme internazionali ^o	ISO 11399 (1995)*
7.	EN-ISO 13731 (2001)	Ergonomics of the thermal environment: Vocabulary and symbols	ISO 13731 (2001)
8.	UNI-EN-ISO 7730 (1997)	Ambienti termici moderati - Determinazione degli indici PMV e PPD e specifiche per le condizioni di benessere termico	ISO 7730 (1994)*
9.	UNI-EN-ISO 9241 part 6 (2001)	Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) – Guida sull'ambiente di lavoro	ISO 9241 part 6 (1999)
10.	UNI-EN 27243 (1996)	Ambienti caldi – Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro, basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro)	ISO 7243 (1989)
11.	UNI-EN 12515 (1999)	Ambienti caldi – Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico mediante calcolo della sudorazione richiesta	ISO 7933 (1989)*
12.	UNI-EN 13202 (2002)	Ergonomia degli ambienti termici – Temperature delle superfici di contatto calde. Guida per stabilire nelle norme di prodotto i valori limite della temperatura delle superfici mediante la EN 563	EN 13202 (2000)
13.	UNI-ENV-ISO 11079 (2001)	Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione dell'isolamento richiesto dagli indumenti (IREQ)	ISO/TR 11079* (1993)
14.	UNI-EN-ISO 12894 (2002)	Ergonomia degli ambienti termici – Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi ^p	ISO 12894 (2001)

* *norma in revisione*

• *norma UNI con copertina in italiano e testo in inglese*

Infine, la *prEN-ISO 12894* riguarda i controlli medici ai quali devono essere sottoposti i soggetti esposti ad ambienti severi, caldi o freddi. Infatti, le norme che valutano questi ambienti presuppongono che i soggetti siano perfettamente in salute, condizione che va controllata sia inizialmente che periodicamente in seguito per determinare l' idoneità alla mansione. La norma si applica anche ai soggetti su cui si effettuano sperimentazioni di termofisiologia applicata nei laboratori o in camere climatiche.

Norme in preparazione

Nella Tabella 2 sono riportati i titoli delle norme in preparazione. Sono sette, ma due di esse constano di più parti.

In base ai recenti accordi tra l'ISO ed il CEN le procedure di avanzamento delle proposte normative coincidono per le due organizzazioni ed in caso di completamento il documento diventa contemporaneamente norma ISO e CEN.

La *prEN 13921 part 4*, che fa parte di un insieme di norme che si occupano di abbigliamento protettivo, riporta le procedure necessarie per certificarlo e per valutare gli strain termici che induce sulla persona che l'indossa.

La *ISO/NP 13732* consta di tre parti e mira a sistemare definitivamente gli aspetti legati al contatto con le superfici:

- ◆ la *1a parte*, riguardante le superfici calde, riprende la EN 13202 (n. 11 di Tabella 1);
- ◆ la *2a parte* riguarda le superfici a temperatura moderata, per le quali non esiste rischio di danno ma di discomfort;
- ◆ la *3a parte* riguarda infine le superfici fredde.

La *ISO/CD 14415* riguarda l'applicazione delle norme relative al "Thermal environment" a persone "con particolari esigenze", comprendendo in questa dizione i diversi tipi di disabili, e gli anziani.

La *ISO/NP 14505* riguarda la valutazione del microclima nei veicoli, per i quali, a causa delle dimensioni geometriche e della inevitabile mancanza di condizioni di regime permanente, non è possibile applicare i metodi utilizzati in generale per gli ambienti confinati. Consta di tre parti:

- ◆ la *1a parte* riguarda i principi ed i metodi di valutazione in generale,
- ◆ la *2a parte* definisce rigorosamente la temperatura equivalente, che è l'indice più utilizzato in questo campo, e tratta i diversi metodi (manichini, pelle artificiale, sensori integranti, etc.) per determinarla,
- ◆ la *3a parte* riguarda metodi di valutazione soggettiva.

La *ISO/NP 15265* vuole normalizzare i metodi per prevenire sia lo stress che il discomfort. Molto simile negli obiettivi è la *ISO/NP 15743*, che si occupa in particolare del freddo.

Infine la *ISO/NP 15742* mirerebbe a stabilire dei criteri di comfort globale, comprendente contemporaneamente gli aspetti termici, acustici, illuminotecnici e di qualità dell'aria. Si usa il condizionale in quanto su questo argomento sono in corso molte ricerche che finora non hanno però portato ad alcun risultato: è chiaro che esistono influenze reciproche, ma non è ancora chiaro come tener conto contemporaneamente dei diversi aspetti.

Tabella 2 – Norme in preparazione

1.	Personal protective equipment – Ergonomic principles – Part 4: Thermal characteristics prEN 13921 part 4
2.	Ergonomics of thermal environment – Method for the assessment of human responses to contact with surfaces. ISO/CD 13732 part 1: Hot surfaces ISO/CD 13732 part 2: Moderate surfaces ISO/CD 13732 part 3: Cold surfaces
3.	Ergonomics of thermal environment – The application of International Standards for people with special requirements ISO/CD 14415
4.	Ergonomics of the thermal environment – Thermal environment in vehicles. ISO/CD 14505 part 1: Principles and methods for assessment ISO/CD 14505 part 2: Determination and evaluation of equivalent temperature ISO/NP 14505 part 3: Evaluation of thermal comfort using human subjects
5.	Ergonomics of thermal environment - Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions. ISO/CD 15265
6.	Ergonomics of the thermal environment – Working practices for cold environments: strategy for risk assessment and management ISO/WD 15743
7.	Ergonomics of the thermal environment – Determination of the combined effects of thermal environment on human beings: air pollution, acoustics and illumination. ISO/PWI 15742

Considerazioni conclusive

Nella pratica, le normative vigenti nel settore del microclima vengono sistematicamente ignorate e nelle applicazioni della 626/94 e della 242/96 vengono seguiti criteri generalmente poco rigorosi. I motivi di questa situazione a nostro avviso sono diversi.

Innanzitutto, come si è detto, le norme sono tutte abbastanza recenti e perciò sconosciute anche a molti addetti ai lavori, consulenti e ispettori. Per avere una conferma di questa affermazione, basta consultare i testi ed i manuali di applicazione dei due decreti menzionati, pubblicati in gran numero negli ultimi anni: risolvono il capitolo dell'ambiente termico in poche righe, dando indicazioni generiche e talvolta errate.

A questa situazione contribuisce certamente anche il fatto che le norme non sono di semplicissima comprensione, richiedendo conoscenze specialistiche, in qualche caso anche approfondite. Ovviamente sorge l'esigenza di corsi di formazione sostanziali e non, come avviene frequentemente nel settore della sicurezza, puramente formali.

Il parere degli Autori, che lavorano in questo campo da molti anni, è che in Italia manca completamente la cultura del rischio termico, come evidenziato da alcuni dati di fatto:

- non esiste un Centro di prove termiche sull'abbigliamento che sia capace per esempio di valutare la resistenza termica e/o la permeabilità al vapore di un capo o di un intero abbigliamento. Centri di

- questo tipo esistono in quasi tutti i paesi della Unione Europea;
- non esiste un Ente in grado di effettuare la taratura degli strumenti necessari per valutare un ambiente termico e/o di certificare la rispondenza degli strumenti alla UNI-EN 27726;
 - non vengono usati, né ovviamente commercializzati, abbigliamento termicamente protettivi (Alfano et al., 1997), che in molti casi potrebbero migliorare considerevolmente le condizioni di lavoro, con vantaggi economici per i datori di lavoro.

La speranza, fondata anche su recenti iniziative del Ministero della Sanità e dell'ISPESL, è che in un prossimo decreto legislativo tutta la materia venga rivista e che le autorità preposte si facciano carico di riempire le lacune segnalate.

Bibliografia

Alfano G., d'Ambrosio F.R., Riccio G. *La valutazione delle condizioni termoigrometriche negli ambienti di lavoro: comfort e sicurezza*. Napoli: CUEN, 1997

APPENDICE

A - Passi del D. L.vo 626/94 che si riferiscono al microclima.

Art. 3 - Misure generali di tutela

1. Le misure generali per la protezione della salute e per la sicurezza dei lavoratori sono:
- b) eliminazione dei rischi in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico e, ove ciò non è possibile, loro riduzione al minimo;
- f) rispetto dei principi ergonomici nella concezione dei posti di lavoro,
- o) misure di protezione collettiva ed individuale;

Art. 9 - Compiti del servizio di prevenzione e protezione

1. Il servizio di prevenzione e protezione dai rischi professionali provvede:
 - a)all'individuazione delle misure per la sicurezza e la salubrità degli ambienti di lavoro, nel rispetto della normativa vigente

Art. 33 - Adeguamenti di norme

6. L'art. 9 del D.P.R. 19.3.56 n. 303 è sostituito dal seguente:

"Art. 9 (Aerazione dei luoghi di lavoro al chiuso)

1. Nei luoghi di lavoro al chiuso è necessario far sì chei lavoratori..... dispongano di aria salubre

Art. 11 del D.P.R. 19.03.1956 n. 303 è sostituito dal seguente:

"Art. 11 (Temperatura dei locali).

1. La temperatura nei locali di lavoro deve essere adeguata all'organismo umano durante il tempo di lavoro, tenuto conto dei metodi di lavoro applicati e degli sforzi fisici imposti ai lavoratori.

2. Nel giudizio sulla temperatura adeguata per i lavoratori si deve tenere conto della influenza che possono esercitare sopra di esso il grado di umidità ed il movimento dell'aria concomitanti.

3. La temperatura dei locali di riposo, dei locali per il personale di sorveglianza, dei servizi igienici, delle mense e dei locali di pronto soccorso deve essere conforme alla destinazione specifica di questi locali.

4. Le finestre, i lucernari e le pareti vetrate devono essere tali da evitare un soleggiamento eccessivo dei luoghi di lavoro, tenendo conto del tipo di attività e della natura del luogo di lavoro.

5. Quando non è conveniente modificare la temperatura di tutto l'ambiente, si deve provvedere alla difesa dei lavoratori contro le temperature troppo alte o troppo basse mediante misure tecniche localizzate o mezzi personali di protezione."

9. L'art. 7 del D.P.R. 19.03.1956 n. 303 è sostituito dal seguente:

"Art. 7 (Pavimenti, muri, soffitti, finestre e lucernari dei locali, scale e marciapiedi mobili, banchina e rampe di lancio).

1. A meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità della lavorazione, è vietato adibire a lavori continuativi i locali chiusi che non rispondono alle seguenti condizioni:

a) essere ben difesi contro gli agenti atmosferici, e provvisti di un isolamento termico sufficiente, tenuto conto del tipo di impresa e dell'attività fisica dei lavoratori;

.....

c) essere ben asciutti e difesi contro l'umidità;"

B - Passi del D. L.vo 242/96 che si riferiscono al microclima.

art. 27 - Integrazione all'allegato IV del D. Lvo n. 626/94

All'allegato IV al decreto legislativo n. 626/94, sono aggiunti infine i seguenti paragrafi:
Scarpe, stivali, e soprastivali di protezione contro il calore.
Scarpe, stivali, e soprastivali di protezione contro il freddo.
Giubbotti termici.
Indumenti di protezione contro il calore.
Indumenti di protezione contro il freddo.

art. 29 - Integrazione all'allegato VII del D. Lvo n. 626/94

Nell'allegato VII al decreto legislativo 626/94 sono aggiunti infine i seguenti paragrafi:
e) calore.
Le attrezzature appartenenti al/i posto/i di lavoro non devono produrre un eccesso di calore che possa essere fonte di disturbo per i lavoratori
g) umidità
Si deve far in modo di ottenere e mantenere un'umidità soddisfacente

Videoterminali: la Normativa Tecnica

Lucio Armagni

Premessa

Il Gruppo di lavoro Videoterminali è inserito nel GL Ergonomia.

La collocazione stessa è indicativa di quelle che sono, di fatto, le finalità principali della normazione verso questo specifico aspetto.

D'altra parte anche nell'ambito dei Working Group di riferimento ISO e CEN l'aspetto di rilievo nei confronti delle attrezzature munite di Videoterminali non può che essere l'interazione dell'uomo con la macchina. Le norme pertanto devono fornire le indicazioni necessarie affinché i prodotti (hardware) e i sistemi (software) siano idonei all'uso umano.

La normativa tecnica, deve fornire documentazione di riferimento, scientifica e obiettiva, in modo che sia i progettisti che gli utenti possano trarre le informazioni per realizzare e utilizzare macchine, impianti, ecc., in modo sicuro e tale da garantire condizioni di lavoro ottimali.

Inoltre deve essere possibile testare prodotti e sistemi con metodologie riproducibili verificando così la bontà o meno di quanto realizzato fisicamente dai produttori,

Questi obiettivi sono sempre stati presenti nelle finalità dei gruppi di normazione sin da quando, ormai molti anni fa, la presenza di apparecchiature munite di videoterminali si è sempre più diffusa..

Normativa di riferimento

Nell'ambito specifico delle attrezzature munite di videoterminali, la principale norma di riferimento è la ISO 9241 (parti da 1 a 17) che stabilisce i requisiti ergonomici per il lavoro d'ufficio con videoterminali. Ciò si traduce in una progettazione ergonomica che aumenti la capacità degli utenti di operare in modo sicuro, sano, efficiente e confortevole. Ciò può essere aggiunto solo mediante una accurata progettazione delle apparecchiature, dei posti e degli ambienti di lavoro e nel modo con il quale il lavoro è organizzato. Questo approccio deve presupporre la corretta interazione delle attività di persone e organizzazioni diverse. Non dimentichiamo, come già sottolineato in precedenza, che la norma può e deve essere di aiuto ai progettisti e i fabbricanti per sviluppare e costruire sistemi di videoterminali ergonomicamente efficaci, e agli acquirenti per valutare l'idoneità delle apparecchiature, degli ambienti di lavoro e dell'organizzazione del lavoro.

Una buona progettazione ergonomica è comunque importante in qualsiasi prodotto o sistema che può essere usato dall'uomo, soprattutto se si presuppone un uso intensivo; la precisione e la velocità d'utilizzo risultano fattori critici così come un aspetto critico fondamentale è l'accettazione da parte dell'utente.

Ricordiamoci che ancor oggi, malgrado l'aggiornamento tecnologico e la sempre maggior diffusione di dispositivi portatili, il lavoro con videoterminali tradizionali rappresenta ancora, per molte persone, una parte estremamente significativa del lavoro d'ufficio. Le caratteristiche sia delle macchine che dei sistemi utilizzati possono influenzare significativamente le prestazioni del singolo lavoratore. Inoltre il garantire situazioni sempre confortevoli, oltre a migliorare il rendimento, consente di operare nel completo rispetto delle norme di legge vigenti, porta alla soddisfazione da parte degli utenti e dei loro rappresentanti e del management aziendale.

E' opportuno comunque ricordare, che l'argomento in discussione è l'ergonomia, e pertanto quello che risulta essere appropriato in determinate circostanze può non esserlo in un contesto differente.

E' importante riconoscere come l'utilizzo delle norme ergonomiche relative ai videoterminali sia

molto ampia e che le norme stesse assumono a volte, e non può essere che così, il carattere di “raccomandazione” o di requisiti specifici basati ed in relazione con le circostanze in cui l’attività viene svolta.

La ISO 9241 è una norma nella quale vengono presi in considerazione i requisiti delle attrezzature, dei sistemi e delle caratteristiche ambientali con un approccio basato sulle prestazioni dell’utente.

Specifiche di prodotto, cambiamento tecnologico e prestazione d’utente

Nella norma ISO 9241 sono presenti diversi tipi di informazioni da prendere in considerazione e utilizzare durante le fasi di progettazione o valutazione. Alcune delle varie parti della norma forniscono indicazioni di carattere generale del software o dei compiti per le attività di progettazione. Altre sono più specifiche e relative agli aspetti tecnologici. Una particolare attenzione viene posta dalla norma nei confronti delle prestazioni dell’utente.

Questo approccio è direttamente intercorrelato con i requisiti ergonomici per il lavoro con il videoterminale. Utilizzando il suddetto approccio, è anche possibile valutare se i dispositivi che utilizzino nuove tecnologie o attribuiti tecnici diversi da quelli presenti in parti specifiche della 9241, siano comunque ergonomicamente accettabili.

Questo però presuppone metodi di prova validi e affidabili, basati sul contesto d’uso, su come sono misurati, su quale campione sono adeguati, a quali condizioni sperimentali sono relativi e quale livello di prestazioni è atteso.

Le attrezzature minime di videoterminali sono composte da più elementi che possono comprendere anche dispositivi di immissione, stampanti, ecc. che possono influenzare significativamente l’ambiente di lavoro. La tecnologia utilizzata nella progettazione e nello sviluppo cambia inoltre molto rapidamente mentre la definizione delle norme ha, per forza di cose, un iter più lungo. Può anche capitare che le norme tecniche risultino disponibili dopo che una nuova tecnologia trova applicazione pratica sul mercato. Proprio per questi motivi la norma ISO 9241, per quanto possibile, offre metodi alternativi per valutare le conformità di particolari requisiti basati sulla prestazione d’utente.

Qui di seguito si riporta nel dettaglio l’attuale struttura della ISO 9241.

Tabella 1 - Struttura attuale della norma ISO 9241 (prospetto disponibile nella parte 1)

N° della parte	Titolo	Sommario	Campo di applicazione
1	Introduzione generale	Presentazione di tutte le parti	Generale
2	Guida ai requisiti dei compiti	Progettazione dei compiti e della attività che comportano un lavoro con i VDT	Generale
3	Requisiti dell'unità video	Progettazione dell'hardware video per VDT e proposta di prova per la prestazione d'utente come percorso alternativo di conformità.	Hardware
4	Requisiti della tastiera	Aspetti ergonomici della progettazione delle tastiere alfanume-riche e proposta di prova di prestazione d'utente come percorso alternativo di conformità (nota: per la configurazione delle tastiere, vedi ISO 9995)	Hardware
5	Configurazione della stazione di lavoro e requisiti posturali	Requisiti ergonomici per una stazione di lavoro che consentono all'utente di adottare una postura comoda ed efficiente.	Ambiente
6	Requisiti dell'ambiente	Requisiti ergonomici per gli ambienti di lavoro dei VDT per evitare le fonti di stress e di disagio visivo, acustico e termico e promuovere l'efficienza.	Ambiente
7	Requisiti dello schermo soggetto a riflessi	Requisiti ergonomici e dettagli di metodi di misura dei riflessi provenienti dalla superficie degli schermi di visualizzazione, compresi quelli con superficie trattata.	Hardware
8	Requisiti per i colori visualizzati	Requisiti ergonomici per gli schermi a colori che integrano i requisiti di quelli monocromatici nella ISO 9241-3, compresa una prova di prestazione d'utente	Hardware
9	Requisiti per i dispositivi di immissione dei dati diversi dalla tastiera	Requisiti ergonomici per dispositivi di immissione dei dati diversi dalla tastiera che possono essere utilizzati in combinazione con un VDT, compresa una prova di prestazione d'utente come percorso alternativo di conformità	Hardware
10	Principi dialogici	Sette principi ergonomici importanti per la progettazione e la valutazione dei dialoghi fra uomini e sistemi informativi.	Generale
11	Guida all'usabilità	Usabilità e identificazione delle informazioni di cui tenere conto specificando o valutando l'usabilità.	Generale
12	Progettazione delle informazioni	Principi e raccomandazioni per presentare e rappresentare le informazioni sui VDT, comprese indicazioni sulle modalità di rappresentazione di informazioni complesse utilizzando codici alfanumerici e grafico/simbolici, progettazione e configurazione sugli schermi e utilizzo di finestre.	Software
13	Guida per l'utente	Raccomandazioni per la progettazione e valutazione di attributi di guida per l'utente relativi alle interfacce software-utente, compresi i suggerimenti (prompts), le risposte (feedback), gli stati, gli aiuti in linea e la gestione degli errori.	Software
14	Menù dialogici	Progettazione ergonomica dei menu nei dialoghi utente-calcolatore, compresa la struttura dei menu, la navigazione, la selezione e l'esecuzione delle opzioni e la presentazione dei menu (con varie tecniche, comprese le finestre, i pannelli, i tasti, i campi, ecc.).	Software
15	Comandi dialogici	Progettazione ergonomica dei linguaggi di comando utilizzati nei dialoghi utente-calcolatore, comprese struttura e sintassi dei linguaggi di comando, rappresentazione dei comandi, considerazione su input e output, risposte e aiuto.	Software
16	Dialoghi per manipolazione diretta	Progettazione ergonomica di dialoghi di manipolazione diretta, compresa la manipolazione di oggetti, e la progettazione di metafore, oggetti ed attributi, tutti quegli aspetti di "interfacce utente grafiche che sono manipolati direttamente e non oggetto di altre parti della ISO 9241.	Software
17	Dialoghi per compilazione di moduli	Progettazione ergonomica di dialoghi per compilazione di moduli compresa la struttura dei moduli e considerazioni sugli input e output e la navigazione.	Software

Altre norme significative

Come già accennato in precedenza, le modifiche tecnologiche sono molto rapide e richiedono costanti aggiornamenti normativi. In ambito videoterminali è opportuno ricordare alcune altre norme che parallelamente alla ISO 9241 forniscono dati e informazioni utili per una corretta progettazione e valutazione ergonomica dei dispositivi e dei sistemi

Le seguenti possono essere considerate fra le principali:

- EN ISO 13406 Parti 1 e 2, relativa ai requisiti ergonomici per i visualizzatori a schermo piatto.
- EN ISO 13407 Fornisce indicazioni più complete sui processi di progettazione orientata all'utente per sistemi interattivi
- pr EN ISO 14915 - Requisiti ergonomici del software per la progettazione di interfacce multimediali
 - Parte 1 Introduzione e strutturazione
 - Parte 2 Controllo multimediale e navigazione
 - Parte 3 Selezione e combinazione dei media
 - Parte 4 Interfacce specifiche multimediali
- pr EN ISO 18789 - Ergonomics requirements and measurement techniques for electronic visual display
 - Parte 3 Requisiti ergonomici
 - Parte 4 Metodi di prova in laboratori di usabilità
 - Parte 5 Metodi di prova ottici
 - Parte 6 Metodi di prova al posto di lavoro
- pr ISO/TS 16071 - Ergonomics of human system interaction - Guidance on accessibility for human-computer interfaces
- ISO/IEC 15411 - Tecnologia informatica - Disposizioni delle tastiere segmentate
- ISO/IEC 15412 - Disposizione delle tastiere per computers portatili
- ISO/IEC TR 15440 - Technical report on future keyboard and other associated devices and related entry methods

Modifiche attese

L'aggiornamento normativo è indispensabile per garantire agli utenti delle norme, siano essi progettisti o acquirenti, informazioni e indicazioni sempre più complete e congruenti.

Nell'ambito della ISO 9241, al fine di renderla più efficace, è prevista a breve una riorganizzazione della stessa soprattutto per le parti specifiche del software. La parte 10 verrà pertanto rivista in modo da diventare parte di riferimento per il software, integrando le parti da 11 a 17 e nel contempo recependo quanto possibile della 14915.

Le modifiche verranno definite e predisposte nell'ambito dei WG internazionali ISO - CEN e sottoposte successivamente ai previsti iter approvativi presso le entità nazionali.

Oltre per la parte 10, sono anche previsti interventi sulle parti 3, 7, 8 che dovrebbero essere sostituite dalla prEN ISO 18789

Anche per la ISO 13406 Parte 2: requisiti ergonomici per l'uso di schermi piatti pubblicata nel gennaio 2002 è allo studio l'eventuale sostituzione con la prEN ISO 18789.

Per quanto attiene invece alla prEN ISO 14915, la parte 4 è in fase di cancellazione. La votazione è prevista a breve.

Qui di seguito un estratto la lista delle attività del ISO/TC159/SC4 WG 5

Tabella 2 - List of activities WG 5

Item of the Agenda	Activity	by	to
4.1.1	ISO/FDIS 14915-1: Submission for Formal Vote	Dr. Talal	Members of SC 4
4.1.2	ISO/DIS 14915-2: Comments on Draft International Standard (see ISO/TC 159/SC 4/WG 5 N 572 – 574)	Members of SC 4	Dr. Talal
4.1.3	ISO/FDIS 14915-3: Submission for Formal Vote	Dr. Talal	Members of SC 4
4.1.4	ISO/NP 14915-4: Cancellation	Dr. Talal	
4.1.5	ISO/TS 16071:		
	- Final Circulation in WG 5	Mr. Krebs	Members of WG 5
	- Comments (see ISO/TC 159/SC 4/WG 5 N 570, 571)	Members of WG 5	E-mail exploder "sc4wg5@udns2.din.de"
	- Consolidation	Mrs.Harker	Dr. Talal
	- Timetable for further milestones	Dr. Talal	Members of WG 5
	- Transmission for Publication	Dr. Talal	ISO/CS
4.2.1	Future ISO/NP 16071:		
	- Call for experts	Mr.Krebs Mrs.Harker	Future ISO 16071 Sub-group
4.2.2	NWI Proposal "Ergonomic design of WWW User Interfaces":		
	- Submission for NP ballot	Dr. Talal	Members of SC 4
	- Comments for WD (see ISO/TC 159/SC 4/WG 5 N 553)	Members of WG 5	Dr. Ziegler
	- Consolidation	Dr.Ziegler	Dr. Talal
4.2.3	Revision of ISO 9241-10		
	- Proposals for further principles for dialogue	Members of WG 5	Mr. Geis Mr. Krebs
	- Information about Interact '99 table, comparing principles	Dr.Gulliksen	Mr. Geis Mr. Krebs
	- Forward old comments/ extensions from US/Canada	J. Carter	Mr. Krebs
	- Spread old comments/ extensions from US/Canada	Mr. Krebs	all members (+ E-Mail)
	- Prepare outline for revision for next meeting	Mr. Geis	

Ergonomia e lavoro mentale

Il contributo delle norme di buona tecnica all'applicazione del D.Lvo 626/94

Paola Cenni

Premessa

Poiché l'uso comune della terminologia ergonomica non è sempre condiviso, è opportuno chiarire che cosa s'intende per *mentale*. L'espressione viene usata ogni qualvolta esperienze umane e comportamentali fanno riferimento ai processi cognitivi, emozionali e di comunicazione, propri degli esseri umani. Il termine intende riferirsi a questi aspetti che vanno considerati in stretta interazione fra loro per cui, anche nella pratica, non dovrebbero essere affrontati e trattati separatamente.

Secondo il DIN-TERM Data Bank /1/, per *fatica mentale* s'intende "un temporaneo deterioramento dell'efficienza funzionale (mentale e fisica) dovuto all'intensità, durata ed evoluzione nel tempo di un precedente strain mentale. Il recupero si ottiene ristabilendo l'equilibrio psicofisico piuttosto che attraverso un cambiamento di attività". Il termine *strain*, va considerato come "l'effetto dello stress lavorativo su una persona, modulato dalle sue caratteristiche individuali (età, stato di salute, aspirazioni, autostima, motivazioni, stili di difesa) oltre che dalle sue capacità, competenze ed esperienze". Infine, lo *stress da lavoro* viene definito come "la somma di quelle condizioni e richieste esterne, provenienti dal sistema di lavoro, che disturbano ed alterano lo stato fisico e psicologico di una persona".

L'International Standard ISO 10075 (prima edizione 1991) /2/, affronta il problema dei "Principi ergonomici correlati al carico di lavoro mentale", limitandosi ai concetti generali e alle definizioni (fra cui quelle sopra indicate), senza tralasciare di porre l'accento sul rapporto stress-strain nel carico di lavoro mentale. Il diagramma allegato alla normativa indica, in prima istanza, le diverse cause dello stress mentale: richieste del compito, agenti ambientali di tipo fisico, fattori psicosociali e organizzativi, aspetti sociologici esterni all'organizzazione. A seconda degli individui, considerati per il loro livello di aspirazioni, autostima, motivazione, etc; per le loro abilità e competenze; per il loro stato generale di salute e per le condizioni del momento, il grado di strain mentale può variare.

Nella migliore delle ipotesi, la capacità di affrontare e gestire adeguatamente l'impatto può facilitare la performance; nella peggiore delle ipotesi si generano fatica mentale e "stati assimilabili" come: *monotonia, ridotta vigilanza e saturazione mentale*.

L'International Standard ISO 10075-2 (prima edizione 1996) /3/, rappresenta un'estensione dell'International Standard ISO 6385-1981 /4/ con lo scopo di fornire linee guida per prevenire i problemi legati al carico di lavoro mentale (già annunciati in ISO 10075). Quest'ultimo Standard è stato anche proposto nel 1991 dall'UNI come norma europea sperimentale ENV 26385, focalizzata su "Principi ergonomici nella progettazione dei sistemi di lavoro" nel tentativo di rispondere alla necessità di "normare" il lavoro mentale, molto sentita anche per le dirette implicazioni sul rischio di errore che aumenta quando la performance è disturbata da problemi fisici, psicologici o organizzativi.

ISO 10075-2 affronta il problema "a monte" proponendo principi di progettazione estesi a tutte le variabili in grado di condizionare il lavoro mentale ed il rapporto stress-strain, illustrato in precedenza. Lo Standard indica delle linee guida per ridurre la fatica con particolare riferimento ai diversi livelli d'impegno cognitivo e all'adeguatezza delle informazioni da elaborare. In questo senso, vengono date indicazioni per ridurre la *monotonia*, evitare la *ridotta vigilanza* (soprattutto in chi svolge compiti di controllo) e la *saturazione mentale* (da contrastare con l'automatizzazione degli elementi più semplici e ripetitivi dell'attività da svolgere). Viene enfatizzata, inoltre, l'importanza dell'informazione-formazione per preparare l'operatore ai compiti assegnati, facilitandogli l'impegno mentale.

Infine, nel Working Draft ISO 10075-3 (abbozzato nel 1995 e distribuito in forma più articolata nel 2000) /5/, /6/ vengono considerate le possibili valutazioni del carico di lavoro mentale. Questo Standard voluto fortemente dai giapponesi, sensibili al problema dello stress occupazionale che nel Sol Levante porta al suicidio più di 1000 persone ogni anno (troppo tempo dedicato al lavoro senza il beneficio di pause settimanali!), elenca una serie di possibili criteri di misura (soggettivi, comportamentali, fisiologici, biochimici) e i relativi strumenti di rilevazione. L'ultima revisione proposta nel 2001 - pur ribadendo la possibilità di utilizzare le diverse tecniche valutative già individuate in precedenza (parametri fisiologici, scale di autovalutazione, qualità/quantità della performance, analisi dell'attività e del compito lavorativo) - rinuncia ad indicare i possibili strumenti da utilizzare lasciandoli alla scelta, caso per caso, dell'esperto chiamato a valutare il carico di lavoro mentale.

Le raccomandazioni per prevenire il rischio di fatica mentale

Considerare tutte le relazioni esistenti fra uomo e sistema di lavoro

L'ergonomia considera il *sistema di lavoro* il riferimento principale: un tutto organico e funzionalmente unitario che presuppone una progettazione fisica e organizzativa del contesto operativo centrata sul fattore umano, in rapporto agli obiettivi da raggiungere e alle influenze provenienti dal più vasto contesto socio-economico.

Pertanto, il modello generale delle relazioni fra operatore e sistema di lavoro richiede attenzione per:

- *l'ambiente di lavoro*, affinché le condizioni fisiche, chimiche e biologiche non abbiano effetti nocivi sulle persone ma favoriscano la salute psicofisica e la disponibilità a svolgere i compiti assegnati;
- *lo spazio di lavoro*, organizzato in modo da rispettare non solo dimensioni e movimenti del corpo ma anche il progetto delle interfacce uomo-macchina, finalizzato all'armonizzazione tra caratteristiche percettivo/motorie (dell'uomo) e segnali, displays o dispositivi di controllo (della macchina);
- *il tipo di mansione* che deve permettere al lavoratore di sviluppare competenze ed autonomia, evitando incongruenze fra richieste del compito e capacità individuali;
- *il processo di lavoro* che riguarda lo svolgimento delle mansioni assegnate e il conseguente carico psicofisico legato non solo a ritmi, pause, ripetitività, monotonia, etc., ma anche all'usabilità dei programmi informatici.

L'interazione fra tutte queste variabili condiziona la qualità dell'intero sistema e il Committee Draft ISO 6385 (1998) /7/ indica la possibilità di valutarlo attraverso tre categorie fondamentali: *salute e benessere, sicurezza e performance*.

Lo schema che segue indica a quali aspetti si riferiscono tali parametri.

Salute e Benessere	Sicurezza	Performance
- Medico/Fisiologici	- Affidabilità	- Qualità
- Soggettivi	- Errori	- Quantità
- Psicologici	- Comportamenti a rischio	
	- Successi parziali	
	- Incidenti	

Per quanto riguarda *salute e benessere* i criteri dovrebbero essere sufficientemente sensibili da rilevare le incongruenze del sistema ad uno stadio precoce: ad esempio, individuare un *sovraccarico* o un *sottocarico* psicofisico, tenendo in considerazione la percezione del disagio espressa dai lavoratori (soggettività), è certamente meglio che aspettare il verificarsi di vere e proprie patologie.

Sulla *sicurezza* di un sistema (e, quindi, sulla sua affidabilità) si possono avere utili indicazioni attraverso:

- il numero e la tipologia degli errori commessi sul lavoro;
- i comportamenti a rischio osservati (anche in assenza di esiti negativi);
- i successi parziali, nel senso di obiettivi raggiunti solo a metà, da interpretare come segnali di inadeguatezze ergonomiche;
- il numero e la tipologia degli incidenti-infortuni registrati.

Anche per questa seconda categoria, individuare precocemente le disfunzioni presenti in uno specifico contesto lavorativo è certamente più vantaggioso che “fare sicurezza” sulla base delle statistiche ufficiali relative alla generalità degli incidenti/infortuni denunciati dalle aziende.

Circa la *performance*, espressa in qualità e quantità di prodotto o servizio, l'ergonomia raccomanda che non sia raggiunta ad ogni costo e a prezzo di un impegno psicofisico così eccessivo da trascurare la centralità dell'uomo.

Infine, il concetto di *usabilità* si richiama a tutte e tre le categorie di valutazione sopra indicate per sottolineare la qualità ergonomica attraverso: l'*efficacia* (quando un sistema o un prodotto funziona bene); l'*efficienza* (quando il rapporto costi-benefici è favorevole); la *soddisfazione* (quando la percezione degli operatori è gratificante). Al riguardo, altre norme di buona tecnica (in particolare Draft ISO 9241-11 del 1995 sull'ergonomia del lavoro informatizzato /8/) possono fornire linee guida utili in una fase precoce di progettazione, specificando quali sono le esigenze di usabilità che un sistema sempre più orientato alle nuove tecnologie e al lavoro *mentale* deve soddisfare, basando successivamente su di esse i tests di accettabilità. In particolare, sull'interfaccia elaboratore-uomo potrebbe essere utile adottare uno strumento di valutazione soggettiva, con items costruiti tenendo conto anche delle indicazioni contenute nell'allegato VII della “626-bis”. I dati più significativi sull'*usabilità del software* riguarderanno così i giudizi di *efficacia*, *efficienza* e *soddisfazione* espressi dagli operatori per quanto attiene alla specificità e adeguatezza dei programmi maggiormente in uso. Ci sarà accettabilità soprattutto se:

- viene riconosciuta una corretta assegnazione di funzioni fra uomo e computer,
- risultano automatizzati i compiti più ripetitivi,
- risultano note a chi produce software sia l'utenza di destinazione che le applicazioni concrete cui è destinato il programma informatico,
- l'operatore viene coinvolto precocemente, sia durante la validazione del software (quando l'efficacia può essere dimostrata attraverso simulazione con prototipi), sia durante l'implementazione (applicazione della nuova procedura informatica),
- sono stati previsti corsi di formazione e addestramento.

Mantenere l'equilibrio fra le domande poste dal sistema di lavoro e le capacità/competenze del lavoratore

L'eventuale incongruenza fra domande poste dal sistema di lavoro e capacità/competenze del lavoratore può essere minimizzata modificando le domande per adattarle il più possibile all'uomo. Il rapporto fra la domanda e la possibilità concessa al lavoratore di controllarla attraverso un buon grado di autonomia, rappresenta la base concettuale su cui Robert Karasek ha costruito il suo noto strumento di valutazione dello stress lavorativo (Job Content Questionnaire) /9/.

Tutto ciò rientra in una logica di adattamento del lavoro all'uomo, integrata con iniziative di informazione-formazione che gli consentono di intervenire in prima persona per riconoscere e minimizzare gli eventuali, ulteriori squilibri causati dal processo lavorativo.

In certe situazioni, quando la specificità della mansione è tale da non consentire alternative, sarà il lavoratore a doversi adattare il più possibile al proprio compito. Nell'assegnarlo, l'ergonomia suggerisce di considerare con attenzione caratteristiche e attitudini personali, pur rispettando le capacità-competenze necessarie e mantenendo attive le adeguate opportunità di formazione. Come esempio, si può pensare ad un compito di attesa da proporre preferibilmente a chi sul lavoro non manifesta spiccata predisposizione all'attivismo.

La progettazione ergonomica per la prevenzione della fatica mentale

Si è detto che le conseguenze di uno *strain mentale* possono essere diverse: nella migliore delle ipotesi, la capacità di affrontare e gestire l'impatto con delle situazioni problematiche può addirittura facilitare la performance mentre, nella peggiore delle ipotesi, si generano fatica mentale e "stati assimilabili" come *monotonia*, *ridotta vigilanza* e *saturazione mentale*.

Per *monotonia* s'intende uno stato di bassa attivazione che insorge lentamente durante lo svolgimento di compiti o attività prolungate, ripetitive e piatte che comportano sonnolenza, astenia, rendimento instabile, disagio e disadattamento. Tale condizione può determinare anche cambiamenti a livello di risposte fisiologiche (ad esempio un rallentamento dei tempi di reazione).

Per *ridotta vigilanza* s'intende uno stato che insorge soprattutto nei lavoratori che controllano di continuo eventi o processi lavorativi attraverso monitors, pannelli o displays. Compiti così poco variati provocano gli stessi effetti da *sottocarico* dei compiti ripetitivi, mentre l'insufficiente stimolazione a livello mentale riduce la capacità attentiva e, quindi, la qualità della prestazione in efficacia e sicurezza.

Per *saturazione mentale*, infine, s'intende uno stato che induce reazioni inadeguate e nervose nei confronti di compiti banali e ripetitivi. L'eccessiva emotività accresce il grado di attivazione e inibisce qualsiasi forma di adattamento a tali situazioni, percepite come negative per la motivazione e la crescita professionale. Al riguardo, l'International Standard ISO 10075-2 (1996) propone delle linee guida utili per progettare sistemi di lavoro che tengano conto:

- a) dell'intensità del carico di lavoro,
- b) della durata dell'esposizione al carico di lavoro.

Le raccomandazioni contenute nelle norme di buona tecnica

A proposito dell'intensità del carico di lavoro mentale che varia a seconda dei diversi livelli di impegno cognitivo, occorre soprattutto

- che le mansioni assegnate abbiano finalità chiare,
- che le richieste del compito non siano troppo complesse e che vengano adottate strategie semplici per farvi fronte,
- che vi sia *analogia* fra sistema percettivo e informazioni da rilevare (adeguatezza, compatibilità, giusta ridondanza, chiarezza e buona discriminazione dei segnali),
- che siano evitati ritardi temporali nelle risposte del sistema,
- che sia favorita nel lavoratore, attraverso la formazione, una rappresentazione del contesto lavorativo congruente con la realtà,
- che non sia sovraccaricata la memoria di lavoro con troppe informazioni da trattare contemporaneamente,

- che sia favorita una prestazione motoria semplice e ben coordinata,
- che vi sia tolleranza dell'errore nel senso della reversibilità dell'ultima azione compiuta dall'operatore (ad esempio, azioni critiche confermate o annullate da doppi comandi),
- che i principi ergonomici applicati alle variabili ambientali favoriscano la percezione e il processamento delle informazioni,
- che sia data la giusta importanza agli aspetti relazionali: comunicazione e supporto sociale,
- che l'attività lavorativa venga arricchita attraverso impegni cognitivi di tipo diverso,
- che venga evitata la pressione temporale anche per ridurre il rischio di errore causato dal possibile ricorso a "scorciatoie".

A proposito della durata dell'esposizione al carico di lavoro, la fatica mentale può essere prevenuta se

- il numero di ore lavorative (comprese quelle straordinarie) non raggiunge la soglia critica della fatica psicofisica. In caso contrario, aumentare il tempo di lavoro anche solo di un'ora non porta ad un aumento lineare della produzione bensì ad un incremento esponenziale del disagio,
- il tempo libero fra giorni o turni di lavoro è sufficiente per il completo recupero della fatica,
- le richieste di lavoro notturno vengono ridotte al minimo indispensabile e con esposizioni più brevi rispetto al lavoro diurno,
- il lavoro in turno (quando è indispensabile) viene programmato ergonomicamente,
- pause e interruzioni sono brevi ma frequenti.

Per il controllo degli stati che derivano dalla fatica mentale, ISO 10075 e 10075-2 raccomandano, innanzi tutto, sia la corretta distribuzione delle funzioni fra l'uomo e la macchina sia l'automatizzazione di quelle più semplici o ripetitive, elencando alcune condizioni da rispettare.

Circa il problema della *monotonia*, propongono di evitarla o ridurla attraverso:

- arricchimento della mansione con elementi cognitivi,
- allargamento del campo di attenzione (ad es. attraverso compiti più articolati),
- opportunità di svolgere compiti più variati,
- opportunità di favorire l'attività fisica,
- condizioni microclimatiche corrette,
- condizioni acustiche corrette,
- illuminazione ambientale adeguata,
- possibilità di comunicare con superiori e colleghi,
- possibilità di scegliere in autonomia il ritmo di lavoro,
- introduzione di pause di riposo,
- lavoro in turno ergonomicamente programmato (laddove non sia possibile evitarlo).

Quanto alla *ridotta vigilanza*, va detto che una performance peggiora anche dopo 10-20 minuti se la segnaletica è insufficiente, rispetto al numero di eventi da monitorare; se c'è una bassa probabilità di segnalazioni critiche (nel senso che non succede mai nulla); se i segnali si percepiscono in modo poco chiaro (qualità ergonomica scadente delle attrezzature o del layout). Ciò premesso, le norme raccomandano:

- una buona visibilità dei segnali provenienti da displays ben progettati, in un contesto ambientale adeguato,
- di non impegnare la memoria di lavoro senza parametri di riferimento che, al contrario, devono essere fisicamente disponibili per l'immediato confronto con i dati rilevati,
- di ridurre l'incertezza delle segnalazioni (durata, successione, disposizione spaziale e visibilità),
- di evitare la monotonia.

Infine, per prevenire stati di *saturatione mentale*, l'operatore dovrà essere motivato da un compito che lo coinvolge e messo nella condizione di percepire i progressi ottenuti dal sistema, sapendo di contribuirvi con il proprio lavoro. Secondo ISO 10075-2 vi sono alcuni punti da verificare al riguardo:

- la mansione deve essere costituita di più elementi diversi, piuttosto che di un solo compito sempre uguale,
- la possibilità di favorire (attraverso la formazione) momenti di crescita professionale e di comprensione dell'intero processo lavorativo da parte del lavoratore, non più costretto ad attività parcellizzate,
- il raggiungimento di obiettivi intermedi durante lo svolgimento del compito e il controllo di qualità attraverso informazioni di ritorno sulla performance (feedback),
- l'arricchimento delle attività a vari livelli operativi (ad esempio, mettendo insieme compiti di montaggio, manutenzione, controllo, etc.),
- l'allargamento dell'attività nel senso che, ad uno stesso livello operativo, la persona avrà più compiti da svolgere sequenzialmente,
- la rotazione dell'attività, attraverso l'avvicendamento sistematico fra posizioni e richieste specifiche di tipo diverso,
- il ricorso alle pause di riposo previste dal processo di lavoro.

In ogni caso occorre sottolineare che, più un lavoratore è potenzialmente abile e preparato, più ha bisogno di un lavoro sufficientemente complesso e vario. Ciò conferma l'ipotesi che la saturazione mentale, caratterizzata da malessere, noia e insofferenza, è uno stato da attribuire prevalentemente a *sottocarico* di lavoro mentale anche se talvolta si registra, in parallelo, un *sovraccarico* da ripetitività eccessiva. Infine, circa il rapporto fra ergonomia e fatica mentale in un sistema di lavoro, le norme di buona tecnica invitano a considerare sin dall'inizio anche il tipo di forza lavoro da coinvolgere, nel senso delle caratteristiche individuali (genere, età, attitudini, etc.), rispetto alla diversa tipologia dei compiti da svolgere e alle diverse capacità/competenze richieste.

Possibili criteri di misura della fatica mentale e stati assimilabili

La prima proposta giapponese (Draft ISO 10075-3, 1975) per "misurare" la *fatica mentale* e le sue conseguenze ha considerato quattro criteri di valutazione:

1. Soggettivi
2. Comportamentali
3. Fisiologici
4. Biochimici.

Ad ogni criterio corrispondono i relativi strumenti di misura della fatica mentale e dei cosiddetti "stati assimilabili".

La soggettività chiama in causa questionari di autovalutazione dei sintomi della fatica che sollecitano risposte immediate del lavoratore all'input di carico (attività di processamento dell'informazione, aumento del livello di arousal e della risposta emozionale).

Il **criterio** comportamentale si basa prevalentemente su tests di memoria, sul metodo del doppio compito, su tests di reattività e di capacità di mantenere la concentrazione, sulla frequenza dei cambiamenti posturali, sui segnali di noia, sulla percentuale di errori commessi e, quindi, sul livello di performance.

Attraverso i parametri fisiologici possono essere valutati altri indicatori di fatica come: frequenza critica di fusione della luce intermittente, ritmi cerebrali, frequenza cardiaca, funzionalità dell'apparato visivo, pressione arteriosa, frequenza respiratoria, attività elettrodermica, temperatura periferica, tensione muscolare.

Infine, il carico di lavoro mentale può alterare la biochimica attraverso cambiamenti del livello di uropepsina nelle urine e di catecolamine nel sangue.

Come annunciato nella premessa, il successivo Working Draft ISO 10075-3 (distribuito nel 2000), pur indicando le differenti tecniche da utilizzare per la valutazione del carico di lavoro mentale (misure fisiologiche; scale soggettive, valutazione della prestazione in qualità e quantità, analisi del compito e dell'attività lavorativa), non ripropone i possibili strumenti da utilizzare, indicati nella precedente proposta di Standard, lasciandoli alla scelta - caso per caso - degli esperti valutatori. L'interesse viene così a spostarsi sui livelli di accuratezza delle misure e sull'adeguatezza metodologica con lo scopo di generalizzare un approccio capace di favorire l'efficacia e l'efficienza delle procedure nel senso dell'oggettività, affidabilità, validità, sensibilità e capacità diagnostica dei parametri prescelti.

In ogni caso, qualsiasi scelta dovrebbe essere accompagnata da informazioni tese a precisare quando è stato prodotto lo strumento di valutazione, chi lo ha prodotto, quale area di interesse copre (stress mentale, strain o fatica), quale è il suo livello di precisione, quale è la base teorica su cui si fonda, a quale popolazione si rivolge, quali sono le sue proprietà psicometriche, le procedure o le condizioni da osservare nell'eseguire le valutazioni, etc. Inoltre, quest'ultimo Draft presuppone che il "rapporto di valutazione" finale contenga informazioni relative allo scopo da raggiungere, ai nomi e alle certificazioni di chi esegue le misure, a date e tempi di svolgimento, alla descrizione del campione indagato e sua rappresentatività, alla descrizione delle risposte ottenute, alla salvaguardia dell'anonimato, all'acquisizione del consenso informato, alla descrizione degli strumenti e procedure utilizzati, alla descrizione delle condizioni di carico lavorativo (posto di lavoro, mansione, etc.), alla descrizione, discussione ed interpretazione dei risultati fino ad arrivare alla firma e alla data che chiudono il percorso valutativo.

Conclusioni

E' importante concludere questa " rassegna" sulle norme di buona tecnica ergonomiche che si occupano del "mentale" con alcuni chiarimenti sugli aspetti più operativi della valutazione del carico e della fatica. Dal punto di vista dell'approccio sistemico ai problemi, proprio dell'ergonomia, è importante che l'orientamento sia quello di passare dai metodi agli strumenti non prima di aver predisposto combinazioni adeguate di misure relative al sistema di lavoro, in generale, e al progetto ergonomico della mansione, in particolare. A livello preventivo è l'*analisi del compito* ad avere la massima priorità perché lo stress mentale prende avvio da una domanda lavorativa incongruente, rispetto alle capacità/competenze dell'uomo. In quest'ultimo caso, le conseguenze, valutabili con i criteri sopra indicati (soggettivo, comportamentale, fisiologico e biochimico), influiscono negativamente sullo strain mentale, nel senso di risposte inadeguate alle richieste dirette provenienti dall'ambiente di lavoro. In ogni caso, tutte le misure suggerite per valutare i disturbi e i disagi che ne conseguono vanno interpretate con molta cautela soprattutto perché:

- a) una condizione di fatica non modifica necessariamente ed in parallelo più parametri,
- b) vanno considerate altre variabili legate alla persona come età, sesso, ritmi circadiani, etc.

Per queste ragioni, una valutazione affidabile della fatica mentale non va fondata su un solo parametro: ad esempio, se si eseguono misure di indicatori fisiologici andrebbero cercate conferme nelle valutazioni oggettive e soggettive del contesto e dei comportamenti lavorativi. Infine, poiché il benessere mentale dei lavoratori ha stretti rapporti di parentela con l'usabilità del prodotto software (come il D.Lvo 626/bis fa intendere nell'allegato VII del Titolo VI), va ricordato il progetto di norme ISO 9241 che si riferiscono, fra l'altro, all'usabilità e all'ergonomia cognitiva da applicare all'elaborazione dell'informazione da parte dell'uomo, al fine di rispettare la necessaria analogia fra processi mentali e comportamenti operativi.

Bibliografia

- DIN-TERM - Terminology of Ergonomics, CEN/TC 122 n. 326, 1998
- International Standard ISO 10075 (First edition 1991) "Ergonomic principles related to mental workload - General terms and definitions"
- International Standard ISO 10075-2 (First edition 1996) "Ergonomic principles related to mental workload - Part 2: Design principles"
- International Standard ISO 6385-1981(E) "Ergonomic principles of the design of work systems"
- Draft ISO 10075-3 (1995) "Ergonomic principles related to mental workload - Part 3: Measurement and assessment of mental workload"
- Committee Draft ISO 10075-3 (2001) "Ergonomic principles related to mental workload - Part 3: Measurements and assessment of mental workload"
- Committee Draft ISO 6385-1998 "Ergonomic principles in the design of work systems"
- Draft ISO 9241-11 (1995) "Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability"
- Baldasseroni A., Camerino D., Cenni P., Cesana G.C., Fattorini E., Ferrario M., Mariani M., Tartaglia R. "La valutazione dei fattori psicosociali. Proposta della versione italiana del Job Content Questionnaire di R.A. Karasek" (sito ISPESL <http://www.ispesl.it/informazione>, aprile 2002).

L'usabilità nella normativa

Lina Bonapace

L'introduzione del concetto di usabilità nella normativa internazionale ha contribuito alla diffusione di benefici sia per gli utilizzatori finali che per le aziende produttrici. Ha impattato significativamente sulla pratica dei progettisti e degli specialisti in ergonomia. La sua definizione da parte dell'ISO ha concorso a chiarirne significato, definendo le procedure per la sua applicazione e fornendo un veicolo essenziale per la sua diffusione presso il pubblico in generale, presso le aziende produttrici e presso i progettisti. E' stato posto al centro del processo la necessità di creare prodotti adatti ai bisogni delle persone, non visti come passivi utilizzatori ma come soggetti con diritto d'uso. Le norme hanno inoltre raccolto i metodi esistenti mettendoli in relazione con il ciclo di vita del prodotto e di sviluppo progettuale.

Alcune norme che riguardano l'usabilità, in sistemi interattivi lo user e human-centred design.

ISO 9241-11, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT)s - Part 11: Guidance on usability

Nasce come norma focalizzata sull'uso del computer (VDT) in generale e specificatamente pone l'attenzione sull'utilizzo di applicazioni software, ed intende il porre in evidenza la necessità dell'adeguatezza funzionale e tecnica di un prodotto in base ad un obiettivo specifico da parte dell'operatore.

- Fornisce un quadro per la valutazione dell'interfaccia prodotto dal punto di vista dell'utilizzatore;
- Definisce l'usabilità come efficienza, efficacia e soddisfazione con la quale un utente specifico raggiunge obiettivi specifici in ambienti specifici;
- Dichiarata che i prodotti non hanno una usabilità intrinseca;
- Fornisce la base e vari modi per la misurazione dell'efficienza e dell'efficacia, rimane aperto sulle modalità di misurazione della soddisfazione;
- Chiarisce che l'usabilità è determinata dalle caratteristiche dell'utente, dai compiti che svolge e dall'ambiente nel quale vengono svolte;
- Sottolinea che le valutazioni coinvolgono l'utente finale;
- Fornisce indicazioni per introdurre efficacemente la misurazione e la valutazione sistematica dell'interazione utente-prodotto nel processo di sviluppo del prodotto

La norma per la prima volta fornisce una definizione chiara e sintetica dell'usabilità, fornendo un quadro concettuale dei vari elementi che compongono il sistema utente-prodotto-postazione e ambiente di lavoro in relazione agli obiettivi da raggiungere. Definisce inoltre l'importanza del coinvolgimento degli utenti finali nelle varie fasi dello sviluppo progettuale. Ha fornito una base comune per la diffusione del concetto dell'usabilità e della sua applicazione nella valutazione e la progettazione di prodotti. Va anche detto che, sebbene la norma si riferisce espressamente ai prodotti software, viene, in assenza di altre più specifiche, liberamente utilizzata come riferimento per lo sviluppo su prodotti/artefatti.

ISO 13407, Human centered design processes for interactive systems

La definizione di questa norma nasce dal crescente interesse per lo “human-centered design”, considerato sempre più spesso come principio essenziale nello sviluppo di sistemi basati sulla tecnologia informatica.

Fornisce regole generali attraverso l’indicazione di quattro condizioni principali per la creazione di un prodotto (hardware e software) dotato di caratteristiche “human centered”, che sono:

- il coinvolgimento attivo degli utilizzatori e una buona comprensione degli utilizzatori e dei requisiti legati ai compiti che devono svolgere;
- una allocazione appropriata delle funzioni tra utilizzatori e tecnologia;
- l’iterazione delle proposte progettuali;
- la progettazione multi-disciplinare.

La norma si focalizza sui sistemi interattivi interessandosi al processo progettuale in quanto centrato sugli individui, e fornisce un supporto culturale e procedurale al raggiungimento degli obiettivi ergonomici.

ISO 16982 Ergonomics of human system interaction – Usability methods supporting human centred design

Si sviluppa come estensione della norma precedente con lo scopo di fornire assistenza ai responsabili di progetto non in possesso di specifica esperienza in ergonomia. Soccorre il project leader indicando dove e quando intervenire con le diverse metodologie per l’esplorazione e la valutazione dell’usabilità in riferimento alla progettazione di sistemi interattivi.

- fornisce informazioni su principi ed attività “user-centred”;
- fornisce una raccolta di metodologie per la valutazione dell’usabilità;
- elenca vantaggi e svantaggi relativamente alla loro applicazione;
- sottolinea quanto la scelta del metodo più appropriato dipenda dalle attività progettuali in corso;
- fornisce una sintesi delle diverse metodologie di valutazione in riferimento a vari contesti.

La norma riguarda i sistemi interattivi e si rivolge al project leader, il quale abitualmente non rappresenta l’utente finale, così come sono generalmente deputati altri membri del team di progetto quali gli ergonomi, gli psicologi, gli specialisti in usabilità. Chiarisce il legame inscindibile tra la fase di sviluppo progettuale e la scelta adeguata del metodo per raggiungere gli obiettivi di usabilità del prodotto.

ISO 20282-1 Draft, Usability of everyday products – Universal design and the evaluation of ease-of-operation, efficiency and satisfaction

Part 1: Universal user profile (draft) Part 2: Test method (non ancora elaborata)

La norma riguarda nello specifico il prodotto/artefatto destinato a gruppi di utilizzatori generici, e cioè quei prodotti caratterizzati da interfacce concepite per un pubblico allargato e trasversale (giovani/anziani, residenti/stranieri i cosiddetti “global universal user”).

Lo sviluppo di questa norma è motivata dalla crescente e continua diffusione delle tecnologie dell’informazione e delle comunicazioni nei prodotti che possono renderne complesso l’uso.

L'utente che non comprende come operare con il prodotto non potrà approfittare dei servizi che gli vengono offerti. Le aziende produttrici sono sempre più consapevoli dell'importanza del "fattore usabilità" e sempre più spesso lo includono nelle loro procedure di valutazione. La norma:

- fornisce una base condivisa per la definizione del concetto di usabilità applicato ai prodotti di uso quotidiano;
- propone un metodo di analisi specifica per questa tipologia di prodotti;
- definisce la facilità di operazione come scala di usabilità per valutarne l'efficacia;
- rispetto a questa, suggerisce che la soddisfazione dell'utente, il comfort, la piacevolezza siano da considerarsi di secondaria importanza;
- considera ed elenca i requisiti per l'usabilità del prodotto per le persone anziane.

Si può presumere che l'impatto di questa norma sulla comunità sarà considerevole a diversi livelli: presso i progettisti in quanto supporto alla loro pratica, presso gli ergonomi in quanto strumento di lavoro, e presso i produttori come elemento caratterizzante la qualità dei prodotti.

Oltre all'usabilità!

Credo molto sia necessario approfondire l'osservazione dell'esperienza dell'individuo nell'interazione con i prodotti che gli vengono proposti. Non si tratta di limitarla alla mera facilità del fare e dell'operare, e neanche al solo contatto con il prodotto. L'esperienza riguarda la totalità del rapporto visto nei singoli momenti in cui accade: dalla pubblicità genera le attese, all'acquisto in quanto scelta del prodotto in mezzo ad altri; dalla fruizione dei servizi post-vendita, alla riparazione o assistenza in caso di guasto. A conclusione di questo rapporto, nel momento in cui ci si disfa del prodotto, si spera che questo abbia assolto ai suoi compiti, non solo in maniera corretta ma anche piacevole. Oltre quindi all'usabilità intesa come operazionalità e funzionalità, è importante individuare e considerare gli aspetti che caratterizzano la piacevolezza d'uso, e che con questi definiscono l'esperienza dell'individuo in termini globali ("Global User Experience").

In questa prospettiva, risulta essenziale all'analisi il contributo di professionisti, ricercatori, e produttori operanti in Italia che, grazie alle significative competenze in questo campo, possono supportare la definizione di ulteriori norme riguardanti l'usabilità, la sua evoluzione e la sua applicazione a nuovi e vari campi di intervento come ad esempio i nuovi servizi tecnologici, quali il web, le tecnologie mobili di terza generazione e tutti i servizi legati allo sviluppo della banda larga e della fibra ottica.

Bibliografia

Bonapace, L., *Linking product properties to pleasure: The Sensorial Quality Assessment Method – Sequam* in *Pleasure with products: Beyond Usability*, W.S. Green and P.W. Jordan eds., Taylor & Francis, London, 2002

Bonapace, L.,

I metodi e gli strumenti per le prove di usabilità con utenti in *Progettazione ergonomica. Metodi, strumenti, riferimenti tecnico-informativi e criteri d'intervento*, Tosi, F., Il Sole 24 Ore, Milano, 2001

Bonapace, L., *La piacevolezza* in *Progettazione ergonomica. Metodi, strumenti, riferimenti tecnico-informativi e criteri d'intervento* Tosi, F., Il Sole 24 Ore, Milano, 2001

Bonapace, L., *The Ergonomics of Pleasure* in *Human Factors and Product Design*, W.S. Green and

- P.W. Jordan eds., Taylor & Francis, London, 1999
- ISO 9241-11, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT)s – Part 11: Guidance on usability
- ISO 13407, Human centered design processes for interactive systems
- ISO 16982, Ergonomics of human system interaction – Usability methods supporting human centred design
- ISO 20282-1 Draft, Usability of everyday products – Universal design and the evaluation of ease-of-operation, efficiency and satisfaction - Part 1: Universal user profile
- Jordan, P.W, *An introduction to usability*. Taylor & Francis, London, 1998
- Jordan, P.W., *Designing pleasurable products. An introduction to the new human factors*. Taylor & Francis, London, 2000
- Rubin, J., *Handbook of Usability testing: how to plan, design, and conduct effective tests*. John Wiley & Sons, New York. 1994

User centred design e sanità

Fiammetta Costa

Premessa

A partire dagli anni '60 e '70 diverse riviste mediche internazionali hanno iniziato a mostrare interesse e preoccupazione per i problemi di mal di schiena diffusi tra gli infermieri e derivanti soprattutto dalla movimentazione dei pazienti (Rice, 1995). Solo in seguito si è iniziato a parlare esplicitamente di un approccio ergonomico allo studio dei compiti e delle attività del personale ospedaliero. Un forte stimolo in questa direzione è stato fornito in Italia dall'applicazione del decreto 626/94 sulla sicurezza e la salute dei lavoratori. Non a caso i primi studi ergonomici sulle attrezzature mediche hanno avuto come oggetto i diversi tipi di sollevapersona meccanici. Nonostante la più riconosciuta applicazione dell'ergonomia nel settore della sanità riguardi la prevenzione degli incidenti e delle malattie professionali del personale ospedaliero un'area meno riconosciuta, ma altrettanto rilevante investe la progettazione e valutazione di apparecchiature, sistemi e ambienti sanitari (Jensen, 1999). Un'altro settore emergente è quello delle interfacce e della realtà virtuale il cui utilizzo in medicina, come strumenti conoscitivi nella diagnostica, nella terapeutica e nella chirurgia sembra prefigurare promettenti sviluppi (Maldonado, 1992).

Il concetto di *User Centred Design* nasce proprio dall'interazione tra ergonomia e disegno industriale in sintesi consiste nell'applicazione sistematica di strumenti sviluppati nel settore disciplinare dell'ergonomia alla progettazione al fine di realizzare "prodotti che possano essere utilizzati dagli utenti per l'uso, le operazioni e i compiti richiesti con la massima efficienza e il minimo stress fisico e mentale" (Woodson, 1981). Le metodologie e le tecniche messe a punto in questo contesto hanno l'obiettivo di intervenire nel processo di concezione, realizzazione e verifica dei prodotti e dei sistemi attraverso procedure di valutazione delle esigenze degli utenti e di verifica dell'usabilità e della sicurezza d'uso. L'aspetto più interessante dell'applicazione dello *User centred design* nel settore della sanità è l'integrazione di un tema classico dell'ergonomia, lo studio dei compiti e delle condizioni lavorative, con strumenti sviluppati più recentemente per valutare l'usabilità del prodotto da parte dell'utente. Nel caso in questione infatti l'utente non è solo l'operatore ma anche il paziente.

Gli utenti

Quando si esplora l'interazione tra persone, tecnologia ed ambiente di lavoro e di vita è importante tener conto di capacità, abilità, limiti e necessità umani. Il primo punto che è necessario approfondire in merito ad attrezzature mediche e ambienti ospedalieri è quindi l'identificazione precisa delle caratteristiche degli utenti. Nel contesto sanitario vanno infatti inclusi tra gli utenti il personale medico (medici, infermieri, tecnici, terapisti), i pazienti e gli assistenti sanitari non professionisti, come per esempio amici e familiari. Pertanto, la malattia del paziente, le sue capacità residue e le capacità e i limiti di ogni gruppo di utenti devono essere prese in considerazione molto attentamente durante le fasi di progettazione e realizzazione delle attrezzature e delle strutture sanitarie. Anche, il background culturale, l'esperienza e le caratteristiche personali di questi gruppi sono molto diversi tra loro. L'aumento della vita media della popolazione, di pazienti che necessitano di riabilitazione e di quelli con malattie "nuove" (come le patologie autoimmunitarie) hanno aumentato il numero di persone con la necessità di cure. Chi necessita di assistenza può in alcuni casi provvedervi autonomamente, ma i suoi disturbi o la sua infermità interferiscono nel rapporto con attrezzature e ambienti. Le informazioni riguardanti la forza e le capacità di questi individui non rientrano nei

parametri di norma contenuti nei database utilizzati come riferimento per la valutazione delle capacità umane.

Il sistema uomo-prodotto

Per quanto riguarda le attrezzature sanitarie non esistono norme specifiche sull'integrazione degli aspetti ergonomici nella progettazione. Infatti l'argomento non è affrontato né nella Direttiva 42/93 dell'Unione Europea, concernente tutti i prodotti medicali, né nella regolamentazione tecnica di prodotto, per esempio le norme CEI (Italia), CENELEC (Europa) per le apparecchiature elettriche e le norme UNI (Italia) e CEN (Europa) per le apparecchiature non elettriche. E' possibile però cercare indicazioni in settori affini. La norma UNI EN 614-1, che stabilisce i principi ergonomici da seguire durante il processo di progettazione delle attrezzature di lavoro, si presta a questa funzione. Infatti, nonostante i principi della norma siano orientati verso le attrezzature di uso professionale, in particolare il macchinario, è previsto che possano essere applicati anche alle attrezzature di uso privato. I prodotti del settore sanitario sono beni strumentali come il macchinario ma hanno anche utenti non professionali come le attrezzature private.

Premessa necessaria per una corretta progettazione del rapporto uomo-prodotto è il concetto di sistema di lavoro introdotto dalla norma citata. "Il sistema di lavoro deriva da un concetto che combina gli operatori, l'attrezzatura di lavoro (incluso il macchinario), lo spazio di lavoro, l'ambiente di lavoro, il processo di lavoro, il compito di lavoro, la gestione e l'organizzazione e le interazioni tra essi. [...]" L'estensione del concetto di sistema di lavoro a quello di sistema di interazione uomo-prodotto consente di ampliare il campo applicativo della norma mantenendo invariati gli obiettivi sintetizzabili nella necessità di aumentare la sicurezza, l'efficacia e l'efficienza, migliorano le condizioni di lavoro e di vita e contrastano gli effetti negativi sulla salute e le prestazioni dell'uomo. L'importanza di questo approccio risiede appunto nel fatto che nessun prodotto può essere utilizzato se non è integrato nel sistema in cui si colloca. Come ha fatto notare Bogner (1998) senza considerare il contesto di utilizzo, è impossibile identificare i fattori che possono contribuire all'errore umano. Tra i fattori contestuali nell'ambito delle strutture sanitarie vi sono stress, pressione del tempo, carico di lavoro notevole, mancanza di sonno, carenze di organico e affollamento di operatori e apparecchiature in ambienti ristretti.... citati.

L'approccio adottato nella norma UNI EN 614-1 consiste nel fornire informazioni sui fattori ergonomici di cui si deve tener conto nella progettazione di una macchina e sulle modalità di integrazione dei principi ergonomici nel processo progettuale. Il rispetto dei principi ergonomici non si riferisce solo all'utilizzo previsto dell'attrezzatura ma a tutto il suo ciclo di vita: alla sua installazione, regolazione, manutenzione, pulizia, riparazione, trasporto e dismissione. Dettagli di progettazione possono influenzarsi a vicenda, di conseguenza ogni interazione tra di loro dovrebbe essere tenuta in considerazione. Per questa ragione, è essenziale concentrarsi sull'interazione tra utente e attrezzatura e, di qui, sulla divisione di funzioni e azioni tra l'utente e l'attrezzatura. Questo approccio concettuale può essere trasferito al caso delle attrezzature sanitarie.

Il sistema uomo-ambiente

Le condizioni di lavoro degli operatori della sanità, e le condizioni di vita dei pazienti dipendono però anche in modo diretto dalla qualità dell'ambiente e degli spazi in cui si trovano. L'ergonomia ha dunque un ruolo importante da svolgere anche nella concezione delle strutture ospedaliere e sanitarie. Da un punto di vista ergonomico la qualità ambientale di un edificio è l'attitudine, in relazione alle sue caratteristiche, a garantire le prestazioni riguardanti la salute e il comfort degli occupanti.

Considerando la sicurezza e l'igiene ambientale come prerequisiti indispensabili, un elevato livello di qualità ambientale può avere effetti positivi in termini di soddisfazione e di produttività degli occupanti.

Dal punto di vista fisico il comfort micro-ambientale percepito dall'uomo dipende dall'interazione di una serie di fattori quali il comfort acustico e visivo (luce naturale/artificiale), la temperatura dell'aria, la radiazione termica delle pareti, l'umidità relativa, la velocità dell'aria, ... Come nel caso delle attrezzature è necessario valutare le caratteristiche degli ambienti in relazione alle attività che in essi si svolgono. A questo proposito la esistono diverse normative che indicano le condizioni fisico-ambientali che devono essere rispettate nell'edilizia ospedaliera per quanto concerne le caratteristiche termoigrometriche, di ventilazione, illuminazione e rumore in funzione dell'ambiente di riferimento (blocco operatorio, aree di degenza...)⁸. Ma il discorso fisico non esaurisce la questione infatti la qualità dell'aria è determinata anche da fattori chimici e microbici che possono compromettere la salubrità dell'ambiente.

Diverse ricerche di psicologia ambientale hanno inoltre evidenziato l'importanza degli aspetti psico-percettivi nella progettazione degli ambienti. Dimensione e organizzazione degli spazi devono essere accuratamente studiati in modo da bilanciare le necessità di privacy e con quelle di socializzazione.

Il discorso sulla qualità ambientale è reso più complesso dal fatto che l'uomo non percepisce le componenti fisiche e psicologiche distintamente bensì in modo unitario. Il tema del colore può aiutare a capire le interrelazioni tra gli aspetti citati. Esso può infatti essere utilizzato per determinare fenomeni fisici come nel caso dell'applicazione del verde nelle sale operatorie che contrapponendosi come complementare al rosso consente al chirurgo di riposare la vista quando alza lo sguardo dal campo d'intervento. D'altro canto è noto come i colori possano evocare sensazioni psicologiche, si pensi per esempio ai colori freddi e ai colori caldi. Infine esistono indicazioni normative precise per l'utilizzo di codici cromatici nell'ambito della segnaletica e della sicurezza: il rosso per il pericolo....

L'integrazione di strumenti ergonomici nel processo progettuale

Per quanto riguarda il processo progettuale il primo passo è l'analisi dei compiti, a questo scopo è in corso di elaborazione una norma specifica (pr EN 614-2). Contemporaneamente devono essere definiti i requisiti degli utenti tenendo conto dei parametri ergonomici esposti in seguito. Operatori e pazienti devono essere consultati nella fase più precoce possibile del processo di progettazione in modo da integrare informazioni oggettive sui soggetti con indicazioni soggettive sulle loro preferenze. Un ulteriore importante strumento per la raccolta di informazioni è l'analisi dell'interazione degli utenti con prodotti simili a quelli da progettare o su modelli e maquettes. Per svolgere tutte queste attività esistono tecniche e metodi ergonomici sperimentati e documentati, prime tra tutte la *task analysis* e le prove con utente.

I parametri ergonomici da considerare riguardano innanzitutto aspetti antropometrici e biomeccanici quali le dimensioni del corpo della popolazione prevista di utenti, la postura, i movimenti del corpo e delle sue parti, la forza fisica richiesta per l'uso delle attrezzature... Inoltre è necessario tenere conto delle capacità mentali dell'utente. Di fronte alla progressiva automazione dei sistemi tecnici le richieste fisiche tendono infatti a ridursi mentre quelle relative alle capacità cognitive di percezione ed elaborazione delle informazioni aumentano. In questo contesto assume particolare rilievo la progettazione di indicatori, segnali e comandi. Per quanto riguarda le attrezzature complesse, infatti gli aspetti da valutare in fase progettuale vanno oltre quelli relative agli

⁸ I riferimenti principali sono contenuti nella Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 13011/74, nel Decreto Legislativo 502/92 e nel Decreto Presidente della Repubblica 14/1/97

strumenti semplici. Ad esempio è necessario affrontare problematiche relative a interfacce uomo-computer, hardware e software, dispositivi di monitoraggio e di input, istruzioni ottiche/acustiche/scritte, programmi di formazione e avvertenze. Tra i requisiti richiesti dall'attrezzatura vi potrebbero essere informazioni relativamente convenzionali sulle caratteristiche umane, così come informazioni dettagliate di carattere anatomico, fisiologico, cognitivo o medico da acquisire per ogni utente reale.

Un ulteriore aspetto riguarda le interazioni con l'ambiente. La progettazione di ogni prodotto deve tener conto degli effetti che eventuali emissioni del prodotto (quali rumori, vibrazioni, calore e luce) possono avere sull'utente o nell'ambiente. D'altro canto, come sottolinea la norma ISO 9241-11/9 l'usabilità non è semplicemente un attributo del prodotto preso isolatamente, bensì una caratteristica che dipende da chi usa il prodotto, dal compito da svolgere, dall'interazione con altre attrezzature e dall'ambiente in cui il prodotto è utilizzato. In altre parole l'usabilità non è intrinseca a un oggetto, ma è una proprietà che scaturisce dalla relazione tra prodotto, utente e obiettivo. Un medesimo oggetto può avere quindi livelli di usabilità significativamente differenti in funzione del contesto in cui è utilizzato.

Conclusioni

La necessità che emergere da una riflessione finale sul tema dell'ergonomia in ospedale è quella di un lavoro sistematico che metta a disposizione dei progettisti di attrezzature sanitarie e strutture ospedaliere una serie di linee guida per l'applicazione di metodi e tecniche sviluppate nel campo dell'ergonomia nel processo progettuale.

Bibliografia

- Bogner M.S. (1998), *An Introduction to design, evaluation, and usability testing*. In V.J. Rice (ed.) *Ergonomics in Health Care and Rehabilitation*, Butterworth-Heinemann, Boston, pp. 231–247.
- Capolongo S. e al. (1999), *Qualità negli ospedali: aspetti progettuali ed ergonomici*, in "View & Review Hospital", n° 2, marzo 1999
- Costa F. (2002), *Ergonomia in ospedale. User centred design di prodotti, sistemi e ambienti per la sanità*, in G. Sgalippa, *Quando il prodotto diventa luogo*, Franco Angeli, Milano, pp.
- Daniellou F. (2001), *Contributo dell'ergonomia alla progettazione degli ospedali*, in *L'ergonomia nella società dell'informazione*, in Società Italiana di Ergonomia, *L'ergonomia nella società dell'informazione. Ambienti, organizzazioni, servizi e prodotti*, atti del VII Congresso Nazionale, 26-28 settembre 2001, Firenze
- Jensen R.C. (1999), *Ergonomics in Health Care Organizations*, in W. Karwowski and W.S. Marras (eds), *The Occupational Ergonomics Handbook*, CRC Press, London - New York, pp. 1949-1960
- Maldonado, T., *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano 1992
- Rice V.J. (1995), *Human factors in medical rehabilitation equipment: Product development and usability testing*, in K. Jacobs e C.M. Bettencourt (eds), *Ergonomics for Therapists*, Butterworth-Heinemann, Boston, pp. 77–93
- Woodson W.E. (1981), *Human Factors Design Handbook: Information and Guidelines for the Design of Systems, Facilities, Equipment, and Products of Human Use*, McGraw-Hill, New York 1981