

## 4.1 LUOGHI DI LAVORO

### 4.1.1 Definizioni

Le indicazioni riportate in questa sezione integrano le disposizioni contenute nella legislazione di igiene e sicurezza sul lavoro con i contenuti dei regolamenti edilizi di alcune regioni italiane.

Si definiscono luoghi di lavoro tutti quei **luoghi in cui viene svolta una attività lavorativa in qualsiasi ramo o forma aziendale** e possono essere classificati nel modo seguente.

#### Laboratori

Sono ambienti di lavoro chiusi in cui vengono svolte le attività lavorative proprie del processo produttivo di una azienda, indipendentemente dalla natura e dal numero di lavoratori subordinati utilizzati.

#### Uffici

Sono ambienti chiusi in cui vengono svolte attività di carattere amministrativo, direzionale o libero professionale, siano esse svolte autonomamente che a servizio di prevalenti attività produttive o commerciali, quali:

- uffici amministrativi e direzionali, studi professionali e simili;
- sale riunioni, sale di attesa, sale consultazione e simili.

#### Ambienti di supporto

Sono locali chiusi adibiti a funzioni non direttamente connesse con l'attività dell'azienda ma necessari a garantirne il buon funzionamento con particolare riferimento alle esigenze degli addetti, quali:

- refettori, mense ed altri locali aziendali di uso comune;
- ambulatori, camere di medicazione e simili;
- locali destinati al riposo degli addetti e simili.

#### Ambienti di servizio

Sono ambienti di servizio i locali chiusi adibiti a funzioni accessorie rispetto a quelle indicate in precedenza che, per loro natura, non presuppongono la permanenza continuativa di addetti, quali:

- spogliatoi, servizi igienici, wc, docce e simili;
- spazi di distribuzione e disimpegno in genere;
- magazzini e archivi che non comportano la permanenza continuativa di persone.

### 4.1.2 Caratteristiche e dotazioni

#### Servizi igienico - assistenziali

Quando non diversamente disposto da normative specifiche, i luoghi di lavoro, qualsiasi sia l'attività e la dimensione dell'azienda, devono essere dotati di:

- lavabi, in misura non inferiore ad 1 ogni 10 addetti (o frazione) contemporaneamente in servizio;
- wc, in misura non inferiore ad 1 ogni 10 addetti (o frazione) contemporaneamente in servizio.

I luoghi di lavoro devono inoltre essere dotati degli ulteriori servizi igienico - assistenziali (quali docce, spogliatoi, ambulatori o camere di medicazione, refettori e locali di riposo) che risultino necessari per il disposto

dalla vigente normativa in materia di igiene del lavoro. Tali dotazioni sono riferite agli edifici di nuova costruzione. Per gli edifici esistenti, da destinarsi a luoghi di lavoro, possono trovare applicazione le deroghe, le eccezioni e le soluzioni alternative previste caso per caso dai regolamenti.

### Dimensioni



Gli ambienti di lavoro delle aziende che occupano più di cinque lavoratori e, in ogni caso, delle altre aziende ove vengono svolte lavorazioni che comportino la sorveglianza sanitaria devono rispettare i limiti di altezza, cubatura e superficie indicati al punto 1.2. dell'Allegato IV al Titolo II del D. Lgs. 81/08. (altezza netta pari a 3 ml). Altezze inferiori sono consentite, previa autorizzazione dall'organo di vigilanza competente per territorio, in riferimento al punto 1.2.4 dell'Allegato IV al Titolo II del D. Lgs. 81/08.

L'osservanza dei limiti sopra citati in tema di altezza, cubatura e superficie dei locali di lavoro chiusi, è estesa a tutte le aziende, a prescindere dal numero di lavoratori

impegnati, qualora l'organo di vigilanza competente ritenesse le lavorazioni eseguite pregiudizievoli alla salute dei lavoratori occupati.

Per ogni lavoratore devono inoltre essere assicurate una cubatura non inferiore a  $m^3$  10 ed una superficie non inferiore a  $m^2$  2.

La superficie di ciascun ambiente di lavoro non dovrà comunque essere inferiore a  $m^2$  9, fatti i salvi i casi in cui la minore superficie sia necessaria per speciali esigenze di lavorazione.

### Posizione degli ambienti di lavoro rispetto al terreno circostante

Gli ambienti di lavoro devono essere ricavati nei locali fuori terra degli edifici od in locali che siano equiparabili a quelli fuori terra.

Si considerano equiparati a quelli fuori terra, i locali che presentino un interrimento medio non superiore a ml 1,20. Per interrimento medio si intende la media aritmetica del dislivello tra il piano di calpestio del locale e la quota del terreno in corrispondenza di ogni parete che delimita il locale. Per la determinazione dell'interrimento medio valgono i seguenti criteri:

- le pareti si considerano completamente fuori terra quando risultano attestare su altri locali, a qualsiasi uso destinati;
- le pareti si considerano completamente fuori terra quando la quota del terreno è pari od inferiore a quella del piano di calpestio per almeno 5 metri perpendicolarmente alla parete.

I locali equiparati a quelli fuori terra devono in ogni caso avere le parti contro terra protette da scannafosso aerato ispezionabile ed il piano di calpestio isolato dal terreno mediante solaio o vespaio adeguatamente aerati.

Negli edifici di nuova costruzione ed in quelli risultanti da interventi di ristrutturazione urbanistica è vietato adibire ad ambienti di lavoro **locali interrati** e **locali seminterrati** che non siano equiparabili a quelli fuori terra secondo quanto disposto al comma precedente.

Negli interventi sul patrimonio edilizio esistente diversi da quelli di ristrutturazione urbanistica, l'utilizzo dei medesimi locali quali ambienti di lavoro potrà essere ammesso solo quando sia stata preventivamente conseguita la deroga di cui all'art. 65 del D. Lgs. 81/08.

## Ventilazione



Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far sì 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 aerazione.

Nel caso venga utilizzato un impianto di aerazione, esso deve essere sempre mantenuto funzionante. Ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, quando ciò è necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori. Nel

caso vengano utilizzati impianti di condizionamento dell'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo che i lavoratori non siano esposti a correnti d'aria fastidiosa.

Gli stessi impianti devono essere periodicamente sottoposti a controlli, manutenzione, pulizia e sanificazione per la tutela della salute dei lavoratori. Qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria respirata deve essere eliminato rapidamente. Gli ambienti di lavoro degli edifici di nuova costruzione, o risultanti da interventi di ristrutturazione urbanistica, devono essere aerati mediante infissi apribili, prospettanti direttamente su spazi liberi o cortili di dimensioni regolamentari.

Gli infissi che garantiscono l'aerazione ad un ambiente di lavoro devono essere dotati di comandi ad altezza d'uomo e presentare una superficie finestrata apribile ottimale pari indicativamente a:

- 1/8 della superficie di pavimento del locale, per locali con superficie fino a m<sup>2</sup> 100;
- 1/16 della superficie di pavimento del locale, per locali con superficie oltre m<sup>2</sup> 100 e fino a m<sup>2</sup> 1000, con un minimo assoluto di m<sup>2</sup> 12,50;
- 1/24 della superficie di pavimento del locale, per locali con superficie superiore a m<sup>2</sup> 1000, con un minimo assoluto di m<sup>2</sup> 62,50.

Nel caso di edifici esistenti da destinare a luoghi di lavoro, i valori minimi possono essere ridotti a 2/3, e pertanto rispettivamente a 1/12, 1/24 ed 1/36. È necessario comunque, a seconda dei casi specifici, fare riferimento ai regolamenti edilizi esistenti sul territorio.

## Requisiti illuminotecnici

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.

Gli impianti di illuminazione dei locali di lavoro e delle vie di circolazione devono essere installati in modo che il tipo d'illuminazione previsto non rappresenti un rischio di infortunio per i lavoratori. I luoghi di lavoro nei quali i lavoratori sono particolarmente esposti a rischi in caso di guasto dell'illuminazione artificiale, devono disporre di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità. Le superfici vetrate illuminanti ed i mezzi di illuminazione artificiale devono essere tenuti costantemente in buone condizioni di pulizia e di efficienza. Gli ambienti, i posti di lavoro ed i passaggi devono essere illuminati con luce naturale o artificiale in modo da assicurare una sufficiente visibilità.

Nei casi in cui, per le esigenze tecniche di particolari lavorazioni o procedimenti, non sia possibile illuminare adeguatamente gli ambienti, si devono adottare adeguate misure dirette ad eliminare i rischi derivanti dalla mancanza e dall'insufficienza di illuminazione. Negli stabilimenti e negli altri luoghi di lavoro devono esistere mezzi di illuminazione sussidiaria da impiegare in caso di necessità. Detti mezzi devono essere tenuti in posti noti al personale, conservati in costante efficienza ed essere adeguati alle condizioni ed alle necessità del loro impiego.

Quando siano presenti più di 100 lavoratori e la loro uscita all'aperto in condizioni di oscurità non sia sicura ed agevole, quando l'abbandono imprevedibile ed immediato del governo delle macchine o degli apparecchi sia di pregiudizio per la sicurezza delle persone o degli impianti, quando si lavorino o siano depositate materie esplodenti o infiammabili, l'illuminazione sussidiaria deve essere fornita con mezzi di sicurezza atti ad entrare immediatamente in funzione in caso di necessità e a garantire un'illuminazione sufficiente per intensità, durata, per numero e distribuzione delle sorgenti luminose, nei luoghi nei quali la mancanza di illuminazione costituirebbe pericolo.

Se detti mezzi non sono costruiti in modo da entrare automaticamente in funzione, i dispositivi di accensione devono essere a facile portata di mano e le istruzioni sull'uso dei mezzi stessi devono essere rese manifeste al personale mediante appositi avvisi.

L'abbandono dei posti di lavoro e l'uscita all'aperto del personale deve, qualora sia necessario ai fini della sicurezza, essere disposto prima dell'esaurimento delle fonti dell'illuminazione sussidiaria.

Ove sia prestabilita la continuazione del lavoro anche in caso di mancanza dell'illuminazione artificiale normale, quella sussidiaria deve essere fornita da un impianto fisso atto a consentire la prosecuzione del lavoro in condizioni di sufficiente visibilità.

Gli ambienti di lavoro devono essere illuminati con luce naturale.

Per gli edifici di nuova costruzione le superfici illuminanti ottimali sono le seguenti:

- 1/8 della superficie di pavimento del locale, per locali con superficie fino a m<sup>2</sup> 100;
- 1/10 della superficie di pavimento del locale, per locali con superficie oltre m<sup>2</sup> 100 e fino a m<sup>2</sup> 1000, con un minimo assoluto di m<sup>2</sup> 12,50;
- 1/12 della superficie di pavimento del locale, per locali con superficie superiore a m<sup>2</sup> 1000, con un minimo assoluto di m<sup>2</sup> 100.

È buona norma che il 50% delle superfici illuminanti di ogni singolo locale sia costituito da aperture prospettanti su spazi esterni.

Nel caso di illuminazione proveniente da più elementi costitutivi dell'edificio (pareti e copertura) le superfici illuminanti collocate a parete dovrebbero risultare:

- almeno il 50% della superficie illuminate complessiva, se la restante parte è costituita da lucernari;
- almeno il 25% della superficie illuminante complessiva se la restante parte è costituita da aperture a *sheed* o a lanterna.

Nei casi in cui l'attività che viene svolta e/o la protezione dei lavoratori dall'irraggiamento solare lo richiedano, i locali devono essere dotati di dispositivi che ne consentano l'oscuramento totale o parziale.

Nel caso di edifici esistenti da desinare a luoghi di lavoro, l'intervento dovrà tendere al raggiungimento dei parametri sopra riportati. È comunque ammessa l'integrazione dell'illuminazione naturale con illuminazione artificiale idonea per intensità e qualità e che non dia luogo a fenomeni di abbagliamento (Norme UNI 10380). Anche in tale eventualità le aperture di illuminazione diretta non potranno comunque essere inferiori al 50% di quelle raccomandate.

È necessario comunque, a seconda dei casi specifici, fare riferimento ai regolamenti edilizi esistenti sul territorio.

### Soppalchi adibiti a luoghi di lavoro

I soppalchi possono essere adibiti a luoghi di lavoro quando presentino le seguenti caratteristiche:

- a. strutture portanti adeguate al carico che devono sostenere;
- b. la superficie del soppalco non sia superiore a 2/3 di quella del locale su cui il soppalco prospetta;

- c. le altezze degli spazi soprastanti e sottostanti il soppalco non devono risultare inferiori a ml 2,70 (nel caso di soffitti inclinati si assume l'altezza media, con un'altezza minima assoluta di ml 2,20);
- d. la profondità del soppalco non deve risultare superiore a 2,5 volte la minore tra le altezze di cui alla lettera precedente.

I parapetti, le protezioni contro il vuoto, le scale, gli accessi e le uscite devono essere conformi a quanto previsto dalla normativa vigente per i normali ambienti di lavoro.

Sui soppalchi vanno esposti in punti ben visibili cartelli riportanti il carico massimo ammissibile in condizioni di normale esercizio (espresso in kg/m<sup>2</sup>), così come questo risulta dal progetto strutturale. La distribuzione dei carichi deve avvenire in modo razionale e sempre rispondente alle ipotesi assunte nel progetto strutturale. È necessario comunque, a seconda dei casi specifici, fare riferimento ai regolamenti edilizi esistenti sul territorio.

### Uffici

Ove non altrimenti stabilito da specifica normativa di settore, l'altezza degli ambienti di ufficio non deve essere inferiore a ml 2,70 e la loro superficie non inferiore a m<sup>2</sup> 9, con un minimo assoluto di m<sup>2</sup> 5 per addetto.

Gli ambienti di ufficio devono in genere usufruire delle stesse caratteristiche di aerazione ed illuminazione già prescritte per gli ambienti lavorativi. In assenza di detti requisiti, per gli ambienti di ufficio sono ammissibili:

- a. l'aerazione forzata mediante un impianto di ventilazione forzata o di condizionamento che garantisca il ricambio d'aria in conformità alla norma UNI 10339;
- b. l'illuminazione artificiale mediante un impianto che assicuri livelli luminosi idonei per intensità e qualità e che non diano luogo a fenomeni di abbagliamento in conformità alla norma UNI 10380.

Anche quando integrate da impianti di aerazione e/o illuminazione non naturali, l'aerazione ed illuminazione naturali dovrebbero in ogni caso essere assicurate nei seguenti limiti:

- a. per i locali di superficie fino a m<sup>2</sup> 100: 1/16 della superficie pavimentata;
- b. per i locali di superficie oltre m<sup>2</sup> 100: 1/32 della superficie pavimentata.

È necessario comunque, a seconda dei casi specifici, fare riferimento ai regolamenti edilizi esistenti sul territorio.

### Ambienti di supporto

Per il dimensionamento degli ambienti di supporto si applicano le norme eventualmente vigenti per la specifica attività. Ove non altrimenti stabilito da specifica normativa di settore, l'altezza minima degli ambienti di supporto è stabilita in ml 2,70.

Le camere di medicazione, ambulatori e simili devono avere superficie non inferiore a m<sup>2</sup> 12.

I refettori, le mense aziendali ed i locali di riposo, devono avere superficie non inferiore a m<sup>2</sup> 9 e comunque tale da assicurare una superficie di almeno m<sup>2</sup> 1 per ogni addetto contemporaneamente presente nel locale.

Gli ambienti di supporto devono, in genere, essere ricavati nei locali fuori terra degli edifici od in locali equiparati a quelli fuori terra secondo quanto disposto precedentemente. Potranno inoltre essere adibiti ad ambienti di supporto i locali seminterrati che soddisfino tutte le caratteristiche richieste dalle norme vigenti in materia di sicurezza e degli eventuali Regolamenti nella parte relativa alla non permanenza di lavoratori.

Gli ambienti di supporto devono in genere usufruire delle stesse caratteristiche di aerazione ed illuminazione già prescritte per gli ambienti di lavoro.

Quando l'illuminazione e/o l'aerazione naturali non raggiungano i minimi di cui al comma precedente, per gli ambienti di supporto sono ammesse l'aerazione forzata e l'illuminazione artificiale secondo quanto già indicato per gli ambienti di ufficio. È necessario comunque, a seconda dei casi specifici, fare riferimento ai regolamenti edilizi esistenti sul territorio.

### Ambienti di servizio

Per il dimensionamento degli ambienti di servizio si applicano le norme eventualmente vigenti per la specifica attività. Ove non altrimenti stabilito da specifica normativa di settore, l'altezza minima degli ambienti di servizio è stabilita in ml 2,40. La superficie degli spogliatoi non deve essere inferiore a  $m^2 1,20$  per ogni addetto contemporaneamente presente nel locale.

I locali adibiti ad uso doccia o wc dovrebbero presentare i seguenti requisiti:

- superficie non inferiore a  $m^2 1,00$  per i vani riservati al solo uso di doccia;
- superficie non inferiore a  $m^2 1,00$  per i locali riservati al solo wc, con lato minimo comunque non inferiore a ml 0,90;
- superficie non inferiore a  $m^2 1,20$  per i locali dotati sia di wc che di altri apparecchi igienici.

Gli ambienti di servizio non dovrebbero avere accesso diretto da ambienti di lavoro o di vendita, se non attraverso apposito spazio di disimpegno. Qualora nel disimpegno sia previsto il lavabo, la superficie del medesimo non dovrebbe essere inferiore a  $m^2 1,50$ .

Gli ambienti di servizio possono essere aerati sia in modo naturale diretto che mediante idoneo impianto di ventilazione forzata.

I servizi igienici, nel caso di aerazione naturale e diretta, dovrebbero avere superficie finestrata apribile non inferiore ad  $1/8$  della superficie di pavimento, con un minimo assoluto di  $m^2 0,40$ . Quando i servizi igienici siano privi di finestre o le medesime abbiano dimensioni inferiori a quelle prescritte, l'aerazione dovrebbe essere assicurata in uno dei seguenti modi:

- mediante impianto in espulsione continua, con coefficiente di ricambio non inferiore a 6 volumi/ora;
- mediante impianto con funzionamento intermittente a comando automatico, in grado di garantire almeno 1 ricambio in un tempo massimo di 5 minuti per ogni utilizzazione.

Gli spogliatoi, sia che siano dotati di aperture di aerazione naturale che di impianto di ventilazione forzata, devono comunque usufruire di un ricambio d'aria sufficiente in relazione allo specifico utilizzo ed al massimo numero di persone presenti contemporaneamente.

È necessario comunque, a seconda dei casi specifici, fare riferimento ai regolamenti edilizi esistenti sul territorio.

## 4.1.3 Vie e uscite di emergenza

### Definizioni

- via di emergenza:** percorso senza ostacoli al deflusso che consente alle persone che occupano un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro;
- uscita di emergenza:** passaggio che immette in un luogo sicuro;
- luogo sicuro:** luogo nel quale le persone sono da considerarsi al sicuro dagli effetti determinati da situazioni di emergenza;
- larghezza di una porta o luce netta di una porta:** larghezza di passaggio al netto dell'ingombro dell'anta mobile in posizione di massima apertura se scorrevole, in posizione di apertura a 90 gradi se incernierata (larghezza utile di passaggio).

### Caratteristiche



**Il numero, la distribuzione e le dimensioni delle vie e delle uscite di emergenza** devono essere adeguate alle dimensioni dei luoghi di lavoro, alla loro ubicazione, alla loro destinazione d'uso, alle attrezzature in essi installate, nonché al numero massimo di persone che possono essere presenti in detti luoghi.

Le vie e le uscite di emergenza devono avere **altezza minima di m 2,0** e **larghezza minima conforme alla normativa vigente in materia antincendio**.

Qualora le uscite di emergenza siano dotate di porte, queste devono essere **apribili nel verso dell'esodo** e, qualora siano chiuse, devono poter essere aperte facilmente ed immediatamente da parte di qualsiasi persona che abbia bisogno di utilizzarle in caso di emergenza.

L'apertura delle porte delle uscite di emergenza nel verso dell'esodo non è richiesta quando possa determinare pericoli per il passaggio di mezzi o per altre cause, fatta salva l'adozione di altri accorgimenti adeguati specificamente autorizzati dal Comando provinciale dei Vigili del fuoco competente per territorio.

Le porte delle uscite di emergenza non devono essere chiuse a chiave, se non in casi specificamente autorizzati dall'autorità competente.

Nei locali di lavoro e in quelli destinati a deposito è vietato adibire, quali porte delle uscite di emergenza, le saracinesche a rullo, le porte scorrevoli verticalmente e quelle girevoli su asse centrale.

Le vie e le uscite di emergenza nonché le vie di circolazione e le porte che vi danno accesso **non devono essere ostruite** da oggetti in modo da poter essere utilizzate in ogni momento senza impedimenti.

Le vie e le uscite di emergenza devono essere evidenziate da **apposita segnaletica**, conforme alle disposizioni vigenti, durevole e collocata in luoghi appropriati.

Le vie e le uscite di emergenza che richiedono un'illuminazione devono essere dotate di un'**illuminazione di sicurezza di intensità sufficiente**, che entri in funzione in caso di guasto dell'impianto elettrico.

Gli edifici che siano costruiti o adattati interamente per le lavorazioni che presentano pericoli di esplosioni o specifici rischi di incendio alle quali siano adibiti più di 5 lavoratori devono avere almeno due scale distinte di facile accesso o rispondere a quanto prescritto dalla specifica normativa antincendio.

Per gli edifici già costruiti si dovrà provvedere in conformità, quando non ne esista la impossibilità accertata dall'organo di vigilanza: in quest'ultimo caso sono disposte le misure e cautele ritenute più efficienti.

### 4.1.4 Porte e portoni



Le porte dei locali di lavoro devono, per numero, dimensioni, posizione, e materiali di realizzazione, consentire una rapida uscita delle persone ed essere agevolmente apribili dall'interno durante il lavoro.

Quando in un locale le lavorazioni ed i materiali comportano **rischi di esplosione o specifici rischi di incendio** e siano adibiti alle attività che si svolgono nel locale stesso **più di 5 lavoratori**, almeno **una porta ogni 5 lavoratori** deve essere apribile nel verso dell'esodo ed avere larghezza minima di m 1,20.

Nei luoghi di lavoro in cui lavorazioni e materiali non comportano rischi di esplosione o specifici rischi di incendio, la **larghezza minima** delle porte è la seguente:

- quando in uno stesso locale i lavoratori normalmente ivi occupati siano **fino a 25**, il locale deve essere dotato di una porta avente larghezza minima di m 0,80;
- quando in uno stesso locale i lavoratori normalmente ivi occupati siano in numero compreso **tra 26 e 50**, il locale deve essere dotato di una porta avente larghezza minima di m 1,20 che si apra nel verso dell'esodo;
- quando in uno stesso locale i lavoratori normalmente ivi occupati siano in numero compreso **tra 51 e 100**, il locale deve essere dotato di una porta avente larghezza minima di m 1,20 e di una porta avente larghezza minima di m 0,80, che si aprano entrambe nel verso dell'esodo;
- quando in uno stesso locale i lavoratori normalmente ivi occupati siano in numero **superiore a 100**, in aggiunta alle porte previste alla lettera c) il locale deve essere dotato di almeno 1 porta che si apra nel verso dell'esodo avente larghezza minima di m 1,20 per ogni 50 lavoratori normalmente ivi occupati o frazione compresa tra 10 e 50, calcolati limitatamente all'eccedenza rispetto a 100.

Il numero complessivo delle porte può anche essere minore, purché la loro larghezza complessiva non risulti inferiore.

Alle porte per le quali è prevista una larghezza minima di m 1,20 è applicabile una tolleranza in meno del 5% (cinque per cento). Alle porte per le quali è prevista una larghezza minima di m 0,80 è applicabile una tolleranza in meno del 2% (due per cento).

Quando in un locale di lavoro le uscite di emergenza, coincidono con le porte di ingresso, le stesse devono avere una altezza minima di m 2,70 e larghezza conforme alla normativa vigente in materia di prevenzione incendi.

Nei **locali di lavoro ed in quelli adibiti a magazzino** non sono ammesse le porte scorrevoli, le saracinesche a rullo, le porte girevoli su asse centrale, quando non esistano altre porte apribili verso l'esterno del locale. Immediatamente accanto ai portoni destinati essenzialmente alla circolazione dei veicoli devono esistere, a meno che il passaggio dei pedoni sia sicuro, porte per la circolazione dei pedoni che devono essere segnalate in modo visibile ed essere sgombre in permanenza.

Le **porte e i portoni apribili nei due versi** devono essere trasparenti o essere muniti di pannelli trasparenti.

Sulle porte trasparenti deve essere apposto un segno indicativo all'altezza degli occhi.

Se le superfici trasparenti o traslucide delle porte e dei portoni non sono costituite da materiali di sicurezza e c'è il rischio che i lavoratori possano rimanere feriti in caso di rottura di dette superfici, queste devono essere protette contro lo sfondamento.

Le **porte scorrevoli** devono disporre di un sistema di sicurezza che impedisca loro di uscire dalle guide o di cadere.

Le **porte ed i portoni che si aprono verso l'alto** devono disporre di un sistema di sicurezza che impedisca loro di ricadere.

Le **porte ed i portoni ad azionamento meccanico** devono funzionare senza rischi di infortuni per i lavoratori. Essi devono essere muniti di dispositivi di arresto di emergenza facilmente identificabili ed accessibili e poter essere aperti anche manualmente, salvo che la loro apertura possa avvenire automaticamente in caso di mancanza di energia elettrica.

Le **porte situate sul percorso delle vie di emergenza** devono essere contrassegnate in maniera appropriata con segnaletica durevole conformemente alla normativa vigente. Esse devono poter essere aperte, in ogni momento, dall'interno senza aiuto speciale.

Quando i luoghi di lavoro sono occupati le porte devono poter essere aperte.

I luoghi di lavoro già **utilizzati prima del 1 gennaio 1993** devono essere provvisti di porte di uscita che, per numero e ubicazione, consentono la rapida uscita delle persone e che sono agevolmente apribili dall'interno durante il lavoro.

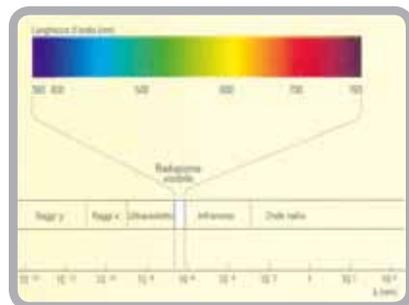
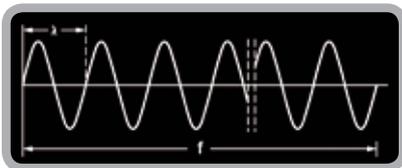
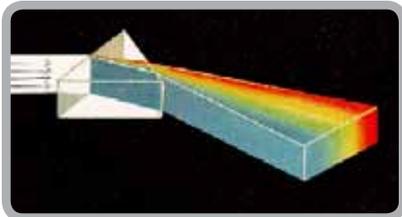
Per i luoghi di lavoro **costruiti o utilizzati prima del 27 novembre 1994** non si applicano le disposizioni concernenti la larghezza delle porte. In ogni caso la larghezza delle porte di uscita di detti luoghi di lavoro deve essere conforme a quanto previsto dal Permesso di Costruire ovvero dalla licenza di abitabilità.

#### **Riferimenti normativi**

D. Lgs. 81/08 - Allegato IV.

## 4.2 ILLUMINAZIONE

### 4.2.1 Introduzione



La luce è una forma di energia radiante che si trasmette per onde elettromagnetiche propagandosi in un mezzo trasparente che può essere rappresentata dall'aria o dal vuoto.

A seconda delle circostanze si comporta in accordo alle teorie dell'**ottica geometrica** o dell'**ottica fisica**.

L'ottica geometrica studia le leggi e i fenomeni ai quali va soggetta la luce nella sua propagazione, quando le dimensioni degli ostacoli sono grandi rispetto alla lunghezza d'onda.

Un raggio luminoso viene identificato per astrazione con una semiretta uscente dalla sorgente, ciò comporta una trasposizione del problema nel campo geometrico.

Con questa condizione, gli unici fenomeni rilevanti sono la rifrazione e la riflessione ed è possibile dare una spiegazione approssimata, ma sufficiente in molti casi, del funzionamento di specchi, prismi, lenti e dei sistemi ottici costruiti con essi.

L'ottica fisica studia invece la luce come oscillazione elettromagnetica, ed esattamente quella percepita con lunghezza d'onda tra 380 e 780 nm.

I tipi di onde elettromagnetiche sono indicate come onde:

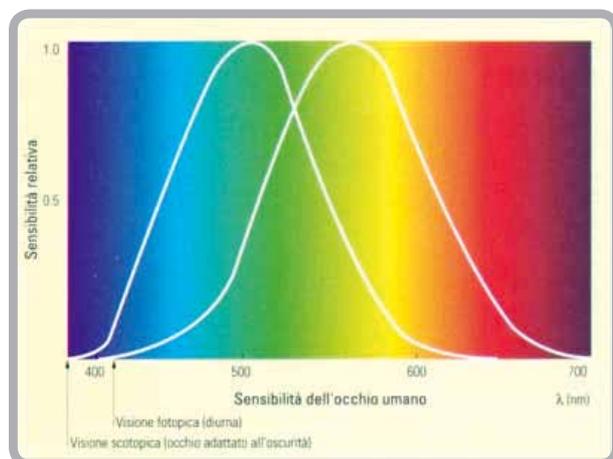
- lunghe;
- medie;
- corte;
- cortissime.

In base a quanto espresso sopra possiamo così definire la luce come un fenomeno ondulatorio di natura elettromagnetica la cui **ampiezza (A)** esprime l'intensità della sensazione visiva, mentre la **lunghezza d'onda (λ)** e la **frequenza (f)** dell'oscillazione determinano il colore.

Tali grandezze sono legate alla **velocità di propagazione della luce** nel vuoto (300.000 Km/s) dalla relazione:  $V = \lambda f$ .

La percezione visiva degli oggetti da parte dell'occhio deriva dall'azione che la luce ha sulla retina dell'occhio.

#### Curva di sensibilità dell'occhio umano



Lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche "visibili" dall'occhio umano copre l'intervallo fra 380 nm e 780 nm (1nm = 1/1.000.000 mm). In corrispondenza del valore di circa 550 nm (colore giallo-verde) si manifesta la massima sensibilità dell'occhio umano (valore convenzionale=1) che poi decade rapidamente sia verso l'ultravioletto che verso l'infrarosso. **L'insieme di tutte le radiazioni visibili produce la "sensazione" di luce bianca.**

## 4.2.2 Grandezze fisiche

### Flusso luminoso (F)

È la potenza luminosa fornita da una sorgente, cioè l'energia luminosa emessa in un secondo nella banda spettrale del visibile.

Unità di misura: lumen (lm), che si può definire come il flusso irradiato nell'angolo solido unitario da una sorgente puntiforme con intensità luminosa costante pari a 1 cd.

### Efficienza luminosa (e)

È l'effetto prodotto fra il flusso luminoso F emesso da una sorgente e la potenza elettrica assorbita ( $e = F/P$ ).

### Illuminamento (E)

È l'effetto prodotto dal flusso luminoso su un punto o su una superficie.

Unità di misura: Lux (= lm/m<sup>2</sup>).

Illuminamento medio di una superficie  $E = F/S$ : rapporto fra il flusso luminoso F utilizzato su di essa e l'area S della superficie stessa.

### Intensità luminosa (I)

L'intensità luminosa in una data direzione è il flusso emesso nell'angolo solido unitario comprendente quella direzione:  $I = dF/d\Omega$

Unità di misura: cd (candela).

### Temperatura di colore (K)

Un radiatore ideale (corpo nero) progressivamente riscaldato emette una luce di diversa tonalità alle varie temperature. La temperatura di colore di una lampada è la temperatura a cui si deve portare il corpo nero perchè dia una emissione spettrale e quindi una tonalità di luce uguale a quella della sorgente considerata.

Unità di misura: K (Kelvin).

Il grado Kelvin è l'unità di misura della Temperatura Assoluta  $T = t + 273$  (t = temperatura in °C).

### Luminanza (L)

Esprime la sensazione di brillantezza prodotta da una sorgente.

È il rapporto fra l'intensità luminosa in una data direzione e l'area della superficie apparente nella direzione considerata.

Unità di misura: cd/m<sup>2</sup>.

## Esempi di luminanza

fiamma di candela	5.000 cd/mq
lampade fluorescenti	8.000 cd/mq
lampade a vapori di sodio b.p.	100.000 cd/mq
lampade a vapori di mercurio	150.000 cd/mq
lampade ad incandescenza	6.000.000 cd/mq
sole	1.550.000.000 cd/mq

### 4.2.3 Fenomeni fisici

#### Riflessione

La riflessione è il fenomeno per cui un raggio di luce che incide su una superficie genera un nuovo raggio che si trova nel piano definito dal raggio incidente e dalla perpendicolare alla superficie. Il raggio riflesso forma con la perpendicolare un angolo con la stessa ampiezza e verso opposto. Il fenomeno della riflessione si manifesta anche abbinato alla rifrazione, al passaggio della luce da una sostanza ad un'altra. La luce riflessa è polarizzata.

#### Rifrazione

La rifrazione è il fenomeno per cui un raggio che attraversa la superficie di contatto tra due materiali diversi viene deviato. Il raggio uscente si trova sul piano definito dal raggio entrante e dalla perpendicolare alla superficie di contatto. Le ampiezze degli angoli formati dai due raggi rispetto alla perpendicolare alla superficie sono collegati dalla Legge di Snell:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Il coefficiente  $n$  (indice di rifrazione) dipende dal materiale di cui è fatto il mezzo e dalla lunghezza d'onda della luce ed è uguale al rapporto tra la velocità della luce nel vuoto e quella nel mezzo. Di conseguenza, l'indice di rifrazione del vuoto è 1, e quello di tutte le altre sostanze è maggiore di 1.

Il variare dell'indice di rifrazione in funzione della lunghezza d'onda provoca il fenomeno della dispersione cromatica, cioè la separazione di un raggio di luce bianca nel suo spettro. La dispersione cromatica è all'origine dell'arcobaleno e dell'aberrazione cromatica.

Oltre al raggio rifratto, c'è sempre anche un raggio riflesso. Nel caso in cui il raggio provenga dal mezzo con indice di rifrazione maggiore, con un angolo tale che l'angolo uscente dovrebbe essere maggiore di 90 gradi ( $\theta_1 > \arcsin(n_2/n_1)$ ), il raggio rifratto non è presente e tutta la luce viene riflessa (riflessione totale).

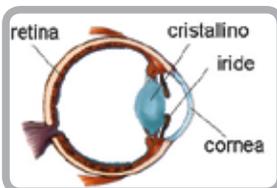
## 4.2.4 Luce ed apparato visivo



La visione è quel complesso fenomeno che ci permette di acquisire informazioni sull'ambiente circostante, per effetto delle radiazioni che riceve l'occhio.

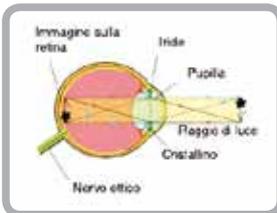
Circa l'80% delle impressioni sensoriali umane è di natura ottica: ciò dimostra l'importanza della luce, naturale ed artificiale, quale veicolo di informazioni per svolgere molteplici attività.

L'occhio è l'organo periferico della visione.

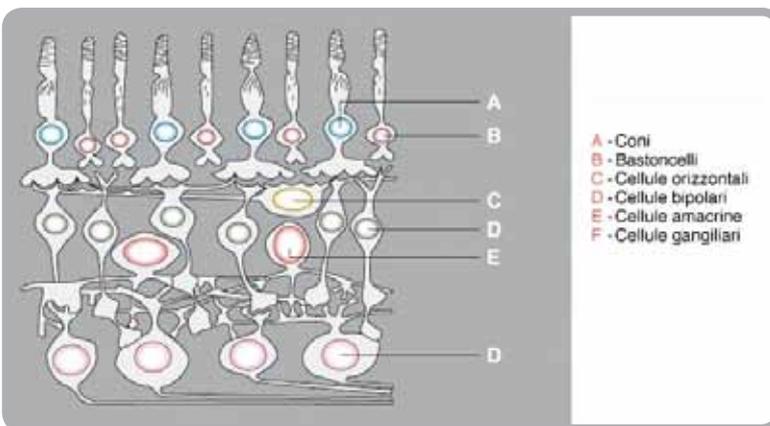


L'apertura da dove entra la luce si chiama **pupilla**, le sue dimensioni vengono regolate dall'iride, vero e proprio diaframma che controlla la quantità di luce che entra nell'occhio.

La luce poi passa dal **cristallino** che è una lente che serve a mettere a fuoco l'immagine, che infine viene proiettata, rimpicciolita e capovolta sulla retina.



Il diametro della pupilla, in presenza di elevati illuminamenti, diminuisce fino ad arrivare ad un diametro minimo di circa 2,5 mm mentre, in presenza di bassi illuminamenti, aumenterà fino a raggiungere un diametro massimo di circa 7,5 mm.



I raggi di luce vengono messi a fuoco grazie a 127 milioni di fotorecettori presenti sulla retina di ciascun occhio e trasformati in segnali elettrici che il nervo ottico provvede a trasmettere alle aree ottiche cerebrali. I fotorecettori sono di due tipi: coni e bastoncelli.

I **coni** sono disposti al centro della retina, nella fovea e sono responsabili della **visione fotopica** o diurna "a colori".

Ogni occhio possiede circa 7 milioni di coni preposti a rilevare i colori.

I **bastoncelli** sono disposti nelle zone

periferiche della retina, rappresentati in circa 120 milioni e sono preposti alla **visione scotopica** o notturna, "in bianco e nero" ed ai movimenti.

Ma ciò che permette una visione tridimensionale e ci aiuta a percepire esattamente la distanza di un oggetto, è il fatto che abbiamo due occhi. Uno di essi infatti, si pone in linea retta con l'oggetto che si guarda e l'altro occhio con un punto di vista leggermente spostato. Le informazioni provenienti dai due occhi vengono inviate capovolte all'area ottica cerebrale che le elabora, le raddrizza e ci dà la visione "**stereoscopica**" dell'ambiente circostante.

### 4.2.5 Colore e mescolanza additiva

La **mescolanza additiva** di due stimoli di colore, nota anche come **sintesi additiva** o **miscela additiva** è la mescolanza di stimoli di colore che:

1. arrivano all'occhio invariati;
2. entrano nell'occhio simultaneamente o in rapida successione;
3. incidono sulla stessa area di retina, anche in forma di mosaico.



L'esempio classico è quello di due fasci di luce colorata (per esempio rossa e verde) proiettati sulla parete bianca di una stanza scura in modo che si sovrappongano. I due stimoli luminosi (quello della luce rossa e quello della luce verde) vengono riflessi dalla parete e giungono simultaneamente e immutati all'occhio, dove incidono sulla stessa area di retina. Dal punto di vista fisico non avviene alcuna interferenza tra i due fasci luminosi (quello rosso e quello verde), ma il sistema visivo percepisce il colore risultante dalla mescolanza dei due stimoli come giallo. Il giallo è, in questo caso, un colore prodotto dalla mescolanza additiva del rosso e del verde.

Di seguito sono riportati degli esempi di mescolanza additiva:



Il fenomeno più eclatante si evidenzia quando si ottiene la **luce bianca** sovrapponendo i **tre colori spettrali** ed il **colore nero** e mescolando i **tre primari pittorici**.

Proiettando su uno schermo bianco la luce ottenuta da tre sorgenti luminose colorate, **rosso, verde, blu** (sintesi additiva), si ottengono per sovrapposizione **tre colori binari** (giallo, violetto, blu-verde) ed **uno ternario** (bianco).

### 4.2.6 Effetti della luce sull'uomo



Circa l'80% di tutte le impressioni sensoriali sono di natura ottica e necessitano della luce come veicolo di informazioni. Ciò dimostra la straordinaria importanza della luce per l'uomo. La luce non solo trasmette attraverso l'occhio le informazioni ai centri della vista che si trovano nell'area ottica del cervello ma influisce altresì sugli organi di regolazione del sistema neurovegetativo, che comanda l'intero ricambio e le funzioni dell'organismo. Si comprende in tal modo perché una buona luce non solo facilita le funzioni del vedere e del riconoscere, ma aumenta anche lo stimolo lavorativo ed il benessere fisico accrescendo la capacità di concentrazione ed evitando la stanchezza precoce. **La maggior capacità di attenzione si traduce in ultima analisi in un minor numero di incidenti lavorativi.** L'effetto stimolante della luce si mostra anche in attività che con questa hanno poco o nulla a che vedere. **È stato possibile dimostrare che**

**una buona luce promuove capacità di attenzione, di pensiero logico nonché sicurezza e velocità nel calcolo.**

Aumentando l'illuminamento da 90 lx a 500 lx è risultato il seguente aumento delle prestazioni:

- capacità di attenzione 15%;
- pensiero logico 9%;
- sicurezza e velocità di calcolo 5%.

Migliorando le condizioni visive e diminuendo di conseguenza l'affaticamento ad esse legato, si ha (a seconda del tipo di lavoro), una notevole diminuzione degli errori e degli scarti.

Questi effetti derivati da una migliore qualità dell'illuminazione comportano in un'azienda un aumento veramente sorprendente delle prestazioni lavorative. L'aumento del livello di illuminamento è particolarmente vantaggioso per le persone meno giovani, poiché la necessità di luce aumenta con l'età.

La differenza nella necessità di luce per la medesima prestazione visiva tra una persona giovane ed una meno giovane è però, con elevati illuminamenti, inferiore che non con bassi livelli. Con una buona illuminazione sussistono condizioni di lavoro equilibrate per giovani e meno giovani. Infatti mentre un soggetto di 60 anni per ottenere la stessa prestazione visiva di un soggetto di 20 anni a 100 lx necessita di un illuminamento doppio, a 900 lx necessita soltanto di un illuminamento di circa il 20% superiore.

## 4.2.7 Illuminazione dei luoghi di lavoro



La luce influisce sui normali meccanismi fisiologici dell'organismo condizionando processi quali il metabolismo, la circolazione sanguigna, il bilancio ormonale. Ciò si traduce in stimolo ad operare attraverso manifestazioni quali:

- maggiore laboriosità;
- spirito d'iniziativa;
- atteggiamento psicologico positivo verso il compito.

Va da sé che una adeguata illuminazione dei luoghi di lavoro oltre a facilitare il compito lavorativo fa sì che quanto assegnato sia portato a termine con minor fatica e con maggior soddisfazione. Di seguito viene riportato un esempio di illuminazione adeguata dei locali di lavoro rispetto al compito svolto dall'operatore.

### VALORI IN LUX PER ALCUNI GENERI DI LAVORO E LOCALI DI LAVORO

> 50LX	Locali di lavoro senza attività manuale o corridoi
>100 LX	Locali di lavoro con attività manuale saltuaria
> 200 LX	Locali di lavoro con posti di lavoro fisso senza esigenze particolari
> 300 LX	Locali di lavoro con attività di media finezza o attività semplici in termini di visibilità
300-750 LX	Settori con postazioni di lavoro VDT
> 500 LX	Locali di lavoro con attività normali in termini di visibilità
>1000 LX	Illuminazione dei singoli posti di lavoro, mediante illuminazione supplementare per lavori molto fini o attività critiche in termini di visibilità
> 1 LX	Illuminazione d'emergenza per i percorsi di sicurezza

D'altro canto una scarsa illuminazione o "cattiva illuminazione" influenzando sui processi fisiologici, sull'attenzione e sulla produttività, si traduce in disturbi visivi quali bruciore oculare, arrossamento, lacrimazione, sensazione di corpo estraneo, che, nel loro insieme, vanno sotto il nome di "astenopia" e in sintomi funzionali quali cefalea, irritabilità, ansia, difficoltà alla concentrazione, fino a quadri conclamati di depressione. Da quanto affermato si evince che una corretta illuminazione degli ambienti di vita ed in particolare dei luoghi di lavoro contribuisce al benessere soggettivo e alla produttività. Ma che caratteristiche devono avere i luoghi di lavoro e soprattutto come si può operare dal punto di vista tecnico e logistico? Abbiamo affermato che con l'aumentare dell'età aumenta anche il fabbisogno di luce di un individuo. In tal senso il compito visivo deve essere facilitato da adeguate caratteristiche tecniche delle attrezzature munite di vdt o comunque dotate di schermi (contrasto, caratteristiche dei caratteri, caratteristiche dei pittogrammi).

### PREVENZIONE PRIMARIA

Si attua con interventi sull'ambiente di lavoro quali:

- aumento del valore di illuminamento;
- aumento del contrasto sugli schermi e sui monitor (display macchine, personal computer);
- aumento delle grandezze dei caratteri sui monitor;
- eliminazione della discriminante dei colori blu e verde nei segnali di allarme o segnalazione.



Sono da evitare:

- l'abbagliamento diretto dovuto a sorgenti e superfici luminose quali finestre o lucernai;
- l'abbagliamento di contrasto tra schermi scuri posti davanti a finestre molto chiare, pannelli segnaletici luminosi in locali scarsamente illuminati;
- l'abbagliamento di riflesso e la riduzione dei contrasti per superfici lucide.

**Esempio di illuminazione di un capannone industriale dato da superfici illuminanti, sia a parete che a soffitto e da illuminazione artificiale.**



### Problemi legati alla presenza di riflessi



La prevenzione, in questo caso si attua utilizzando come fonti di illuminazione paraluci su tubi al neon con protezioni laterali dotati di lamelle orientabili, secondo il fabbisogno della luce, verso il basso o verso l'alto o da entrambi i lati.

Un provvedimento provvisorio può essere rappresentato dalla installazione di pannelli assorbenti o dal montaggio di starter conformi al tipo di tubo neon per limitare gli effetti dell'oscillazione della luce.

**Prevenzione secondaria (rivolta al lavoratore)**

Visita preventiva e periodica rivolta ai lavoratori con introduzione nel protocollo sanitario di accertamenti specialistici oculistici e di test rivolti al rilevamento dei sintomi da stress.

**Strumentazione di misura**

Tutti gli apparecchi di misura fotometrici funzionano tramite un ricettore che trasforma i fotoni (luce) che colpiscono la cellula di un cristallo (di solito in silicio) in corrente elettrica. Il silicio trasforma la luminanza  $L$  in una corrente  $I$  proporzionale.

Purtroppo gli apparecchi di misura hanno una sensibilità differente per rapporto all'occhio umano. La sensibilità massima è situata nella zona dell'infrarosso e di conseguenza devono essere corretti con dei filtri.

L'illuminamento, cioè la densità del flusso luminoso che colpisce una superficie, viene misurato attraverso l'uso del **Luxmetro**.

Il Luxmetro è composto di solito da una parte fissa (corpo strumento) e da una mobile che contiene il sensore vero e proprio costituito generalmente da una fotoresistenza o da un fotodiode.

Nella fase di misurazione si deve tenere conto di condizioni generali quali:

- stato generale dell'impianto di illuminazione;
- stato di manutenzione (pulizia delle lampade);
- età delle lampade e dei corpi illuminanti;
- tipo di lampade e tipo di supporti delle stesse;
- tensione di corrente e frequenza della rete;
- temperatura dell'ambiente nelle vicinanze dei corpi illuminanti.

## 4.2.8 Legislazione e normativa di riferimento

<b>Art. 2087 cod. civ.</b>	“L’imprenditore è tenuto ad adottare, nell’esercizio dell’impresa, le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l’esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l’integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro”.
<b>Titolo II D. Lgs 81/08 Allegato IV punto 1.10</b>	<b>ILLUMINAZIONE GENERALE</b> Gli ambienti, i posti di lavoro ed i passaggi devono essere illuminati con luce naturale o artificiale in modo da assicurare una sufficiente visibilità.
<b>Titolo II D. Lgs 81/08 Allegato IV , 1.10.6</b>	<b>ILLUMINAZIONE PARTICOLARE</b> Nei casi in cui, per le esigenze tecniche di particolari lavorazioni o procedimenti, non sia possibile illuminare adeguatamente gli ambienti, i luoghi ed i posti indicati al punto 1.10.5, si devono adottare adeguate misure dirette ad eliminare i rischi derivanti dalla mancanza e dalla insufficienza della illuminazione.
<b>Titolo II D. Lgs 81/08 Art. 65</b>	<b>DEROGHE PER ESIGENZE TECNICHE</b> È vietato destinare al lavoro locali chiusi sotterranei o semisotterranei. In deroga alle disposizioni di cui sopra, possono essere destinati al lavoro locali chiusi sotterranei o semisotterranei, quando ricorrano particolari esigenze tecniche. In tali casi il datore di lavoro provvede ad assicurare idonee condizioni di aerazione, di illuminazione e di microclima. L’organo di vigilanza può consentire l’uso dei locali chiusi sotterranei o semisotterranei anche per altre lavorazioni per le quali non ricorrono le esigenze tecniche, quando dette lavorazioni non diano luogo ad emissioni di agenti nocivi, sempre che siano rispettate le norme del presente decreto legislativo e si sia provveduto ad assicurare le condizioni di salubrità sopra descritte.
<b>Titolo II D. Lgs 81/08 Allegato IV , 1.10.7</b>	<b>ILLUMINAZIONE SUSSIDIARIA</b> Negli stabilimenti e negli altri luoghi di lavoro devono esistere mezzi di illuminazione sussidiaria da impiegare in caso di necessità. Detti mezzi devono essere tenuti in posti noti al personale, conservati in costante efficienza ed essere adeguati alle condizioni ed alle necessità del loro impiego. Quando siano presenti più di 100 lavoratori e la loro uscita all’aperto in condizioni di oscurità non sia sicura ed agevole, quando l’abbandono imprevedibile ed immediato del governo delle macchine o degli apparecchi sia di pregiudizio per la sicurezza delle persone o degli impianti, quando si lavorino o siano depositate materie esplosive o infiammabili, la illuminazione sussidiaria deve essere fornita con mezzi di sicurezza atti ad entrare immediatamente in funzione in caso di necessità e a garantire un’illuminazione sufficiente per intensità, durata, per numero e distribuzione delle sorgenti luminose, nei luoghi nei quali la mancanza di illuminazione costituirebbe pericolo. Se detti mezzi non sono costruiti in modo da entrare automaticamente in funzione, i dispositivi di accensione devono essere a facile portata di mano e le istruzioni sull’uso dei mezzi stessi devono essere rese manifeste al personale mediante appositi avvisi. L’abbandono dei posti di lavoro e l’uscita all’aperto del personale deve, qualora sia necessario ai fini della sicurezza, essere disposto prima dell’esaurimento delle fonti della illuminazione sussidiaria.
<b>UNI EN 1838</b>	Applicazione dell’illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
<b>UNI 10819</b>	Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso.
<b>UNI 10439</b>	Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato.
<b>UNI 10530</b>	Principi di ergonomia della visione - Sistemi di lavoro e illuminazione.
<b>UNI 10840</b>	Luce e illuminazione - Locali scolastici - Criteri generali per l’illuminazione artificiale e naturale.
<b>UNI 11142</b>	Luce e illuminazione - Fotometri portatili - Caratteristiche prestazionali.
<b>UNI 11165</b>	Luce e illuminazione - Illuminazione di interni - Valuta: dell’abbagliamenti molesto con il metodo UGR.

<b>UNI 12464 - 1 e 2</b>	Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni Parte 2: Posti di lavoro in esterno
<b>UNI 12665</b>	Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici.
<b>UNI EN 13032-1</b>	Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file.
<b>UNI EN 13032-2</b>	Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno.

### 4.2.9 Tabella indici illuminazione e ventilazione luoghi di lavoro

Destinazione/uso	Superficie Pavimentata (sp) (mq)	Superficie finestrata (illuminante)*	Superficie finestrata apribile	Altezza minima	Superficie minima per addetto	Cubatura minima per addetto
<b>Laboratori</b>	< 100	1/8 sp	1/8 sp	3 ml	2 mq	10 mc
	100 – 1000	1/10 sp	1/16 sp			
	> 1000	1/12 sp	1/24 sp			
<b>Uffici</b>	< 100	1/8 sp	1/8 sp	2.70 ml	5 mq	
	> 100	1/10 sp	1/16 sp			

\* A parete: 50% delle aperture se le rimanenti aperture sono lucernai, 25% se sono aperture a shed o a lanterna.

## 4.3 MICROCLIMA

### 4.3.1 Introduzione

Il Microclima è l'insieme dei parametri termici (Temperature, umidità ecc.) che caratterizzano un ambiente generalmente al chiuso, che influiscono sugli scambi termici tra corpo umano ed ambiente. Dagli scambi termici tra uomo e ambiente può scaturire il benessere termico (comfort), un discomfort o un rischio per la salute.

Un lavoratore raggiunge uno stato di benessere termico quando dal punto di vista psico-fisico esprime una certa soddisfazione per l'ambiente termo-igrometrico dove lavora e che corrisponde allo stato di neutralità termica. L'uomo è un essere omeotermico, cioè la temperatura del corpo si mantiene costante ed è pari a  $36,7 \pm 0,3$  °C che corrisponde alla condizione di "neutralità termica" del corpo umano. Se variano le condizioni termiche esterne l'uomo con il suo "sistema di termoregolazione" cerca di adeguarsi mantenendo costante la temperatura del proprio nucleo corporeo, raggiungendo, con un certo sforzo un equilibrio termico con l'ambiente.

### 4.3.2 Definizioni

- **Il Microclima** è l'insieme dei parametri termici (Temperature, umidità ecc.) che caratterizzano un ambiente generalmente al chiuso, che influiscono sugli scambi termici tra corpo umano ed ambiente. Dagli scambi termici tra uomo e ambiente può scaturire il benessere termico (comfort), un discomfort o un rischio per la salute.
- **Rischio da microclima:** è quel rischio correlato alla non correttezza dei parametri termici che caratterizzano un luogo di lavoro generalmente al chiuso (Temperature troppo alte o troppo basse, umidità relativa troppo alta o troppo bassa ecc.). Tale rischio può costituire solo uno stress termico (discomfort termico) oppure può costituire un pericolo immediato per la salute.
- **Ambiente termico moderato:** sono quegli ambienti di lavoro dove lo sforzo che deve compiere il sistema di termoregolazione del corpo umano per adeguarsi alle temperature ambientali è moderato.
- **Ambienti termici severi caldi:** sono quegli ambienti di lavoro nei quali è richiesto un notevole intervento del sistema di termoregolazione del corpo umano per diminuire il calore che potenzialmente si accumula sul corpo, dovuto alle alte temperature dell'ambiente di lavoro (orientativamente  $t_a > 30$  °C).
- **Ambienti termici severi freddi:** sono quegli ambienti di lavoro che richiedono al sistema di termoregolazione un notevole sforzo per limitare l'eccessiva perdita di calore e quindi la eccessiva diminuzione di temperatura del corpo umano, dovuta a temperature ambientali molto basse (orientativamente  $t_a < 10$  °C).

### 4.3.3 Patologie possibili

- **Negli ambienti termici moderati** non si hanno patologie dirette collegate ad un discomfort termico; tuttavia un ambiente lavorativo con condizioni microclimatiche di discomfort può comportare tra l'altro il deterioramento delle condizioni e delle capacità sia fisiche-muscolari che cognitive, diminuendo la capacità di reazione ed aumentando il rischio di infortunio.

Umidità relative fuori dal range  $40\% < U_m < 60\%$  possono causare un aumento crescente di batteri, virus, miceti, acari ecc. con aumento dei rischi di igiene.

- **Negli ambienti termici severi caldi:** in ambienti lavorativi di questo tipo (orientativamente  $t_a > 30$  °C) la temperatura del corpo umano, in particolare del nucleo corporeo, tende a diventare troppo alta discostandosi

dalle condizioni di omeotermia ( $t_n = 36,7 \pm 0,3$  °C). In tal caso il corpo umano attiva dei “meccanismi fisiologici” (il sistema di termoregolazione) cercando di dissipare calore attraverso la vasodilatazione, la sudorazione e la diminuzione di produzione del calore e quindi di diminuire l’accumulo termico. Il corpo umano mette in atto anche dei “meccanismi comportamentali” quali ad esempio il non effettuare movimenti non strettamente necessari, l’adozione di un vestiario più leggero, l’allontanamento dall’ambiente caldo.

Quando però il meccanismo di termoregolazione non riesce più ad adeguarsi alle temperature esterne, smaltendo il calore prodotto dal corpo umano, allora la temperatura del “nucleo” del corpo umano si innalza determinando delle patologie gravi che possono essere anche letali. Le patologie in casi estremi sono:

- instabilità del sistema cardio-circolatorio che può causare le patologie: **edema e collasso cardio-circolatorio** con transitoria anossia cerebrale e con perdita di conoscenza;
- squilibri idro-elettrolitici che possono causare le patologie: **disidratazione e crampi da calore**;
- blocco del sistema di termoregolazione con nascita del **colpo di calore**, caratterizzato da perdita di conoscenza e preceduto da cefalea, vertigini, astenia, incoordinazione motoria e disturbi addominali.

Se la temperatura del “nucleo corporeo” supera i 40,5 °C allora si può manifestare delirio e coma, mentre a 41-42,5 °C iniziano ad essere danneggiati cervello, rene e fegato con emorragie circoscritte e la morte può giungere anche alcuni giorni dopo l’avvenuto colpo di calore.

Altra patologia può esser costituita dalle ustioni da calore radiante.

- **Negli ambienti severi freddi:** a causa delle basse temperature ambientali, se il sistema di termoregolazione del corpo umano non riesce più ad adeguarsi in modo da contenere la perdita di calore e la temperatura del nucleo corporeo scende a valori sotto i 36,7 °C, allora si perviene alla condizione clinica di ipotermia con varie complicazioni cliniche. Si verifica in particolare un “obnubilamento” (annebbiamento) del sistema nervoso centrale ( $T_n = 30-31$  °C), con sonnolenza, riduzione della vigilanza e della capacità decisionale sino alla perdita di coscienza ed il coma, gradualmente con l’abbassamento della temperatura del nucleo. Quando la temperatura del nucleo scende sino a 35 °C compaiono brividi di forte intensità che costituiscono una ulteriore fonte di pericolo per l’individuo in quanto riducono fortemente la capacità di lavoro sia fisica che mentale. L’esposizione a basse temperature superficiali può condurre al congelamento dei tessuti con alterazione delle concentrazioni di sali circolanti, ad esempio del viso, delle mani ecc. con comparsa di fenomeni di stasi venosa e fenomeni trombotici-occlusivi fino nei casi più estremi alla gangrena e alla perdita delle parti congelate.

#### 4.3.4 Riferimenti legislativi

I riferimenti legislativi in tema di microclima fanno capo in primis al D. Lgs. 81/08 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.” ed in particolare:

- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.1 D. Lgs. 81/08 (aerazione dei luoghi di lavoro).**  
Nei luoghi di lavoro al chiuso, è necessario far sì 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 anche ottenuta con impianti di aerazione”.
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.1.2 D. Lgs. 81/08.**  
Se viene utilizzato un impianto di aerazione, esso deve essere sempre mantenuto funzionante. Ogni

eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, quando ciò è necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori.

- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.1.3 D. Lgs. 81/08.**  
Se sono utilizzati impianti di condizionamento dell'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo che i lavoratori non siano esposti a correnti d'aria fastidiosa.
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.1.5 D. Lgs. 81/08.**  
Qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria respirata deve essere eliminato rapidamente".
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.2.1 D. Lgs. 81/08** (temperature dei locali).  
La temperatura dei 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.
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.2.2 D. Lgs. 81/08.**  
"Nel giudizio sulla temperatura adeguata per i lavoratori si deve tener conto della influenza che possono esercitare sopra di essa il grado di umidità ed il movimento dell'aria concomitanti".
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.2.3 D. Lgs. 81/08.**  
"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".
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.2.4 D. Lgs. 81/08.**  
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".
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.2.5 D. Lgs. 81/08.**  
"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".
- **art. 63, Allegato IV punto 1.3.1 D. Lgs. 81/08** (pavimenti, muri, soffitti, finestre e lucernari dei locali scale e marciapiedi mobili, banchine e rampe di carico). "A meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità della lavorazione, è vietato adibire a lavori continuativi 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;
  - b) avere aperture sufficienti per un rapido ricambio d'aria;
  - c) essere ben asciutti e ben difesi contro l'umidità;
  - d) avere le superfici dei pavimenti, delle pareti, dei soffitti tali da poter essere pulite e deterse per ottenere condizioni adeguate di igiene.
- **art. 63, Allegato IV punto 1.9.3.1 D. Lgs. 81/08.**  
"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."
- **art. 68, Titolo II D. Lgs. 81/08** (sanzioni per il datore di lavoro).  
Il datore di lavoro è punito:
  - a) con l'arresto da sei a dodici mesi o con l'ammenda da 4.000 a 16.000 euro per la violazione dell'articolo 66;
  - b) con l'arresto da tre a sei mesi o con l'ammenda da 2.000 a 10.000 euro per la violazione degli articoli 64 e 65, commi 1 e 2;
  - c) con la sanzione amministrativa pecuniaria da 1.000 a 2.500 euro per la violazione dell'articolo 67, commi 1 e 2.

## 4.3.5 Prevenzione: rischi

### 4.3.5.1 RISCHI PER LA SALUTE

Se nell'ambiente di lavoro vi sono ad esempio delle temperature dell'aria troppo alte od eccessivamente basse, poiché si ci allontana dalla "neutralità termica", il sistema di termoregolazione del corpo umano viene messo sotto sforzo. Questo comporta un deterioramento delle capacità sia fisiche-muscolari che cognitive, diminuendo le capacità di reazione e aumentando il rischio di infortunio.

È stato inoltre dimostrato che condizioni di disagio termico comportano una diminuzione anche della produttività.

Spesso negli ambienti di lavoro, sebbene globalmente vi siano temperature ed umidità accettabili, vi può essere un "disagio termico localizzato", che può essere costituito da:

- una corrente d'aria fredda o calda che investe una parte del corpo;
- differenza di temperatura tra testa e caviglie dovuta ad una differenza di temperatura in verticale;
- pavimento troppo freddo o troppo caldo;
- differenza di temperatura ad esempio tra una parete posta a sud della stanza rispetto ad un'altra posta a nord (asimmetria radiante);
- una energia metabolica troppo elevata;
- un abbigliamento troppo o poco pesante;
- ecc.

Il raffrescamento o riscaldamento locale aumentano il senso di disagio termico del lavoratore aumentando i rischi di infortunio.

### 4.3.5.2 PARAMETRI PRINCIPALI CHE INTERVENGONO NEL "BENESSERE TERMICO"

Gli ambienti caratteristici delle aziende metalmeccaniche nella generalità dei casi si possono classificare dal punto di vista termico tra "gli ambienti moderati", ossia quegli ambienti dove non si hanno ad esempio eccessive temperature calde o fredde, e dove il sistema di termoregolazione del corpo umano non deve fare un eccessivo sforzo di adeguamento per raggiungere l'equilibrio termico.

Scopo del datore di lavoro è quello di garantire il benessere termico ed igrometrico dei lavoratori.

I fattori da considerare sono molteplici.

La sola temperatura dell'aria dei locali di lavoro non è da sola sufficiente per giudicare l'adeguatezza o meno delle condizioni ambientali all'organismo ed al tipo di attività che si svolge, ma è necessario valutare altri parametri sia di tipo ambientale sia legati all'attività ed al vestiario:

- temperatura media radiante;
- umidità relativa dell'aria;
- velocità dell'aria;
- dispendio energetico metabolico (sforzo fisico);
- resistenza termica del vestiario.

#### 4.3.5.3 VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA

Per valutare se un ambiente termico sia di benessere per i lavoratori occorre calcolare i cosiddetti "indici sintetici" che la normativa tecnica ci fornisce; tali indici (TEC, TO, WBGT, PMV - PPD ECC.) esprimono in maniera sintetica tutti i parametri sopra indicati e vanno confrontati con gli standard di riferimento.

Per il calcolo di questi indici sono necessarie misure strumentali specifiche effettuate da tecnici competenti dotati di apposita strumentazione.

Il loro impiego è necessario per una valutazione più precisa, in particolari per condizioni di stress o per il controllo di importanti impianti di condizionamento.

Per una corretta valutazione del microclima in ambienti termici moderati è utile riferirsi alla norma tecnica UNI EN ISO 7730 calcolando in particolare gli indici sintetici PMV (Voto medio previsto) e PPD (Percentuale prevista di insoddisfatti) e confrontandoli con i valori di benessere indicati nella stessa norma.

#### 4.3.5.4 CRITERIO DI BENESSERE TERMICO BASATO SULLA TEMPERATURA OPERATIVA TO

In un primo approccio per la valutazione del microclima risulta di facile applicazione il concetto di temperatura operativa  $T_o$ . Essa dipende da diversi parametri (velocità dell'aria, coefficienti di scambio termico convettivi e radiante, temperatura dell'aria e temperatura media radiante  $t_r$ ).

Negli ambienti termici moderati, se la differenza tra la  $T_r$  e la  $T_a$  è  $<4$  C e la velocità dell'aria relativa è  $<0.2$  m/s allora  $T_o$  può essere calcolata come:

$$T_o = \frac{T_a + T_r}{2}$$

$T_o$  = Temperatura operativa

$T_a$  = Temperatura media dell'aria

$T_r$  = Temperatura media radiante (ad esempio la temperatura media radiante delle pareti di un locale al chiuso).

In genere per una attività lavorativa media si intende adeguata una temperatura operativa compresa tra 19-20 °C d'inverno e 23-24 °C d'estate con una umidità compresa tra il 40-60% e velocità dell'aria non superiore a 0,2 m/sec.

Se i locali di lavoro fruiscono di impianto di condizionamento, la temperatura e umidità dell'aria debbono essere mantenute entro i seguenti limiti indicativi:

- **d'inverno:** temperatura interna  $T_a$  18-20 °C  
umidità relativa 40-60%
- **d'estate:** differenza di temperatura tra esterno e interno  $< 7$  °C  
umidità relativa 40-50%

La velocità dell'aria non deve superare 0,2 m/sec.

#### 4.3.5.5 AZIONI DI PREVENZIONE

Il datore di lavoro già in fase di progettazione dell'edificio aziendale deve prevedere un buon isolamento termico dell'edificio e delle superfici vetrate, una sufficiente aerazione naturale tramite, un numero adeguato di finestrate apribili. Tali finestrate non devono essere distribuite da un solo lato dell'edificio ma in ma-

niera omogenea. Vi deve essere inoltre la possibilità di schermare l'irraggiamento solare diretto, mediante dispositivi più o meno oscuranti quali tende alla veneziana, frangisole e pellicole riflettenti.

Qualora gli interventi in fase di progettazione non portino ad un adeguato microclima, per adeguare gli ambienti ad un comfort termico accettabile per i lavoratori è possibile procedere seguendo le seguenti modalità di intervento:

- dotarsi di impianto di condizionamento estivo e di impianto di ventilazione estivo in modo da regolare i parametri temperature ed umidità ambientali conformemente alle normative tecniche;
- aumentare in generale l'umidità ambientale in inverno e diminuire l'umidità ambientale in estate;
- ridurre od aumentare la ventilazione dei locali a secondo del disagio termico dei lavoratori;
- evitare di affollare troppe macchine o personale in pochi locali, ciò aumenterebbe le fonti di calore;
- schermare le superfici calde radianti interne ad esempio le superfici di macchine che riscaldano eccessivamente;
- potenziare l'impianto di riscaldamento e condizionamento;
- adozioni di sistemi di apertura e chiusura dei portoni che riducano al minimo gli scambi termici tra l'esterno e l'interno (porte a barriera/lamina d'aria ecc.), compatibilmente con le esigenze di sicurezza per l'evacuazione in caso di emergenza.
- posizionamento delle postazioni fisse di lavoro a distanza dalle porte che si affacciano su ambienti esterni troppo freddi o troppo caldi ecc.
- Dotazione nei diversi ambienti di termostati o regolatori della velocità dei ventilatori, permettendo ai lavoratori di regolare i parametri microclimatici più vicini alle proprie esigenze.

### 4.3.6 Normativa tecnica

Le norme di buona tecnica che riguardano il microclima sono attualmente:

- **UNI EN ISO 7726: 2001-2002** Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche; Titolo inglese: Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities (ISO 7726:1998);
- **UNI EN ISO 7730:2006** Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale;
- **UNI EN ISO 8996: 2005** Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico;
- **UNI EN ISO 9920:2007** Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza al vapore acqueo dell'abbigliamento;
- **UNI EN ISO 11399: 2001** Ergonomia degli ambienti termici - Principi e applicazione delle relative norme internazionali;
- **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);
- **UNI EN ISO 7933:2005** Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile;
- **UNI EN ISO 11079:2008** Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale;
- **UNI EN ISO 13731:2004** Ergonomia degli ambienti termici - Vocabolario e simboli;

- **UNI EN ISO 15265: 2005** Ergonomia dell'ambiente termico - Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro;
- **UNI EN ISO 12894: 2002** Ergonomia degli ambienti termici - Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi.

### 4.3.7 Prevenzione: valutazione tecnica

Gli ambienti caratteristici delle aziende metalmeccaniche nella generalità dei casi si possono classificare dal punto di vista termico tra "gli ambienti moderati", ossia quegli ambienti dove non si hanno ad esempio eccessive temperature calde o fredde, e dove il sistema di termoregolazione del corpo umano non deve fare un eccessivo sforzo di adeguamento per raggiungere l'equilibrio termico.

Scopo quindi del datore di lavoro è quello di garantire tale benessere termico ed idrometrico dei lavoratori. I fattori da considerare sono molteplici. La sola temperatura dell'aria dei locali di lavoro non è da sola sufficiente per giudicare l'adeguatezza o meno delle condizioni ambientali all'organismo ed al tipo di attività che vi si va a svolgere, ma è necessario valutare altri parametri sia di tipo ambientale sia legati all'attività ed al vestiario:

- temperatura media radiante;
- umidità relativa dell'aria;
- velocità dell'aria;
- dispendio energetico metabolico (sforzo fisico);
- resistenza termica del vestiario.

#### 4.3.7.1 VALUTAZIONE TECNICA DEL MICROCLIMA

*Valutazione del microclima in ambienti termici moderati (in genere caratteristici del settore metalmeccanico).*

Gli ambienti termici moderati sono quegli ambienti, nella generalità dei casi al chiuso caratterizzati come detto da un moderato intervento del sistema di termoregolazione del corpo umano, per raggiungere le condizioni di "neutralità termica" ossia per il mantenimento delle condizioni di omeotermia.

Generalmente gli ambienti termici moderati sono caratterizzati da:

- condizioni termiche ambientali omogenee con bassa variabilità ambientale;
- assenza di rilevanti scambi termici localizzati tra soggetto ed ambiente;
- attività fisica modesta tale da non comportare un metabolismo elevato;
- vestiario utilizzato tra diversi operatori sostanzialmente uguale.

Come si è visto, il corpo umano per raggiungere un certo "benessere termico" o "comfort termico-igrometrico" ha necessità di soddisfare sia il comfort globale che il comfort locale. Infatti sebbene i parametri microclimatici di un ambiente di lavoro siano contenuti nell'intervallo di benessere termo-igrometrico raccomandato, tuttavia può accadere che gli arti o la testa del soggetto siano investiti da una corrente d'aria creando un disagio termico. Quindi oltre a valutare il disagio termico globale è necessario valutare anche possibili disagi termici localizzati. Come predetto, le valutazioni di rischio in questo campo si basano sulla determinazione di alcuni indici microclimatici sintetici che confrontati con valori limite forniti degli standard nazionali ed internazionali (UNI, ISO ASHRAE ACGIH ecc.) ci danno il grado di "stress termico" a cui può essere soggetto un lavoratore. In tal modo è possibile analizzare il microclima dell'ambiente di lavoro e valutare se questo può costituire un discomfort termico oppure un pericolo per la salute.

#### 4.3.7.2 VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA BASATA SUGLI INDICI PMV E PPD

Due indici microclimatici sintetici ormai generalmente accettati, proposti originariamente da uno studioso danese (P.O. Ranger -1970), sono dati dagli indici PMV e PPD.

La formulazione di tali indici nasce da un'ampia indagine empirica condotta su una popolazione abbastanza vasta di circa 1300 persone correlando le loro sensazioni termiche alla variazione dei parametri termici quali la  $T_r$  (Temperatura media radiante),  $t_a$  (temperatura dell'aria),  $v_a$  (velocità relativa dell'aria),  $P_a$  (pressione parziale del vapor d'acqua).

La sensazione termica degli individui è espressa tramite un numero in una scala di valori che va da -3 a +3 cioè:

- +3 molto caldo;
- +2 caldo;
- +1 leggermente caldo;
- 0 neutralità termica;
- 1 leggermente freddo;
- 2 freddo;
- 3 molto freddo.

Imponendo la condizione che le condizioni di benessere termo-igrometriche per il soggetto si verificano quando il soggetto è in equilibrio (equazione degli scambi termici con risultante  $S=0$ ) e che la temperatura cutanea media  $t_{sk}$  e l'energia scambiata per sudorazione  $E_s$  siano funzione del Metabolismo  $M$  secondo le relazioni:

$$t_{sk} = 35,7 - 0,0276M(1-\eta)$$

$$E_s = 0,42(M(1-\eta) - 58,15)$$

si può determinare il carico termico  $CT$  del soggetto e cioè la differenza di potenza termica scambiata tra soggetto e ambiente reale e la potenza termica che cederebbe in condizioni di omeotermia.

Il valore del  $CT$  carico termico viene correlato al PMV (Voto medio previsto) che si identifica con i valori della scala di cui sopra, con la seguente relazione:

$$PMV = CT (0,303 \cdot e^{-0,036M} + 0,0275)$$

Il carico termico  $CT$  tiene conto delle varie combinazioni di Energia Metabolica  $M$ , resistenza termica del vestiario  $I_{cl}$ , temperatura dell'aria, temperatura media radiante, velocità dell'aria ed umidità dell'aria.

Quindi noti che siano i parametri microclimatici ambientali:  $T_r$  (Temperatura media radiante),  $T_a$  (temperatura dell'aria),  $v_a$  (velocità relativa dell'aria),  $P_a$  (pressione parziale del vapor d'acqua), e le caratteristiche soggettive del lavoratore (Metabolismo  $M$  e resistenza di vestiario  $I_{cl}$ ) è possibile determinare il voto medio previsto, ossia PMV, e quindi prevedere il grado di disagio termico o di benessere termico che un determinato gruppo di lavoratori può provare.

Determinato il valore di PMV è possibile determinare statisticamente il numero di persone in percentuale che esprimeranno un sensazione di caldo piuttosto che una sensazione di neutralità oppure sensazione di freddo.

Il numero di persone che in un ambiente termico moderato esprime un certa sensazione termica in percentuale è data dalla relazione (PPD Percentuale prevista di insoddisfatti):

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)}$$

È utile osservare che ponendo  $PMV=0$  si ottiene un indice di PPD 5% e cioè alla condizione di “benessere termico” in una popolazione di lavoratori che lavora in un ambiente termico moderato, esiste comunque una percentuale di lavoratori che sente o caldo o freddo pari al 5%.

La normativa tecnica UNI EN ISO 7730 raccomanda, per raggiungere dei requisiti di benessere, che gli indici microclimatici di cui sopra devono essere mantenuti entro i seguenti intervalli:

$$PPD < 10\% \text{ e } -0,5 < PMV < +0,5$$

Le valutazioni di cui sopra non possono prescindere dalla conoscenza del metabolismo  $M$  associato ad una determinata attività e dalla resistenza termica del vestiario  $I_{cl}$ .

Questi valori al pari degli altri parametri termici influenzano notevolmente l'accettabilità oppure meno di un ambiente termico. Infatti le sensazioni termiche cambiano se si aumenta il metabolismo con una attività più movimentata o se si indossano vestiti più pesanti in estate piuttosto che vestiti più leggeri.

## 4.3.8 Strumenti operativi

### 4.3.8.1 ATTREZZATURA PER MISURAZIONI MICROCLIMATICHE

Il calcolo degli indici microclimatici PPD e PMV viene effettuato in genere con l'ausilio di opportuna apparecchiatura di misura corredata di sonde adeguate e specifiche le cui caratteristiche tecniche sono dettagliate sulla normativa tecnica UNI EN ISO 7726.

In particolare viene utilizzata la seguente attrezzatura:

- **centralina microclimatica:** permette di acquisire i dati rilevati dalle sonde con una certa rata di acquisizione e memoria per registrare i dati. Spesso è dotata mediamente di almeno 8 ingressi per le sonde e cavo per collegamento al PC che dovrà essere dotato di opportuno software per elaborare i dati;
- **globo termometro o Globo di Vernon:** viene utilizzato per la determinazione della temperatura  $t_g$  di globotermometro da cui è possibile dedurre la  $t_{mr}$  temperatura media radiante nota che sia la velocità dell'aria e la temperatura dell'aria;
- **psicrometro:** viene utilizzato per misurare la temperatura dell'aria secca, la temperatura di bulbo umido a ventilazione forzata; da cui si può derivare anche l'umidità relativa oltre ad altre grandezze microclimatiche;
- **anemometro a filo caldo:** permette di misurare la velocità dell'aria;
- **anemometro a filo caldo per la misura dell'intensità della turbolenza:** permette di misurare la deviazione standard della velocità e la velocità media e dal rapporto tra queste due si può calcolare l'intensità di turbolenza dell'aria;
- **sonda termometrica a bulbo umido a ventilazione naturale:** permette di valutare l'indice di WBGT che è un indice microclimatico utilizzato per la valutazione degli ambienti termici severi caldi;
- **radiometro netto per la misura dell'asimmetria radiante:** strumento che permette di misurare la differenza di temperatura tra due facce di un piccolo elemento nero e quindi di determinare l'asimmetria di temperatura media radiante lungo un determinata direzione; essa è un indice del disagio localizzato dovuto a differenze di temperature medie radianti di pareti opposte sia in orizzontale che in verticale.

#### 4.3.8.2 ORGANIZZAZIONE DI SOPRALLUOGO PER VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA



Per effettuare una valutazione del microclima in un determinato ambiente di lavoro è necessario fare una prima indagine preliminare atta ad individuare, anche sulla base di specifiche lamentele del personale (temperature troppo alte, sensazioni di caldo afoso ecc.) gli ambienti di lavoro omogenei dal punto di vista termo-igrometrico e del punto di vista del vestiario ed attività svolta (che ha ripercussioni sul metabolismo M). Successivamente si dovrà classificare l'ambiente di lavoro a seconda se gli ambienti soggetti a valutazione sono ambienti moderati (discomfort termici) oppure ambienti severi caldi o freddi (rischi per la salute). Dopo bisognerà progettare una campagna di misurazioni sia per quanto riguarda il numero congruo di locali da monitorare sia per quanto riguarda la durata delle misurazioni stesse. Bisognerà infatti tenere conto di un buon rapporto tra impiego di personale ed attrezzature e la mole di dati ottimali che effettivamente si può raccogliere, per non avere una quantità di dati che alla fine può apparire spropositata.

Le misure di microclima come tutte le altre tipologie di misure devono essere rappresentative delle condizioni effettive microclimatiche di luoghi che si vanno ad indagare. Una buona campagna di misurazioni può quindi prevedere delle misurazioni effettuate tenendo conto delle seguenti modalità:

- misurazioni su tutti i piani dell'edificio che si va ad indagare;
- misure da effettuare in prossimità delle postazioni di lavoro;
- altezza di misurazione 110 cm 10 cm dal suolo, e comunque ad altezze indicate dalla normativa tecnica secondo il tipo di disagio termico che si va ad indagare;
- misurazioni da effettuare al mattino e al pomeriggio;
- misurazioni da effettuare prima e dopo un intervento di "bonifica termica";
- misurazione da effettuare almeno in estate ed inverno.

## 4.4 ANTINCENDIO

### 4.4.1 Premessa

Le principali novità apportate dal D. Lgs. 81/08 in materia di Antincendio ed Emergenza, riguardano il fronte della Formazione e della Vigilanza. Il D.I. 10/3/98 infatti, in attuazione dell'art.13 del D.Lgs 626/94, in relazione al tipo di attività, al numero dei lavoratori occupati ed ai fattori di rischio, **fornisce i criteri** diretti ad individuare:

1. le misure intese ad evitare l'insorgere di un incendio e a limitarne le conseguenze qualora esso si verifichi;
2. le misure precauzionali di esercizio;
3. i metodi di controllo e manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio;
4. i criteri per la gestione delle emergenze.

Il D. Lgs. 81/08, individua, dal punto di vista "antincendio", a carico del datore di lavoro numerosi obblighi tra i quali si possono citare:

- **art. 15 comma 1 lett. u)**, (Misure generali di tutela): adotta le misure di emergenza in caso di primo soccorso, di lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori e di pericolo grave e immediato;
- **art. 18 comma 1 lett. b)**: designa preventivamente i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di pronto soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza;
- **art. 18 comma 1 lett. h)**: adotta le misure per il controllo per le situazioni di rischio in caso di emergenza e da istruzioni affinché i lavoratori, in caso di pericolo grave, immediato e inevitabile, abbandonino il posto di lavoro o la zona pericolosa;
- **art. 18 comma 1 lett. i)**: informa il più presto possibile i lavoratori esposti al rischio di un pericolo grave e immediato circa il rischio stesso e le disposizioni prese o da prendere in materia di protezione;
- **art. 18 comma 1 lett. t)**: adotta le misure necessarie ai fini della prevenzione incendi e dell'evacuazione dei lavoratori, nonché per il caso di pericolo grave e immediato. Tali misure devono essere adeguate alla natura dell'attività, alle dimensioni dell'azienda ovvero dell'unità produttiva, e al numero delle persone presenti;
- **art. 34**: Svolgimento diretto da parte del datore di lavoro dei compiti di prevenzione e protezione dei rischi.
  - 1) Salvo che nei casi di cui all'articolo 31, comma 6 del D. Lgs. 81/08, il datore di lavoro può svolgere direttamente i compiti propri del servizio di prevenzione e protezione dai rischi, di primo soccorso, nonché di prevenzione incendi e di evacuazione, dandone preventiva informazione al rappresentante dei lavoratori per la sicurezza ed alle condizioni di cui ai commi successivi.
    - b) designa preventivamente i lavoratori incaricati di attuare le misure di cui all'art. 4, comma 5, lettera a);
    - c) informa tutti i lavoratori che possono essere esposti ad un pericolo grave ed immediato circa le misure predisposte ed i comportamenti da adottare;
    - d) programma gli interventi, prende i provvedimenti e dà istruzioni affinché i lavoratori possano, in caso di pericolo grave ed immediato che non può essere evitato, cessare la loro attività, ovvero mettersi al sicuro, abbandonando immediatamente il luogo di lavoro;
    - e) prende i provvedimenti necessari affinché qualsiasi lavoratore, in caso di pericolo grave ed immediato per la propria sicurezza ovvero per quella di altre persone e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, possa prendere le misure adeguate per evitare le conseguenze di tale pericolo, tenendo conto delle sue conoscenze e dei mezzi tecnici disponibili.

- 2) Ai fini delle designazioni di cui sopra, il datore di lavoro tiene conto delle dimensioni dell'azienda ovvero dei rischi specifici dell'azienda ovvero dell'unità produttiva.
  - 3) I lavoratori non possono, se non per giustificato motivo, rifiutare la designazione. Essi devono essere formati, essere in numero sufficiente e disporre di attrezzature adeguate, tenendo conto delle dimensioni ovvero dei rischi specifici dell'azienda ovvero dell'unità produttiva.
  - 4) Il datore di lavoro deve, salvo eccezioni debitamente motivate, astenersi dal chiedere ai lavoratori di riprendere la loro attività in una situazione di lavoro in cui persiste un pericolo grave ed immediato.
- **art. 44. - Diritti dei lavoratori in caso di pericolo grave e immediato**
    1. Il lavoratore che, in caso di pericolo grave, immediato e che non può essere evitato, si allontana dal posto di lavoro o da una zona pericolosa, non può subire pregiudizio alcuno e deve essere protetto da qualsiasi conseguenza dannosa.
    2. Il lavoratore che, in caso di pericolo grave e immediato e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, prende misure per evitare le conseguenze di tale pericolo, non può subire pregiudizio per tale azione, a meno che non abbia commesso una grave negligenza.

Il D. Lgs. 81/08 prevede, fermo restando quanto previsto dal decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139 e dalle disposizioni concernenti la prevenzione incendi, che i Ministri dell'interno, del lavoro e della previdenza sociale, in relazione ai fattori di rischio, adotteranno nel prossimo futuro uno o più decreti nei quali saranno definiti:

- a) i criteri diretti atti ad individuare:
  - 1) misure intese ad evitare l'insorgere di un incendio ed a limitarne le conseguenze qualora esso si verifichi;
  - 2) misure precauzionali di esercizio;
  - 3) metodi di controllo e manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio;
  - 4) criteri per la gestione delle emergenze;
- b) le caratteristiche dello specifico servizio di prevenzione e protezione antincendio, compresi i requisiti del personale addetto e la sua formazione.

Fino all'adozione di tali decreti continueranno ad essere applicati i criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro di cui al decreto del Ministro dell'interno in data 10 marzo 1998.

## 4.4.2 Introduzione

L'incendio è una combustione che si sviluppa in modo incontrollato nel tempo e nello spazio. La combustione è una reazione chimica tra un corpo combustibile e un corpo comburente. I combustibili sono numerosi: legno, carbone, carta, petrolio, gas combustibile, ecc. Il comburente che interviene in un incendio è l'aria o, più precisamente, l'ossigeno presente nell'aria (21% in volume). Il rischio di incendio, quindi, esiste in tutti i locali. Un incendio incontrollato, in alcuni particolari luoghi di lavoro, con attività a rischio elevato, e/o con attrezzature sotto pressione (gas o simili), può far generare una esplosione. L'esplosione è una combustione a propagazione molto rapida con violenta liberazione di energia. Può avvenire solo in presenza di gas, vapori o polveri combustibili di alcune sostanze instabili e fortemente reattive o di materie esplosive. Per prevenire il rischio di incendio o di esplosione è necessario conoscere i rischi propri dell'impresa.

Le cause, che possono provocare un incendio, sono:

- fiamme libere (p.es. operazioni di saldatura);
- particelle incandescenti (brace) provenienti da un focolaio preesistente (p.es: braciere);
- scintille di origine elettrica;
- scintille di origine elettrostatica;
- scintille provocate da un urto o sfregamento;
- superfici e punti caldi;
- innalzamento della temperatura dovuto alla compressione dei gas;
- reazioni chimiche.

I diversi aspetti della combustione sono:

- la combustione lenta: sprigiona un debolissimo calore e si produce senza emissione di luce (caso della ruggine di ferro, p.es.);
- la combustione viva: sprigiona calore e luce; il fuoco può trasformarsi in fiamme, in incandescenza o, più frequentemente, in entrambe.

Nel caso della esplosione, la propagazione può essere velocissima. La liberazione violenta di energia (in un tempo dell'ordine del millesimo di secondo) provoca delle pressioni molto forti che hanno degli effetti distruttivi enormi: deflagrazione con una velocità inferiore a quella del suono, detonazione con una velocità superiore a quella del suono. Le esplosioni si producono in alcune miscele aria-gas infiammabili o aria-materia polverulenta (polvere di mina o grani, p.es.).

### 4.4.3 Effetti sulla salute

- **Dovuti alla fiamma:** il contatto diretto con la fiamma ed il calore da essa irradiato provocano ustioni.
- **Dovuti al calore:** i gas caldi, di combustione e non, da soli possono provocare stress da calore, disidratazione ed edemi.
- **Per la carenza di ossigeno:** la concentrazione dell'ossigeno nell'aria, per effetto della combustione, può scendere sotto il 21% della normalità. Alla diminuzione si associano via via, difficoltà di movimento, abbassamento capacità valutativa, collasso ed asfissia.
- **Per la tossicità:** i gas prodotti in una combustione possono essere tossici sia in relazione ai materiali coinvolti sia in relazione alla quantità di ossigeno presente nel luogo dell'incendio. Al primo posto per numero di vittime è il "famigerato" ossido di carbonio (CO). L'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è un gas asfissiante ad elevate concentrazioni.

Tra gli altri gas più noti per la tossicità si rammentano l'idrogeno solforato, l'acido cianidrico, l'ossido di azoto, l'ammoniaca, l'anidride solforosa, ecc.

- **Dovuti ai fumi:** il termine fumo indica la fase nella quale i gas della combustione "trascinano" particelle solide o liquide che lo rendono opaco. Il fumo produce un effetto irritante degli occhi e delle vie respiratorie, riduce la visibilità con ostacolo per la evacuazione e per l'intervento dei soccorsi.
- **Traumatici:** quando all'incendio è associata una esplosione, le conseguenti onde di pressione possono provocare eventi traumatici nei soggetti esposti.

## 4.4.4 I principi della prevenzione

### RIDURRE I RISCHI

#### Assicurare la salvaguardia delle persone:

- **rispettare** il numero e la dimensione delle uscite di sicurezza regolamentari e controllando che le uscite siano sempre completamente libere;
- **installare** un sistema di allarme sonoro;
- **assicurare** che la resistenza delle strutture al fuoco sia adeguata, permettendo l'evacuazione;
- **scegliere** attrezzature che non possono provocare incendi;
- **limitare**, per quanto possibile, la quantità di materiali e di prodotti infiammabili.

#### Inoltre, nel caso di rischio di esplosione:

- **isolare** i locali a rischio dagli altri locali;
- **controllare** l'atmosfera per restare sempre al di sotto del 25% dei limiti più bassi di esplosione (LIE);
- **evitare** ogni fonte di ignizione (scelta di materiale adatto, misure contro la formazione di elettricità statica...).

### LIMITARE I DANNI:

- **facilitare** l'intervento dei vigili del fuoco (accessi, prese d'acqua...);
- **fornire** i mezzi di prevenzione e antincendio (dispositivi di rilevamento, mezzi di estinzione...);
- **organizzare** la prevenzione incendio sul posto;
- **informare** sistematicamente i lavoratori e i nuovi assunti sui dispositivi di estinzione e di primo soccorso (localizzazione, condizioni d'uso) e svolgere delle esercitazioni periodiche;
- in caso di rischio di esplosione, inoltre, **prevedere** mezzi per scaricare la pressione provocata dall'esplosione.

### Legislazione ulteriore di riferimento (Elenco non esaustivo, a far data dal 1970)

- **D.P.R. 29.7.82, n. 577**, Servizi di prevenzione incendi in materia di "rischi di incidenti rilevanti".
- **D.M. 16 novembre 1983**, Elenco delle attività soggette, nel campo dei rischi di incidenti rilevanti, (omissis), ai sensi dell'art. 19 del D.P.R. 29 luglio 1982, n. 577.
- **L. 10 dicembre 1984, n. 818**, nulla osta provvisorio per le attività esistenti.
- **D.M. 2 agosto 1984**, Norme e specificazioni per la formulazione del rapporto di sicurezza ai fini della prevenzione incendi nelle attività a rischio di incidenti rilevanti di cui al D.M. 16.11.1983.
- **D.M. 11 giugno 1986**, modifiche al D.M. 2 agosto 1984.
- **D.M. n° 37 del 22/01/2008** "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici."
- **Circolare 29/8/1995** - Ministero dell'Interno di chiarimento sugli adempimenti di prevenzione e protezione antincendi.

### 4.4.5 Valutazione e prevenzione rischio incendi e gestione dell'emergenza

Tutte le Aziende devono effettuare una Valutazione del Rischio di Incendio e questa costituisce una specifica sezione del Documento di Valutazione dei Rischi generale, previsto dal D. Lgs. 81/08.

In essa, devono essere riportati:

- le misure di prevenzione incendi;
- la lotta antincendio;
- la gestione delle emergenze;
- i nominativi dei lavoratori incaricati.

**TABELLA ESEMPLIFICATIVA, NON ESAUSTIVA, PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INCENDIO**

COSA VALUTARE	COME VALUTARE
L'azienda, gli ambienti di lavoro, le attività, i depositi, le reti di distribuzione, gli impianti, ecc., rientrano nell'elenco di cui al D.M. 16/2/82.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificare esistenza, conformità e validità del Certificato di Prevenzione incendi (CPI) o eventualmente del Nulla Osta Provvisorio (NOP).</li> </ul>
Modalità di immagazzinamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il deposito di quantitativi significativi di prodotti infiammabili o combustibili viene effettuato in aree specifiche (armadi protetti, zone protette, aree delimitate, ecc.).</li> </ul>
Utilizzazione e travasi di sostanze infiammabili.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il travaso e l'utilizzazione di sostanze infiammabili viene effettuato in ambienti idonei, provvisti di adeguato sistema di ventilazione che impedisce la formazione di atmosfere pericolose (esplosive).</li> </ul>
Possibili fonti di innesco e principio di incendio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le possibili fonti o focolai di innesco incendi (quali impianto elettrico, cariche elettrostatiche, carrelli automotrici, ecc.) sono controllate ed in buono stato di manutenzione.</li> </ul>
Propagazione incendi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenza di idonei sistemi che evitano la possibilità che un incendio, prodotto in una qualsiasi zona del locale, possa propagarsi con facilità al resto dell'edificio o dell'impianto.</li> </ul>
Mezzi e impianti di estinzione.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli estintori portatili o carrellati sono ubicati in posizione facilmente accessibile e visibile, di classe adeguata e di tipo approvato, sono in numero sufficiente (uno ogni 100-250 mq. in funzione della classe di incendio, livello di rischio e del personale addetto al loro uso).</li> <li>• Tutti gli estintori risultano mantenuti in efficienza e controllati (almeno ogni sei mesi) da personale competente e qualificato.</li> <li>• Esistono bocche antincendio, impianti fissi di estinzione, impianti automatici di estinzione, correttamente corredati, per numero e ubicazione, tali da consentire l'intervento in tutte le aree dell'attività (per attività soggette al C.P.I.).</li> <li>• Esistono sistemi di rilevazione e segnalazione automatica incendi (per attività soggette al C.P.I.).</li> </ul>
Controllo e manutenzione delle misure di protezione antincendio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli impianti di protezione antincendio sono mantenuti in condizioni di efficienza (sorveglianza, controllo, manutenzione) da personale competente e qualificato, incaricato dal datore di lavoro.</li> </ul>
Procedure, addestramento e gestione emergenze (piano di emergenza).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vi sono lavoratori formati ed addestrati nell'uso dei mezzi antincendio e incaricati per l'attuazione delle misure di prevenzione incendi, di evacuazione in caso di pericolo grave ed immediato e pronto soccorso.</li> <li>• Le indicazioni sui provvedimenti ed il comportamento, in caso di incendio, sono a conoscenza di tutti i lavoratori.</li> </ul>

#### 4.4.5.1 CLASSIFICAZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO DI INCENDIO

Dalla Valutazione dei Rischi è possibile classificare il livello di rischio di incendio dell'intero luogo di lavoro o di ogni parte di esso (Allegato I, DPR 10.3.98): tale livello può essere **basso, medio o elevato**.

Luoghi di lavoro a rischio di incendio basso:	luoghi di lavoro o parte di essi, in cui sono presenti sostanze a basso tasso di infiammabilità e le condizioni locali e di esercizio offrono scarse possibilità di sviluppo di principi di incendio ed in cui, in caso di incendio, la probabilità di propagazione dello stesso è da ritenersi limitata.
Luoghi di lavoro a rischio di incendio medio:	luoghi di lavoro o parte di essi, in cui sono presenti sostanze infiammabili e/o condizioni locali e/o di esercizio che possono favorire lo sviluppo di incendi, ma nei quali, in caso di incendio, la probabilità di propagazione dello stesso è da ritenersi limitata. Si riportano in allegato IX, esempi di luoghi di lavoro a rischio di incendio medio.
Luoghi di lavoro a rischio di incendio elevato:	luoghi di lavoro o parte di essi, in cui: per presenza di sostanze altamente infiammabili e/o per le condizioni locali e/o di esercizio sussistono notevoli probabilità di sviluppo di incendi e nella fase iniziale sussistono forti probabilità di propagazione delle fiamme, ovvero non è possibile la classificazione come luogo a rischio di incendio basso o medio.

#### 4.4.5.2 LUOGHI A RISCHIO ELEVATO

Tali luoghi comprendono:

- aree dove i processi lavorativi comportano l'utilizzo di sostanze altamente infiammabili (p.e. impianti di verniciatura), o di fiamme libere, o la produzione di notevole calore in presenza di materiali combustibili;
- aree dove c'è deposito o manipolazione di sostanze chimiche che possono, in determinate circostanze, produrre reazioni esotermiche, emanare gas o vapori infiammabili, o reagire con altre sostanze combustibili;
- aree dove vengono depositate o manipolate sostanze esplosive o altamente infiammabili;
- aree dove c'è una notevole quantità di materiali combustibili che sono facilmente incendiabili;
- edifici interamente realizzati con strutture in legno.

#### 4.4.5.3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Altri allegati del DPR 10.3.98 indicano le misure che, una volta effettuata la valutazione, il datore di lavoro deve adottare per:

- ridurre la probabilità di insorgenza di un incendio (Allegato II);
- realizzare le vie e le uscite di emergenza (Allegato III);
- realizzare le misure per segnalare rapidamente l'incendio ed attivare gli allarmi e le procedure di intervento (Allegato IV);
- assicurare l'estinzione (Allegato V);
- garantire l'efficienza dei sistemi di protezione (Allegato VI);
- informare e formare i lavoratori (Allegato VII).

#### 4.4.5.4 CONTROLLO E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI E DELLE ATTREZZATURE ANTINCENDIO

Il controllo e la manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio deve essere effettuato seguendo quanto indicato da:

- leggi e regolamenti;
- norme di buona tecnica;
- istruzioni del fabbricante o dell'installatore.

#### 4.4.5.5 PIANO DI EMERGENZA

Valutati i rischi di incendio, deve essere predisposto un **piano di emergenza** (obbligatorio per le aziende con più di 10 addetti o che devono avere il Certificato Prevenzione Incendi).

#### 4.4.5.6 FORMAZIONE ED INFORMAZIONE ANTINCENDIO ED EMERGENZA AI LAVORATORI

In materia di Antincendio ed Emergenza, il D. Lgs. 81/08 prevede l'informazione ai lavoratori. Tale informazione, però, è di carattere generale ed è quella che deve essere fornita a tutti i lavoratori dipendenti dell'azienda o unità produttiva.

##### 4.4.5.6A OBBLIGHI DI INFORMAZIONE DEL DATORE DI LAVORO

Il datore di lavoro ha l'obbligo di informare tutti i lavoratori che possono essere esposti al rischio di incendio sulle misure e sulle procedure da adottare ed in particolare sui **contenuti del piano di emergenza**, che dovrà essere oggetto di **esercitazioni periodiche** (almeno annuali). Le informazioni sulle misure generali di sicurezza antincendio, le azioni da adottare in caso di incendio e le procedure di evacuazione devono essere fornite anche agli addetti alla manutenzione ed agli appaltatori.

##### 4.4.5.6B CONTENUTI DELL'INFORMAZIONE DEI LAVORATORI

Il datore di lavoro deve provvedere affinché ogni lavoratore riceva una adeguata informazione su:

- rischi di incendio legati all'attività ed alle specifiche mansioni svolte;
- misure di prevenzione e protezione incendi adottate nel luogo di lavoro;
- planimetrie dei luoghi di lavoro ed ubicazione delle vie di uscita;
- nominativi dei lavoratori incaricati di attuare le misure di prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze;
- nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione dell'azienda.

##### 4.4.5.6C MODALITÀ CON LE QUALI DEVONO ESSERE INFORMATI I LAVORATORI

Le informazioni e le istruzioni antincendio possono essere fornite ai lavoratori predisponendo avvisi scritti che riportino le azioni essenziali da attuare in caso di allarme o di incendio. Tali istruzioni, che possono essere integrate con planimetrie indicanti le vie di uscita, devono essere installate in punti opportuni ed essere chiaramente visibili. Qualora necessario gli avvisi devono essere riportati anche in lingue straniere.

#### 4.4.5.6D PROGETTO DI FORMAZIONE

- a) Non è possibile prevedere un progetto formativo che possa adattarsi a realtà molto differenziate, sia per collocazione territoriale, sia per il tipo di attività svolta, sia per il numero di persone interessate (lavoratori, ospiti, ecc.), sia per il materiale impiegato nell'attività lavorativa.
- b) Ogni azienda o unità operativa, quindi, dovrà costruirsi il suo progetto, in relazione alla sua tipologia strutturale ed alla sua attività specifica, definendo ed adottando un adeguato Piano di Emergenza.
- c) Quello che è necessario sottolineare è che **la formazione dovrà essere affiancata da periodiche esercitazioni**, che consentano di tenere sempre a regime le procedure.

#### 4.4.5.6E SQUADRA ANTINCENDIO ED EMERGENZA

Ovviamente più specifica è invece la formazione di coloro che sono chiamati a far parte della Squadra Antincendio ed Emergenza. Il mandato di queste figure, previste dal D. Lgs. 81/08, è esplicitato sia dalla Circolare P1564/4146 che dal D.M. 10.3.98 del Ministero dell'Interno. Si ricorda, innanzitutto, che si tratta, comunque, di addetti ai lavori "non professionisti" (quindi, non Vigili del Fuoco).

Si suggeriscono alcune raccomandazioni:

- a) Questi lavoratori dovranno possedere una qualificazione specificamente tecnica (salvataggio, lotta antincendio, attivazione dei dispositivi di sicurezza).
- b) Dovranno anche essere dotati di particolari requisiti personali, sia in termini di capacità di prendere decisioni rapide e razionali in situazioni di emergenza, che nella direzione di fornire un supporto psicologico-rassicurativo, onde evitare o contenere eventuali situazioni di panico.
- c) Mentre sulle competenze tecniche un'adeguata formazione può essere considerata necessaria e sufficiente, per i secondi requisiti è necessario prevedere, sin dall'inizio, particolari doti caratteriali e personali, sulle quali potranno utilmente innestarsi gli interventi di natura formativa.

Il numero degli addetti antincendio deriva dal numero e dalla complessità delle operazioni da svolgere per attuare il piano di emergenza.

Devono essere designati dal Datore di Lavoro come **lavoratori incaricati** dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi **lotta antincendio** e gestione delle **emergenze**. Questi lavoratori devono **frequentare un corso di formazione** correlato al rischio di incendio (basso - medio - elevato) e al presunto affollamento. L'**allegato IX** del Decreto sopra citato, elenca contenuti minimi e durata di tali corsi.

#### 4.4.5.6F LAVORATORI INCARICATI

Per i luoghi di lavoro con **rischi di incendio più specifici e/o elevati**, i **lavoratori incaricati** dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi lotta antincendio e gestione delle emergenze **devono conseguire l'attestato di idoneità tecnica** (Allegato X del Decreto sopra citato).

**MINISTERO INTERNO: lettera circolare 12 marzo 1997, n. 770/6104 e Note del 30 maggio 1997, n. 1739/6104**

**Direttive sui Corsi di formazione e modalità di accertamento dell'idoneità tecnica del personale incaricato alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze, ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs n. 626/1994**

Per ciò che riguarda l'attestato di idoneità, la legge n. 609/1996 ne prevede il rilascio dai Comandi provinciali VV.F. ai lavoratori che abbiano superato una prova tecnica dopo aver frequentato il corso di formazione su designazione del datore di lavoro (OMISSIS).

## 4.5 SEGNALETICA

### 4.5.1 Riferimenti legislativi

#### D. Lgs. 81/08 - TITOLO , ALLEGATI, XXIV, XXXII, XXXVIII

Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.

#### Art. 161. - Campo di applicazione

Specifica che le disposizioni del presente decreto non si applicano alla segnaletica impiegata per regolare il traffico stradale, ferroviario, fluviale, marittimo ed aereo.

#### Art. 162. - Definizioni

#### Art. 163. - Obblighi del datore di lavoro

Qualora emerga che, anche a seguito della valutazione dei rischi, siano presenti rischi che non possano essere evitati o sufficientemente limitati con misure, metodi, ovvero sistemi di organizzazione del lavoro, o con mezzi tecnici di protezione collettiva, il datore di lavoro ricorrerà alla segnaletica di sicurezza, conformemente alle prescrizioni di cui agli allegati da XXIV a XXXII del D. Lgs. 81/08.

Qualora sia necessario fornire mediante la segnaletica di sicurezza indicazioni relative a situazioni di rischio non considerate negli allegati da XXIV a XXXII, il datore di lavoro, anche in riferimento alle norme di buona tecnica, adotterà le misure necessarie, secondo le particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica.

Il datore di lavoro, al fine di regolare il traffico all'interno dell'impresa o dell'unità produttiva, farà ricorso, se del caso, alla segnaletica prevista dalla legislazione vigente relativa al traffico stradale, ferroviario, fluviale, marittimo o aereo, fatto salvo quanto previsto nell'allegato XXVIII del D. Lgs. 81/08.

#### Art. 164. - Informazione e formazione

Il datore di lavoro provvederà affinché il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza e tutti i lavoratori siano informati delle misure da adottare riguardo alla segnaletica di sicurezza impiegata all'interno dell'impresa ovvero dell'unità produttiva.

Il datore di lavoro dovrà provvedere affinché tutti i lavoratori ricevano una formazione adeguata, in particolare sotto forma di istruzioni precise, che deve avere per oggetto specialmente il significato della segnaletica di sicurezza, soprattutto quando questa implica l'uso di gesti o di parole, nonché i comportamenti generali e specifici da seguire.