UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

Corso di formazione per i Rappresentanti del Lavoratori per la sicurezza e i referenti per la prevenzione e sicurezza dei dipartimenti

M3.2.2 - Luoghi di lavoro, microclima, aerazione ed illuminazione

ing. Gino CAPELLARI

SERVIZI INTEGRATI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

D3/2012

DISPENSE
Servizi Integrati di prevenzione e protezione

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

Formazione RLS – Referenti dipartimenti
Modulo M3.2.2

Luoghi di lavoro, microclima, aerazione ed illuminazione

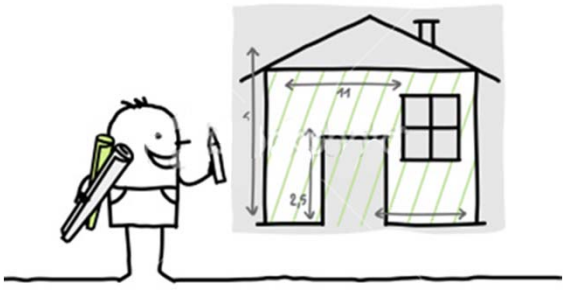
Gino Capellari
Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione Ateneo

Venerdì 13 Aprile 2012 - Università degli Studi di Udine

SERVIZIO DI PREVENZIONE E PROTEZIONE D'ATENEO

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione

Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti



LUOGHI DI LAVORO

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Cosa dice la legge

Titolo II – D. Lgs. 81/2008
Cosa si intende per luogo di lavoro

Luoghi destinati a ospitare posti di lavoro
Ogni altro luogo di pertinenza dell'azienda o dell'unità produttiva accessibile al lavoratore nell'ambito del proprio lavoro
(ad esempio locali tecnici, locale caldaie, sale server…)

Non sono luoghi di lavoro ai fini applicazione titolo I

- mezzi di trasporto;
- cantieri temporanei o mobili;
- industrie estrattive;
- pescherecci;
- campi, boschi e altri terreni facenti parte di un'azienda agricola o forestale.

Quali sono gli obblighi

Il datore di lavoro provvede affinché:

i luoghi di lavoro siano conformi ai requisiti di sicurezza
le vie di circolazione interne o all'aperto che conducono a uscite o ad uscite di emergenza e le uscite di emergenza siano sgombre allo scopo di consentirne l'utilizzazione in ogni evenienza;
i luoghi di lavoro, gli impianti e i dispositivi vengano sottoposti a regolare manutenzione tecnica e vengano eliminati, quanto più rapidamente possibile, i difetti rilevati che possano pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori;
i luoghi di lavoro, gli impianti e i dispositivi vengano sottoposti a regolare pulitura, onde assicurare condizioni igieniche adeguate
gli impianti e i dispositivi di sicurezza, destinati alla prevenzione o all'eliminazione dei pericoli, vengano sottoposti a regolare manutenzione e al controllo del loro funzionamento.

Requisiti di sicurezza

Requisiti di cui all'allegato IV – D. Lgs. 81/2008

Requisiti previsti per attività normate ai fini della prevenzione incendi

D.M. 26.08.1982 – Scuole
D.M. 10.03.1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
D.M. 22.02.2006 – Uffici

Norme tecniche (UNI- CEI)

UNI 10840 – Illuminazione locali scolastici
UNI EN 13779 - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento
UNI EN 12128 – Laboratorio microbiologici
UNI 10491 - Criteri per la costruzione di installazioni adibite alla manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate.

Linee guida

ISPESL – Microclima, aerazione, illuminazione
Linee guida ASL

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Nuovi edifici – luoghi di lavoro

Individuazione esigenze	Individuazione tipologia attività Aule didattiche, Biblioteca, Laboratori, Uffici, accessibilità
Progettazione	Requisiti sicurezza applicabili (strutturali, impiantistici, dotazioni sicurezza-emergenza) Condizioni di esercizio (affollamento, carichi incendio, sovraccarichi solai, tipologia di attività, accessibilità…)
Realizzazione opera	Conformità a progetto Acquisizione documenti (dichiarazione conformità, certificati prevenzione incendi, autorizzazione locali interrati)
Gestione e mantenimento	Rispetto condizioni di esercizio Mantenimento nel tempo requisiti (manutenzione, pulizia…) No modifiche non autorizzate

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Edifici esistenti – luoghi di lavoro

Check conformità requisiti

Sulla base specifiche attività:
Aule didattiche, Biblioteca, Laboratori, Uffici, accessibilità

Progettazione adeguamenti

Requisiti sicurezza applicabili (strutturali, impiantistici, dotazioni sicurezza-emergenza)
Condizioni di esercizio (affollamento, carichi incendio, sovraccarichi solai, tipologia di attività, accessibilità…)

Realizzazione interventi

Conformità a progetto
Acquisizione documenti (dichiarazione conformità, certificati prevenzione incendi, autorizzazione locali interrati)

Gestione e mantenimento

Rispetto condizioni di esercizio
Mantenimento nel tempo requisiti (manutenzione, pulizia…)
No modifiche non autorizzate

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Possibili rischi – incolumità

Causati da scivolate/inciampo

(per pavimenti sconnessi, presenza di sostanze scivolose, tappeti mal fissati…)

Causati da cadute «in altezza»

(per aperture non protette, scale…)

Causati da cadute per presenza di ostacoli

(per materiali depositati, cavi elettrici volanti…)

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Possibili rischi - incolumità

Causati da urti contro oggetti

(per cassetti aperti, materiali depositati su vie di transito, materiali sporgenti…)

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Misure di sicurezza

Tecniche

Progettazione e realizzazione ambienti di lavoro conformi ai requisiti di sicurezza
Utilizzo di materiali da costruzione adeguati
Impianti progettati e realizzati conformi

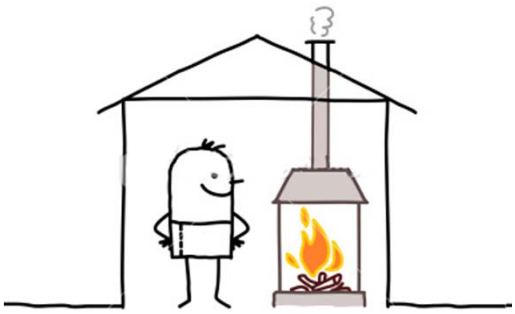
Organizzative

Rispetto condizioni di esercizio (destinazioni d'uso, affollamenti, carichi incendio…)
Piano di manutenzione programmata ambienti di lavoro
Programmazione della pulizia e igiene ambienti di lavoro
Lay-out postazioni di lavoro

Comportamentali

Rispetto delle condizioni di esercizio (divieti e limitazioni)
Segnalazione «difformità» riscontrate

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio



MICROCLIMA

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Cosa dice la legge

Titolo IV – D. Lgs. 81/2008

1.9 Microclima

Aerazione

Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far si che tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi **dispongano di aria salubre** in quantità sufficiente ottenuta preferenzialmente con aperture naturali e quando ciò non sia possibile, con impianti di areazione

Temperatura dei locali

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.

Umidità

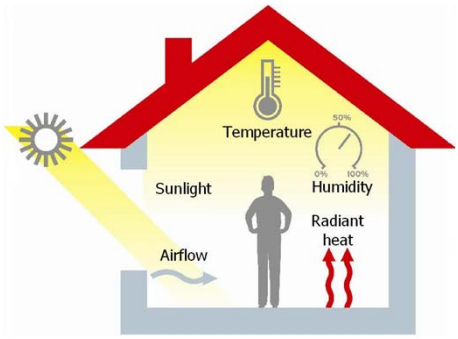
Nei locali chiusi di lavoro delle aziende industriali nei quali l'aria è soggetta ad inumidirsi notevolmente per ragioni di lavoro, si deve evitare, per quanto è possibile, la formazione della nebbia, mantenendo la **temperatura e l'umidità nei limiti compatibili** con le esigenze tecniche.

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

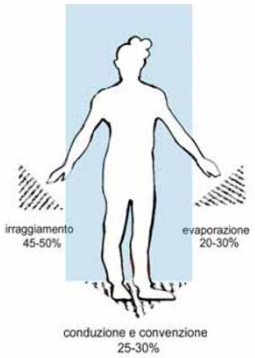
Definizioni

Microclima

il complesso dei **parametri fisici** (temperatura, aerazione, umidità…) che caratterizzano l'ambiente di lavoro e che assieme a **parametri individuali** (attività metabolica e abbigliamento) determinano gli **scambi termici** fra l'ambiente stesso e gli individui che vi operano



La «macchina» umana



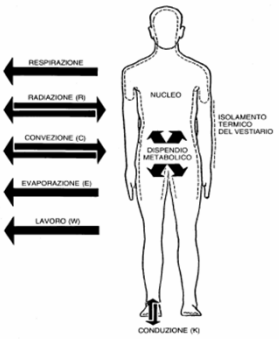
È una macchina termica alimentata da «combustibili» (alimenti) che vengono trasformati parte in lavoro (10-20 %) e parte in calore (80-90%)

Il corpo umano tende a mantenere più costante possibile la propria temperatura interna (soprattutto quella degli organi più importanti: sistema nervoso centrale, cuore, polmoni, visceri…) per cui deve dissipare il calore metabolico prodotto in eccesso

La «macchina» umana - equazione bilancio termico

BT=M ± C ± R - E *(semplificata)*

M – calore metabolico prodotto dall'organismo.
(Si distingue in metabolismo basale e dispendio energetico associato ad una determinata attività lavorativa)
C – quantità di calore scambiata per *convezione*
R – quantità di calore scambiata per *irraggiamento*
E – quantità di calore dissipata attraverso *evaporazione*
Si trascura la quantità di calore scambiata per conduzione



BT=0 Condizione di omeotermia (benessere termico)

BT>0 Temperatura corporea aumenta

BT<0 Temperatura corporea diminuisce

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Condizioni microclimatiche

Benessere termico (BT=0)

Condizione microclimatica in cui la persona non è costretta ad attivare meccanismi di termoregolazione e non percepisce né sensazione di caldo né di freddo (condizione di soddisfazione della situazione termica)

Discomfort termico (BT>0 o BT<0)

Condizione microclimatica che dà luogo alla sensazione di caldo o di freddo (richiede intervento meccanismi di termoregolazione).

Stress termico (BT>>0 o BT<<0)

Condizione microclimatica nella quale l'organismo non riesce più a mantenere costante la T interna; può causare effetti negativi per la salute (colpo di calore, esaurimento, congelamento, assideramento).

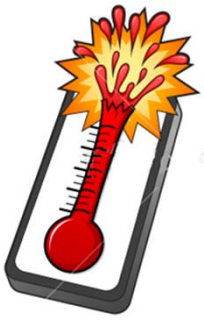
A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Meccanismi di termoregolazione

Meccanismi di difesa verso il caldo

Vasodilatazione cutanea
Traspirazione
Sudorazione attiva

Diminuzione attività motoria



Meccanismi di difesa verso il freddo

Vasocostrizione
Brivido

Aumento dell'attività motoria

Ambienti termici moderati

Ambienti nei quali è richiesto un moderato grado di intervento al sistema di termoregolazione.

Caratteristiche

- **condizioni microclimatiche omogenee** e costanti nel tempo
- **assenza di scambi termici localizzati** tra soggetto ed ambiente che abbiano rilevanza sul bilancio termico complessivo
- **attività fisica modesta** e sostanzialmente omogenea per i diversi soggetti
- sostanziale **uniformità del vestiario** indossato

Uffici

Laboratori

Aule

Ambienti termici moderati – parametri riferimento

CATEGORIE DI EDIFICI	inverno			estate		
- Sottogruppi	*t*	*UR*	*va*	*t*	*UR*	*va*
• Tipologia dei locali	*(°C)*	*(%)*	*(m/s)*	*(°C)*	*(%)*	*(m/s)*
EDILIZIA SCOLASTICA						
- Aule						
• Asili nido e scuole materne	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	≤ 0,10	26	50 ÷ 60	≤ 0,10
• Scuole elementari	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	≤ 0,10	26	50 ÷ 60	≤ 0,10
• Scuole medie inferiori	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Scuole medie superiori	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Università	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
- Altri locali						
• Laboratori ✶	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Palestre	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Refettori	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Biblioteche, sale lettura	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Sale insegnanti	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Ambienti di passaggio	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• Servizi igienici	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• uffici, box-ufficio singoli	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• uffici open space	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• locali riunione interne (≤100 posti)	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• centri elaborazione dati	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20
• lavoro ai VDT	20 ± 2 (1)	35 ÷ 45	0,05÷0,15	26	50 ÷ 60	0,05÷0,20

Fonte: Linee guida Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome - ISPESL

Ambienti termici severi caldi

Ambienti nei quali è richiesto un **notevole intervento** del sistema di termoregolazione umano per diminuire il potenziale accumulo di calore nel corpo (meccanismi di difesa: vasodilatazione dei vasi sanguigni cutanei, sudorazione)

In certe condizioni non si riesce a mantenere le condizioni omeoterme per cui si ha aumento della temperatura corporea anche a livello di nucleo.

Caratteristiche

- **Temperatura elevata** in relazione all'attività svolta ed al vestiario indossato (possibile alto valore di umidità relativa)
- **Condizioni microclimatiche differenti** da punto a punto ed anche entro la stessa postazione di lavoro
- **Disuniformità** del livello di impegno fisico richiesto e del vestiario
- Sensibile **variabilità temporale** condizioni

Ambienti termici severi freddi

Ambienti nei quali è richiesto un **notevole intervento** del sistema di termoregolazione umano al fine di diminuire la potenziale eccessiva diminuzione della temperatura del corpo umano attraverso meccanismi di vasocostrizione dei vasi sanguigni cutanei (diminuzione della temperatura cutanea) e brividi

Caratteristiche

- **Temperatura bassa** in relazione all'attività svolta ed al vestiario indossato (possibile alto valore di umidità relativa)
- Attività fisica e tipologia di vestiario abbastanza uniformi
- Contenuta variabilità spaziale e temporale

Possibili rischi

DISAGIO (ambienti termici moderati)

STRESS TERMICO (ambienti severi caldi)

- **disidratazione e crampi da calore**
- **colpo di calore** (da blocco del sistema di termoregolazione) che può essere accompagnato da perdita di conoscenza e preceduto da cefalea, vertigini, incoordinazione motoria e disturbi addominali.
- **edema e collasso cardio-circolatorio** (da instabilità del sistema cardio-circolatorio) con transitoria anossia celebrale e con perdita di conoscenza

STRESS TERMICO (ambienti severi freddi)

- **Ipotermia** (abbassamento T corporea)
- **congelamento tessuti**
- **assideramento**

Microclima - Come si valuta

CENTRALINA MICROCLIMATICA
misura di tutti i parametri che nel loro insieme definiscono la qualità degli ambienti dal punto di vista termico

- misura parametri fondamentali (temperatura aria, umidità relativa, velocità dell'aria)

- Elabora indici microclimatici tramite software (inserendo tipologia attività e vestiario)

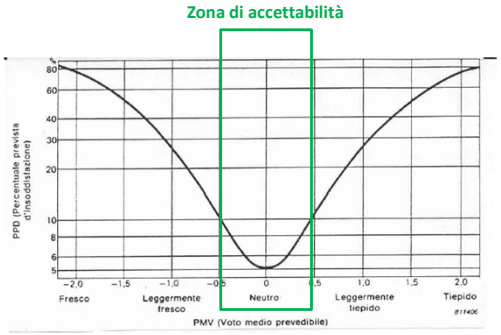
MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Microclima - Come si valuta

Ambienti termici moderati (UNI EN ISO 7730)
Si valuta il **livello di benessere (comfort termico)** degli occupanti «condizione mentale» in cui viene espressa soddisfazione per l'ambiente termico.
Tecnicamente identificato con la **neutralità termica**
(stato in cui un soggetto non esprime preferenze né per un ambiente più caldo né per un ambiente più freddo)

Criteri di valutazione
Metodo PMV (Voto medio previst
Metodo PPD (Percentuale prevista Insoddisfatti)

Come
Misura parametri ambientali (T, UR, V)
Indicazione attività e vestiario
Elaborazione indici (sofwtare)



A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Microclima – Come si valuta

Ambienti severi caldi

Si valuta con riferimento ai **possibili effetti acuti** sull'individuo ed in particolare a livello di sollecitazione del sistema di termoregolazione.

Viene assunto come limite quello che comporta un aumento moderato della temperatura del nucleo corporeo (circa 1°C)

Criteri di valutazione

Metodo WGBT – Wet Bulb Globe Temperature (UNI EN 27243:1996)
(viene calcolato mediante equazioni – fornisce valori limite)
Metodo PHS – Predicted Heat Stress (UNI EN ISO 7933: 2005)
(si basa sul concetto che le condizioni ottimali coincidono con la neutralità termica – metodologia complessa)

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Misure di sicurezza - Tecniche

Isolamento termico di pareti e superfici vetrate esterne

Realizzare edifico a regola d'arte

Installazione/Potenziamento impianti

Installare/potenziare impianti riscaldamento/condizionamento/ventilazione

Ambienti severi caldi

Segregazione - Compartimentazione

Allontanare e/o separare fisicamente gli operatori dalla sorgente termica, ponendola in altro ambiente

Coibentazione

Rivestire la sorgente di materiale coibente che, riducendo le differenze di temperatura tra sorgente ed operatore e sorgente ed aria, riduce lo scambio termico radiante

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Misure di sicurezza - Tecniche

Riduzione dell'emissività
Rivestire le superfici di una sorgente con materiale a bassa emissività (a base metallica) riduce il carico radiante emesso

Schermatura sorgente
Adozione di schermi, assorbenti e/o riflettenti nei confronti della radiazione termica ed eventualmente trasparenti rispetto alla radiazione luminosa interposti tra sorgente ed operatore

Adozione di sistemi localizzati di aspirazione aria
Installare sistemi di prelievo ed espulsione dall'ambiente dell'aria che fuoriesce dalla sorgente o che la lambisce

Cabine controllo climatizzate
Installare cabine a microclima controllato in cui possano stazionare gli operatori

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Misure di sicurezza - Organizzative

Generali
Programmare verifiche periodiche e regolare manutenzione degli impianti, con particolare attenzione alla pulizia dei filtri

Per attività in ambienti severi
Ruotare gli operatori che svolgono attività (↓ tempo esposizione)

Prevedere frequenti pause delle attività lavorative, che permettano di ridurre il valor medio del dispendio energetico

Prevedere frequenti periodi in aree/zone di stazionamento con microclima moderato

Mettere a disposizione bevande

Sorveglianza sanitaria operatori (sentito il MC)

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Misure di sicurezza - Comportamentali

Indossare vestiario idoneo

Ambienti moderati

piccoli aggiustamenti del livello di vestiario possono influire sul livello di benessere

Ambienti severi caldi

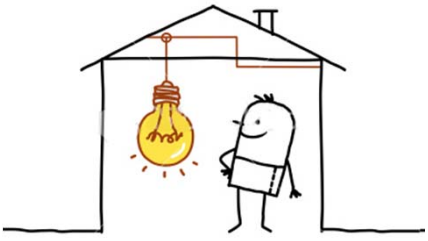
la permeabilità all'acqua dei vestiario determina fortemente l'entità della cessione del calore all'ambiente

Ambienti severi freddi

La scelta del vestiario consente di evitare sia il fastidio da freddo ed il rischio di ipotermia, che la secrezione di eccessiva quantità di sudore

Assumere una quantità maggiore di liquidi, durante i periodi molto caldi e secchi

Fattori di rischio



ILLUMINAZIONE

Cosa dice la legge

Titolo IV – D. Lgs. 81/2008

1.10. Illuminazione naturale ed artificiale dei luoghi di lavoro

1.10.1. A meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità delle lavorazioni e salvo che non si tratti di locali sotterranei, **i luoghi di lavoro devono disporre di sufficiente luce naturale**. In ogni caso, tutti i predetti locali e luoghi di lavoro devono essere dotati di dispositivi che consentano **un'illuminazione artificiale adeguata** per salvaguardare la sicurezza, la salute e il benessere di lavoratori

1.10.5. Gli ambienti, i posti di lavoro ed i passaggi devono essere illuminati con luce naturale o artificiale in modo da assicurare una **sufficiente visibilità**.

Norme tecniche

UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro"

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Obiettivi di una efficace illuminazione

Assicurare

comfort visivo (sensazione di benessere)

prestazione visiva (svolgimento del compito anche in situazioni difficili e protratte)

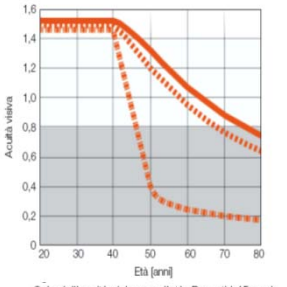
sicurezza (prevenire infortuni)

Caratteristiche illuminazione

- Essere adatta per l'ambiente e il tipo di lavoro/attività
- Permettere alle persone di individuare i pericoli e distinguere i colori
- Non provocare fenomeni di abbagliamenti, sfarfallii o effetti stroboscopici
- Non provocare fenomeni di riflessioni indesiderate o zone d'ombra

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Funzioni visive



Calo dell'acuità visiva con l'età. Passati i 45 anni vedere da vicino senza occhiali diventa sempre più difficile. Con un'acuità visiva inferiore a 0,8 (zona grigia) la vista risulta compromessa.
televisione
vista da vicino con occhiali
vista da vicino senza occhiali

Acuità visiva

Capacità dell'individuo di percepire piccoli oggetti.

L'acuità visiva è influenzata da numerosi fattori:

Età - L'acuità visiva diminuisce con l'avanzare dell'età
Contemporaneamente, si assiste ad una maggiore esigenza di luce:
in altre parole, più si invecchia, più si ha bisogno di luce per vedere bene

Luminanza - L'acuità visiva aumenta con l'aumentare della luminanza del campo visivo

Contrasto - L'acuità visiva aumenta con il contrasto

…

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

MODULO M3.2.2 – Luoghi di lavoro, microclima ed aerazione - Illuminazione
Corso di formazione per RLS e referenti per la prevenzione e sicurezza dipartimenti

Funzioni visive

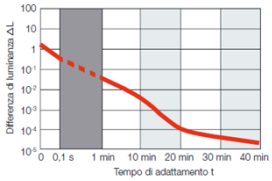
Accomodazione

capacità dell'occhio di **mettere perfettamente a fuoco** un oggetto che si trova ad una determinata distanza.

L'ampiezza di accomodazione indica la distanza massima e minima entro la quale è possibile vedere con nitidezza

Diminuzione con l'età dell'elasticità del cristallino e dell'ampiezza di accomodazione

Influenzata da **abbagliamento e riflessioni**



Adattamento

Capacità dell'occhio di **adattarsi a diversi livelli di illuminazione** attraverso cambiamento dell'apertura pupillare con modificazioni fotochimiche e fisiologiche nella retina

Influenzata **da condizioni di illuminazione molto diverse, superfici riflettenti lucide, fonti luminose o loro riflessi.**

A cura di: Gino CAPELLARI – Responsabile del Servizio

Requisiti ambiente luminoso

Un ambiente luminoso può essere realizzato facendo ricorso a diverse tipologie e sistemi di sorgenti luminose di tipo **naturale ed artificiale**.

È necessario rispettare alcuni requisiti in relazione alle caratteristiche che maggiormente influenzano il livello di benessere visivo e di prestazione dell'individuo in particolare:

ILLUMINAMENTO

LUMINANZA

Requisiti ambiente luminoso

ILLUMINAMENTO

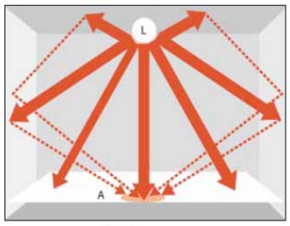


Figura 13
Illuminamento
L Sorgente luminosa
A Superficie illuminata
Luce diretta
Luce riflessa

Esempi

Giornata estiva soleggiata all'aperto	60000-100000 lx
Giornata invernale nuvolosa all'aperto	3000 lx
Notte di luna piena	0,25 lx
Notte con luna nuova (luce stellare)	0,01 lx
Illuminazione raccomandata negli uffici	≥ 500 lx
Valore raccomandato per l'ufficio	≥ 300 lx

Quantità di luce che colpisce una superficie
Si esprime in lux (lx)
Può essere misurata con il luxmetro.

Requisiti ambiente luminoso

LUMINANZA

Determina la sensazione di **luminosità che si riceve da una superficie che emette o riflette luce.**
Si esprime in candele al metro quadrato (cd/m2) e può essere misurata con un *fotometro*.

Esempi

Lampada ad incandescenza 100 Watt, opale	100000 cd/m²
Lampada fluorescente, a seconda del colore della luce e del diametro	3000-40000 cd/m²
Lampada alogena	2200000 cd/m²
Lampada ad alogenuri metallici	10000-80000'000 cd/m²
Lampada a vapore di sodio ad alta pressione	40000-6000000 cd/m²
Finestra aperta a mezzogiorno, scarsa nuvolosità	5000-50000 cd/m²
Finestra aperta a mezzogiorno, intensa nuvolosità	1000-3000 cd/m²
Sole a mezzogiorno, giornata serena	1650000000 cd/m²
Cielo azzurro, sole allo zenit, giornata serena	3500 cd/m²
Giornata invernale nuvolosa	800-2400 cd/m²
Carta sulla scrivania	80-130 cd/m²
Schermo chiaro	120 cd/m²

Requisiti ambiente luminoso (UNI EN 12464-1 - progetto)

6.2 Edifici scolastici

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
6.2.1	Aule scolastiche	300	19	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
6.2.2	Aule in scuole serali e per adulti	500	19	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
6.2.3	Sale lettura	500	19	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
6.2.4	Lavagna	500	19	80	Evitare le riflessioni speculari
6.2.5	Tavolo per dimostrazioni	500	19	80	In sale lettura 750 lx
6.2.6	Aule educazione artistica	500	19	80	
6.2.7	Aule educazione artistica in scuole d'arte	750	19	80	$T_{CP} \geq$ 4000 K
6.2.8	Aule per disegno tecnico	750	16	80	
6.2.9	Aule per educazione tecnica e laboratori	500	19	80	
6.2.10	Aule lavori artigianali	500	19	80	
6.2.11	Laboratorio insegnamento	500	19	80	
6.2.12	Aule musica	300	19	80	
6.2.13	Laboratori di informatica	300	19	80	
6.2.14	Laboratori linguistici	300	19	80	
6.2.15	Aule di preparazione e officine	500	22	80	
6.2.16	Ingressi	200	22	80	
6.2.17	Aree di circolazione, corridoi	100	25	80	
6.2.18	Scale	150	25	80	
6.2.19	Sale comuni per gli studenti e aula magna	200	22	80	
6.2.20	Sale professori	300	19	80	

Em = Illuminamento medio
UGR = indice unificato di abbagliamento
Ra = Resa del colore

Possibili rischi – Salute e benessere

Affaticamento dell'apparato visivo
Causato dalla necessità di effettuare molteplici regolazioni della vista per sfavorevoli condizioni di illuminazione, in rapporto alle attività/operazioni da compiere (NB dipende dal tempo)

Disturbi a carico dell'apparato muscolo-scheletrico.
Determinati da posture incongrue, eventualmente assunte per compensare insufficienti e/o inidonee condizioni di illuminazione del posto di lavoro

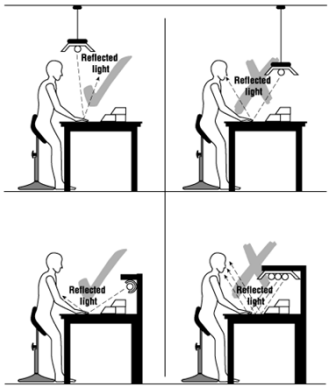
Possibili rischi – Incolumità

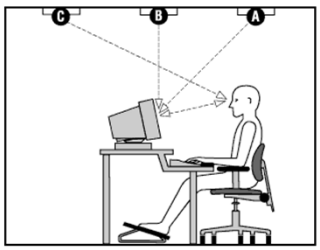
Infortuni provocati da carente illuminazione e/o fenomeni luminosi pericolosi
Caduta per mancata visione ostacoli
Contatto con parti pericolose di attrezzature di lavoro
Investimenti da veicoli o mezzi in movimento (causa ad es. abbagliamento)

Individuazione criticità

Fenomeni di

Abbagliamenti diretti e da riflessioni
Riflessioni indesiderate





Misure di sicurezza

Tecniche

Progettazione adeguata «sistema illuminazione» (rispetto attività)
Potenziamento «sistema illuminazione»
Installazione sistemi per «schermatura» finestre (tende, veneziane, tapparelle…)

Organizzative

Piano di manutenzione programmata sistema illuminazione
Lay - out postazioni di lavoro
Sostituire immediatamente le lampade difettose o sfarfallanti

Comportamentali

Utilizzare sistemi di «schermatura» finestre
Eliminare i fattori di abbagliamento e di riflessioni inserendo ad esempio elementi ombreggianti, divisori o piante
Adattare l'illuminazione artificiale alle esigenze individuali (Intensità luminosa regolabile ad es. con piantane, lampade da tavolo.