



## **ESSECIQUADRO ASSOCIATI SRL**

### **COMUNE DI THIESI**

L.R. 19 DICEMBRE 2023 N. 17 - ALLEGATO 3 - TABELLA L. INVESTIMENTI FINANZIATI DALL'ACCORDO STATO-REGIONE DEL 7.11.2019 (ART. 1, DA COMMA 866 A 873, L. 160/2019). "CONTRIBUTO PER INTERVENTI DI ADEGUAMENTO, RIQUALIFICAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PALAZZETTO DELLO SPORT NEL COMUNE DI THIESI"

CUP: G63I23000130002 - CIG: B50AF083D3

## **PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

### **ALLEGATO 9 – PRIME INDICAZIONI PIANO DI MANUTENZIONE**

Sassari, marzo 2025

Il Committente

Comune di Thiesi

RUP Dott. Ing. Francesco Mario Spanu

Il Tecnico

Arch. Gian Maria Sale

**PIANO PRELIMINARE DI MANUTENZIONE**  
**Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica**

**MANUALE D'USO**

(Articolo 19 dell'Allegato I.7 al D.Lgs 31 marzo 2023, n.36)

**OGGETTO:** Legge Regionale 19 dicembre 2023 n. 17 - Allegato 3 - Tabella L. Investimenti finanziati dall'Accordo Stato-Regione del 7.11.2019 (art. 1, da comma 866 a 873, L. 160/2019). "Contributo per interventi di adeguamento, riqualificazione ed efficientamento energetico del palazzetto dello sport" nel Comune di Thiesi.

**COMMITTENTE:** CUP: G63I23000130002 - CIG: B50AF083D3  
Comune di Thiesi

25/03/2025, Sassari

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Arch. Gian Maria Sale)

## PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **Thiesi**

Provincia di: **Sassari**

OGGETTO: Legge Regionale 19 dicembre 2023 n. 17 - Allegato 3 - Tabella L.  
Investimenti finanziati dall'Accordo Stato-Regione del 7.11.2019 (art. 1, da comma  
866 a 873, L. 160/2019). "Contributo per interventi di adeguamento, riqualificazione  
ed efficientamento energetico del palazzetto dello sport" nel Comune di Thiesi

CUP: G63I23000130002 - CIG: B50AF083D3

### CORPI D'OPERA:

---

- ° 01 Palazzetto dello Sport - Thiesi

## Palazzetto dello Sport - Thiesi

L.R. 19 DICEMBRE 2023 N. 17 - ALLEGATO 3 - TABELLA L. INVESTIMENTI FINANZIATI DALL'ACCORDO STATO-REGIONE DEL 7.11.2019 (ART. 1, DA COMMA 866 A 873, L. 160/2019). "CONTRIBUTO PER INTERVENTI DI ADEGUAMENTO, RIQUALIFICAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PALAZZETTO DELLO SPORT NEL COMUNE DI THIESI"

CUP: G63I23000130002 - CIG: B50AF083D3

### UNITÀ TECNOLOGICHE:

---

- ° 01.01 Impianti sportivi
- ° 01.02 Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali\_Strutture Sportive
- ° 01.03 Impianto solare termico
- ° 01.04 Illuminazione a led
- ° 01.05 Impianto di distribuzione acqua fredda e calda

## Impianti sportivi

Insieme di uno o più spazi destinati ad attività sportive relativi ad una o più discipline che hanno in comune gli spazi ed i servizi annessi per lo svolgimento di tali attività. La scelta dei luoghi per la realizzazione di impianti sportivi deve soddisfare aspetti ed analisi diverse:

- demografiche;
- servizi e trasporti;
- climatici e geologiche;
- economiche e gestionali.

La realizzazione degli impianti sportivi è disciplinata oltre che dalle norme urbanistiche, ambientali e dai regolamenti locali anche da norme emanate degli enti sportivi (Coni e Federazioni sportive) per la parte attinente alle attrezzature sportive, ai campi di gioco e agli altri servizi connessi. Gli impianti sportivi possono suddividersi in base alle diverse categorie agonistiche: sport all'aperto, sport al coperto, sport d'acqua, sport del ghiaccio, sport a cavallo e sport motoristici. All'interno degli impianti sportivi si articolano ulteriori aree funzionali:

- aree per le attività sportive;
- aree per i servizi di supporto;
- aree destinate al pubblico.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

---

- ° 01.01.01 Pavimentazione bituminosa e asfaltoidale
- ° 01.01.02 Attrezzatura da basket
- ° 01.01.03 Attrezzatura da pallavolo
- ° 01.01.04 Segnature

## Pavimentazione bituminosa e asfaltoide

Unità Tecnologica: 01.01

Impianti sportivi

Si tratta di superfici di calpestio sulle quali vengono svolte attività sportive. In particolare la pavimentazione può essere del tipo continua o ad elementi realizzata mediante l'impiego di miscele di bitumi e/o asfalti realizzati con aggregati lapidei o elastomerici con additivi del tipo naturale o sintetico. Possono suddividersi in: pavimentazioni normale e pavimentazioni con materiali elastomerici. Le norme CONI assegnano a questi tipi di pavimentazioni il codice (60).

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Lo svolgimento di attività sportive sui diversi tipi di pavimentazione va fatto anche in considerazione dei livelli d'uso che prevede:

- livello 1: attività non agonistiche;
- livello 2: attività agonistiche non nazionali;
- livello 3: attività agonistiche nazionali.

Il legame atleta-superfici si basa su particolari requisiti prestazionali di quest'ultime in relazione alle azioni meccaniche da essi esercitate. Dal punto di vista manutentivo le operazioni principali interessano: l'integrazione di zone o parti usurate con prodotti analoghi e la rimozione di ostacoli o altri depositi (vegetazione, pietrisco, ecc.). Particolare attenzione va posta nella realizzazione delle pendenze.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Abrasioni superficiali

Abrasioni superficiali dovute all'azione usurante di calzature con suole inadatte al tipo di superficie. Altre cause possono riscontrarsi in seguito al transito e/o a manovre inopportune di automezzi leggeri utilizzati per la manutenzione (carrelli, trattorini tagliaerba, ecc.).

#### 01.01.01.A02 Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei (pietrisco, fogliame, ecc.), di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

#### 01.01.01.A03 Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di piccole parti sotto minime sollecitazioni meccaniche.

#### 01.01.01.A04 Fessurazioni

Presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti.

#### 01.01.01.A05 Macchie

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

#### 01.01.01.A06 Non planarità delle superfici

Non planarità delle superfici riscontrate mediante misure, in diversi punti delle superfici, in senso longitudinale e trasversale a queste.

#### 01.01.01.A07 Pendenze irregolari

Pendenze irregolari delle superfici in uso rispetto ai normali riferimenti di norma con accumulo di acque meteoriche in zone diverse.

#### 01.01.01.A08 Presenza di vegetazione

Presenza ed infiltrazione di vegetazione lungo le superfici e/o pavimentazioni in uso.

#### 01.01.01.A09 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### 01.01.01.A10 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## Attrezzatura da basket

Unità Tecnologica: 01.01

Impianti sportivi

L'attrezzatura basket è formata dai seguenti elementi: segnapunti, canestri, reti, tabelloni, palloni, lavagne basket, nastri adesivi, segnacampo, serie palette, tavoli giudici, panchine, sedie, reti porta palloni, contenitori portapalloni, armadi porta attrezzi, carrelli porta palloni, ecc..

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Controllare periodicamente l'integrità e l'efficienza dell'attrezzatura sportiva. Verificare il grado di usura in relazione alla funzione e all'uso della stessa.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.02.A01 Rottura

Rottura di parti tali da compromettere il corretto funzionamento dell'attrezzatura.

#### 01.01.02.A02 Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie degli elementi.

#### 01.01.02.A03 Lubrificazione inadeguata

Lubrificazione inadeguata dei meccanismi atti ai movimenti.

#### 01.01.02.A04 Posizione errata

Posizione errata degli elementi rispetto in virtù della disciplina sportiva.

#### 01.01.02.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

Elemento Manutenibile: 01.01.03

## Attrezzatura da pallavolo

Unità Tecnologica: 01.01

Impianti sportivi

L'attrezzatura da pallavolo è formata dai seguenti elementi: reti, supporti reti, misuratori di elevazione, spike, ball catcher, pallone con elastici, simulatore di muro, spike catcher, palloni, pedana di salto con cintura, elastici dinamometro, carrelli porta palloni, contenitori porta palloni, armadi porta attrezzi, tenditori, palchetto per arbitro, segnapunti, lavagne, ecc..

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Controllare periodicamente l'integrità e l'efficienza dell'attrezzatura sportiva. Verificare il grado di usura in relazione alla funzione e all'uso della stessa.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.03.A01 Rottura

Rottura di parti tali da compromettere il corretto funzionamento dell'attrezzatura.

#### 01.01.03.A02 Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie degli elementi.

#### 01.01.03.A03 Posizione errata

Posizione errata degli elementi rispetto in virtù della disciplina sportiva.

#### 01.01.03.A04 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

## Segnature

Unità Tecnologica: 01.01

Impianti sportivi

Si tratta di elementi per la segnalazione visiva tracciati sulle superfici sportive per delineare, mediante simbologia e colori convenzionali, aree per lo svolgimento di attività e discipline sportive diverse. Possono essere costituiti da: strati di vernice, strati di polveri di gesso, bande adesive, ecc..

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Provvedere al rifacimento delle segnature lungo le superfici in uso mediante l'impiego di elementi e materiali idonei al tipo di superficie in uso. Esse possono essere ripristinate manualmente e/o mediante l'impiego di attrezzature particolari.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.04.A01 Distacco

Distacco di parti e/o elementi costituenti lungo i percorsi segnati, in seguito ad eventi traumatici di origine esterna.

#### 01.01.04.A02 Mancanza

Mancanza di elementi o parti costituenti lungo i percorsi di delimitazione.

#### 01.01.04.A03 Usura

Usura (decolorazione, perdita di frammenti, ecc.) delle parti costituenti lungo i percorsi segnati.

#### 01.01.04.A04 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.



## Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali\_Strutture Sportive

La qualità dell'aria negli **Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali (strutture sportive, teatri, centri sociali, auditorium, mense, ecc.)**,

si riferisce all'aria interna che si respira negli ambienti confinati. L'inquinamento dell'aria indoor è un importante determinante di salute, influisce negativamente sulla salute della popolazione e sulla produttività.

Le sostanze in grado di alterare la qualità dell'aria indoor sono agenti chimici, fisici e biologici, provengono in parte dall'esterno (inquinamento atmosferico outdoor, pollini) o sono prodotte da fonti interne.

L'inquinamento dell'aria indoor è un problema complesso, multisettoriale e multidisciplinare perché correlato a molteplici fattori:

- gli elementi in dotazione dell'edificio, quali i materiali da costruzione e gli impianti (riscaldamento, condizionamento, ventilazione);
- gli arredi fissi e mobili;
- i rivestimenti (pavimenti, pareti, soffitti);
- i prodotti chimici di largo consumo usati per la manutenzione e la pulizia degli ambienti;
- le modalità d'uso degli spazi interni (stili di vita, strumenti di lavoro, etc.);
- comportamenti degli occupanti.

Gli effetti sanitari correlati all'alterazione della qualità dell'aria indoor (IAQ) costituiscono un fenomeno complesso, perché legati a diversi fattori ambientali e individuali, tra cui:

- tipologia e concentrazione dell'inquinante;
- presenza di sinergie con altri inquinanti;
- tempo di esposizione;
- parametri microclimatici e suscettibilità delle persone esposte.

Gli effetti possono essere acuti, a breve termine, o cronici, a lungo termine.

Gli effetti a breve termine possono presentarsi dopo una singola esposizione o dopo esposizioni ripetute a un singolo inquinante (o miscele di inquinanti), anche a basse concentrazioni.

Generalmente la sintomatologia dura poco tempo e scompare con l'eliminazione della fonte di inquinamento (quando è possibile identificarla). Effetti acuti possono verificarsi in seguito all'esposizione di breve durata a elevate concentrazioni di un inquinante tossico (o più inquinanti), come nel caso di incidenti domestici dovuti a fughe di gas e intossicazione acuta da monossido di Carbonio (CO).

Gli effetti a lungo termine (effetti cronici) si manifestano dopo una esposizione prolungata a livelli di concentrazione anche lievi o dopo esposizioni ripetute. Possono manifestarsi anche dopo anni dall'esposizione. Numerose evidenze dimostrano che l'inquinamento dell'aria indoor può rappresentare un importante cofattore nella genesi delle malattie cardiovascolari e di altre malattie sistemiche e alcuni inquinanti indoor possono contribuire all'aggravamento di patologie preesistenti.

Nel complesso gli effetti sulla salute associati ad una cattiva IAQ possono essere classificati in:

- Malattie associate agli edifici (Building-related illness-BRI);
- Sindrome dell'edificio malato (Sick Building Syndrome);
- Sindrome da sensibilità chimica multipla (Multiple Chemical Sensitivity syndrome-MCS o Intolleranza Idiopatica Ambientale ad Agenti Chimici-IIAAC).

Alcuni individui si presentano particolarmente sensibili all'effetto degli inquinanti. I gruppi di persone che hanno questa particolare sensibilità alle sostanze tossiche sono definiti sottopopolazioni suscettibili, in quanto per loro il rischio espositivo risulta maggiore rispetto al resto della popolazione. Subiscono effetti sulla salute a concentrazioni degli inquinanti relativamente basse o manifestano risposte più gravi rispetto a quelle manifestate dalla popolazione generale.

I gruppi più a rischio per esposizioni a inquinamento indoor sono: bambini, anziani e persone con patologie croniche (malattie cardiache e respiratorie), malattie del sistema immunitario e le persone a basso reddito.

In alcuni casi le sottopopolazioni suscettibili risultano anche le più esposte alle sostanze tossiche. Ad esempio i bambini, gli anziani i malati cronici passano molto tempo negli ambienti confinati e quindi, oltre ad essere più sensibili sono anche più esposti ai rischi presenti in questi ambienti.

I bambini sono più a rischio degli adulti a causa della loro ridotta superficie corporea e perché il loro organismo è ancora in fase di sviluppo, ma anche perché sono soggetti ad un'esposizione potenzialmente più lunga degli adulti agli agenti tossici, considerata la loro aspettativa di vita.

Le esposizioni precoci possono causare danni alla salute già nell'infanzia, ma anche più avanti nel corso della vita o nelle generazioni future. I bambini più piccoli (0-5 anni) sono particolarmente a rischio, soprattutto se appartenenti a classi sociali disagiate, perché risultano più esposti a comportamenti a rischio degli adulti (fumo passivo, cottura di cibi senza sistemi di ventilazione adeguati, inadeguata pulizia degli ambienti ecc.).

Nei ceti più elevati una migliore consapevolezza del problema dell'inquinamento indoor e un più facile accesso all'informazione e al trattamento medico possono agire come fattori protettivi.

L'apparato respiratorio nell'infanzia (in particolare nei primi 6-12 mesi di vita) è particolarmente suscettibile agli effetti tossici di alcuni inquinanti ambientali ed in modo particolare al fumo passivo, detto anche fumo di tabacco ambientale - ETS (Environmental Tobacco Smoke). L'esposizione a ETS, muffe e allergeni domestici (acari della polvere e derivati epiteliali di cane e gatto) rappresentano i principali fattori di rischio per esordio di asma e scarso controllo della malattia in età pediatrica.

Recenti dati dell'OMS evidenziano che nelle mura domestiche più della metà dei bambini europei sono regolarmente esposti al fumo passivo. Inoltre, almeno il 15% dei bambini e degli adolescenti vivono in case molto umide e in condizioni microclimatiche che contribuiscono allo sviluppo e peggioramento delle crisi asmatiche (OMS 2009).

Le Malattie associate agli edifici o building- related illness (BRI) comprendono quadri patologici specifici, caratterizzati da una specifica etiologia (agente biologico o fisico o chimico).

Solitamente interessano una quota limitata degli occupanti di un determinato edificio e gli effetti sono a carico di:

- apparato respiratorio;
- apparato cardiovascolare;
- cute e mucose esposte;
- sistema nervoso;
- sistema immunologico.

Tra le patologie determinate dall'esposizione ad agenti indoor, le forme più frequenti sono quelle che comprendono quadri clinici caratterizzati da effetti irritativi a carico della cute e effetti neurosensoriali che causano condizioni di malessere, diminuzione del comfort degli occupanti e percezione negativa della qualità dell'aria.

L'esposizione della cute o delle mucose di occhio, naso e gola a inquinanti aerodispersi può causare manifestazioni irritative a carico della cute nella sede di contatto.

I principali composti chimici responsabili di reazioni irritative sono: formaldeide e altre aldeidi, composti organici volatili (COV) e sostanze presenti nel fumo di tabacco ambientale, fibre minerali artificiali.

L'intensità della risposta dell'organismo all'effetto irritante dipende anche da alcuni parametri microclimatici, quali temperatura ed umidità. Stime dell'OMS indicano che effetti sensoriali primari o secondari, espressione di disagio, si rilevano nei soggetti che risiedono nel 30% di tutte le nuove costruzioni.

Si tratta di edifici moderni, dotati di ventilazione artificiale e di condizionamento dell'aria. Esempi di tali effetti di una certa rilevanza sono assenteismo, conflittualità, decremento della produttività. Sono legati alla presenza di inquinanti di varia natura (fisica, chimica e biologica) e/o all'alterazione dei parametri microclimatici.

Comfort ambientale e benessere termico

Il microclima assieme all'inquinamento chimico incide in maniera significativa sulla qualità degli ambienti indoor, influenzando significativamente il comfort ambientale e il benessere termico delle persone.

Una temperatura ambientale eccessiva, può associarsi ad un maggiore affaticamento sia fisico che mentale e può causare un'eccessiva perdita di liquidi dal corpo (soprattutto attraverso la sudorazione) con conseguente comparsa di sintomi aspecifici (cefalea, scarsa capacità di concentrazione ecc).

E' dimostrato che incrementi eccessivi di temperatura ambientale (associata a incrementi di umidità), come nel corso di un'ondata di calore, possono causare effetti sulla salute che comprendono sintomi che non arrivano all'attenzione clinica (ad esempio riduzione delle capacità fisiche e psichiche) fino ad effetti più gravi che possono determinare il ricorso al pronto soccorso, il ricovero in ospedale o causare la morte di sottogruppi più suscettibili, quali: anziani, malati cronici, neonati e bambini (0-4 anni).

Senza dubbio l'uso di aria condizionata è un fattore protettivo per questi sottogruppi di popolazione, tuttavia incrementare l'uso di questi impianti determina a sua volta un incremento dei consumi di energia e di emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

Risulta importante rafforzare la capacità di prevenzione dei rischi per la salute in tutte le politiche di settore:

- politiche relative a progettazione, costruzione e manutenzione degli edifici (IAQ Standard e valori guida/Standard ventilazione, ecc );
- politiche materiali per l'edilizia e arredo;
- politiche sicurezza prodotti chimici di largo consumo;
- politiche per il miglioramento del contesto ambientale;
- politiche che incidono sul risparmio energetico e promuovano l'uso di energia pulita;

Inoltre è necessario sviluppare politiche generali per incidere sui comportamenti degli "occupanti" con Campagne di informazione e comunicazione.

## **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

° 01.02.01 Ambiente Spazi per le attività sportive

## Ambiente Spazi per le attività sportive

Unità Tecnologica: 01.02

**Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o  
Sociali \_ Strutture Sportive**

Si tratta di spazi organizzati in prossimità dell'ambiente principale per lo svolgimento di corsi e/o discipline diverse.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Per garantire i livelli minimi di salubrità riferiti all'aria indoor dell'ambiente confinato, assicurarsi che lo stesso abbia un efficace ricircolo dell'aria, oltre a una filtrazione della stessa, l'ottimizzazione e la regolamentazione dei flussi/fruitori. Controllare inoltre i valori della temperatura e dell'umidità interna.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.02.01.A01 Presenza di Agenti Chimici: monossido di carbonio (CO)

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Il monossido di carbonio assume particolare rilevanza tra gli inquinanti prodotti dalla combustione. E' un gas tossico, incolore, inodore, insapore e non irritante che, senza ventilazione adeguata, può raggiungere concentrazioni elevate. Si produce per combustione incompleta di qualsiasi materiale organico, in presenza di scarso contenuto di ossigeno nell'ambiente. Per le sue caratteristiche può essere inalato in modo subdolo ed impercettibile, fino a raggiungere nell'organismo concentrazioni letali. Il CO presente nell'aria degli ambienti confinati proviene principalmente dal fumo di tabacco e da fonti di combustione non dotate di idonea aspirazione (radiator portatili a kerosene e a gas, caldaie, scaldabagni, caminetti e stufe a legna o a gas). Il monossido di carbonio può anche provenire dall'esterno quando il locale si trova annesso ad un garage o ad un'autofficina o in prossimità di strade con intenso traffico veicolare. Nelle abitazioni, in condizioni normali, i livelli sono compresi tra 1,5 e 4,5 mg/m<sup>3</sup>. In presenza di processi di combustione, quali sistemi di riscaldamento e di cottura o di fumo di tabacco, e inadeguata ventilazione, le concentrazioni interne possono superare quelle esterne e raggiungere livelli sino a 60 mg/m<sup>3</sup>. Durante l'inverno nelle abitazioni possono verificarsi concentrazioni superiori a quelle esterne e livelli di inquinamento elevati si riscontrano più frequentemente in edifici vecchi, specie se abitati da famiglie a basso reddito.

Il monossido di carbonio (CO) inalato si lega con l'emoglobina, una proteina presente a livello dei globuli rossi e deputata al trasporto dell'ossigeno, formando la carbossiemoglobina (COHb). Tale legame è molto più stabile (circa 200-300 volte) di quello formato tra emoglobina ed ossigeno, in questo modo il CO impedisce il normale trasporto dell'ossigeno ai tessuti periferici, determinando effetti tossicologici di diversa entità. Per concentrazioni ambientali di CO inferiori a 5 mg/m<sup>3</sup>, corrispondenti a concentrazioni di COHb inferiori al 3%, non si hanno effetti apprezzabili sulla salute, negli individui sani, mentre in pazienti con affezioni cardiache, anche basse concentrazioni possono provocare una crisi anginosa. A concentrazioni maggiori si verificano cefalea, confusione, disorientamento, capogiri, visione alterata e nausea. Concentrazioni particolarmente elevate possono causare coma e morte per asfissia. La severità delle manifestazioni cliniche da intossicazione da CO dipende dalla sua concentrazione nell'aria inspirata, dalla durata dell'esposizione e dalle condizioni di salute delle persone coinvolte. Particolarmente suscettibili sono gli anziani, le persone con affezioni dell'apparato cardiovascolare e respiratorio, le donne in stato di gravidanza, i neonati ed i bambini in genere. Circa l'80% dei casi di avvelenamento da CO rilevati dai Pronto Soccorso, si verifica tra le mura domestiche. In Italia le statistiche ufficiali più recenti riportano 500-600 morti l'anno, di cui circa i 2/3 per intossicazione volontaria. Tali cifre sicuramente sottostimano la vera entità del fenomeno poiché molti casi di intossicazione, soprattutto quelli accidentali o i casi non mortali, non vengono correttamente diagnosticati e registrati. Molto si è discusso sull'esistenza di un quadro di intossicazione cronica da CO. In alcuni soggetti esposti per lungo tempo all'assorbimento di piccole quantità dell'inquinante, è stata descritta una sintomatologia caratterizzata da astenia, cefalea, vertigini, nevriti, sindromi parkinsoniane ed epilettiche, aritmie, crisi anginose.

La corretta informazione della popolazione generale sulla pericolosità del monossido di carbonio rappresenta il punto centrale nella prevenzione degli effetti dannosi causati da questo pericoloso agente tossico, soprattutto nei periodi a maggiore rischio, come durante i mesi invernali.

- Gli impianti di riscaldamento devono essere sottoposti ad una regolare manutenzione da parte di personale specializzato.

- I motori degli autoveicoli vanno tenuti spenti negli spazi chiusi.

- I sistemi di cottura, progettati per l'utilizzo all'aria aperta non devono essere usati all'interno di spazi chiusi.
- L'uso di apparecchiature rivelatrici della presenza di CO può essere incoraggiato, ma non deve essere considerato una alternativa ad una appropriata manutenzione degli impianti.
- La classe medica deve essere sensibilizzata in modo particolare al problema, affinché nella diagnosi etiologica non trascuri di valutare il monossido di carbonio come probabile agente eziologico in presenza di quadri clinici compatibili.

La progettazione, la installazione, la manutenzione ed il collaudo del sistema di combustione devono rispettare quanto previsto dalle disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di sicurezza degli impianti ed in particolare il Decreto 22 gennaio 2008, n. 37, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU Serie Generale n.61 del 12-3-2008), come pure le norme tecniche di sicurezza dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). I soggetti abilitati rilasciano al committente idonea dichiarazione della messa in opera, secondo "le regole dell'arte" e di conformità degli impianti alla normativa vigente.

#### **01.02.01.A02 Presenza di Agenti Chimici: biossido di azoto (NO2)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Il biossido d'azoto (un tipico inquinante dell'aria esterna, originato prevalentemente dal traffico veicolare) è tra gli inquinanti più comuni dell'aria indoor, specialmente in Italia, dove sussiste un uso pressoché esclusivo di gas, sia per il riscaldamento, sia per cucinare. L'esposizione a questo composto può risultare, in assenza di adeguata ventilazione, anche superiore a quella dell'aria esterna.

Le principali fonti sono costituite da radiatori a cherosene, da stufe e radiatori a gas privi di scarico e dal fumo di tabacco. Nelle abitazioni si riscontrano generalmente concentrazioni inferiori a 0,1 mg/m<sup>3</sup>, tuttavia si possono verificare livelli più elevati (superiori a 0,2 mg/m<sup>3</sup>), soprattutto durante la cottura di cibi con stufe a gas o durante l'uso di stufe a cherosene.

Il biossido di azoto ha un odore pungente e può provocare irritazione oculare, nasale o a carico della gola e tosse. Alterazioni della funzionalità respiratoria si possono verificare in soggetti sensibili, quali bambini, persone asmatiche o affette da bronchite cronica. Una sintomatologia precoce a carico delle prime vie aeree in soggetti con patologia polmonare può manifestarsi a partire da concentrazioni pari a 0,2 mg/m<sup>3</sup>.

Per ridurre l'esposizione possono essere applicati alcuni accorgimenti:

- I dispositivi a gas devono essere regolarmente controllati
- Il locale cucina deve essere ben ventilato
- quando si cucina usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno, quando si cucina
- far controllare e pulire regolarmente da personale esperto di sistemi di riscaldamento caldaie, canne fumarie e camini
- non fumare negli ambienti chiusi
- far eseguire periodicamente, da tecnici specializzati, la manutenzione dei sistemi di ventilazione.

#### **01.02.01.A03 Presenza di Agenti Chimici: biossido di zolfo (SO2)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Gli ossidi di zolfo comprendono l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e l'anidride solforica (SO<sub>3</sub>) che reagendo con l'acqua genera acido solforico. Negli ambienti indoor, in assenza di sorgenti interne, la presenza degli ossidi di zolfo in genere è dovuta all'ingresso dell'aria outdoor. Le principali fonti indoor sono costituite da radiatori a cherosene, da stufe e radiatori a gas privi di scarico esterno e dal fumo di tabacco.

Queste sostanze producono gli stessi effetti biologici e sanitari degli ossidi di azoto. A basse concentrazioni gli effetti del biossido di zolfo sono principalmente legati a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma e tracheiti e a irritazioni della pelle, degli occhi e delle mucose.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso di uso di combustibili negli ambienti confinati avendo cura di provvedere alla adeguata ventilazione degli ambienti e ad un'efficiente evacuazione dei fumi.

#### **01.02.01.A04 Presenza di Agenti Chimici: composti organici volatili (VOC)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Appartengono a questa classe numerosi composti chimici quali idrocarburi alifatici, aromatici e clorurati, aldeidi, terpeni, alcoli, esteri e chetoni. Tra questi i più diffusi negli edifici residenziali sono il limonene, il toluene, ma il più importante da un punto di vista tossicologico e mutageno è la formaldeide. In base al comma 11, art.268 del DLgs152/2006, vengono definiti COV, qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K (20°C) una pressione di vapore di 0,01 KPa superiore. Varie sono le sorgenti di inquinamento di Composti Organici Volatili (COV) nell'aria degli ambienti indoor: gli "occupanti" attraverso la respirazione e la superficie corporea, i prodotti cosmetici o deodoranti, i dispositivi di riscaldamento, i materiali di pulizia e prodotti vari (es. colle, adesivi, solventi, vernici,), abiti trattati recentemente in lavanderie, il fumo di sigaretta e strumenti di lavoro, quali stampanti e fotocopiatrici.

Altre importanti fonti di inquinamento sono i materiali da costruzione e gli arredi (es. mobili, moquette, rivestimenti) che possono determinare emissioni continue durature nel tempo (settimane o mesi). Elevate concentrazioni di COV sono riscontrabili, specialmente, nei periodi immediatamente successivi alla posa dei vari materiali o alla installazione degli arredi. L'emissione di COV è più alta all'inizio della vita del prodotto e tende a diminuire notevolmente in tempi abbastanza brevi (da una settimana per vernici e adesivi, a sei mesi per altri composti chimici). Fa eccezione la formaldeide, che tende a presentare rilasci relativamente costanti per molti anni. Infine, un'errata collocazione delle prese d'aria in prossimità di aree ad elevato inquinamento (es. vie ad alto traffico, parcheggio sotterraneo, autofficina) può determinare una importante penetrazione di COV dall'esterno.

I COV possono essere causa di una vasta gamma di effetti che vanno dal disagio sensoriale fino a gravi alterazioni dello stato di salute; ad alte concentrazioni negli ambienti interni, possono causare effetti a carico di numerosi organi o apparati, in particolare a carico del sistema nervoso centrale. Alcuni di essi sono riconosciuti cancerogeni per l'uomo (benzene) o per l'animale (tetracloruro di carbonio, cloroformio, tricloroetilene, tetracloroetilene).

E' stato ipotizzato che l'inquinamento indoor da COV possa costituire un rischio cancerogeno per i soggetti che trascorrono molto tempo in ambienti confinati, anche se l'insufficiente caratterizzazione di tale inquinamento rende queste valutazioni non ancora conclusive.

I livelli dei COV presenti negli ambienti interni si possono controllare effettuando un'accurata scelta dei materiali da costruzione e da arredo e dei prodotti utilizzati per la pulizia. I progettisti, gli architetti, nonché i responsabili della manutenzione, devono prediligere prodotti certificati, che rispettino il requisito igiene salute e ambiente e mantenersi aggiornati sulle nuove disponibilità.

In particolare si raccomanda di:

- Ridurre al minimo l'uso di materiali contenenti COV (cosmetici, deodoranti, materiali di pulizia, colle, adesivi, solventi, vernici).
- Utilizzare, quando possibile, vernici a base di acqua.
- Utilizzare il meno possibile le colle per fissare la moquette al pavimento, eventualmente prendendo in considerazione soluzioni alternative.
- Ventilare adeguatamente i locali quando vi sono possibili sorgenti di VOC (materiali contenenti COV, abiti trattati recentemente in lavanderie, fumo di sigaretta, stampanti, fotocopiatrici) e durante e subito dopo la posa di materiali di costruzione e gli arredi (es. mobili, moquette, rivestimenti).
- Mantenere, comunque, gli ambienti sempre ben ventilati.
- Non fumare negli ambienti chiusi.
- Mantenere i dispositivi di riscaldamento regolarmente controllati.
- Usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno quando si cucina.
- Effettuare il regolare controllo e pulizia da parte di personale esperto dei sistemi di riscaldamento (caldaie, canne fumarie, camini).
- Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri, regolarmente controllati.

#### **01.02.01.A05 Presenza di Agenti Chimici: formaldeide (CH<sub>2</sub>O)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

La formaldeide è un composto organico in fase di vapore, caratterizzato da un odore pungente. Oltre a essere un prodotto della combustione (fumo di tabacco e altre fonti di combustione), è anche emesso da resine urea-formaldeide usate per l'isolamento (cosiddette UFFI) e da resine usate per truciolato e compensato di legno, per tappezzerie, moquette, tendaggi e altri tessuti sottoposti a trattamenti anti piega e per altro materiale da arredamento. Nelle abitazioni i livelli sono generalmente compresi tra 0,01 e 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo composto i livelli indoor sono generalmente superiori rispetto a quelli outdoor.

Negli ambienti indoor i livelli sono generalmente compresi tra 10 e 50 µg/m<sup>3</sup>. Le maggiori concentrazioni si possono osservare in case prefabbricate, dopo interventi edilizi ed in locali con recente posa di mobili in truciolato, parquet o moquette.

##### **Effetti sulla salute**

La formaldeide causa irritazione oculare, nasale e a carico della gola, starnuti, tosse, affaticamento e eritema cutaneo; soggetti suscettibili o immunologicamente sensibilizzati alla formaldeide possono avere però reazioni avverse anche a concentrazioni inferiori. Le concentrazioni di formaldeide rilevate nelle abitazioni possono essere dell'ordine di quelle che provocano irritazione delle vie aeree e delle mucose, particolarmente dopo interventi edilizi o installazioni di nuovi mobili o arredi.

La formaldeide è fortemente sospettata di essere uno degli agenti maggiormente implicati nella Sindrome dell'edificio malato (Sick Building Syndrome), tanto da essere utilizzata come unità di riferimento per esprimere la contaminazione di un ambiente indoor da una miscela di sostanze non risolubili. Nel 2004 la formaldeide è stata indicata dallo IARC tra i composti del gruppo I (cancerogeni certi). Essendo un agente con probabile azione cancerogena è raccomandabile un livello di concentrazione il più basso possibile. L'OMS ha fissato un valore guida pari a 0,1 mg/m<sup>3</sup> (media su 30 minuti).

Misure per ridurre l'esposizione

- Eliminare o limitare, dove possibile, l'impiego di materiali contenenti formaldeide (tappezzerie, moquette, mobili in truciolato etc..).
- Utilizzare prodotti a basso contenuto di formaldeide; ad esempio utilizzare prodotti a base di legno truciolare a minor emissione che contengono resine fenoliche, non a base di ureaformaldeide.
- Aumentare la ventilazione, particolarmente dopo aver introdotto nuove fonti di formaldeide nell'ambiente confinato.
- Utilizzare dispositivi di condizionamento dell'aria o deumidificatori per mantenere moderata la temperatura e ridurre i livelli di umidità (infatti il rilascio di formaldeide è tanto più elevato quanto più alte sono la temperatura e l'umidità).

Normativa

Nella Circolare del Ministero della Sanità n. 57 del 22 giugno 1983 "Usi della formaldeide - Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego", viene riportato un limite massimo di esposizione di 0,1 ppm (124 µg/m<sup>3</sup>) negli ambienti di vita e di soggiorno in via sperimentale e provvisoria. Orientamento confermato nel decreto del 10 ottobre 2008 "Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno". Per quanto riguarda le metodiche da utilizzare per le misurazioni delle concentrazioni, il decreto del 2008 riporta i riferimenti dei metodi UNI ovvero: UNI EN 717-1:2004 Pannelli a base di legno. Determinazione del rilascio di formaldeide con il metodo di camera; UNI EN 717-2: 1996 corretta nel 2004 Pannelli a base di legno. Determinazione del rilascio di formaldeide con il metodo dell'analisi dei gas.

#### **01.02.01.A06 Presenza di Agenti Chimici: benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Si tratta di un composto organico volatile diffusamente presente, la cui principale sorgente nell'aria esterna è costituita dalla benzina per autoveicoli. Negli ambienti indoor il benzene può essere emesso dal fumo di sigaretta e da vari prodotti eventualmente contaminati (es. colle, adesivi, solventi, vernici). Importanti concentrazioni di benzene sono riscontrabili in particolare nei periodi immediatamente successivi alla posa dei vari materiali. Un'errata collocazione delle prese d'aria in prossimità di aree ad elevato inquinamento (es. vie ad alto traffico, parcheggio sotterraneo, autofficina) può determinare una importante penetrazione di benzene dall'esterno. Nelle abitazioni senza fumatori sono generalmente rilevati livelli inferiori a 0,01 mg/m<sup>3</sup>, mentre in quelle con fumatori sono presenti livelli generalmente superiori (0,01-0,02 mg/m<sup>3</sup>).

Effetti sulla salute

Il benzene è un riconosciuto agente cancerogeno per l'uomo, potendo causare, in particolare, leucemie. È stato ipotizzato che l'inquinamento indoor da benzene possa costituire un significativo rischio cancerogeno per i soggetti che trascorrono molto tempo in ambienti confinati, anche se l'insufficiente caratterizzazione di tale inquinamento rende questa valutazione non ancora conclusiva.

Misure per ridurre l'esposizione

- Non utilizzare materiali contenenti benzene.
  - Non fumare negli ambienti chiusi.
  - Ridurre al minimo l'uso di materiali che possono contenere benzene (colle, adesivi, solventi, vernici).
  - Ventilare adeguatamente i locali quando vi sono possibili sorgenti di benzene e particolarmente durante e subito dopo la posa di materiali di costruzione e rivestimenti.
  - Mantenere ambienti sempre ben ventilati.
  - Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri e regolarmente controllati.
- Il benzene è un agente cancerogeno si raccomanda di mantenere il livello di concentrazione il più basso possibile.

Normativa

Non può essere raccomandato nessun livello sicuro di esposizione al benzene. Per l'aria atmosferica esterna esiste come riferimento normativo il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in recepimento della Direttiva sulla Qualità dell'Aria Ambiente e Aria più Pulita per l'Europa n. 50/2008 del 21 maggio 2008, fissa i valori limite e gli obiettivi di qualità per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, particolato PM<sub>10</sub>, particolato PM<sub>2.5</sub> e ozono.

#### **01.02.01.A07 Presenza di Agenti Chimici: idrocarburi aromatici policiclici (IPA)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o

provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Gli idrocarburi aromatici policiclici (IPA) sono un ampio gruppo di composti organici, per lo più non volatili, che nell'aria indoor si trovano in parte in fase di vapore e in parte adsorbiti su particolato. Le sorgenti principali sono le fonti di combustione, quali caldaie a cherosene, camini a legna e il fumo di sigaretta. Importanti emissioni di IPA si hanno in occasione di cottura di cibi alla griglia.

#### Effetti sulla salute

Gli IPA sono un gruppo di sostanze tra le quali diverse sono risultate dotate di attività cancerogena/ mutagena. In particolare possono provocare tumori cutanei per contatto e tumori polmonari per via respiratoria. Essendo una classe di composti contenenti agenti cancerogeni si raccomanda di mantenere il livello di concentrazione il più basso possibile.

#### Misure per ridurre l'esposizione

- Limitare la cottura di cibi alla griglia negli ambienti chiusi.
- Dotare stufe, camini e grill di adeguate prese d'aria per una buona combustione.
- Mantenere una adeguata ventilazione dei luoghi dove vi sono in uso stufe, camini e grill.
- Assicurare un buon funzionamento ed un regolare controllo delle cappe.
- Se possibile, installare un sistema di ventilazione meccanica per ricambiare l'aria nell'abitazione.
- Eliminare il fumo negli ambienti confinati.

#### Normativa

Per l'aria atmosferica esterna esiste come riferimento normativo il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in recepimento della Direttiva sulla Qualità dell'Aria Ambiente e Aria più Pulita per l'Europa n. 50/2008 del 21 maggio 2008.

### **01.02.01.A08 Presenza di Agenti Chimici: ozono (O3)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

L'ozono è un gas composto da molecole instabili con un odore pungente e dotato di grande reattività. Viene prodotto in atmosfera dalla reazione tra ossidi di azoto, composti organici volatili e raggi solari. In genere, la quota proveniente dall'esterno rappresenta la maggior parte dell'ozono presente in un ambiente confinato, tuttavia, nelle abitazioni può essere emesso in maniera significativa da strumenti elettrici ad alto voltaggio, quali motori elettrici, stampanti laser e fax, da apparecchi che producono raggi ultravioletti, da filtri elettronici per pulire l'aria, non correttamente installati e senza una adeguata manutenzione.

In ambiente esterno, le principali sorgenti di particolato sono sia di origine naturale (suolo, sospensioni marine, emissioni vulcaniche, spore, ecc.), per le quali si riscontra una maggiore frazione di particelle grossolane, sia di origine antropica (motori a combustione, impianti industriali, impianti per riscaldamento, ecc.), per le quali si riscontra una maggiore frazione di particelle fini.

Le principali sorgenti di particolato negli ambienti indoor sono l'aria esterna, tutti i sistemi di combustione e il fumo di tabacco. Altre sorgenti secondarie sono spray, fumi di alimenti cotti. La presenza di polveri e fibre nell'aria interna è legata anche al grado di usura dei prodotti come pavimentazioni, tappezzerie, intonaci, pitture o alla possibilità che materiali fibrosi (come alcuni tipi di isolanti) che entrano in contatto con l'aria interna.

#### Effetti sulla salute

Può causare effetti irritativi alle mucose oculari e alle prime vie aeree, tosse, fenomeni broncostruttivi ed alterazione della funzionalità respiratoria. In studi epidemiologici condotti in popolazioni urbane esposte ad ozono sono stati osservati sintomi irritativi sulle mucose oculari e sulle prime vie respiratorie per esposizioni di alcune ore a livelli di ozono a partire da 0,2 mg/m<sup>3</sup> (media oraria). In bambini ed in giovani adulti sono state osservate riduzioni transitorie della funzionalità respiratoria, a livelli inferiori di ozono, a partire da 0,12 mg/m<sup>3</sup> (media oraria). Sono invece disponibili pochi studi sugli effetti per esposizioni croniche a questo inquinante.

#### Misure per ridurre l'esposizione

- Limitare l'uso di fonti indoor, quali strumenti elettrici ad alto voltaggio (motori elettrici, stampanti laser e fax), apparecchi che producono raggi ultravioletti e filtri elettronici per pulire l'aria.
- Assicurare una corretta localizzazione e manutenzione delle fonti indoor.
- Mantenere una buona ventilazione degli ambienti.
- Utilizzare un sistema di ventilazione meccanica dotato di filtri speciali al carbone attivo o charcoal in grado di convertire l'ozono in ossigeno.

#### Normativa

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in recepimento della Direttiva sulla Qualità dell'Aria Ambiente e Aria più Pulita per l'Europa n. 50/2008 del 21 maggio 2008, fissa i valori limite e gli obiettivi di qualità per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, particolato PM10, particolato PM2.5 e ozono.  
WHO Air quality guidelines Global Update 2005 "Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide" applicabili ad ambienti indoor inclusi azioni, scuole e mezzi di trasporto.

#### **01.02.01.A09 Presenza di Agenti Chimici: particolato aerodisperso (PM10, PM2.5)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.  
L'aria contiene in sospensione del pulviscolo che può essere innocuo, se d'origine naturale e presente in piccole quantità, o dannoso, se abbondante ed inalabile. Le fonti possono essere di origine naturale o antropica (ad es. fuliggine, processi di combustione, fonti naturali ed altro). La composizione risulta pertanto molto varia (metalli pesanti, solfati, nitrati, ammonio, carbonio organico, idrocarburi aromatici policiclici, diossine/furani). Possono essere individuate due classi principali di particolato, suddivise sia per dimensioni, sia per composizione: particolato grossolano e particolato fine. Il particolato grossolano è costituito da particelle, compresi pollini e spore, con diametro superiore a 10 µm (micron). Sono in genere trattenuti dalla parte superiore dell'apparato respiratorio (naso, laringe). Vengono definite polveri fini le particelle di polvere con un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10), in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso, faringe e trachea) e le particelle con diametro inferiore a 2,5 micrometri (PM2,5), particolato fine in grado di penetrare profondamente nei polmoni specie durante la respirazione dalla bocca. Per dimensioni ancora inferiori (particolato ultra fine, UFP o UP) si parla di polvere respirabile, cioè in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli. Nano polveri di particolato con diametro dell'ordine di grandezza dei nanometri (un nanometro sarebbe PM 0,001), si tratta, in questo caso, di misure atomiche e molecolari. Queste nano particelle hanno la possibilità di entrare nelle cellule e addirittura arrivare al nucleo creando diversi disturbi tra i quali le mutazioni del DNA. Mentre le particelle fini sono trattenute negli alveoli con una percentuale del 30 - 40%, le nano particelle possono superare l'80% di ritenzione. A questo livello mancano estese indagini epidemiologiche, a causa della difficoltà di precise misurazioni e monitoraggio ambientale delle nano polveri, ma soprattutto a causa della relativa recente attenzione che l'argomento sta destando.

Il particolato aerodisperso è in grado di adsorbire gas e vapori tossici sulla superficie delle particelle. Tale fenomeno contribuisce ad aumentare le concentrazioni degli inquinanti gassosi che raggiungono le zone più profonde del polmone, trasportati dalle particelle PM10 e PM2.5.

Numerosi studi hanno evidenziato una correlazione tra esposizione acuta a particolato aerodisperso e sintomi respiratori, alterazioni della funzionalità respiratoria, ricoveri in ospedale e mortalità per malattie respiratorie. Inoltre, l'esposizione prolungata nel tempo a particolato, già a partire da basse dosi, è associata all'incremento di mortalità per malattie respiratorie e di patologie quali bronchiti croniche, asma e riduzione della funzionalità respiratoria. L'esposizione cronica, inoltre, è verosimilmente associata ad un incremento di rischio di tumore delle vie respiratorie. Il cancro è stato associato in particolare con l'esposizione a particolato di combustione (particolato più fine); la fuliggine ha infatti proprietà cancerogene e numerosi idrocarburi aromatici policiclici, alcuni dei quali cancerogeni, sono assorbiti sul particolato fine che viene inalato profondamente nei polmoni. Si segnala che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha raccomandato di mantenere la concentrazione di tale inquinante al livello il più basso possibile, non esistendo un livello soglia al di sotto del quale non sono dimostrabili effetti sulla salute.

Per ridurre l'esposizione possono essere attuati alcuni accorgimenti:

- Munire tutte le fonti di riscaldamento di areazione verso l'esterno.
- Mantenere aperte le porte delle altre stanze quando si utilizzano radiatori portatili privi di scarico.
- Scegliere stufe a legna di dimensioni adeguate, che soddisfino i requisiti per le emissioni standard; accertare che tutti gli sportelli sulle stufe a legna siano a tenuta stagna.
- Mantenere i dispositivi di riscaldamento regolarmente controllati, far riparare immediatamente ogni fessura.
- Mantenere gli ambienti ben ventilati.
- Usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno quando si cucina.
- Effettuare regolare controllo e pulizia da parte di personale esperto dei sistemi di riscaldamento (caldaie, canne fumarie, camini).
- Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri ed essere regolarmente controllati.
- Non fumare negli ambienti chiusi.
- Mantenere un'umidità relativa nelle abitazioni di 35-40%.

#### **01.02.01.A10 Presenza di Agenti Chimici: composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.



Il Fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS) è il fumo che si libera dalla sigaretta di un fumatore nell'ambiente e che viene inalato involontariamente dalle persone che si trovano vicino ad uno o più fumatori. E' tutt'ora il principale inquinante degli ambienti chiusi. Consiste nell'esposizione ambientale agli agenti tossici generati dalla combustione del tabacco: un complesso di oltre 4.000 sostanze chimiche sotto forma di particelle e di gas. Almeno un terzo della popolazione è esposto a questo inquinante in casa.

L'esposizione al fumo di tabacco si associa ad aborto, nascita prematura, basso peso alla nascita, malformazioni congenite e anche ad effetti nella vita adulta, come aumento del rischio di malattie respiratorie croniche, infarto del miocardio e cancro del polmone.

Ambedue le fasi dello Studio SIDRIA (Studi Italiani sui Disturbi Respiratori dell'Infanzia e l'Ambiente) evidenziano che il fumo materno in gravidanza è associato al respiro sibilante in età prescolare ("early wheezing") e al "respiro sibilante" che persiste in età scolare ("persistent wheezing"), con un rischio che tende ad aumentare con il numero di sigarette fumate dalla gestante. In una coorte di bambini ad alto rischio (familiarità per asma o patologie allergiche IgE mediate), durante il follow-up di un anno, si è inoltre dimostrato che l'esposizione precoce ad ETS insieme con l'esposizione ad altri fattori di rischio ambientale (allergene del cane e NO<sub>2</sub>) determina un maggior rischio di incidenza di asma.

Esiste anche un'evidenza sufficiente per la relazione causale tra l'esposizione passiva al fumo dei genitori, in particolare il fumo della madre, e malattie dell'orecchio medio, incluse l'otite media acuta, l'otite ricorrente e le infezioni croniche dell'orecchio medio. Per le patologie delle basse vie aeree è ampiamente dimostrata una relazione causale tra l'esposizione passiva al fumo dei genitori e tosse, catarro, sibili, e dispnea (mancanza di fiato) in bambini nei primi anni di vita e per l'asma in quelli in età scolare.

Accanto al fumo attivo detto "di prima mano" (First-Hand Smoking - FHS) ] e al fumo passivo "di seconda mano" (Second-Hand Smoking-SHS), esiste anche il fumo di "terza mano" (Third-Hand Smoking - THS, cioè i residui tossici rilasciati nell'ambiente da sigarette spente che si depositano su vestiti, tappezzeria, oggetti, mobili e persino sulla pelle. Il fumo di terza mano può essere inalato ed è molto pericoloso per la salute, soprattutto dei bambini.

#### **01.02.01.A11 Presenza di Agenti Chimici: amianto**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

L'amianto (o asbesto) è un materiale fibroso, costituito da fibre minerali naturali appartenenti ai silicati e alle serie mineralogiche del serpentino (crisotilo o amianto bianco) e degli anfiboli (crocidolite o amianto blu). Le fibre minerali comprendono sia materiali fibrosi naturali, come l'amianto; sia fibre artificiali, tra le quali la lana di vetro, la lana di roccia, ed altri materiali affini.

L'amianto ha trovato un vasto impiego particolarmente come isolante o coibente e, secondariamente, come materiale di rinforzo e supporto per altri manufatti sintetici (mezzi di protezione e tute resistenti al calore).

Attualmente l'impiego è proibito per legge, tuttavia la liberazione di fibre di amianto da elementi strutturali preesistenti, all'interno degli edifici può avvenire per lento deterioramento di materiali che lo contengono oppure per danneggiamento diretto degli stessi da parte degli occupanti o per interventi di manutenzione. L'amianto di solito si ritrova in forma compatta, inglobato in una matrice cementizia (cementoamianto in copertura, canne fumarie ecc.) o in altre matrici (pavimenti in linoleum, pareti, pannelli ecc.), ma è possibile trovarlo anche in forma friabile, più pericolosa, nel caso di utilizzo come insonorizzante o isolante sui controsoffitti e/o sulle pareti. La liberazione di fibre di amianto all'interno degli edifici, dove è presente, può avvenire per lento deterioramento dei materiali costitutivi (isolanti o coibenti), per danneggiamento diretto degli stessi da parte degli occupanti o per interventi di manutenzione inappropriata.

#### **Effetti sulla salute**

La presenza delle fibre di amianto nell'ambiente comporta inevitabilmente dei danni a carico della salute, anche in presenza di pochi elementi fibrosi. E' un agente cancerogeno. Particolarmente nocivo per la salute è il fibrocemento (meglio conosciuto come "eternit"), una mistura di amianto e cemento particolarmente friabile e quindi soggetta a danneggiamento o frantumazione.

I rischi maggiori sono legati alla presenza delle fibre nell'aria. Una volta inalate, le fibre si possono depositare all'interno delle vie aeree e sulle cellule polmonari. Le fibre che si sono depositate nelle parti più profonde del polmone possono rimanere nei polmoni per diversi anni, anche per tutta la vita. La presenza di queste fibre estranee all'interno dei polmoni può comportare l'insorgenza di malattie come l'asbestosi, il mesotelioma ed il tumore dei polmoni. Il mesotelioma è un tipo di tumore che si sviluppa a carico della membrana che riveste i polmoni (pleura) e gli altri organi interni. La sua casistica è fortemente relazionata alla presenza di asbesto aerodisperso e la sua comparsa si manifesta dopo 15-30 anni. Come il mesotelioma, anche il cancro polmonare compare solitamente a molti anni di distanza dall'inizio dell'esposizione e può insorgere anche per esposizione a bassi livelli di asbesto. L'effetto cancerogeno dell'amianto viene amplificato nei fumatori o più in generale in chi è esposto ad altri agenti inquinanti (es. gas di scarico, fumi industriali, ecc). Anche se in forma minore sono state riscontrate patologie del tratto intestinale e per la laringe connesse all'esposizione all'amianto.

Misure per ridurre l'esposizione

Essendo un agente cancerogeno occorre evitare l'esposizione, anche a bassi livelli di concentrazione, poiché una minima esposizione per subirne gli effetti nocivi. Un discorso a parte merita la bonifica e lo smaltimento di manufatti già esistenti (eternit, tubature, rivestimenti per centrali elettriche ecc.). In questo caso occorre rivolgersi sempre a personale qualificato o preposto da enti locali e regionali (ASL – Azienda Sanitaria Locale e ARPA - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) in modo da non recare danni maggiori a se stessi ed agli altri.

Normativa

Con la legge 257 del 1992 è stata ormai vietata la produzione e l'installazione di materiali in amianto.

Per ulteriori informazioni relative agli effetti sulla salute e la normativa vigente, consultare la sezione Amianto del portale del Ministero.

#### **01.02.01.A12 Presenza di Agenti Fisici: Campi elettromagnetici (c.e.m.)**

Gli agenti fisici responsabili di una cattiva qualità dell'aria indoor sono il radon, i campi elettromagnetici (Cem) e il rumore.

In particolare il fenomeno definito inquinamento elettromagnetico è legato alla generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali, prodotti da:

- impianti radio-TV e per telefonia mobile e altri impianti utilizzati per la trasmissione di informazioni attraverso la propagazione di onde - elettromagnetiche
- impianti utilizzati per il trasporto e la trasformazione dell'energia elettrica
- centrali di produzione fino all'utilizzatore in ambiente urbano (elettrodomesti)
- impianti per lavorazioni industriali
- tutti quei dispositivi che per funzionare richiedono un'alimentazione di rete elettrica (tipico esempio sono gli elettrodomestici).

#### **01.02.01.A13 Presenza di Agenti Fisici: Rumore Ambientale**

Gli agenti fisici responsabili di una cattiva qualità dell'aria indoor sono il radon, i campi elettromagnetici (Cem) e il rumore.

In particolare il rumore, responsabile dell'inquinamento acustico, è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi, e che spesso rappresentano elementi di disturbo per la ricezione da parte dell'orecchio umano.

#### **01.02.01.A14 Presenza di Agenti Fisici: Luce Artificiale**

Tra gli agenti fisici responsabili di una cattiva qualità dell'aria indoor vi è l'esposizione prolungata alla luce artificiale. In particolare l'esposizione di notte aumenta il rischio di sviluppare patologie.

#### **01.02.01.A15 Presenza di Agenti Fisici: Aria ionizzata positivamente**

Si tratta di agenti fisici, sotto forma d'inquinanti dispersi nell'aria, che contengono ioni caricati positivamente. Gli ioni positivi possono essere generati dai telefoni cellulari, dai trasmettitori radio e tv, dalle torri dei ripetitori e dalle linee elettriche a corrente continua.

#### **01.02.01.A16 Presenza di Agenti Fisici: Radiazioni non ionizzanti**

Le radiazioni non ionizzanti (NIR) sono forme di radiazioni elettromagnetiche (o campi elettromagnetici) che possiedono l'energia sufficiente a provocare modifiche termiche, meccaniche e bioelettriche (effetti biologici) nella materia costituente gli organismi viventi. Tali effetti, se non compensati dall'organismo umano, possono dar luogo ad un vero e proprio danno per la salute (effetto sanitario). Gli effetti sanitari si distinguono in effetti a breve termine ed effetti a lungo termine, associati ad esposizioni a campi elettromagnetici di natura diversa in termini di durata ed anche di livelli. Gli effetti a breve termine derivano da una esposizione di breve durata, caratterizzata da elevati livelli di campo, mentre i temuti effetti a lungo termine sono attribuibili ad esposizioni prolungate (si parla anche di anni) a livelli di campo molto inferiori rispetto a quelli connessi agli effetti a breve termine. Gli effetti biologici, potenziali effetti sanitari, che scaturiscono dall'interazione materia-campi elettromagnetici sono principalmente di due tipi: effetti derivanti da stimolazione elettrica dei tessuti muscolari e nervosi e gli effetti termici connessi al riscaldamento della materia (assorbimento di energia elettromagnetica). Le radiazioni non ionizzanti, anche se non hanno la capacità di ionizzare la materia biologica con cui interagiscono, hanno però energia in grado di produrre effetti biologici (modifiche termiche, meccaniche e bioelettriche) che, se non compensati dall'organismo umano, possono produrre un danno alla salute.

#### **01.02.01.A17 Presenza di Agenti Fisici: Radon**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Il radon è un gas nobile, inerte chimicamente, presente in atmosfera come gas monoatomico. Inoltre il radon non ha odore, né colore per cui la sua presenza non può essere avvertita dai sensi. Il radon si trova in natura a seguito del decadimento radioattivo dell'Uranio e del Torio, presenti diffusamente nella crosta terrestre. Essendo un gas radioattivo si disperde rapidamente in atmosfera mentre si concentra negli ambienti chiusi e viene,

quindi, considerato un inquinante tipicamente indoor. Proviene principalmente dalle rocce presenti nel sottosuolo, specie se di origine vulcanica (graniti, pozzolane, tufi, lave), o dai materiali da costruzione ricchi di radionuclidi naturali. Un'altra sorgente è l'acqua (< all'1%), in quanto il gas radon è moderatamente solubile in acqua.

In un edificio la principale sorgente di radon è il suolo su cui esso poggia, per cui i locali più interessati da questo tipo di inquinamento sono gli interrati, i seminterrati e tutti quelli al pianoterra. Una caratteristica peculiare del radon indoor è la grande variabilità della sua concentrazione (da circa 10 Bq/m<sup>3</sup> a diverse migliaia di Bq/m<sup>3</sup>), legata non solo alla "potenza" e alle caratteristiche fisiche delle sue sorgenti principali (suolo e materiali da costruzione), ma anche ai parametri microclimatici (pressione e temperatura), alle tecniche costruttive dell'edificio, nonché alla ventilazione.

Il radon è quindi un gas radioattivo proveniente principalmente dal suolo ed è presente in tutti gli edifici, ma a concentrazione anche molto diversa da un edificio all'altro.

Il radon dà origine ad una serie di prodotti di decadimento, anch'essi radioattivi, che si attaccano a particelle di aerosol e solo una parte di essi resta in forma libera. Quando il radon e i suoi prodotti di decadimento (o "figli" del radon) vengono inalati, essi possono decadere all'interno dell'apparato respiratorio, emettendo radiazioni ionizzanti, soprattutto particelle alfa, di elevata energia. In realtà il radon agisce soprattutto come trasportatore e sorgente dei suoi prodotti di decadimento; sono questi ultimi, e in particolare le particelle  $\alpha$ , i principali responsabili degli effetti sanitari.

Il radon rappresenta la più importante fonte naturale di esposizione alle radiazioni ionizzanti della popolazione nel suo insieme ed è un importante agente di rischio per la salute umana. Il gas radon ed i suoi prodotti di decadimento sono stati classificati dalla IARC (International Agency for Research on Cancer), nel gruppo 1 dei cancerogeni, cioè nel gruppo delle sostanze per le quali vi è evidenza sufficiente di cancerogenicità sulla base di studi su esseri umani. Le particelle  $\alpha$  entrano nei polmoni attraverso la respirazione e possono danneggiare il DNA delle cellule dei tessuti polmonari fino alla loro trasformazione in cellule tumorali. Il radon, dopo il fumo di tabacco, è verosimilmente il principale singolo agente più importante per l'induzione del cancro del polmone.

Possiamo quindi concludere che l'esposizione al radon indoor nelle abitazioni aumenta il rischio di contrarre un tumore polmonare e si è stimato che una percentuale che va dal 3% al 14% di tutti i tumori polmonari è attribuibile al radon.

Gli studi epidemiologici hanno osservato un significativo aumento di rischio di tumore polmonare all'aumentare dell'esposizione al radon ed, in particolare, un aumento di rischio di tumore polmonare del 16% per ogni 100 Bq/m<sup>3</sup> di incremento di concentrazione media di radon. Inoltre il rischio di contrarre un tumore polmonare causato dall'esposizione al radon è 25 volte più alto nei fumatori rispetto ai non-fumatori; è dimostrato un effetto moltiplicativo radon-fumo di tabacco.

In Italia le campagne di misura svolte dalle Regioni al fine di individuare le aree a elevata probabilità di alte concentrazioni di radon (radon prone areas), secondo quanto previsto dal d.lgs. n. 241/2000 hanno rilevato che la concentrazione media nazionale di radon nelle abitazioni italiane è di 70 Bq/m<sup>3</sup> : più alto rispetto al valor medio mondiale, che è di circa 40 Bq/m<sup>3</sup>. A livello regionale le concentrazioni medie sono risultate variabili da circa 25-30 Bq/m<sup>3</sup>

(in Basilicata, Calabria, Marche) a circa 100 Bq/m<sup>3</sup>.

#### **01.02.01.A18 Presenza di Agenti Biologici: Batteri e Virus**

La presenza nell'aria indoor di agenti microbiologici rappresenta una fonte potenziale di trasmissione di alcune malattie infettive a carattere epidemico come: influenza, varicella, morbillo, polmonite, legionellosi, psittacosi-oritossi, etc.

Una concentrazione eccessiva di batteri e patogeni, assieme alle altre fonti di inquinamento indoor, può alterare le normali condizioni di salubrità dell'aria e causare un pericolo per la salute dell'uomo.

Nell'aria indoor possono essere presenti, sotto forma di bio-aerosol i seguenti microrganismi:

- batteri di origine ambientale, appartenenti ai generi Bacillus o Micrococcus
- batteri appartenenti ai generi Mycobacterium
- batteri gram-negativi aerobi del genere Legionella. Le legionelle vivono in ambienti acquatici naturali, acque sorgive, comprese quelle - termali, fiumi, laghi, fanghi. La Legionella pneumophila è la specie più frequente
- microrganismi appartenenti ai generi Staphylococcus, Candida, Clostridium che, possono costituire, un rischio per la salute se presentati nelle specie patogene S. aureus, C. albicans;
- virus: sono tra le cause più comuni di malattie infettive trasmesse in ambienti confinati, per le loro caratteristiche di elevata contagiosità e resistenza ambientale endotossine e micotossine.

#### **01.02.01.A19 Presenza di Agenti Biologici: Pollini delle piante**

I pollini sono le cellule riproduttrici maschili delle piante con fiori. Per le loro dimensioni, che variano tra i 15 e i 200 micrometri, possono penetrare molto facilmente negli ambienti confinati per via aerea o trasportati da scarpe, indumenti, animali oppure oggetti.

Solitamente, nei periodi della fioritura la concentrazione dei pollini negli ambienti indoor è notevolmente minore di quella presente all'esterno; al contrario, spesso può essere superiore nel periodo invernale perché il polline ristagna con la polvere presente all'interno degli edifici.

Dal punto di vista biologico, assumono particolare importanza i granuli pollinici e le spore fungine, che possono essere causa di varie patologie respiratorie, quali le pollinosi. A tal proposito, le applicazioni in allergologia del

campionamento aerobiologico (basato sulle conte dei granuli pollinici e delle spore fungine) hanno un ruolo importante nella diagnosi, nella prevenzione, nel controllo clinico e nella terapia dei pazienti allergici. Il principale effetto sulla salute causato dal polline è riconducibile alla relativa allergia specifica, che in questo caso viene detta pollinosi. Questo problema scatta quando la concentrazione del polline arriva ad una determinata soglia ed è caratterizzato da tutta una serie di sintomi molto chiari: congiungiviti, infiammazione delle vie respiratorie, tosse, mal di gola, asma, secrezione continua dal naso, ecc..

Di solito, i periodi di pollinosi si manifestano in tempi chiaramente delimitati e relazionati alla fioritura delle particolari famiglie vegetali a cui si è allergici.

Gli ambienti confinati possono, in alcuni casi, rappresentare un vero e proprio rifugio per tutte quelle persone che soffrono di pollinosi, a patto che si riesca a mantenere al loro interno una bassa concentrazione di questo biocontaminante. Per fare questo, è opportuno prendere alcune precauzioni che non tutti conoscono.

Innanzitutto è opportuno evitare di aerare gli edifici aprendo porte e finestre nei periodi in cui la concentrazione di pollini nell'aria ambiente raggiunge i massimi livelli, e cioè al tramonto, quando l'umidità esterna si aggira sul 60-90% e nelle giornate ventose e calde. L'ideale sarebbe aprire le finestre solamente nelle ore notturne, ad alcune ore di distanza dal tramonto e dall'alba.

Gli impianti di ventilazione e di climatizzazione dovrebbero essere ben puliti e magari dotati di filtri per prevenire la dispersione dei pollini all'interno dell'edificio. Attualmente sono anche in commercio dei particolari filtri antipolline che possono essere applicati alle finestre, in modo tale da far passare l'aria trattenendo i vari biocontaminanti presenti all'esterno. Un utile accorgimento è anche quello che prevede l'utilizzo di un depuratore d'aria in grado di trattenere, assieme al particolato più generico, anche il polline aerodisperso nell'ambiente indoor.

#### **01.02.01.A20 Presenza di Agenti Biologici: Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

I più comuni allergeni indoor sono: gli acari (*Dermatophagoides pteronyssinus* e *Dermatophagoides farinae*), gli scarafaggi (*Blattella germanica* e *Periplaneta americana*), i funghi o miceti (*Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Alternaria* spp). Molte specie fungine sono considerate di importanza allergologica tra cui in particolare l'*Aspergillus fumigatus* e l'*Alternaria alternata*. La presenza di funghi nell'ambiente è associata a condizioni ambientali a elevata umidità relativa che favorisce la loro crescita. Va ricordata la possibilità di sviluppo di alcune specie fungine nei sistemi di condizionamento dell'aria. La specie *Alternaria* causa un tipo di muffa, particolarmente diffusa in Italia, che cresce su frutta e verdura in decomposizione e in ambienti particolarmente umidi, rilasciando le sue spore soprattutto su carta da parati, tappeti e terriccio. La presenza di muffe è una delle principali cause di reazioni allergiche quali asma, congiuntivite, rinite e dermatiti.

#### **01.02.01.A21 Presenza di Agenti Biologici: Allergeni degli animali domestici**

I derivati epidermici di animali domestici sono rilasciati da saliva, forfora e urina di cani e gatti, ma anche di uccelli e scarafaggi. Una volta essiccati e frammentati, rimangono sospesi in aria nella polvere. In Italia, una fonte importante di allergeni negli ambienti interni è rappresentata dagli animali domestici, e in particolare dal gatto. Il gatto rappresenta un fattore di rischio per allergie non solo in ambiente domestico, ma anche negli uffici, nelle scuole e verosimilmente in tutti gli ambienti comunitari. L'allergene più importante è identificato con la sigla Fel d 1 ed è localizzato soprattutto sul pelo e in minor misura nella saliva. A differenza di quanto accade per gli acari, gli allergeni di gatto sono associati a particelle molto piccole, di diametro uguale o inferiore a 2.5 µm. Essendo molto leggere, le particelle rimangono sospese nell'aria in quantità molto elevata e per lungo tempo e, quando precipitano, si accumulano negli imbottiti, tendoni, tappeti, tappezzerie, ove permangono a lungo anche dopo che l'animale è stato allontanato. Negli ambienti in cui sono vissuti gli animali, occorrono almeno sei mesi dal loro allontanamento per riportare i livelli di concentrazione ai valori di quelli in cui l'animale non è presente. Gli allergeni possono essere trasportati attraverso i vestiti e possono ritrovarsi anche in ambienti dove gli animali non sono stati mai presenti.

La presenza di allergeni di gatto può comportare la sensibilizzazione di soggetti non sensibilizzati e soprattutto, indurre o aggravare la sintomatologia (rinocongiuntiviti ed attacchi asmatici) nei soggetti allergici. I problemi di origine allergica causati dalla forfora, il pelo e la saliva del cane sembrano essere meno comuni in Italia rispetto a quelli causati dal gatto, ma esistono dubbi al riguardo.

#### **01.02.01.A22 Presenza di Agenti Chimici: fibre minerali sintetiche**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Le fibre minerali sintetiche, sono fibre minerali prodotte artificialmente, come le fibre vetrose (lana di vetro e di roccia), le fibre ceramiche, le fibre di carbonio ed altre che hanno nel tempo sostituito le fibre di amianto. Trovano il loro impiego come rivestimenti isolanti/coibentanti, attraverso prodotti come le resine rinforzate, tessuti ignifughi, ecc..

In alcuni casi i prodotti sottoposti alla posa in opera o interventi che implicano la manipolazione del materiale installato (ristrutturazioni, riparazioni), possono rilasciare nell'ambiente fibre.

Le fibre venivano inizialmente classificate con la sigla MMMF (Man Made Mineral Fibres), cioè fibre minerali artificiali. In seguito, in considerazione della natura cristallina delle sostanze minerali, si è introdotto il nuovo acronimo MMVF (Man Made Vitreous Fibres) per evidenziarne la natura vetrosa.

Gli effetti provocati sulla salute, possono dar luogo ad irritazione della cute e mucose delle alte vie respiratorie. In considerazione che si tratta di fibre dal diametro relativamente grande, possono raramente

determinare patologie delle basse vie respiratorie. Cosa diverse per alcune fibre vetrose di diametro molto piccolo (0,5 µm) che invece possono raggiungere il polmone provocando alveoliti e/o ispessimenti pleurici in soggetti esposti. La IARC ha classificato i materiali lana di vetro, lana di roccia, lana di scoria e fibre ceramiche quali "possibili agenti cancerogeni per l'uomo" (categoria "2B").

#### **01.02.01.A23 Presenza di Agenti Biologici: Polveri**

Presenza di polveri sulle superfici (pavimenti, moquette, tappeti, arredi, libri, abiti, altro, ecc.)

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

#### **01.02.01.C01 Controllo presenza di polveri sulle superfici a vista**

*Cadenza: ogni settimana*

*Tipologia: Controllo*

Controllare la presenza di polveri sulle superfici (pavimenti, moquette, tappeti, arredi, libri, abiti, altro, ecc.).

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei parametri di pulizia interna.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Biologici: Polveri.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

#### **01.02.01.I01 Interventi per ridurre il livello di biossido di zolfo**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre il livello di biossido di zolfo:

Particolare attenzione deve essere posta nel caso di uso di combustibili negli ambienti confinati avendo cura di provvedere alla adeguata ventilazione degli ambienti e ad un'efficiente evacuazione dei fumi.

#### **01.02.01.I02 Interventi per ridurre i livelli di composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre i livelli di composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS):

- Non fumare negli ambienti chiusi, soprattutto in presenza di bambini, malati cronici (BPCO e Malattie cardiovascolari) e donne in stato di gravidanza.

## Impianto solare termico

Un impianto solare termico (attraverso il collettore solare che è l'elemento fondamentale di tutto il sistema) trasforma la radiazione solare in calore e si distingue così da un impianto fotovoltaico che trasforma la luce del sole in corrente elettrica. Si distinguono due tipi di impianti solare termici: a circolazione forzata e a circolazione naturale.

Un impianto a circolazione forzata è formato da un collettore solare connesso, attraverso un circuito, con un serbatoio generalmente localizzato nell'edificio. All'interno del circuito solare si trova acqua o un fluido termovettore antigelo.

Un regolatore differenziale di temperatura (quando la temperatura all'interno del collettore è superiore alla temperatura di riferimento impostata nel serbatoio di accumulo) attiva la pompa di circolazione del circuito solare. Il calore viene quindi trasportato al serbatoio di accumulo e ceduto all'acqua sanitaria mediante uno scambiatore di calore.

In estate l'impianto solare copre tutto il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'acqua sanitaria mentre in inverno e nei giorni con scarsa insolazione serve il preriscaldamento dell'acqua (che può essere ottenuto da uno scambiatore di calore legato a una caldaia). Il riscaldamento ausiliario viene comandato da un termostato quando nel serbatoio la temperatura dell'acqua nella parte a pronta disposizione scende al di sotto della temperatura nominale desiderata.

Negli impianti a circolazione naturale la circolazione tra collettore e serbatoio di accumulo viene determinata dal principio di gravità, senza fare ricorso ad energia aggiuntiva.

Infatti in questo tipo di impianto solare il fluido termovettore si riscalda all'interno del collettore; il fluido caldo (all'interno del collettore) essendo più leggero del fluido freddo (all'interno del serbatoio) genera una differenza di densità attivando una circolazione naturale. In queste condizioni il fluido riscaldato cede il suo calore all'acqua contenuta nel serbatoio e ricade nel punto più basso del circuito del collettore. Per questo motivo, negli impianti a circolazione naturale, il serbatoio si deve trovare quindi in un punto più alto del collettore.

Negli impianti a un solo circuito l'acqua sanitaria viene fatta circolare direttamente all'interno del collettore. Negli impianti a doppio circuito il fluido termovettore nel circuito del collettore e l'acqua sanitaria sono divisi da uno scambiatore di calore. Il riscaldamento ausiliario può essere ottenuto con una resistenza elettrica inserita nel serbatoio oppure con una caldaia istantanea a valle del serbatoio.

Si consiglia inoltre di dotare l'impianto di una valvola di non ritorno, una valvola di intercettazione, un filtro per le impurità (il miscelatore dell'acqua sanitaria è molto sensibile) e un rubinetto di scarico. Per evitare la circolazione naturale si inserisce un'altra valvola di non ritorno nella linea di mandata dell'acqua fredda del miscelatore per l'acqua sanitaria.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.03.01 Collettore solare piano

## Collettore solare piano

Unità Tecnologica: 01.03

Impianto solare termico

Un collettore solare trasforma la radiazione solare in calore e si distingue così da un pannello fotovoltaico che trasforma la luce del sole in corrente elettrica.

L'elemento principale è l'assorbitore che assorbe la radiazione solare incidente a onde corte e la trasforma in calore (trasformazione fototermica).

Il collettore solare piano è costituito da una vasca in alluminio prestampata (isolata sul fondo con pannelli in lana di roccia) sulla quale è fissata una piastra captante in rame (con finitura altamente selettiva) saldata ad ultrasuoni su tubi di rame per la conduzione del liquido termovettore.

Il pannello è protetto da un vetro solare (del tipo antigraffio temperato a basso contenuto di ossido di ferro) e con alto coefficiente di trasmissione di energia.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

I collettori solari devono essere fissati alle strutture portanti dell'edificio o al terreno per resistere all'azione degli agenti atmosferici ed avere un trattamento superficiale (zincatura, ossidazione anodica o simili) per proteggere gli elementi dalla corrosione. Tutte le tubazioni dell'impianto solare devono essere rivestite con un coibente incombustibile di spessore e rivestito all'esterno con lamierino di alluminio bordato e ancorato con viti autofilettanti per dare anche una schermatura termica. Per il riscaldamento dell'acqua di piscine possono essere utilizzati collettori senza copertura in materiale plastico (per esempio PP = polipropilene, EPDM = caucciù sintetico) in quanto le temperature necessarie sono relativamente basse.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, nevicate, ecc.) verificare la tenuta delle tubazioni, dei pannelli e dei relativi sistemi di fissaggio.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.03.01.A01 Depositi superficiali

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei (microrganismi, residui organici, polvere, ecc.) sulla copertura dei collettori che inficia il rendimento degli stessi.

#### 01.03.01.A02 Difetti di coibentazione

Difetti e/o mancanza di idonea coibentazione dell'assorbitore per cui si verificano dispersioni del calore assorbito.

#### 01.03.01.A03 Difetti di fissaggio

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli solari sulle relative strutture di sostegno.

#### 01.03.01.A04 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta con evidenti perdite di fluido captatore dell'energia solare dagli elementi del pannello.

#### 01.03.01.A05 Incrostazioni

Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei pannelli solari che sono causa di cali di rendimento.

#### 01.03.01.A06 Infiltrazioni

Penetrazione continua di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per essere bagnate.

#### 01.03.01.A07 Sbalzi di temperatura

Valori non costanti della temperatura ambiente.

## **Illuminazione a led**

Si tratta di un innovativo sistema di illuminazione che, come l'impianto di illuminazione tradizionale, consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti. I corpi illuminanti a led devono consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce.

In modo schematico, un sistema di illuminazione LED è composto da:

- una sorgente LED per l'emissione del flusso luminoso;
- un circuito stampato per il supporto e l'ancoraggio meccanico, per la distribuzione dell'energia elettrica fornita dall'alimentatore (che fornisce il primo contributo alla dissipazione termica);
- uno o più alimentatori per la fornitura di corrente elettrica a un dato valore di tensione;
- uno o più dissipatori termici per lo smaltimento del calore prodotto dal LED;
- uno più dispositivi ottici, o semplicemente le "ottiche" ("primarie" all'interno del packaging e "secondarie" all'esterno), per la formazione del solido fotometrico.

### **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.04.01 Apparecchio a parete a led
- ° 01.04.02 Apparecchio a sospensione a led
- ° 01.04.03 Apparecchio ad incasso a led



## Apparecchio a parete a led

Unità Tecnologica: 01.04

Illuminazione a led

Gli apparecchi a parete a led sono dispositivi di illuminazione che vengono fissati alle pareti degli ambienti da illuminare. Possono essere del tipo con trasformatore incorporato o del tipo con trasformatore non incorporato (in questo caso il trasformatore deve essere montato nelle vicinanze dell'apparecchio illuminante e bisogna verificare la possibilità di collegare l'apparecchio illuminante con il trasformatore stesso).

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Tutte le operazioni devono essere eseguite da personale specializzato e qualificato; evitare quindi qualsiasi operazione sui dispositivi dell'intero sistema.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.04.01.A01 Anomalie anodo

Difetti di funzionamento dell'anodo.

#### 01.04.01.A02 Anomalie catodo

Difetti di funzionamento del catodo.

#### 01.04.01.A03 Anomalie connessioni

Difetti delle connessioni dei vari diodi.

#### 01.04.01.A04 Anomalie trasformatore

Difetti di funzionamento del trasformatore di tensione.

#### 01.04.01.A05 Difetti di ancoraggio

Difetti di ancoraggio apparecchi illuminanti-parete.

#### 01.04.01.A06 Anomalie di funzionamento

Difetti di funzionamento degli apparati di illuminazione a led.

## Apparecchio a sospensione a led

Unità Tecnologica: 01.04

Illuminazione a led

Gli apparecchi a sospensione a led sono innovativi dispositivi di illuminazione che vengono fissati al soffitto degli ambienti da illuminare. Possono essere del tipo con trasformatore incorporato o del tipo con trasformatore non incorporato (in questo caso il trasformatore deve essere montato nelle vicinanze dell'apparecchio illuminante e bisogna verificare la possibilità di collegare l'apparecchio illuminante con il trasformatore stesso).

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Tutte le operazioni devono essere eseguite da personale specializzato e qualificato; evitare quindi qualsiasi operazione sui dispositivi dell'intero sistema.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.04.02.A01 Anomalie anodo

Difetti di funzionamento dell'anodo.

#### 01.04.02.A02 Anomalie batterie

Difetti di funzionamento delle batterie di alimentazione dei led.

#### 01.04.02.A03 Anomalie catodo

Difetti di funzionamento del catodo.

#### **01.04.02.A04 Anomalie connessioni**

Difetti delle connessioni dei vari diodi.

#### **01.04.02.A05 Anomalie trasformatore**

Difetti di funzionamento del trasformatore di tensione.

#### **01.04.02.A06 Difetti di regolazione pendini**

Difetti di regolazione dei pendini che sorreggono gli apparecchi illuminanti.

#### **01.04.02.A07 Anomalie di funzionamento**

Difetti di funzionamento degli apparati di illuminazione a led.

**Elemento Manutenibile: 01.04.03**

## **Apparecchio ad incasso a led**

**Unità Tecnologica: 01.04**

**Illuminazione a led**

Si tratta di elementi che vengono montati nel controsoffitto degli ambienti; sono realizzati con sistemi modulari in modo da essere facilmente montabili e allo stesso tempo rimovibili.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Il montaggio deve essere effettuato da personale specializzato. Nella rimozione degli elementi bisogna fare attenzione a non deteriorare le parti delle giunzioni. Tutte le operazioni devono essere eseguite da personale specializzato e qualificato; evitare quindi qualsiasi operazione sui dispositivi dell'intero sistema.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.04.03.A01 Anomalie anodo**

Difetti di funzionamento dell'anodo.

#### **01.04.03.A02 Anomalie catodo**

Difetti di funzionamento del catodo.

#### **01.04.03.A03 Anomalie connessioni**

Difetti delle connessioni dei vari diodi.

#### **01.04.03.A04 Anomalie trasformatore**

Difetti di funzionamento del trasformatore di tensione.

#### **01.04.03.A05 Deformazione**

Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi di tamponamento per fenomeni di ritiro quali imbarcamento, svergolamento, ondulazione.

#### **01.04.03.A06 Non planarità**

Uno o più elementi dei controsoffitti possono presentarsi non perfettamente complanari rispetto al sistema.

#### **01.04.03.A07 Anomalie di funzionamento**

Difetti di funzionamento degli apparati di illuminazione a led.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

#### **01.04.03.I01 Pulizia**

*Cadenza: quando occorre*

Pulizia delle superfici mediante prodotti idonei al tipo di materiale.

## Impianto di distribuzione acqua fredda e calda

L'impianto di distribuzione dell'acqua fredda e calda consente l'utilizzazione di acqua nell'ambito degli spazi interni del sistema edilizio o degli spazi esterni connessi. L'impianto è generalmente costituito dai seguenti elementi tecnici:

- allacciamenti, che hanno la funzione di collegare la rete principale (acquedotto) alle reti idriche d'utenza;
- macchine idrauliche, che hanno la funzione di controllare sia le caratteristiche fisico-chimiche, microbiologiche, ecc. dell'acqua da erogare sia le condizioni di pressione per la distribuzione in rete;
- accumuli, che assicurano una riserva idrica adeguata alle necessità degli utenti consentendo il corretto funzionamento delle macchine idrauliche e/o dei riscaldatori;
- riscaldatori, che hanno la funzione di elevare la temperatura dell'acqua fredda per consentire di soddisfare le necessità degli utenti;
- reti di distribuzione acqua fredda e/o calda, aventi la funzione di trasportare l'acqua fino ai terminali di erogazione;
- reti di ricircolo dell'acqua calda, che hanno la funzione di mantenere in costante circolazione l'acqua calda in modo da assicurarne l'erogazione alla temperatura desiderata;
- apparecchi sanitari e rubinetteria che consentono agli utenti di utilizzare acqua calda e/o fredda per soddisfare le proprie esigenze.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

---

- ° 01.05.01 Scaldacqua a pompa di calore

## Scaldacqua a pompa di calore

Unità Tecnologica: 01.05

Impianto di distribuzione acqua fredda e calda

In questi apparecchi l'energia elettrica non viene utilizzata direttamente per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, ma per azionare la pompa di calore. Tale dispositivo preleva calore dall'ambiente in cui è installato e lo cede all'acqua che è contenuta nell'accumulo.

Pertanto per garantire un buon rendimento delle pompe di calore è necessario che la temperatura ambiente del locale ove l'apparecchio è installato si mantenga a valori superiori a 10-15 °C. Tale valore della temperatura può scendere fino a 6 °C (per pompe di calore ad aria interna) al di sotto dei quali un dispositivo automatico inserisce una resistenza elettrica ausiliare. La temperatura massima dell'acqua calda fornita dall'apparecchio non è superiore a 50-55 °C, tuttavia, in caso di necessità, un serpentino permette di integrare il valore utilizzando direttamente il fluido termovettore prodotto dalla caldaia per il riscaldamento ambiente.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Le prese e le spine devono essere posizionate in modo da essere facilmente individuabili e quindi di facile utilizzo; la distanza dal pavimento di calpestio deve essere di 17,5 cm se la presa è a parete, di 7 cm se è in canalina, 4 cm se da torretta, 100-120 cm nei locali di lavoro. I comandi luce sono posizionati in genere a livello maniglie porte.

Se la temperatura dell'acqua viene mantenuta tra i 45 °C e i 50 °C i consumi di energia elettrica risultano abbastanza contenuti mentre a temperature superiori possono diventare rilevanti.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.05.01.A01 Corrosione

Corrosione della struttura dello scaldacqua evidenziata dal cambio del colore in prossimità dell'azione corrosiva.

#### 01.05.01.A02 Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

#### 01.05.01.A03 Difetti della coibentazione

Difetti di tenuta della coibentazione per cui non si ha il raggiungimento della temperatura richiesta.

#### 01.05.01.A04 Difetti di tenuta

Perdite di fluido che si verificano per mancanza di tenuta delle tubazioni.

#### 01.05.01.A05 Perdite di carico

Valori della pressione non rispondenti a quelli di esercizio.

#### 01.05.01.A06 Rumorosità

Presenza di rumori anomali o livello di rumorosità non nei valori di norma.

#### 01.05.01.A07 Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto all'ossidazione delle masse metalliche.

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag. <a href="#">2</a>
2) Palazzetto dello Sport - Thiesi .....	pag. <a href="#">3</a>
" 1) Impianti sportivi.....	pag. <a href="#">4</a>
" 1) Pavimentazione bituminosa e asfaltoide .....	pag. <a href="#">5</a>
" 2) Attrezzatura da basket .....	pag. <a href="#">5</a>
" 3) Attrezzatura da pallavolo.....	pag. <a href="#">6</a>
" 4) Segnature .....	pag. <a href="#">6</a>
" 2) Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali_Strutture Sportive .....	pag. <a href="#">8</a>
" 1) Ambiente Spazi per le attività sportive .....	pag. <a href="#">10</a>
" 3) Impianto solare termico .....	pag. <a href="#">19</a>
" 1) Collettore solare piano .....	pag. <a href="#">20</a>
" 4) Illuminazione a led .....	pag. <a href="#">21</a>
" 1) Apparecchio a parete a led .....	pag. <a href="#">22</a>
" 2) Apparecchio a sospensione a led .....	pag. <a href="#">22</a>
" 3) Apparecchio ad incasso a led .....	pag. <a href="#">23</a>
" 5) Impianto di distribuzione acqua fredda e calda .....	pag. <a href="#">24</a>
" 1) Scaldacqua a pompa di calore .....	pag. <a href="#">25</a>

**Comune di Thiesi**  
Provincia di Sassari

**PIANO PRELIMINARE DI MANUTENZIONE**  
**Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica**

## **MANUALE DI MANUTENZIONE**

(Articolo 19 dell'Allegato I.7 al D.Lgs 31 marzo 2023, n.36)

**OGGETTO:**

Legge Regionale 19 dicembre 2023 n. 17 - Allegato 3 - Tabella L. Investimenti finanziati dall'Accordo Stato-Regione del 7.11.2019 (art. 1, da comma 866 a 873, L. 160/2019). "Contributo per interventi di adeguamento, riqualificazione ed efficientamento energetico del palazzetto dello sport" nel Comune di Thiesi.

**COMMITTENTE:**

CUP: G63I23000130002 - CIG: B50AF083D3  
Comune di Thiesi

25/03/2025, Sassari

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Arch. Gian Maria Sale)

ESSECIQUADRO ASSOCIATI S.R.L.

ManTus-P by Guido Cianciulli - Copyright ACCA software S.p.A.

## PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **Thiesi**

Provincia di: **Sassari**

OGGETTO: Legge Regionale 19 dicembre 2023 n. 17 - Allegato 3 - Tabella L. Investimenti finanziati dall'Accordo Stato-Regione del 7.11.2019 (art. 1, da

comma 866 a 873, L. 160/2019). "Contributo per interventi di adeguamento, riqualificazione ed efficientamento energetico del

palazzetto dello sport" nel Comune di Thiesi.

CUP: G63I23000130002 - CIG: B50AF083D3

### **CORPI D'OPERA:**

---

- ° 01 Palazzetto dello Sport - Thiesi

## Palazzetto dello Sport - Thiesi

L.R. 19 DICEMBRE 2023 N. 17 - ALLEGATO 3 - TABELLA L. INVESTIMENTI FINANZIATI DALL'ACCORDO STATO-REGIONE DEL 7.11.2019 (ART. 1, DA COMMA 866 A 873, L. 160/2019). "CONTRIBUTO PER INTERVENTI DI ADEGUAMENTO, RIQUALIFICAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PALAZZETTO DELLO SPORT NEL COMUNE DI THIESI"

CUP: G63I23000130002 - CIG: B50AF083D3

### UNITÀ TECNOLOGICHE:

---

- ° 01.01 Impianti sportivi
- ° 01.02 Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali\_Strutture Sportive
- ° 01.03 Impianto solare termico
- ° 01.04 Illuminazione a led
- ° 01.05 Impianto di distribuzione acqua fredda e calda



## Impianti sportivi

Insieme di uno o più spazi destinati ad attività sportive relativi ad una o più discipline che hanno in comune gli spazi ed i servizi annessi per lo svolgimento di tali attività. La scelta dei luoghi per la realizzazione di impianti sportivi deve soddisfare aspetti ed analisi diverse:

- demografiche;
- servizi e trasporti;
- climatici e geologiche;
- economiche e gestionali.

La realizzazione degli impianti sportivi è disciplinata oltre che dalle norme urbanistiche, ambientali e dai regolamenti locali anche da norme emanate degli enti sportivi (Coni e Federazioni sportive) per la parte attinente alle attrezzature sportive, ai campi di gioco e agli altri servizi connessi. Gli impianti sportivi possono suddividersi in base alle diverse categorie agonistiche: sport all'aperto, sport al coperto, sport d'acqua, sport del ghiaccio, sport a cavallo e sport motoristici. All'interno degli impianti sportivi si articolano ulteriori aree funzionali:

- aree per le attività sportive;
- aree per i servizi di supporto;
- aree destinate al pubblico.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

#### 01.01.R01 Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità

##### **Prestazioni:**

Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

#### 01.01.R02 Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

All'interno del piano di manutenzione redatto per l'opera interessata, dovranno essere inserite indicazioni che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente attraverso il minore utilizzo di sostanze tossiche, favorendo la riduzione delle risorse.

##### **Prestazioni:**

Favorire l'impiego di materiali e componenti caratterizzati da un lungo ciclo di vita e da efficiente manutenibilità e riutilizzabilità degli stessi. In fase progettuale optare per la composizione dell'edificio dei sub-sistemi, utilizzando tecnologie e soluzioni mirate a facilitare gli interventi di manutenzione e a ridurre la produzione di rifiuti.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Utilizzo di materiali e componenti con basse percentuali di interventi manutentivi.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.01.01 Pavimentazione bituminosa e asfaltoidi
- ° 01.01.02 Attrezzatura da basket
- ° 01.01.03 Attrezzatura da pallavolo
- ° 01.01.04 Segnature

## Pavimentazione bituminosa e asfaltoide

Unità Tecnologica: 01.01

Impianti sportivi

Si tratta di superfici di calpestio sulle quali vengono svolte attività sportive. In particolare la pavimentazione può essere del tipo continua o ad elementi realizzata mediante l'impiego di miscele di bitumi e/o asfalti realizzati con aggregati lapidei o elastomerici con additivi del tipo naturale o sintetico. Possono suddividersi in: pavimentazioni normale e pavimentazioni con materiali elastomerici. Le norme CONI assegnano a questi tipi di pavimentazioni il codice (60).

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.01.R01 Resistenza alle azioni derivanti da attività sportive

*Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

Le superfici e/o pavimentazioni sportive dovranno resistere alle azioni derivanti dalle attività sportive

##### **Prestazioni:**

Nello svolgimento di qualsiasi attività sportiva le azioni dovute al contatto tra praticante e superficie di contatto, mediante qualsiasi mezzo o attrezzo proprio della disciplina praticata, non dovranno scaturire effetti e/o anomalie tali da influenzare l'attività stessa.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Essi variano in funzione del tipo di superficie e/o pavimentazione in uso e dell'attività sportiva esercitata.

#### 01.01.01.R02 Resistenza allo scivolamento

*Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

Le superfici e/o pavimentazioni sportive dovranno produrre adeguata resistenza alle azioni di scivolamento eventualmente scaturite durante le attività sportive.

##### **Prestazioni:**

Le prove effettuate su provini in laboratorio mediante apparecchiature di prova secondo le norme vigenti, con scivolamento: a secco, ad umido ed altre condizioni, dovranno produrre risultati adeguati.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Essi variano in funzione delle condizioni di prova e comunque secondo i risultati espressi dalle norme vigenti.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Abrasioni superficiali

Abrasioni superficiali dovute all'azione usurante di calzature con suole inadatte al tipo di superficie. Altre cause possono riscontrarsi in seguito al transito e/o a manovre inopportune di automezzi leggeri utilizzati per la manutenzione (carrelli, trattorini tagliaerba, ecc.).

#### 01.01.01.A02 Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei (pietrisco, fogliame, ecc.), di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

#### 01.01.01.A03 Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di piccole parti sotto minime sollecitazioni meccaniche.

#### 01.01.01.A04 Fessurazioni

Presenza di discontinuità nel materiale con distacchi macroscopici delle parti.

#### 01.01.01.A05 Macchie

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

#### 01.01.01.A06 Non planarità delle superfici

Non planarità delle superfici riscontrate mediante misure, in diversi punti delle superfici, in senso longitudinale e trasversale a queste.

#### 01.01.01.A07 Pendenze irregolari

Pendenze irregolari delle superfici in uso rispetto ai normali riferimenti di norma con accumulo di acque

meteoriche in zone diverse.

#### **01.01.01.A08 Presenza di vegetazione**

Presenza ed infiltrazione di vegetazione lungo le superfici e/o pavimentazioni in uso.

#### **01.01.01.A09 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### **01.01.01.A10 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.01.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo*

Controllo generale delle superfici e verifica di assenza di eventuali anomalie. Verifica dei parametri geometrici (dimensioni, squadrature, delimitazioni, ecc.) di riferimento anche in funzione delle attività sportive svolte.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Abrasioni superficiali*; 2) *Deposito superficiale*; 3) *Disgregazione*; 4) *Fessurazioni*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

#### **01.01.01.C02 Controllo planarità**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Verifica*

Controllo della planarità mediante misure effettuate in senso longitudinale e trasversale lungo le superfici mediante l'utilizzo di attrezzatura di precisione. Verifica delle giuste pendenze ammissibili e delle quote di riferimento anche in relazione alle discipline sportive praticate.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Pendenze irregolari*; 2) *Non planarità delle superfici*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.01.01.C03 Controllo del grado di riciclabilità**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.01.01.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.01.I01 Pulizia superfici**

*Cadenza: quando occorre*

Pulizia delle superfici mediante l'impiego di prodotti detergenti idonei ad esclusione di solventi chimici aggressivi (benzine, oli minerali, ecc.).

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

#### **01.01.01.I02 Rimozione depositi**

*Cadenza: ogni settimana*

Rimozione di granellini distaccatisi dalla pavimentazione, di pietrisco e/o altri depositi lungo le superfici sportive.

Utilizzare attrezzatura tradizionale (scope, raccoglitori, ecc.) o in alternativa aspiratrici elettriche idonee.

- Ditte specializzate: *Generico*.

#### **01.01.01.I03 Rimozione erba**

*Cadenza: ogni mese*

Rimozione di eventuale erba e/o altra vegetazione per una fascia di almeno 30 cm intorno alla cordatura perimetrale delle superfici in uso onde evitare l'infiltrazione nella pavimentazione. Utilizzare attrezzatura da taglio e/o in alternativa diserbanti totali seguendo attentamente le prescrizioni e le avvertenze d'uso dei prodotti utilizzati.

- Ditte specializzate: *Giardiniere*.

#### **01.01.01.I04 Ripristino superficie**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino di eventuali rotture accidentali a carico della superficie mediante l'utilizzo di prodotti idonei e di analoghe caratteristiche. L'intervento non deve in alcun modo alterare le caratteristiche delle pavimentazioni sportive.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.02**

## **Attrezzatura da basket**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Impianti sportivi**

L'attrezzatura basket è formata dai seguenti elementi: segnapunti, canestri, reti, tabelloni, palloni, lavagne basket, nastri adesivi, segnacampo, serie palette, tavoli giudici, panchine, sedie, reti porta palloni, contenitori portapalloni, armadi porta attrezzi, carrelli porta palloni, ecc..

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.02.A01 Rottura**

Rottura di parti tali da compromettere il corretto funzionamento dell'attrezzatura.

#### **01.01.02.A02 Deposito superficiale**

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie degli elementi.

#### **01.01.02.A03 Lubrificazione inadeguata**

Lubrificazione inadeguata dei meccanismi atti ai movimenti.

#### **01.01.02.A04 Posizione errata**

Posizione errata degli elementi rispetto in virtù della disciplina sportiva.

#### **01.01.02.A05 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.02.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni settimana*

*Tipologia: Controllo*

Controllare lo stato generale degli elementi e verificare l'assenza di eventuali anomalie.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Rottura*; 2) *Lubrificazione inadeguata*; 3) *Deposito superficiale*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

#### **01.01.02.C02 Controllo del grado di riciclabilità**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato

grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.02.I01 Sostituzione degli elementi

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione degli elementi usurati o rotti con altri di caratteristiche analoghe.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.01.03

## Attrezzatura da pallavolo

Unità Tecnologica: 01.01

Impianti sportivi

L'attrezzatura da pallavolo è formata dai seguenti elementi: reti, supporti reti, misuratori di elevazione, spike, ball catcher, pallone con elastici, simulatore di muro, spike catcher, palloni, pedana di salto con cintura, elastici dinamometro, carrelli porta palloni, contenitori porta palloni, armadi porta attrezzi, tenditori, palchetto per arbitro, segnapunti, lavagne, ecc..

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.03.A01 Rottura

Rottura di parti tali da compromettere il corretto funzionamento dell'attrezzatura.

### 01.01.03.A02 Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie degli elementi.

### 01.01.03.A03 Posizione errata

Posizione errata degli elementi rispetto in virtù della disciplina sportiva.

### 01.01.03.A04 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.03.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni settimana*

*Tipologia: Controllo*

Controllare lo stato generale degli elementi e verificare l'assenza di eventuali anomalie.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Rottura;* 2) *Deposito superficiale.*
- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### 01.01.03.C02 Controllo del grado di riciclabilità

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.03.I01 Sostituzione degli elementi

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione degli elementi usurati o rotti con altri di caratteristiche analoghe.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Elemento Manutenibile: 01.01.04

## Segnature

Unità Tecnologica: 01.01

Impianti sportivi

Si tratta di elementi per la segnalazione visiva tracciati sulle superfici sportive per delineare, mediante simbologia e colori convenzionali, aree per lo svolgimento di attività e discipline sportive diverse. Possono essere costituiti da: strati di vernice, strati di polveri di gesso, bande adesive, ecc..

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.04.A01 Distacco

Distacco di parti e/o elementi costituenti lungo i percorsi segnati, in seguito ad eventi traumatici di origine esterna.

#### 01.01.04.A02 Mancanza

Mancanza di elementi o parti costituenti lungo i percorsi di delimitazione.

#### 01.01.04.A03 Usura

Usura (decolorazione, perdita di frammenti, ecc.) delle parti costituenti lungo i percorsi segnati.

#### 01.01.04.A04 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.04.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo*

Controllare lo stato generale delle segnature lungo le superfici e verificare l'assenza di eventuali anomalie.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Distacco*; 2) *Mancanza*; 3) *Usura*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

#### 01.01.04.C02 Controllo del grado di riciclabilità

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.04.I01 Ripristino degli elementi

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino delle segnature lungo le superfici secondo le posizioni originarie. In alternativa provvedere alla sostituzione di eventuali elementi usurati con altri di caratteristiche analoghe.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali\_Strutture Sportive

La qualità dell'aria negli **Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali (strutture sportive, teatri, centri sociali, auditorium, mense, ecc.)**,

si riferisce all'aria interna che si respira negli ambienti confinati. L'inquinamento dell'aria indoor è un importante determinante di salute, influisce negativamente sulla salute della popolazione e sulla produttività.

Le sostanze in grado di alterare la qualità dell'aria indoor sono agenti chimici, fisici e biologici, provengono in parte dall'esterno (inquinamento atmosferico outdoor, pollini) o sono prodotte da fonti interne.

L'inquinamento dell'aria indoor è un problema complesso, multisettoriale e multidisciplinare perché correlato a molteplici fattori:

- gli elementi in dotazione dell'edificio, quali i materiali da costruzione e gli impianti (riscaldamento, condizionamento, ventilazione);
- gli arredi fissi e mobili;
- i rivestimenti (pavimenti, pareti, soffitti);
- i prodotti chimici di largo consumo usati per la manutenzione e la pulizia degli ambienti;
- le modalità d'uso degli spazi interni (stili di vita, strumenti di lavoro, etc.);
- comportamenti degli occupanti.

Gli effetti sanitari correlati all'alterazione della qualità dell'aria indoor (IAQ) costituiscono un fenomeno complesso, perché legati a diversi fattori ambientali e individuali, tra cui:

- tipologia e concentrazione dell'inquinante;
- presenza di sinergie con altri inquinanti;
- tempo di esposizione;
- parametri microclimatici e suscettibilità delle persone esposte.

Gli effetti possono essere acuti, a breve termine, o cronici, a lungo termine.

Gli effetti a breve termine possono presentarsi dopo una singola esposizione o dopo esposizioni ripetute a un singolo inquinante (o miscele di inquinanti), anche a basse concentrazioni.

Generalmente la sintomatologia dura poco tempo e scompare con l'eliminazione della fonte di inquinamento (quando è possibile identificarla). Effetti acuti possono verificarsi in seguito all'esposizione di breve durata a elevate concentrazioni di un inquinante tossico (o più inquinanti), come nel caso di incidenti domestici dovuti a fughe di gas e intossicazione acuta da monossido di Carbonio (CO).

Gli effetti a lungo termine (effetti cronici) si manifestano dopo una esposizione prolungata a livelli di concentrazione anche lievi o dopo esposizioni ripetute. Possono manifestarsi anche dopo anni dall'esposizione. Numerose evidenze dimostrano che l'inquinamento dell'aria indoor può rappresentare un importante cofattore nella genesi delle malattie cardiovascolari e di altre malattie sistemiche e alcuni inquinanti indoor possono contribuire all'aggravamento di patologie preesistenti.

Nel complesso gli effetti sulla salute associati ad una cattiva IAQ possono essere classificati in:

- Malattie associate agli edifici (Building-related illness-BRI);
- Sindrome dell'edificio malato (Sick Building Syndrome);
- Sindrome da sensibilità chimica multipla (Multiple Chemical Sensitivity syndrome-MCS o Intolleranza Idiopatica Ambientale ad Agenti Chimici-IIAAC).

Alcuni individui si presentano particolarmente sensibili all'effetto degli inquinanti. I gruppi di persone che hanno questa particolare sensibilità alle sostanze tossiche sono definiti sottopopolazioni suscettibili, in quanto per loro il rischio espositivo risulta maggiore rispetto al resto della popolazione. Subiscono effetti sulla salute a concentrazioni degli inquinanti relativamente basse o manifestano risposte più gravi rispetto a quelle manifestate dalla popolazione generale.

I gruppi più a rischio per esposizioni a inquinamento indoor sono: bambini, anziani e persone con patologie croniche (malattie cardiache e respiratorie), malattie del sistema immunitario e le persone a basso reddito.

In alcuni casi le sottopopolazioni suscettibili risultano anche le più esposte alle sostanze tossiche. Ad esempio i bambini, gli anziani i malati cronici passano molto tempo negli ambienti confinati e quindi, oltre ad essere più sensibili sono anche più esposti ai rischi presenti in questi ambienti.

I bambini sono più a rischio degli adulti a causa della loro ridotta superficie corporea e perché il loro organismo è ancora in fase di sviluppo, ma anche perché sono soggetti ad un'esposizione potenzialmente più lunga degli adulti agli agenti tossici, considerata la loro aspettativa di vita.

Le esposizioni precoci possono causare danni alla salute già nell'infanzia, ma anche più avanti nel corso della vita o nelle generazioni future. I bambini più piccoli (0-5 anni) sono particolarmente a rischio, soprattutto se appartenenti a classi sociali disagiate, perché risultano più esposti a comportamenti a rischio degli adulti (fumo passivo, cottura di cibi senza sistemi di ventilazione adeguati, inadeguata pulizia degli ambienti ecc.).

Nei ceti più elevati una migliore consapevolezza del problema dell'inquinamento indoor e un più facile accesso all'informazione e al trattamento medico possono agire come fattori protettivi.

L'apparato respiratorio nell'infanzia (in particolare nei primi 6-12 mesi di vita) è particolarmente suscettibile agli effetti tossici di alcuni inquinanti ambientali ed in modo particolare al fumo passivo, detto anche fumo di tabacco ambientale - ETS (Environmental Tobacco Smoke). L'esposizione a ETS, muffe e allergeni domestici (acari della polvere e derivati epiteliali di cane e gatto) rappresentano i principali fattori di rischio per esordio di asma e scarso controllo della malattia in età pediatrica.

Recenti dati dell'OMS evidenziano che nelle mura domestiche più della metà dei bambini europei sono regolarmente esposti al fumo passivo. Inoltre, almeno il 15% dei bambini e degli adolescenti vivono in case molto umide e in condizioni microclimatiche che contribuiscono allo sviluppo e peggioramento delle crisi asmatiche (OMS 2009).

Le Malattie associate agli edifici o building- related illness (BRI) comprendono quadri patologici specifici, caratterizzati da una specifica etiologia (agente biologico o fisico o chimico).

Solitamente interessano una quota limitata degli occupanti di un determinato edificio e gli effetti sono a carico di:

- apparato respiratorio;
- apparato cardiovascolare;
- cute e mucose esposte;
- sistema nervoso;
- sistema immunologico.

Tra le patologie determinate dall'esposizione ad agenti indoor, le forme più frequenti sono quelle che comprendono quadri clinici caratterizzati da effetti irritativi a carico della cute e effetti neurosensoriali che causano condizioni di malessere, diminuzione del comfort degli occupanti e percezione negativa della qualità dell'aria.

L'esposizione della cute o delle mucose di occhio, naso e gola a inquinanti aerodispersi può causare manifestazioni irritative a carico della cute nella sede di contatto.

I principali composti chimici responsabili di reazioni irritative sono: formaldeide e altre aldeidi, composti organici volatili (COV) e sostanze presenti nel fumo di tabacco ambientale, fibre minerali artificiali.

L'intensità della risposta dell'organismo all'effetto irritante dipende anche da alcuni parametri microclimatici, quali temperatura ed umidità. Stime dell'OMS indicano che effetti sensoriali primari o secondari, espressione di disagio, si rilevano nei soggetti che risiedono nel 30% di tutte le nuove costruzioni.

Si tratta di edifici moderni, dotati di ventilazione artificiale e di condizionamento dell'aria. Esempi di tali effetti di una certa rilevanza sono assenteismo, conflittualità, decremento della produttività. Sono legati alla presenza di inquinanti di varia natura (fisica, chimica e biologica) e/o all'alterazione dei parametri microclimatici.

Comfort ambientale e benessere termico

Il microclima assieme all'inquinamento chimico incide in maniera significativa sulla qualità degli ambienti indoor, influenzando significativamente il comfort ambientale e il benessere termico delle persone.

Una temperatura ambientale eccessiva, può associarsi ad un maggiore affaticamento sia fisico che mentale e può causare un'eccessiva perdita di liquidi dal corpo (soprattutto attraverso la sudorazione) con conseguente comparsa di sintomi aspecifici (cefalea, scarsa capacità di concentrazione ecc).

E' dimostrato che incrementi eccessivi di temperatura ambientale (associata a incrementi di umidità), come nel corso di un'ondata di calore, possono causare effetti sulla salute che comprendono sintomi che non arrivano all'attenzione clinica (ad esempio riduzione delle capacità fisiche e psichiche) fino ad effetti più gravi che possono determinare il ricorso al pronto soccorso, il ricovero in ospedale o causare la morte di sottogruppi più suscettibili, quali: anziani, malati cronici, neonati e bambini (0-4 anni).

Senza dubbio l'uso di aria condizionata è un fattore protettivo per questi sottogruppi di popolazione, tuttavia incrementare l'uso di questi impianti determina a sua volta un incremento dei consumi di energia e di emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

Risulta importante rafforzare la capacità di prevenzione dei rischi per la salute in tutte le politiche di settore:

- politiche relative a progettazione, costruzione e manutenzione degli edifici (IAQ Standard e valori guida/Standard ventilazione, ecc);
- politiche materiali per l'edilizia e arredo;
- politiche sicurezza prodotti chimici di largo consumo;
- politiche per il miglioramento del contesto ambientale;
- politiche che incidono sul risparmio energetico e promuovano l'uso di energia pulita;

Inoltre è necessario sviluppare politiche generali per incidere sui comportamenti degli "occupanti" con Campagne di informazione e comunicazione.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

### 01.02.R01 Rispetto dei valori limite di monossido di carbonio (CO) secondo i parametri di riferimento

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

#### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Valore di riferimento relativo all'aria indoor:

- L'OMS [WHO, 2010] ritiene validi per l'indoor i valori guida outdoor presentati in "Air quality guidelines for Europe" [WHO, 2000], aggiungendo il limite delle 24 ore pari a 7 mg/m<sup>3</sup> e aumentando il limite orario a 35 mg/m<sup>3</sup>.
- L'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.) propone per gli ambienti interni lo stesso valore guida di 9 ppm per 8 ore indicato per l'esterno dall'U.S. National Ambient Air Quality Standards.

Inquinante: CO

Riferimento temporale: 24 H

Valori Interim µg/m<sup>3</sup>: 7 mg/m<sup>3</sup>

Linee Guida OMS 2021: 4 mg/m<sup>3</sup>

Ministero della salute, valori normali: tra 1,5 e 4,5 mg/m<sup>3</sup>



Italia DLgs 155/2010:

Soglia di valutazione superiore: 70% del valore limite (7 mg/m<sup>3</sup>) (Media su 8 ore )

Soglia di valutazione inferiore: 50% del valore limite (5 mg/m<sup>3</sup>) (Media su 8 ore )

#### **01.02.R02 Rispetto dei valori limite di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Limiti di legge definiti dal D. Lgs. 155/2010: - Valore Limite (VL) annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m<sup>3</sup>; - Valore Limite (VL) orario per la protezione della salute umana di 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte/anno; - Soglia di Allarme (SA) per 3 ore consecutive di 400 µg/m<sup>3</sup>.

#### **01.02.R03 Rispetto dei valori limite di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Il D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 definisce i seguenti parametri: Valore Limite (VL) giornaliero per la protezione della salute umana di 125 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 3 volte/anno; - Valore Limite (VL) orario per la protezione della salute umana di 350 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 24 volte/anno; - Soglia di Allarme (SA) per 3 ore consecutive di 500 µg/m<sup>3</sup>.

#### **01.02.R04 Rispetto dei valori limite dei composti organici volatili (VOC)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente come dimostrato dalla Dir. 2004/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili dovute all'uso di solventi organici in talune pitture e vernici e in taluni prodotti per carrozzeria e recante modifica della direttiva 1999/13/CE.

#### **01.02.R05 Rispetto dei valori limite di formaldeide (CH<sub>2</sub>O)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Nella Circolare del Ministero della Sanità n. 57 del 22 giugno 1983 "Usi della formaldeide - Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego", viene riportato un limite massimo di esposizione di 0,1 ppm (124 µg/m<sup>3</sup>) negli ambienti di vita e di soggiorno in via sperimentale e provvisoria. Orientamento confermato nel decreto del 10 ottobre 2008 "Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno".

#### **01.02.R06 Rispetto dei valori limite di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

La soglia di concentrazione in aria del benzene è stabilita dal D. Lgs. 155/2010 e calcolata su base temporale annuale. Il Valore Limite (VL) di concentrazione in aria di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> annuale per la protezione della salute umana è pari a 5 µg/m<sup>3</sup>. Non può comunque essere raccomandato nessun livello sicuro di esposizione al benzene.

**01.02.R07 Rispetto dei valori limite di idrocarburi aromatici policiclici (IPA)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Per le residenze non abbiamo valori di riferimento standard. Nelle scuole, gli IPA indoor sono pari a 6,1 ng/m<sup>3</sup> durante l'inverno, a 0,58 ng/m<sup>3</sup> in primavera e a 0,46 ng/m<sup>3</sup>, in estate. Negli uffici gli IPA raggiungono 5.0 ng/m<sup>3</sup> d'inverno e 0.43 ng/m<sup>3</sup> in primavera.

**01.02.R08 Rispetto dei valori limite di ozono (O<sub>3</sub>)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Negli ambienti interni, con aerazione naturale, la concentrazione di ozono deve essere compresa:

- tra 3-20 ppb ca.
- in estate tra 2-12 ppb ca.
- in inverno (per casi eccezionali valori superiori).

**01.02.R09 Rispetto dei valori limite di particolato aerodisperso (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

PM<sub>10</sub>: il valore annuale 15 µg/m<sup>3</sup>, quello sulle 24 ore 45 µg/m<sup>3</sup>;  
PM<sub>2,5</sub>: il valore annuale 10 a 5 µg/m<sup>3</sup>, quello sulle 24 ore 15 µg/m<sup>3</sup>

**01.02.R10 Rispetto dei valori limite dei composti presenti nel fumo di tabacco ambientale  
Environmental Tobacco smoke (ETS)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di

sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. In particolare con la legge n.3/2003, art. 51, "Tutela della salute dei non fumatori", entrata in vigore il 10/01/2005, estende il divieto di fumo a tutti i locali chiusi ad eccezione di quelli privati non aperti ad utenti o al pubblico e di quelli riservati ai fumatori e come tali contrassegnati (il divieto è assoluto in scuole e ospedali)

**01.02.R11 Rispetto dei valori limite di amianto**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Essendo un agente cancerogeno occorre evitare l'esposizione, anche a bassi livelli di concentrazione, poiché una minima esposizione può comportare effetti nocivi alla salute.

**01.02.R12 Rispetto dei valori limite di Campi elettromagnetici (c.e.m.)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

il limite vigente sul territorio italiano per la banda di frequenza a 3.6 GHz è di 40 V/m mentre i 6 V/m rappresentano il valore di attenzione, ossia il tetto massimo di esposizione riferito specificamente ai luoghi a permanenza non inferiore alle 4 ore giornaliere.

**01.02.R13 Rispetto dei valori limite di Rumore Ambientale**

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'ambiente indoor.

**Prestazioni:**

Eventuali sorgenti sonore non dovranno alterare il comfort acustico degli ambienti indoor, ma assicurare la condizione psicofisica per cui un individuo, immerso in un campo sonoro, si trova in condizioni di benessere, in relazione all'attività che sta svolgendo.

**Livello minimo della prestazione:**

Qualora per varie ragioni il limite dei 40 dB non possa essere rispettato, gli esperti raccomandano, comunque, di non superare la soglia dei 55 dB.

Negli ambienti di vita, la norma di riferimento per la protezione e tutela dei soggetti disturbati da fonti di rumore è il D.P.C.M. 14 novembre 1997 recante "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", il quale definisce i limiti di rumorosità per le sorgenti sonore fisse, sia in relazione ai valori limiti assoluti, riferiti all'ambiente esterno, sia a quelli differenziali, riferiti all'ambiente abitativo interno.

**01.02.R14 Rispetto dei valori limite di Luce Artificiale**

*Classe di Requisiti: Visivi*

*Classe di Esigenza: Aspetto*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'ambiente indoor. In particolare il comfort illuminotecnico o benessere visivo, dovrà assicurare all'individuo di poter svolgere nel modo migliore i diversi compiti o attività della giornata

**Prestazioni:**

L'Ambiente indoor dovrà essere dotato di sufficiente illuminazione naturale, eventualmente integrata da sistemi di illuminazione artificiale anche localizzata.

L'Ambiente indoor dovrà essere dotato di sufficiente illuminazione naturale, eventualmente integrata da sistemi di illuminazione artificiale anche localizzata.

La corretta illuminazione dovrà garantire:

- buona visibilità: per svolgere correttamente la propria attività
- comfort visivo: l'ambiente dovrà soddisfare le necessità di carattere fisiologico e psicologico
- sicurezza: le condizioni di illuminazione dovranno garantire un immediato e sicuro allontanamento dai pericoli con facilità di movimento per mettersi in sicurezza.

**Livello minimo della prestazione:**

I valori di luce artificiale raccomandati sono tra 300 e 750 Lux;

Per la luce naturale si fa riferimento al fattore medio di luce diurna e/o il rapporto illuminate (RI), ossia il rapporto tra la superficie finestrata prospiciente spazi esterni e la superficie del locale. Il valore minimo di (RI) è pari a 1/8 della superficie.

Lgs. 81/08, per le aree di lavoro di attività generali con un medio livello di attenzione (come gli ambienti di ufficio e le postazioni al videoterminale), l'illuminazione dell'area di lavoro dev'essere non inferiore a 500 lux.

**01.02.R15 Rispetto dei valori limite di Aria ionizzata positivamente**

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Quando vengono generati ioni, naturalmente o artificialmente, viene sempre generato anche ozono.

Questo gas è dannoso per la salute se esposto ad alte concentrazioni per un lungo periodo di tempo.

La ionizzazione dell'aria è caratterizzata dai seguenti indicatori di igiene:

- il numero e la massa di ioni di cariche opposte;
- coefficiente di unipolarità;
- coefficiente di intasamento.

In 1 cm di aria pulita, di regola, sono presenti 1-3 mila coppie di ioni di luce. Il rapporto tra il numero di ioni più e meno è il coefficiente di unipolarità. Il valore ottimale è 1,2-1,3.

Il rapporto tra la somma di particelle pesanti ugualmente cariche e la luce è il coefficiente di inquinamento. Il valore normale è un massimo di 50. Con l'aumento dell'inquinamento, il numero di ioni pesanti aumenta e il numero di polmoni diminuisce di conseguenza.

**01.02.R16 Rispetto dei valori limite di Radiazioni non ionizzanti**

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente.

**01.02.R17 Rispetto dei valori limite di Radon**

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Il livello di riferimento, valido sia gli ambienti di vita che per quelli di lavoro, pari a 300 Bq/m<sup>3</sup>.

**01.02.R18 Rispetto dei valori limite di Batteri e Virus**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. Per le abitazioni si possono considerare valori di carica microbionica di batteri UFC/mc <100.

**01.02.R19 Rispetto dei valori limite dei Pollini delle piante**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente.

**01.02.R20 Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. Per le abitazioni si possono considerare valori:

- di carica microbionica di funghi UFC/mc <50;
- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (acari), Der p 1 (allergene) pari a 2 µg/g (sensibilizzazione allergica) e Der f 1 (allergene) pari a 10 µg/g (attacchi acuti di asma).

**01.02.R21 Rispetto dei valori limite di Allergeni degli animali domestici**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. Per le abitazioni si possono considerare valori:

- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (gatti), Fel d 1 (allergene) pari a 1 µg/g (sensibilizzazione allergica) pari a 8 µg/g (attacchi acuti di asma).
- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (cani), Fel d 1 (allergene) pari a 1 µg/g (sensibilizzazione allergica) pari a 8 µg/g (attacchi acuti di asma).

**01.02.R22 Rispetto dei valori limite di fibre minerali sintetiche**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento delle fibre minerali sintetiche relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

Si raccomanda di mantenere il livello di concentrazione di fibre minerali sintetiche il più basso possibile,

inferiore ai livelli esterni di fondo.

**Livello minimo della prestazione:**

I prodotti utilizzati in ambiente indoor non dovranno rilasciare fibre di diametro molto piccolo (0,5 µm) che potrebbero provocare effetti negativi e/o patologie respiratorie nei soggetti esposti in ambienti confinati.

**01.02.R23 Rispetto dei valori limite dei Pollini delle piante**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente.

**01.02.R24 Rispetto dei valori limite di Batteri e Virus**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. Per le abitazioni si possono considerare valori di carica microbica di batteri UFC/mc <100.

**01.02.R25 Rispetto dei valori limite dei composti presenti nel fumo di tabacco ambientale  
Environmental Tobacco smoke (ETS)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. In particolare con la legge n.3/2003, art. 51, "Tutela della salute dei non fumatori", entrata in vigore il 10/01/2005, estende il divieto di fumo a tutti i locali chiusi ad eccezione di quelli privati non aperti ad utenti o al pubblico e di quelli riservati ai fumatori e come tali contrassegnati (il divieto è assoluto in scuole e ospedali)

**01.02.R26 Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. Per le abitazioni si possono considerare valori:

- di carica microbiotica di funghi UFC/mc <50;
- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (acari), Der p 1 (allergene) pari a 2 µg/g (sensibilizzazione allergica) e Der f 1 (allergene) pari a 10 µg/g (attacchi acuti di asma).

#### **01.02.R27 Rispetto dei valori limite di Allergeni degli animali domestici**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

##### **Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente.

Per le abitazioni si possono considerare valori:

- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (gatti), Fel d 1 (allergene) pari a 1 µg/g (sensibilizzazione allergica) pari a 8 µg/g (attacchi acuti di asma).
- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (cani), Fel d 1 (allergene) pari a 1 µg/g (sensibilizzazione allergica) pari a 8 µg/g (attacchi acuti di asma).

#### **01.02.R28 Rispetto dei valori limite dei composti organici volatili (VOC)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente come dimostrato dalla Dir. 2004/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili dovute all'uso di solventi organici in talune pitture e vernici e in taluni prodotti per carrozzeria e recante modifica della direttiva 1999/13/CE.

#### **01.02.R29 Rispetto dei valori limite dei composti presenti nel fumo di tabacco ambientale**

##### **Environmental Tobacco smoke (ETS)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente. In particolare con la legge n.3/2003, art. 51, "Tutela della salute dei non fumatori", entrata in vigore il 10/01/2005, estende il divieto di fumo a tutti i locali chiusi ad eccezione di quelli privati non aperti ad utenti o al pubblico e di quelli riservati ai fumatori e come tali contrassegnati (il divieto è assoluto in scuole e ospedali)

#### **01.02.R30 Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

##### **Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente.

Per le abitazioni si possono considerare valori:

- di carica microbica di funghi UFC/mc <50;
- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (acari), Der p 1 (allergene) pari a 2 µg/g (sensibilizzazione allergica) e Der f 1 (allergene) pari a 10 µg/g (attacchi acuti di asma).

**01.02.R31 Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi prestazionali dovranno rispettare i valori definiti dalla normativa vigente. In particolare non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente.

Per le abitazioni si possono considerare valori:

- di carica microbica di funghi UFC/mc <50;
- soglia di esposizione per effetti sensibilizzanti (acari), Der p 1 (allergene) pari a 2 µg/g (sensibilizzazione allergica) e Der f 1 (allergene) pari a 10 µg/g (attacchi acuti di asma).

**01.02.R32 Rispetto dei valori limite dei composti organici volatili (VOC)**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Non ci sono valori limiti standard, ma la legislazione europea ed italiana mostrano un'attenzione crescente come dimostrato dalla Dir. 2004/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili dovute all'uso di solventi organici in talune pitture e vernici e in taluni prodotti per carrozzeria e recante modifica della direttiva 1999/13/CE.

**01.02.R33 Rispetto dei valori limite di monossido di carbonio (CO) secondo i parametri di riferimento**

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

L'ambiente confinato dovrà rispettare i parametri di riferimento relativi all'aria indoor.

**Prestazioni:**

La qualità dell'aria interna non dovrà alterarsi, come conseguenza della presenza e dell'accumulo di sostanze inquinanti e di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico, alterandone la salubrità.

**Livello minimo della prestazione:**

Valore di riferimento relativo all'aria indoor:

- L'OMS [WHO, 2010] ritiene validi per l'indoor i valori guida outdoor presentati in "Air quality guidelines for Europe" [WHO, 2000], aggiungendo il limite delle 24 ore pari a 7 mg/m<sup>3</sup> e aumentando il limite orario a 35 mg/m<sup>3</sup>.

- L'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.) propone per gli ambienti interni lo stesso valore guida di 9 ppm per 8 ore indicato per l'esterno dall'U.S. National Ambient Air Quality Standards.

Inquinante: CO

Riferimento temporale: 24 H

Valori Interim µg/m<sup>3</sup>: 7 mg/m<sup>3</sup>

Linee Guida OMS 2021: 4 mg/m<sup>3</sup>



Ministero della salute, valori normali: tra 1,5 e 4,5 mg/m<sup>3</sup>

Italia DLgs 155/2010:

Soglia di valutazione superiore: 70% del valore limite (7 mg/m<sup>3</sup>) (Media su 8 ore )

Soglia di valutazione inferiore: 50% del valore limite (5 mg/m<sup>3</sup>) (Media su 8 ore )

#### **01.02.R34 Rispetto dei parametri di pulizia interna**

*Classe di Requisiti: Controllabilità dello stato*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

Rispetto dei parametri di pulizia interna relativa alle superfici a vista (pavimenti, moquette, tappeti, arredi, libri, abiti, altro, ecc.).

##### **Prestazioni:**

Le superfici interne agli ambienti dovranno assicurare livelli di pulizia da eventuali polveri depositate.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Superfici prive di depositi di polveri. Rispetto dei livelli di igiene e salubrità per gli ambienti interni.

### **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.02.01 Ambiente Spazi per le attività sportive

## Ambiente Spazi per le attività sportive

Unità Tecnologica: 01.02

**Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o  
Sociali Strutture Sportive**

Si tratta di spazi organizzati in prossimità dell'ambiente principale per lo svolgimento di corsi e/o discipline diverse.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.02.01.A01 Presenza di Agenti Chimici: monossido di carbonio (CO)

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Il monossido di carbonio assume particolare rilevanza tra gli inquinanti prodotti dalla combustione. E' un gas tossico, incolore, inodore, insapore e non irritante che, senza ventilazione adeguata, può raggiungere concentrazioni elevate. Si produce per combustione incompleta di qualsiasi materiale organico, in presenza di scarso contenuto di ossigeno nell'ambiente. Per le sue caratteristiche può essere inalato in modo subdolo ed impercettibile, fino a raggiungere nell'organismo concentrazioni letali. Il CO presente nell'aria degli ambienti confinati proviene principalmente dal fumo di tabacco e da fonti di combustione non dotate di idonea aspirazione (radiatori portatili a kerosene e a gas, caldaie, scaldabagni, caminetti e stufe a legna o a gas). Il monossido di carbonio può anche provenire dall'esterno quando il locale si trova annesso ad un garage o ad un'autofficina o in prossimità di strade con intenso traffico veicolare. Nelle abitazioni, in condizioni normali, i livelli sono compresi tra 1,5 e 4,5 mg/m<sup>3</sup>. In presenza di processi di combustione, quali sistemi di riscaldamento e di cottura o di fumo di tabacco, e inadeguata ventilazione, le concentrazioni interne possono superare quelle esterne e raggiungere livelli sino a 60 mg/m<sup>3</sup>. Durante l'inverno nelle abitazioni possono verificarsi concentrazioni superiori a quelle esterne e livelli di inquinamento elevati si riscontrano più frequentemente in edifici vecchi, specie se abitati da famiglie a basso reddito.

Il monossido di carbonio (CO) inalato si lega con l'emoglobina, una proteina presente a livello dei globuli rossi e deputata al trasporto dell'ossigeno, formando la carbossiemoglobina (COHb). Tale legame è molto più stabile (circa 200-300 volte) di quello formato tra emoglobina ed ossigeno, in questo modo il CO impedisce il normale trasporto dell'ossigeno ai tessuti periferici, determinando effetti tossicologici di diversa entità. Per concentrazioni ambientali di CO inferiori a 5 mg/m<sup>3</sup>, corrispondenti a concentrazioni di COHb inferiori al 3%, non si hanno effetti apprezzabili sulla salute, negli individui sani, mentre in pazienti con affezioni cardiache, anche basse concentrazioni possono provocare una crisi anginosa. A concentrazioni maggiori si verificano cefalea, confusione, disorientamento, capogiri, visione alterata e nausea. Concentrazioni particolarmente elevate possono causare coma e morte per asfissia. La severità delle manifestazioni cliniche da intossicazione da CO dipende dalla sua concentrazione nell'aria inspirata, dalla durata dell'esposizione e dalle condizioni di salute delle persone coinvolte. Particolarmente suscettibili sono gli anziani, le persone con affezioni dell'apparato cardiovascolare e respiratorio, le donne in stato di gravidanza, i neonati ed i bambini in genere. Circa l'80% dei casi di avvelenamento da CO rilevati dai Pronto Soccorso, si verifica tra le mura domestiche. In Italia le statistiche ufficiali più recenti riportano 500-600 morti l'anno, di cui circa i 2/3 per intossicazione volontaria. Tali cifre sicuramente sottostimano la vera entità del fenomeno poichè molti casi di intossicazione, soprattutto quelli accidentali o i casi non mortali, non vengono correttamente diagnosticati e registrati. Molto si è discusso sull'esistenza di un quadro di intossicazione cronica da CO. In alcuni soggetti esposti per lungo tempo all'assorbimento di piccole quantità dell'inquinante, è stata descritta una sintomatologia caratterizzata da astenia, cefalea, vertigini, nevriti, sindromi parkinsoniane ed epilettiche, aritmie, crisi anginose. La corretta informazione della popolazione generale sulla pericolosità del monossido di carbonio rappresenta il punto centrale nella prevenzione degli effetti dannosi causati da questo pericoloso agente tossico, soprattutto nei periodi a maggiore rischio, come durante i mesi invernali.

- Gli impianti di riscaldamento devono essere sottoposti ad una regolare manutenzione da parte di personale specializzato.

- I motori degli autoveicoli vanno tenuti spenti negli spazi chiusi.

- I sistemi di cottura, progettati per l'utilizzo all'aria aperta non devono essere usati all'interno di spazi chiusi.

- L'uso di apparecchiature rivelatrici della presenza di CO può essere incoraggiato, ma non deve essere considerato una alternativa ad una appropriata manutenzione degli impianti.

- La classe medica deve essere sensibilizzata in modo particolare al problema, affinché nella diagnosi etiologica non trascuri di valutare il monossido di carbonio come probabile agente eziologico in presenza di quadri clinici compatibili.

La progettazione, la installazione, la manutenzione ed il collaudo del sistema di combustione devono rispettare quanto previsto dalle disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di sicurezza degli impianti ed in

particolare il Decreto 22 gennaio 2008, n. 37, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU Serie Generale n.61 del 12-3-2008), come pure le norme tecniche di sicurezza dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI). I soggetti abilitati rilasciano al committente idonea dichiarazione della messa in opera, secondo "le regole dell'arte" e di conformità degli impianti alla normativa vigente.

#### **01.02.01.A02 Presenza di Agenti Chimici: biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Il biossido d'azoto (un tipico inquinante dell'aria esterna, originato prevalentemente dal traffico veicolare) è tra gli inquinanti più comuni dell'aria indoor, specialmente in Italia, dove sussiste un uso pressoché esclusivo di gas, sia per il riscaldamento, sia per cucinare. L'esposizione a questo composto può risultare, in assenza di adeguata ventilazione, anche superiore a quella dell'aria esterna.

Le principali fonti sono costituite da radiatori a cherosene, da stufe e radiatori a gas privi di scarico e dal fumo di tabacco. Nelle abitazioni si riscontrano generalmente concentrazioni inferiori a 0,1 mg/m<sup>3</sup>, tuttavia si possono verificare livelli più elevati (superiori a 0,2 mg/m<sup>3</sup>), soprattutto durante la cottura di cibi con stufe a gas o durante l'uso di stufe a cherosene.

Il biossido di azoto ha un odore pungente e può provocare irritazione oculare, nasale o a carico della gola e tosse. Alterazioni della funzionalità respiratoria si possono verificare in soggetti sensibili, quali bambini, persone asmatiche o affette da bronchite cronica. Una sintomatologia precoce a carico delle prime vie aeree in soggetti con patologia polmonare può manifestarsi a partire da concentrazioni pari a 0,2 mg/m<sup>3</sup>.

Per ridurre l'esposizione possono essere applicati alcuni accorgimenti:

- I dispositivi a gas devono essere regolarmente controllati
- Il locale cucina deve essere ben ventilato
- quando si cucina usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno, quando si cucina
- far controllare e pulire regolarmente da personale esperto di sistemi di riscaldamento caldaie, canne fumarie e camini
- non fumare negli ambienti chiusi
- far eseguire periodicamente, da tecnici specializzati, la manutenzione dei sistemi di ventilazione.

#### **01.02.01.A03 Presenza di Agenti Chimici: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Gli ossidi di zolfo comprendono l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e l'anidride solforica (SO<sub>3</sub>) che reagendo con l'acqua genera acido solforico. Negli ambienti indoor, in assenza di sorgenti interne, la presenza degli ossidi di zolfo in genere è dovuta all'ingresso dell'aria outdoor. Le principali fonti indoor sono costituite da radiatori a cherosene, da stufe e radiatori a gas privi di scarico esterno e dal fumo di tabacco.

Queste sostanze producono gli stessi effetti biologici e sanitari degli ossidi di azoto. A basse concentrazioni gli effetti del biossido di zolfo sono principalmente legati a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma e tracheiti e a irritazioni della pelle, degli occhi e delle mucose.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso di uso di combustibili negli ambienti confinati avendo cura di provvedere alla adeguata ventilazione degli ambienti e ad un'efficiente evacuazione dei fumi.

#### **01.02.01.A04 Presenza di Agenti Chimici: composti organici volatili (VOC)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Appartengono a questa classe numerosi composti chimici quali idrocarburi alifatici, aromatici e clorurati, aldeidi, terpeni, alcoli, esteri e chetoni. Tra questi i più diffusi negli edifici residenziali sono il limonene, il toluene, ma il più importante da un punto di vista tossicologico e mutageno è la formaldeide. In base al comma 11, art.268 del DLgs152/2006, vengono definiti COV, qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K (20°C) una pressione di vapore di 0,01 KPa superiore. Varie sono le sorgenti di inquinamento di Composti Organici Volatili (COV) nell'aria degli ambienti indoor: gli "occupanti" attraverso la respirazione e la superficie corporea, i prodotti cosmetici o deodoranti, i dispositivi di riscaldamento, i materiali di pulizia e prodotti vari (es. colle, adesivi, solventi, vernici,), abiti trattati recentemente in lavanderie, il fumo di sigaretta e strumenti di lavoro, quali stampanti e fotocopiatrici.

Altre importanti fonti di inquinamento sono i materiali da costruzione e gli arredi (es. mobili, moquette, rivestimenti) che possono determinare emissioni continue durature nel tempo (settimane o mesi). Elevate concentrazioni di COV sono riscontrabili, specialmente, nei periodi immediatamente successivi alla posa dei vari materiali o alla installazione degli arredi. L'emissione di COV è più alta all'inizio della vita del prodotto e tende a diminuire notevolmente in tempi abbastanza brevi (da una settimana per vernici e adesivi, a sei mesi per altri composti chimici). Fa eccezione la formaldeide, che tende a presentare rilasci relativamente costanti per molti anni. Infine, un'errata collocazione delle prese d'aria in prossimità di aree ad elevato inquinamento (es. vie ad alto traffico, parcheggio sotterraneo, autofficina) può determinare una importante penetrazione di

COV dall'esterno.

I COV possono essere causa di una vasta gamma di effetti che vanno dal disagio sensoriale fino a gravi alterazioni dello stato di salute; ad alte concentrazioni negli ambienti interni, possono causare effetti a carico di numerosi organi o apparati, in particolare a carico del sistema nervoso centrale. Alcuni di essi sono riconosciuti cancerogeni per l'uomo (benzene) o per l'animale (tetracloruro di carbonio, cloroformio, tricloroetilene, tetracloroetilene).

E' stato ipotizzato che l'inquinamento indoor da COV possa costituire un rischio cancerogeno per i soggetti che trascorrono molto tempo in ambienti confinati, anche se l'insufficiente caratterizzazione di tale inquinamento rende queste valutazioni non ancora conclusive.

I livelli dei COV presenti negli ambienti interni si possono controllare effettuando un'accurata scelta dei materiali da costruzione e da arredo e dei prodotti utilizzati per la pulizia. I progettisti, gli architetti, nonché i responsabili della manutenzione, devono prediligere prodotti certificati, che rispettino il requisito igiene salute e ambiente e mantenersi aggiornati sulle nuove disponibilità.

In particolare si raccomanda di:

- Ridurre al minimo l'uso di materiali contenenti COV (cosmetici, deodoranti, materiali di pulizia, colle, adesivi, solventi, vernici).
- Utilizzare, quando possibile, vernici a base di acqua.
- Utilizzare il meno possibile le colle per fissare la moquette al pavimento, eventualmente prendendo in considerazione soluzioni alternative.
- Ventilare adeguatamente i locali quando vi sono possibili sorgenti di VOC (materiali contenenti COV, abiti trattati recentemente in lavanderie, fumo di sigaretta, stampanti, fotocopiatrici) e durante e subito dopo la posa di materiali di costruzione e gli arredi (es. mobili, moquette, rivestimenti).
- Mantenere, comunque, gli ambienti sempre ben ventilati.
- Non fumare negli ambienti chiusi.
- Mantenere i dispositivi di riscaldamento regolarmente controllati.
- Usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno quando si cucina.
- Effettuare il regolare controllo e pulizia da parte di personale esperto dei sistemi di riscaldamento (caldaie, canne fumarie, camini).
- Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri, regolarmente controllati.

#### **01.02.01.A05 Presenza di Agenti Chimici: formaldeide (CH<sub>2</sub>O)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

La formaldeide è un composto organico in fase di vapore, caratterizzato da un odore pungente. Oltre a essere un prodotto della combustione (fumo di tabacco e altre fonti di combustione), è anche emesso da resine urea-formaldeide usate per l'isolamento (cosiddette UFFI) e da resine usate per truciolo e compensato di legno, per tappezzerie, moquette, tendaggi e altri tessuti sottoposti a trattamenti anti piega e per altro materiale da arredamento. Nelle abitazioni i livelli sono generalmente compresi tra 0,01 e 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo composto i livelli indoor sono generalmente superiori rispetto a quelli outdoor.

Negli ambienti indoor i livelli sono generalmente compresi tra 10 e 50 µg/m<sup>3</sup>. Le maggiori concentrazioni si possono osservare in case prefabbricate, dopo interventi edilizi ed in locali con recente posa di mobili in truciolo, parquet o moquette.

Effetti sulla salute

La formaldeide causa irritazione oculare, nasale e a carico della gola, starnuti, tosse, affaticamento e eritema cutaneo; soggetti suscettibili o immunologicamente sensibilizzati alla formaldeide possono avere però reazioni avverse anche a concentrazioni inferiori. Le concentrazioni di formaldeide rilevate nelle abitazioni possono essere dell'ordine di quelle che provocano irritazione delle vie aeree e delle mucose, particolarmente dopo interventi edilizi o installazioni di nuovi mobili o arredi.

La formaldeide è fortemente sospettata di essere uno degli agenti maggiormente implicati nella Sindrome dell'edificio malato (Sick Building Syndrome), tanto da essere utilizzata come unità di riferimento per esprimere la contaminazione di un ambiente indoor da una miscela di sostanze non risolubili. Nel 2004 la formaldeide è stata indicata dallo IARC tra i composti del gruppo I (cancerogeni certi). Essendo un agente con probabile azione cancerogena è raccomandabile un livello di concentrazione il più basso possibile. L'OMS ha fissato un valore guida pari a 0,1 mg/m<sup>3</sup> (media su 30 minuti).

Misure per ridurre l'esposizione

- Eliminare o limitare, dove possibile, l'impiego di materiali contenenti formaldeide (tappezzerie, moquette, mobili in truciolo etc..).
- Utilizzare prodotti a basso contenuto di formaldeide; ad esempio utilizzare prodotti a base di legno truciolo a minor emissione che contengono resine fenoliche, non a base di ureaformaldeide.
- Aumentare la ventilazione, particolarmente dopo aver introdotto nuove fonti di formaldeide nell'ambiente confinato.
- Utilizzare dispositivi di condizionamento dell'aria o deumidificatori per mantenere moderata la temperatura e

ridurre i livelli di umidità (infatti il rilascio di formaldeide è tanto più elevato quanto più alte sono la temperatura e l'umidità).

#### Normativa

Nella Circolare del Ministero della Sanità n. 57 del 22 giugno 1983 "Usi della formaldeide - Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego", viene riportato un limite massimo di esposizione di 0,1 ppm (124 µg/m<sup>3</sup>) negli ambienti di vita e di soggiorno in via sperimentale e provvisoria. Orientamento confermato nel decreto del 10 ottobre 2008 "Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno". Per quanto riguarda le metodiche da utilizzare per le misurazioni delle concentrazioni, il decreto del 2008 riporta i riferimenti dei metodi UNI ovvero: UNI EN 717-1:2004 Pannelli a base di legno. Determinazione del rilascio di formaldeide con il metodo di camera; UNI EN 717-2: 1996

corretta nel 2004 Pannelli a base di legno. Determinazione del rilascio di formaldeide con il metodo dell'analisi dei gas.

#### **01.02.01.A06 Presenza di Agenti Chimici: benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Si tratta di un composto organico volatile diffusamente presente, la cui principale sorgente nell'aria esterna è costituita dalla benzina per autoveicoli. Negli ambienti indoor il benzene può essere emesso dal fumo di sigaretta e da vari prodotti eventualmente contaminati (es. colle, adesivi, solventi, vernici). Importanti concentrazioni di benzene sono riscontrabili in particolare nei periodi immediatamente successivi alla posa dei vari materiali. Un'errata collocazione delle prese d'aria in prossimità di aree ad elevato inquinamento (es. vie ad alto traffico, parcheggio sotterraneo, autofficina) può determinare una importante penetrazione di benzene dall'esterno. Nelle abitazioni senza fumatori sono generalmente rilevati livelli inferiori a 0,01 mg/m<sup>3</sup>, mentre in quelle con fumatori sono presenti livelli generalmente superiori (0,01-0,02 mg/m<sup>3</sup>).

#### Effetti sulla salute

Il benzene è un riconosciuto agente cancerogeno per l'uomo, potendo causare, in particolare, leucemie. È stato ipotizzato che l'inquinamento indoor da benzene possa costituire un significativo rischio cancerogeno per i soggetti che trascorrono molto tempo in ambienti confinati, anche se l'insufficiente caratterizzazione di tale inquinamento rende questa valutazione non ancora conclusiva.

#### Misure per ridurre l'esposizione

- Non utilizzare materiali contenenti benzene.
  - Non fumare negli ambienti chiusi.
  - Ridurre al minimo l'uso di materiali che possono contenere benzene (colle, adesivi, solventi, vernici).
  - Ventilare adeguatamente i locali quando vi sono possibili sorgenti di benzene e particolarmente durante e subito dopo la posa di materiali di costruzione e rivestimenti.
  - Mantenere ambienti sempre ben ventilati.
  - Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri e regolarmente controllati.
- Il benzene è un agente cancerogeno si raccomanda di mantenere il livello di concentrazione il più basso possibile.

#### Normativa

Non può essere raccomandato nessun livello sicuro di esposizione al benzene. Per l'aria atmosferica esterna esiste come riferimento normativo il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in recepimento della Direttiva sulla Qualità dell'Aria Ambiente e Aria più Pulita per l'Europa n. 50/2008 del 21 maggio 2008, fissa i valori limite e gli obiettivi di qualità per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, particolato PM<sub>10</sub>, particolato PM<sub>2.5</sub> e ozono.

#### **01.02.01.A07 Presenza di Agenti Chimici: idrocarburi aromatici policiclici (IPA)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Gli idrocarburi aromatici policiclici (IPA) sono un ampio gruppo di composti organici, per lo più non volatili, che nell'aria indoor si trovano in parte in fase di vapore e in parte adsorbiti su particolato. Le sorgenti principali sono le fonti di combustione, quali caldaie a cherosene, camini a legna e il fumo di sigaretta. Importanti emissioni di IPA si hanno in occasione di cottura di cibi alla griglia.

#### Effetti sulla salute

Gli IPA sono un gruppo di sostanze tra le quali diverse sono risultate dotate di attività cancerogena/ mutagena. In particolare possono provocare tumori cutanei per contatto e tumori polmonari per via respiratoria. Essendo una classe di composti contenenti agenti cancerogeni si raccomanda di mantenere il livello di concentrazione il più basso possibile.

Misure per ridurre l'esposizione

- Limitare la cottura di cibi alla griglia negli ambienti chiusi.
- Dotare stufe, camini e grill di adeguate prese d'aria per una buona combustione.
- Mantenere una adeguata ventilazione dei luoghi dove vi sono in uso stufe, camini e grill.
- Assicurare un buon funzionamento ed un regolare controllo delle cappe.
- Se possibile, installare un sistema di ventilazione meccanica per ricambiare l'aria nell'abitazione.
- Eliminare il fumo negli ambienti confinati.

Normativa

Per l'aria atmosferica esterna esiste come riferimento normativo il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in recepimento della Direttiva sulla Qualità dell'Aria Ambiente e Aria più Pulita per l'Europa n. 50/2008 del 21 maggio 2008.

#### **01.02.01.A08 Presenza di Agenti Chimici: ozono (O3)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

L'ozono è un gas composto da molecole instabili con un odore pungente e dotato di grande reattività. Viene prodotto in atmosfera dalla reazione tra ossidi di azoto, composti organici volatili e raggi solari. In genere, la quota proveniente dall'esterno rappresenta la maggior parte dell'ozono presente in un ambiente confinato, tuttavia, nelle abitazioni può essere emesso in maniera significativa da strumenti elettrici ad alto voltaggio, quali motori elettrici, stampanti laser e fax, da apparecchi che producono raggi ultravioletti, da filtri elettronici per pulire l'aria, non correttamente installati e senza una adeguata manutenzione.

In ambiente esterno, le principali sorgenti di particolato sono sia di origine naturale (suolo, sospensioni marine, emissioni vulcaniche, spore, ecc.), per le quali si riscontra una maggiore frazione di particelle grossolane, sia di origine antropica (motori a combustione, impianti industriali, impianti per riscaldamento, ecc.), per le quali si riscontra una maggiore frazione di particelle fini.

Le principali sorgenti di particolato negli ambienti indoor sono l'aria esterna, tutti i sistemi di combustione e il fumo di tabacco. Altre sorgenti secondarie sono spray, fumi di alimenti cotti. La presenza di polveri e fibre nell'aria interna è legata anche al grado di usura dei prodotti come pavimentazioni, tappezzerie, intonaci, pitture o alla possibilità che materiali fibrosi (come alcuni tipi di isolanti) che entrano in contatto con l'aria interna.

Effetti sulla salute

Può causare effetti irritativi alle mucose oculari e alle prime vie aeree, tosse, fenomeni broncostruttivi ed alterazione della funzionalità respiratoria. In studi epidemiologici condotti in popolazioni urbane esposte ad ozono sono stati osservati sintomi irritativi sulle mucose oculari e sulle prime vie respiratorie per esposizioni di alcune ore a livelli di ozono a partire da 0,2 mg/m<sup>3</sup> (media oraria). In bambini ed in giovani adulti sono state osservate riduzioni transitorie della funzionalità respiratoria, a livelli inferiori di ozono, a partire da 0,12 mg/m<sup>3</sup> (media oraria). Sono invece disponibili pochi studi sugli effetti per esposizioni croniche a questo inquinante.

Misure per ridurre l'esposizione

- Limitare l'uso di fonti indoor, quali strumenti elettrici ad alto voltaggio (motori elettrici, stampanti laser e fax), apparecchi che producono raggi ultravioletti e filtri elettronici per pulire l'aria.
- Assicurare una corretta localizzazione e manutenzione delle fonti indoor.
- Mantenere una buona ventilazione degli ambienti.
- Utilizzare un sistema di ventilazione meccanica dotato di filtri speciali al carbone attivo o charcoal in grado di convertire l'ozono in ossigeno.

Normativa

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in recepimento della Direttiva sulla Qualità dell'Aria Ambiente e Aria più Pulita per l'Europa n. 50/2008 del 21 maggio 2008, fissa i valori limite e gli obiettivi di qualità per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, particolato PM<sub>10</sub>, particolato PM<sub>2.5</sub> e ozono.

WHO Air quality guidelines Global Update 2005 "Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide" applicabili ad ambienti indoor inclusi azioni, scuole e mezzi di trasporto.

#### **01.02.01.A09 Presenza di Agenti Chimici: particolato aerodisperso (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

L'aria contiene in sospensione del pulviscolo che può essere innocuo, se d'origine naturale e presente in piccole quantità, o dannoso, se abbondante ed inalabile. Le fonti possono essere di origine naturale o antropica (ad es. fuliggine, processi di combustione, fonti naturali ed altro). La composizione risulta pertanto molto varia (metalli pesanti, solfati, nitrati, ammonio, carbonio organico, idrocarburi aromatici policiclici, diossine/furani). Possono essere individuate due classi principali di

particolato, suddivise sia per dimensioni, sia per composizione: particolato grossolano e particolato fine. Il particolato grossolano è costituito da particelle, compresi pollini e spore, con diametro superiore a 10 µm (micron). Sono in genere trattenuti dalla parte superiore dell'apparato respiratorio (naso, laringe). Vengono definite polveri fini le particelle di polvere con un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10), in grado di

penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso, faringe e trachea) e le particelle con diametro inferiore a 2,5 micrometri (PM2,5), particolato fine in grado di penetrare profondamente nei polmoni specie durante la respirazione dalla bocca. Per dimensioni ancora inferiori (particolato ultra fine, UFP o UP) si parla di polvere respirabile, cioè in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli. Nano polveri di particolato con diametro dell'ordine di grandezza dei nanometri (un nanometro sarebbe PM 0,001), si tratta, in questo caso,

di misure atomiche e molecolari. Queste nano particelle hanno la possibilità di entrare nelle cellule e addirittura arrivare al nucleo creando diversi disturbi tra i quali le mutazioni del DNA. Mentre le particelle fini sono trattenute negli alveoli con una percentuale del 30 - 40%, le nano particelle possono superare l'80% di ritenzione. A questo livello mancano estese indagini epidemiologiche, a causa della difficoltà di precise misurazioni e monitoraggio ambientale delle nano polveri, ma soprattutto a causa della relativa recente attenzione che l'argomento sta destando.

Il particolato aerodisperso è in grado di adsorbire gas e vapori tossici sulla superficie delle particelle. Tale fenomeno contribuisce ad aumentare le concentrazioni degli inquinanti gassosi che raggiungono le zone più profonde del polmone, trasportati dalle particelle PM10 e PM2.5.

Numerosi studi hanno evidenziato una correlazione tra esposizione acuta a particolato aerodisperso e sintomi respiratori, alterazioni della funzionalità respiratoria, ricoveri in ospedale e mortalità per malattie respiratorie. Inoltre, l'esposizione prolungata nel tempo a particolato, già a partire da basse dosi, è associata all'incremento di mortalità per malattie respiratorie e di patologie quali bronchiti croniche, asma e riduzione della funzionalità respiratoria. L'esposizione cronica, inoltre, è verosimilmente associata ad un incremento di rischio di tumore delle vie respiratorie. Il cancro è stato associato in particolare con l'esposizione a particolato di combustione (particolato più fine); la fuliggine ha infatti proprietà cancerogene e numerosi idrocarburi aromatici policiclici, alcuni dei quali cancerogeni, sono assorbiti sul particolato fine che viene inalato profondamente nei polmoni. Si segnala che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha raccomandato di mantenere la concentrazione di tale inquinante al livello il più basso possibile, non esistendo un livello soglia al disotto del quale non sono dimostrabili effetti sulla salute.

Per ridurre l'esposizione possono essere attuati alcuni accorgimenti:

- Munire tutte le fonti di riscaldamento di areazione verso l'esterno.
- Mantenere aperte le porte delle altre stanze quando si utilizzano radiatori portatili privi di scarico.
- Scegliere stufe a legna di dimensioni adeguate, che soddisfino i requisiti per le emissioni standard; accertare che tutti gli sportelli sulle stufe a legna siano a tenuta stagna.
- Mantenere i dispositivi di riscaldamento regolarmente controllati, far riparare immediatamente ogni fessura.
- Mantenere gli ambienti ben ventilati.
- Usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno quando si cucina.
- Effettuare regolare controllo e pulizia da parte di personale esperto dei sistemi di riscaldamento (caldaie, canne fumarie, camini).
- Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri ed essere regolarmente controllati.
- Non fumare negli ambienti chiusi.
- Mantenere un'umidità relativa nelle abitazioni di 35-40%.

#### **01.02.01.A10 Presenza di Agenti Chimici: composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Il Fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS) è il fumo che si libera dalla sigaretta di un fumatore nell'ambiente e che viene inalato involontariamente dalle persone che si trovano vicino ad uno o più fumatori. E' tutt'ora il principale inquinante degli ambienti chiusi. Consiste nell'esposizione ambientale agli agenti tossici generati dalla combustione del tabacco: un complesso di oltre 4.000 sostanze chimiche sotto forma di particelle e di gas. Almeno un terzo della popolazione è esposto a questo inquinante in casa.

L'esposizione al fumo di tabacco si associa ad aborto, nascita prematura, basso peso alla nascita, malformazioni congenite e anche ad effetti nella vita adulta, come aumento del rischio di malattie respiratorie

croniche, infarto del miocardio e cancro del polmone.

Ambedue le fasi dello Studio SIDRIA (Studi Italiani sui Disturbi Respiratori dell'Infanzia e l'Ambiente) evidenziano che il fumo materno in gravidanza è associato al respiro sibilante in età prescolare ("early wheezing") e al "respiro sibilante" che persiste in età scolare ("persistent wheezing"), con un rischio che tende ad aumentare con il numero di sigarette fumate dalla gestante. In una coorte di bambini ad alto rischio (familiarità per asma o patologie allergiche IgE mediate), durante il follow-up di un anno, si è inoltre dimostrato che l'esposizione precoce ad ETS insieme con l'esposizione ad altri fattori di rischio ambientale (allergene del cane e NO<sub>2</sub>) determina un maggior rischio di incidenza di asma.

Esiste anche un'evidenza sufficiente per la relazione causale tra l'esposizione passiva al fumo dei genitori, in particolare il fumo della madre, e malattie dell'orecchio medio, incluse l'otite media acuta, l'otite ricorrente e le infezioni croniche dell'orecchio medio. Per le patologie delle basse vie aeree è ampiamente dimostrata una relazione causale tra l'esposizione passiva al fumo dei genitori e tosse, catarro, sibili, e dispnea (mancanza di fiato) in bambini nei primi anni di vita e per l'asma in quelli in età scolare.

Accanto al fumo attivo detto "di prima mano" (First-Hand Smoking - FHS) ] e al fumo passivo "di seconda mano" (Second-Hand Smoking-SHS), esiste anche il fumo di "terza mano" (Third-Hand Smoking - THS, cioè i residui tossici rilasciati nell'ambiente da sigarette spente che si depositano su vestiti, tappezzeria, oggetti, mobili e persino sulla pelle. Il fumo di terza mano può essere inalato ed è molto pericoloso per la salute, soprattutto dei bambini.

### **01.02.01.A11 Presenza di Agenti Chimici: amianto**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

L'amianto (o asbesto) è un materiale fibroso, costituito da fibre minerali naturali appartenenti ai silicati e alle serie mineralogiche del serpentino (crisotilo o amianto bianco) e degli anfiboli (crocidolite o amianto blu). Le fibre minerali comprendono sia materiali fibrosi naturali, come l'amianto; sia fibre artificiali, tra le quali la lana di vetro, la lana di roccia, ed altri materiali affini.

L'amianto ha trovato un vasto impiego particolarmente come isolante o coibente e, secondariamente, come materiale di rinforzo e supporto per altri manufatti sintetici (mezzi di protezione e tute resistenti al calore).

Attualmente l'impiego è proibito per legge, tuttavia la liberazione di fibre di amianto da elementi strutturali preesistenti, all'interno degli edifici può avvenire per lento deterioramento di materiali che lo contengono oppure per danneggiamento diretto degli stessi da parte degli occupanti o per interventi di manutenzione.

L'amianto di solito si ritrova in forma compatta, inglobato in una matrice cementizia (cementoamianto in copertura, canne fumarie ecc.) o in altre matrici (pavimenti in linoleum, pareti, pannelli ecc.), ma è possibile trovarlo anche in forma friabile, più pericolosa, nel caso di utilizzo come insonorizzante o isolante sui controsoffitti e/o sulle pareti. La liberazione di fibre di amianto all'interno degli edifici, dove è presente, può avvenire per lento deterioramento dei materiali costitutivi (isolanti o coibenti), per danneggiamento diretto degli stessi da parte degli occupanti o per interventi di manutenzione inappropriata.

#### **Effetti sulla salute**

La presenza delle fibre di amianto nell'ambiente comporta inevitabilmente dei danni a carico della salute, anche in presenza di pochi elementi fibrosi. E' un agente cancerogeno. Particolarmente nocivo per la salute è il fibrocemento (meglio conosciuto come "eternit"), una mistura di amianto e cemento particolarmente friabile e quindi soggetta a danneggiamento o frantumazione.

I rischi maggiori sono legati alla presenza delle fibre nell'aria. Una volta inalate, le fibre si possono depositare all'interno delle vie aeree e sulle cellule polmonari. Le fibre che si sono depositate nelle parti più profonde del polmone possono rimanere nei polmoni per diversi anni, anche per tutta la vita. La presenza di queste fibre estranee all'interno dei polmoni può comportare l'insorgenza di malattie come l'asbestosi, il mesotelioma ed il tumore dei polmoni. Il mesotelioma è un tipo di tumore che si sviluppa a carico della membrana che riveste i polmoni (pleura) e gli altri organi interni. La sua casistica è fortemente relazionata alla presenza di asbesto aerodisperso e la sua comparsa si manifesta dopo 15-30 anni. Come il mesotelioma, anche il cancro polmonare compare solitamente a molti anni di distanza dall'inizio dell'esposizione e può insorgere anche per esposizione a bassi livelli di asbesto. L'effetto cancerogeno dell'amianto viene amplificato nei fumatori o più in generale in chi è esposto ad altri agenti inquinanti (es. gas di scarico, fumi industriali, ecc.). Anche se in forma minore sono state riscontrate patologie del tratto intestinale e per la laringe connesse all'esposizione all'amianto.

#### **Misure per ridurre l'esposizione**

Essendo un agente cancerogeno occorre evitare l'esposizione, anche a bassi livelli di concentrazione, poiché una minima esposizione per subirne gli effetti nocivi. Un discorso a parte merita la bonifica e lo smaltimento di manufatti già esistenti (eternit, tubature, rivestimenti per centrali elettriche ecc.). In questo caso occorre rivolgersi sempre a personale qualificato o preposto da enti locali e regionali (ASL – Azienda Sanitaria Locale e ARPA - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) in modo da non recare danni maggiori a se stessi ed agli altri.



Normativa

Con la legge 257 del 1992 è stata ormai vietata la produzione e l'installazione di materiali in amianto.

Per ulteriori informazioni relative agli effetti sulla salute e la normativa vigente, consultare la sezione Amianto del portale del Ministero.

#### **01.02.01.A12 Presenza di Agenti Fisici: Campi elettromagnetici (c.e.m.)**

Gli agenti fisici responsabili di una cattiva qualità dell'aria indoor sono il radon, i campi elettromagnetici (Cem) e il rumore.

In particolare il fenomeno definito inquinamento elettromagnetico è legato alla generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali, prodotti da:

- impianti radio-TV e per telefonia mobile e altri impianti utilizzati per la trasmissione di informazioni attraverso la propagazione di onde - elettromagnetiche
- impianti utilizzati per il trasporto e la trasformazione dell'energia elettrica
- centrali di produzione fino all'utilizzatore in ambiente urbano (elettrodomesti)
- impianti per lavorazioni industriali
- tutti quei dispositivi che per funzionare richiedono un'alimentazione di rete elettrica (tipico esempio sono gli elettrodomestici).

#### **01.02.01.A13 Presenza di Agenti Fisici: Rumore Ambientale**

Gli agenti fisici responsabili di una cattiva qualità dell'aria indoor sono il radon, i campi elettromagnetici (Cem) e il rumore.

In particolare il rumore, responsabile dell'inquinamento acustico, è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi, e che spesso rappresentano elementi di disturbo per la ricezione da parte dell'orecchio umano.

#### **01.02.01.A14 Presenza di Agenti Fisici: Luce Artificiale**

Tra gli agenti fisici responsabili di una cattiva qualità dell'aria indoor vi è l'esposizione prolungata alla luce artificiale. In particolare l'esposizione di notte aumenta il rischio di sviluppare patologie.

#### **01.02.01.A15 Presenza di Agenti Fisici: Aria ionizzata positivamente**

Si tratta di agenti fisici, sotto forma d'inquinanti dispersi nell'aria, che contengono ioni caricati positivamente. Gli ioni positivi possono essere generati dai telefoni cellulari, dai trasmettitori radio e tv, dalle torri dei ripetitori e dalle linee elettriche a corrente continua.

#### **01.02.01.A16 Presenza di Agenti Fisici: Radiazioni non ionizzanti**

Le radiazioni non ionizzanti (NIR) sono forme di radiazioni elettromagnetiche (o campi elettromagnetici) che possiedono l'energia sufficiente a provocare modifiche termiche, meccaniche e bioelettriche (effetti biologici) nella materia costituente gli organismi viventi. Tali effetti, se non compensati dall'organismo umano, possono dar luogo ad un vero e proprio danno per la salute (effetto sanitario). Gli effetti sanitari si distinguono in effetti a breve termine ed effetti a lungo termine, associati ad esposizioni a campi elettromagnetici di natura diversa in termini di durata ed anche di livelli. Gli effetti a breve termine derivano da una esposizione di breve durata, caratterizzata da elevati livelli di campo, mentre i temuti effetti a lungo termine sono attribuibili ad esposizioni prolungate (si parla anche di anni) a livelli di campo molto inferiori rispetto a quelli connessi agli effetti a breve termine. Gli effetti biologici, potenziali effetti sanitari, che scaturiscono dall'interazione materia-campi elettromagnetici sono principalmente di due tipi: effetti derivanti da stimolazione elettrica dei tessuti muscolari e nervosi e gli effetti termici connessi al riscaldamento della materia (assorbimento di energia elettromagnetica). Le radiazioni non ionizzanti, anche se non hanno la capacità di ionizzare la materia biologica con cui interagiscono, hanno però energia in grado di produrre effetti biologici (modifiche termiche, meccaniche e bioelettriche) che, se non compensati dall'organismo umano, possono produrre un danno alla salute.

#### **01.02.01.A17 Presenza di Agenti Fisici: Radon**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Il radon è un gas nobile, inerte chimicamente, presente in atmosfera come gas monoatomico. Inoltre il radon non ha odore, né colore per cui la sua presenza non può essere avvertita dai sensi. Il radon si trova in natura a seguito del decadimento radioattivo dell'Uranio e del Torio, presenti diffusamente nella crosta terrestre. Essendo un gas radioattivo si disperde rapidamente in atmosfera mentre si concentra negli ambienti chiusi e viene, quindi, considerato un inquinante tipicamente indoor. Proviene principalmente dalle rocce presenti nel sottosuolo, specie se di origine vulcanica (graniti, pozzolane, tufi, lave), o dai materiali da costruzione ricchi di radionuclidi naturali. Un'altra sorgente è l'acqua (< all'1%), in quanto il gas radon è moderatamente solubile in acqua.

In un edificio la principale sorgente di radon è il suolo su cui esso poggia, per cui i locali più interessati da questo tipo di inquinamento sono gli interrati, i seminterrati e tutti quelli al pianoterra. Una caratteristica peculiare del radon indoor è la grande variabilità della sua concentrazione (da circa 10 Bq/m<sup>3</sup> a diverse migliaia di Bq/m<sup>3</sup>), legata non solo alla "potenza" e alle caratteristiche fisiche delle sue sorgenti principali (suolo e materiali da

costruzione), ma anche ai parametri microclimatici (pressione e temperatura), alle tecniche costruttive dell'edificio, nonché alla ventilazione.

Il radon è quindi un gas radioattivo proveniente principalmente dal suolo ed è presente in tutti gli edifici, ma a concentrazione anche molto diversa da un edificio all'altro.

Il radon dà origine ad una serie di prodotti di decadimento, anch'essi radioattivi, che si attaccano a particelle di aerosol e solo una parte di essi resta in forma libera. Quando il radon e i suoi prodotti di decadimento (o "figli" del radon) vengono inalati, essi possono decadere all'interno dell'apparato respiratorio, emettendo radiazioni ionizzanti, soprattutto particelle alfa, di elevata energia. In realtà il radon agisce soprattutto come trasportatore e sorgente dei suoi prodotti di decadimento; sono questi ultimi, e in particolare le particelle  $\alpha$ , i principali responsabili degli effetti sanitari.

Il radon rappresenta la più importante fonte naturale di esposizione alle radiazioni ionizzanti della popolazione nel suo insieme ed è un importante agente di rischio per la salute umana. Il gas radon ed i suoi prodotti di decadimento sono stati classificati dalla IARC (International Agency for Research on Cancer), nel gruppo 1 dei cancerogeni, cioè nel gruppo delle sostanze per le quali vi è evidenza sufficiente di cancerogenicità sulla base di studi su esseri umani. Le particelle  $\alpha$  entrano nei polmoni attraverso la respirazione e possono danneggiare il DNA delle cellule dei tessuti polmonari fino alla loro trasformazione in cellule tumorali. Il radon, dopo il fumo di tabacco, è verosimilmente il principale singolo agente più importante per l'induzione del cancro del polmone.

Possiamo quindi concludere che l'esposizione al radon indoor nelle abitazioni aumenta il rischio di contrarre un tumore polmonare e si è stimato che una percentuale che va dal 3% al 14% di tutti i tumori polmonari è attribuibile al radon.

Gli studi epidemiologici hanno osservato un significativo aumento di rischio di tumore polmonare all'aumentare dell'esposizione al radon ed, in particolare, un aumento di rischio di tumore polmonare del 16% per ogni 100 Bq/m<sup>3</sup> di incremento di concentrazione media di radon. Inoltre il rischio di contrarre un tumore polmonare causato dall'esposizione al radon è 25 volte più alto nei fumatori rispetto ai non-fumatori; è dimostrato un effetto moltiplicativo radon-fumo di tabacco.

In Italia le campagne di misura svolte dalle Regioni al fine di individuare le aree a elevata probabilità di alte concentrazioni di radon (radon prone areas), secondo quanto previsto dal d.lgs. n. 241/2000 hanno rilevato che la concentrazione media nazionale di radon nelle abitazioni italiane è di 70 Bq/m<sup>3</sup> : più alto rispetto al valor medio mondiale, che è di circa 40 Bq/m<sup>3</sup>. A livello regionale le concentrazioni medie sono risultate variabili da circa 25-30 Bq/m<sup>3</sup>

(in Basilicata, Calabria, Marche) a circa 100 Bq/m<sup>3</sup>.

#### **01.02.01.A18 Presenza di Agenti Biologici: Batteri e Virus**

La presenza nell'aria indoor di agenti microbiologici rappresenta una fonte potenziale di trasmissione di alcune malattie infettive a carattere epidemico come: influenza, varicella, morbillo, polmonite, legionellosi, psittacosi-ornitosi, etc.

Una concentrazione eccessiva di batteri e patogeni, assieme alle altre fonti di inquinamento indoor, può alterare le normali condizioni di salubrità dell'aria e causare un pericolo per la salute dell'uomo.

Nell'aria indoor possono essere presenti, sotto forma di bio-aerosol i seguenti microrganismi:

- batteri di origine ambientale, appartenenti ai generi Bacillus o Micrococcus
- batteri appartenenti ai generi Mycobacterium
- batteri gram-negativi aerobi del genere Legionella. Le legionelle vivono in ambienti acquatici naturali, acque sorgive, comprese quelle - termali, fiumi, laghi, fanghi. La Legionella pneumophila è la specie più frequente
- microrganismi appartenenti ai generi Staphylococcus, Candida, Clostridium che, possono costituire, un rischio per la salute se presentati nelle specie patogene S. aureus, C. albicans;
- virus: sono tra le cause più comuni di malattie infettive trasmesse in ambienti confinati, per le loro caratteristiche di elevata contagiosità e resistenza ambientale endotossine e micotossine.

#### **01.02.01.A19 Presenza di Agenti Biologici: Pollini delle piante**

I pollini sono le cellule riproduttrici maschili delle piante con fiori. Per le loro dimensioni, che variano tra i 15 e i 200 micrometri, possono penetrare molto facilmente negli ambienti confinati per via aerea o trasportati da scarpe, indumenti, animali oppure oggetti.

Solitamente, nei periodi della fioritura la concentrazione dei pollini negli ambienti indoor è notevolmente minore di quella presente all'esterno; al contrario, spesso può essere superiore nel periodo invernale perché il polline ristagna con la polvere presente all'interno degli edifici.

Dal punto di vista biologico, assumono particolare importanza i granuli pollinici e le spore fungine, che possono essere causa di varie patologie respiratorie, quali le pollinosi. A tal proposito, le applicazioni in allergologia del campionamento aerobiologico (basato sulle conte dei granuli pollinici e delle spore fungine) hanno un ruolo importante nella diagnosi, nella prevenzione, nel controllo clinico e nella terapia dei pazienti allergici.

Il principale effetto sulla salute causato dal polline è riconducibile alla relativa allergia specifica, che in questo caso viene detta pollinosi. Questo problema scatta quando la concentrazione del polline arriva ad una determinata soglia ed è caratterizzato da tutta una serie di sintomi molto chiari: congiungiviti, infiammazione alle vie respiratorie, tosse, mal di gola, asma, secrezione continua dal naso, ecc..

Di solito, i periodi di pollinosi si manifestano in tempi chiaramente delimitati e relazionati alla fioritura delle particolari famiglie vegetali a cui si è allergici.

Gli ambienti confinati possono, in alcuni casi, rappresentare un vero e proprio rifugio per tutte quelle persone che soffrono di pollinosi, a patto che si riesca a mantenere al loro interno una bassa concentrazione di questo biocontaminante. Per fare questo, è opportuno prendere alcune precauzioni che non tutti conoscono. Innanzitutto è opportuno evitare di aerare gli edifici aprendo porte e finestre nei periodi in cui la concentrazione di pollini nell'aria ambiente raggiunge i massimi livelli, e cioè al tramonto, quando l'umidità esterna si aggira sul 60-90% e nelle giornate ventose e calde. L'ideale sarebbe aprire le finestre solamente nelle ore notturne, ad alcune ore di distanza dal tramonto e dall'alba.

Gli impianti di ventilazione e di climatizzazione dovrebbero essere ben puliti e magari dotati di filtri per prevenire la dispersione dei pollini all'interno dell'edificio. Attualmente sono anche in commercio dei particolari filtri antipolline che possono essere applicati alle finestre, in modo tale da far passare l'aria trattenendo i vari biocontaminanti presenti all'esterno. Un utile accorgimento è anche quello che prevede l'utilizzo di un depuratore d'aria in grado di trattenere, assieme al particolato più generico, anche il polline aerodisperso nell'ambiente indoor.

#### **01.02.01.A20 Presenza di Agenti Biologici: Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

I più comuni allergeni indoor sono: gli acari (*Dermatophagoides pteronyssinus* e *Dermatophagoides farinae*), gli scarafaggi (*Blattella germanica* e *Periplaneta americana*), i funghi o miceti (*Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Alternaria* spp). Molte specie fungine sono considerate di importanza allergologica tra cui in particolare l'*Aspergillus fumigatus* e l'*Alternaria alternata*. La presenza di funghi nell'ambiente è associata a condizioni ambientali a elevata umidità relativa che favorisce la loro crescita. Va ricordata la possibilità di sviluppo di alcune specie fungine nei sistemi di condizionamento dell'aria. La specie *Alternaria* causa un tipo di muffa, particolarmente diffusa in Italia, che cresce su frutta e verdura in decomposizione e in ambienti particolarmente umidi, rilasciando le sue spore soprattutto su carta da parati, tappeti e terriccio. La presenza di muffe è una delle principali cause di reazioni allergiche quali asma, congiuntivite, rinite e dermatiti.

#### **01.02.01.A21 Presenza di Agenti Biologici: Allergeni degli animali domestici**

I derivati epidermici di animali domestici sono rilasciati da saliva, forfora e urina di cani e gatti, ma anche di uccelli e scarafaggi. Una volta essiccati e frammentati, rimangono sospesi in aria nella polvere. In Italia, una fonte importante di allergeni negli ambienti interni è rappresentata dagli animali domestici, e in particolare dal gatto. Il gatto rappresenta un fattore di rischio per allergie non solo in ambiente domestico, ma anche negli uffici, nelle scuole e verosimilmente in tutti gli ambienti comunitari. L'allergene più importante è identificato con la sigla Fel d 1 ed è localizzato soprattutto sul pelo e in minor misura nella saliva. A differenza di quanto accade per gli acari, gli allergeni di gatto sono associati a particelle molto piccole, di diametro uguale o inferiore a 2.5 µm. Essendo molto leggere, le particelle rimangono sospese nell'aria in quantità molto elevata e per lungo tempo e, quando precipitano, si accumulano negli imbottiti, tendoni, tappeti, tappezzerie, ove permangono a lungo anche dopo che l'animale è stato allontanato. Negli ambienti in cui sono vissuti gli animali, occorrono almeno sei mesi dal loro allontanamento per riportare i livelli di concentrazione ai valori di quelli in cui l'animale non è presente. Gli allergeni possono essere trasportati attraverso i vestiti e possono ritrovarsi anche in ambienti dove gli animali non sono stati mai presenti.

La presenza di allergeni di gatto può comportare la sensibilizzazione di soggetti non sensibilizzati e soprattutto, indurre o aggravare la sintomatologia (rinocongiuntiviti ed attacchi asmatici) nei soggetti allergici. I problemi di origine allergica causati dalla forfora, il pelo e la saliva del cane sembrano essere meno comuni in Italia rispetto a quelli causati dal gatto, ma esistono dubbi al riguardo.

#### **01.02.01.A22 Presenza di Agenti Chimici: fibre minerali sintetiche**

Gli inquinanti chimici, comprendono una serie di sostanze naturali o artificiali che, presenti nell'aria in forma liquida, solida o gassosa, ne peggiorano la qualità. Possono originarsi da fonti situate negli ambienti stessi o provenire dall'aria esterna, soprattutto in condizioni di elevato inquinamento ambientale.

Le fibre minerali sintetiche, sono fibre minerali prodotte artificialmente, come le fibre vetrose (lana di vetro e di roccia), le fibre ceramiche, le fibre di carbonio ed altre che hanno nel tempo sostituito le fibre di amianto. Trovano il loro impiego come rivestimenti isolanti/coibentanti, attraverso prodotti come le resine rinforzate, tessuti ignifughi, ecc..

In alcuni casi i prodotti sottoposti alla posa in opera o interventi che implicino la manipolazione del materiale installato (ristrutturazioni, riparazioni), possono rilasciare nell'ambiente fibre.

Le fibre venivano inizialmente classificate con la sigla MMMF (Man Made Mineral Fibres), cioè fibre minerali artificiali. In seguito, in considerazione della natura cristallina delle sostanze minerali, si è introdotto il nuovo acronimo MMVF (Man Made Vitreous Fibres) per evidenziarne la natura vetrosa.

Gli effetti provocati sulla salute, possono dar luogo ad irritazione della cute e mucose delle alte vie respiratorie. In considerazione che si tratta di fibre dal diametro relativamente grande, possono raramente determinare patologie delle basse vie respiratorie. Cosa diversa per alcune fibre vetrose di diametro molto piccolo (0,5 µm) che invece possono raggiungere il polmone provocando alveoliti e/o ispessimenti pleurici in soggetti esposti. La IARC ha classificato i materiali lana di vetro, lana di roccia, lana di scoria e fibre ceramiche quali "possibili agenti cancerogeni per l'uomo" (categoria "2B").

#### **01.02.01.A23 Presenza di Agenti Biologici: Polveri**

Presenza di polveri sulle superfici (pavimenti, moquette, tappeti, arredi, libri, abiti, altro, ecc.)

**01.02.01.C01 Controllo del livello di monossido di carbonio (CO)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo dei livelli di monossido di carbonio (CO) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di monossido di carbonio (CO) secondo i parametri di riferimento.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: monossido di carbonio (CO).*
- Ditte specializzate: *Biochimico.*

**01.02.01.C02 Controllo del livello di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo dei livelli di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).*
- Ditte specializzate: *Biochimico.*

**01.02.01.C03 Controllo del livello di biossido di zolfo**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo dei livelli di biossido di zolfo degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).*
- Ditte specializzate: *Biochimico.*

**01.02.01.C04 Controllo del livello dei composti organici volatili (VOC)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo dei composti organici volatili (VOC) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite dei composti organici volatili (VOC).*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: composti organici volatili (VOC).*
- Ditte specializzate: *Biochimico.*

**01.02.01.C05 Controllo del livello di formaldeide (CH<sub>2</sub>O)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di formaldeide (CH<sub>2</sub>O) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di formaldeide (CH<sub>2</sub>O).*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: formaldeide (CH<sub>2</sub>O).*
- Ditte specializzate: *Biochimico.*

**01.02.01.C06 Controllo del livello di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).*

- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C07 Controllo del livello di idrocarburi aromatici policiclici (IPA)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di idrocarburi aromatici policiclici (IPA) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di idrocarburi aromatici policiclici (IPA)*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: idrocarburi aromatici policiclici (IPA)*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C08 Controllo del livello di ozono (O3)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di ozono (O3) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di ozono (O3)*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: ozono (O3)*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C09 Controllo del livello di particolato aerodisperso (PM10, PM2.5)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di particolato aerodisperso (PM10, PM2.5) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di particolato aerodisperso (PM10, PM2.5)*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: particolato aerodisperso (PM10, PM2.5)*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C10 Controllo del livello di composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Aggiornamento*

Controllo del livello di composti presenti nel fumo di tabacco ambientale, Environmental Tobacco smoke (ETS), e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite dei composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C11 Controllo del livello di amianto**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di amianto negli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di amianto*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: amianto*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C12 Controllo del livello dei Campi elettromagnetici (c.e.m.)**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Verifica*

Controllo del livello dei Campi elettromagnetici (c.e.m.) degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Campi elettromagnetici (c.e.m.)*.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Fisici: Campi elettromagnetici (c.e.m.).*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.C13 Controllo del livello di Rumore Ambientale**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Verifica*

Controllo del livello di Rumore Ambientale degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Rumore Ambientale.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Fisici: Rumore Ambientale.*
- Ditte specializzate: *Tecnico competente in acustica ambientale.*

#### **01.02.01.C14 Controllo del livello della Luce Artificiale**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Controllo*

Controllo della Luce Artificiale degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Luce Artificiale.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Fisici: Luce Artificiale.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.C15 Controllo del livello di Aria ionizzata positivamente**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Controllo*

Controllo del livello di Aria ionizzata positivamente degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Aria ionizzata positivamente.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Fisici: Aria ionizzata positivamente.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.C16 Controllo del livello di Radiazioni non ionizzanti**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Controllo*

Controllo del livello di Radiazioni non ionizzanti degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Radiazioni non ionizzanti.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Fisici: Radiazioni non ionizzanti.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.C17 Controllo del livello di Radon**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di Radon degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Radon.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Fisici: Radon.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.C18 Controllo del livello di Batteri e Virus**

*Cadenza: ogni 4 mesi*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di Batteri e Virus degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Batteri e Virus.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Biologici: Batteri e Virus.*

- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C19 Controllo del livello di Pollini delle piante**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di Pollini delle piante degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite dei Pollini delle piante*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Biologici: Pollini delle piante*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C20 Controllo del livello di Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di Funghi, muffe, acari e scarafaggi degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Biologici: Funghi, muffe, acari e scarafaggi*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C21 Controllo del livello di Allergeni degli animali domestici**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Analisi*

Controllo del livello di Allergeni degli animali domestici degli ambienti e verifica dei parametri normati mediante l'utilizzo di strumentazione idonea.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Allergeni degli animali domestici*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Biologici: Allergeni degli animali domestici*.
- Ditte specializzate: *Biochimico*.

#### **01.02.01.C22 Controllo del livello di fibre minerali sintetiche**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Analisi*

Controllare che nell'ambiente confinato vengano rispettati i parametri di riferimento normativo delle fibre minerali sintetiche relativi all'aria indoor.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di fibre minerali sintetiche*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: fibre minerali sintetiche*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.02.01.C23 Controllo del corretto ricircolo dell'aria**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo*

Controllo del corretto ricircolo dell'aria nel rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite dei Pollini delle piante*; 2) *Rispetto dei valori limite di Batteri e Virus*; 3) *Rispetto dei valori limite dei composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)*; 4) *Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi*; 5) *Rispetto dei valori limite di Allergeni degli animali domestici*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Biologici: Batteri e Virus*; 2) *Presenza di Agenti Biologici: Pollini delle piante*; 3) *Presenza di Agenti Chimici: composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)*; 4) *Presenza di Agenti Biologici: Funghi, muffe, acari e scarafaggi*; 5) *Presenza di Agenti Biologici: Allergeni degli animali domestici*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.02.01.C24 Controllo della corretta filtrazione dell'aria**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo*

Controllo della corretta filtrazione dell'aria nel rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa. Verificare la

adeguata aerazione, ventilazione e buon funzionamento delle cappe di aspirazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite dei composti organici volatili (VOC)*; 2) *Rispetto dei valori limite dei composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)*; 3) *Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi*.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: composti organici volatili (VOC)*; 2) *Presenza di Agenti Chimici: composti presenti nel fumo di tabacco ambientale Environmental Tobacco smoke (ETS)*; 3) *Presenza di Agenti Biologici: Funghi, muffe, acari e scarafaggi*.

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.02.01.C25 Controllo della temperatura e dell'umidità interna**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Controllo*

Controllo della temperatura e dell'umidità interna, nel rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di Funghi, muffe, acari e scarafaggi*; 2) *Rispetto dei valori limite dei composti organici volatili (VOC)*.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: composti organici volatili (VOC)*; 2) *Presenza di Agenti Biologici: Funghi, muffe, acari e scarafaggi*.

- Ditte specializzate: *Tecnico impianti riscaldamento*.

#### **01.02.01.C26 Controllo del corretto funzionamento delle apparecchiature da combustione**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Controllo*

Controllo del corretto funzionamento delle apparecchiature da combustione, nel rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa.

Ispezione delle apparecchiature da combustione.

- Requisiti da verificare: 1) *Rispetto dei valori limite di monossido di carbonio (CO) secondo i parametri di riferimento*.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Presenza di Agenti Chimici: monossido di carbonio (CO)*.

- Ditte specializzate: *Tecnico impianti riscaldamento*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.02.01.I01 Interventi per ridurre il livello di monossido di carbonio (CO)**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Interventi per ridurre il livello di monossido di carbonio (CO):

- Gli impianti di riscaldamento devono essere sottoposti ad una regolare manutenzione da parte di personale specializzato.

- I motori degli autoveicoli vanno tenuti spenti negli spazi chiusi.

- I sistemi di cottura, progettati per l'utilizzo all'aria aperta non devono essere usati all'interno di spazi chiusi.

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.02.01.I02 Interventi per ridurre il livello di biossido di azoto (NO2)**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Interventi per ridurre il livello di biossido di azoto (NO2):

- I dispositivi a gas devono essere regolarmente controllati

- Il locale cucina deve essere ben ventilato

- quando si cucina usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno

- quando si cucina far controllare e pulire regolarmente da personale esperto di sistemi di riscaldamento caldaie, canne fumarie e camini

- non fumare negli ambienti chiusi

- far eseguire periodicamente, da tecnici specializzati, la manutenzione dei sistemi di ventilazione

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.02.01.I03 Interventi per ridurre il livello dei composti organici volatili (VOC)**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre il livello dei composti organici volatili (VOC):



I livelli dei COV presenti negli ambienti interni si possono controllare effettuando un'accurata scelta dei materiali da costruzione e da arredo e dei prodotti utilizzati per la pulizia. I progettisti, gli architetti, nonché i responsabili della manutenzione, devono prediligere prodotti certificati, che rispettino il requisito igiene salute e ambiente e mantenersi aggiornati sulle nuove disponibilità.

In particolare si raccomanda di:

- Ridurre al minimo l'uso di materiali contenenti COV (cosmetici, deodoranti, materiali di pulizia, colle, adesivi, solventi, vernici).
- Utilizzare, quando possibile, vernici a base di acqua.
- Utilizzare il meno possibile le colle per fissare la moquette al pavimento, eventualmente prendendo in considerazione soluzioni alternative.
- Ventilare adeguatamente i locali quando vi sono possibili sorgenti di VOC (materiali contenenti COV, abiti trattati recentemente in lavanderie, fumo di sigaretta, stampanti, fotocopiatrici) e durante e subito dopo la posa di materiali di costruzione e gli arredi (es. mobili, moquette, rivestimenti).
- Mantenere, comunque, gli ambienti sempre ben ventilati.
- Non fumare negli ambienti chiusi.
- Mantenere i dispositivi di riscaldamento regolarmente controllati.
- Usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno quando si cucina.
- Effettuare il regolare controllo e pulizia da parte di personale esperto dei sistemi di riscaldamento (caldaie, canne fumarie, camini).
- Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri, regolarmente controllati.
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.I04 Interventi per ridurre il livello di formaldeide (CH<sub>2</sub>O)**

*Cadenza: ogni anno*

Interventi per ridurre il livello di formaldeide (CH<sub>2</sub>O):

- Eliminare o limitare, dove possibile, l'impiego di materiali contenenti formaldeide (tappezzerie, moquette, mobili in truciolato etc..).
- Utilizzare prodotti a basso contenuto di formaldeide; ad esempio utilizzare prodotti a base di legno truciolare a minor emissione che contengono resine fenoliche, non a base di urea-formaldeide.
- Aumentare la ventilazione, particolarmente dopo aver introdotto nuove fonti di formaldeide nell'ambiente confinato.
- Utilizzare dispositivi di condizionamento dell'aria o deumidificatori per mantenere moderata la temperatura e ridurre i livelli di umidità (infatti il rilascio di formaldeide è tanto più elevato quanto più alte sono la temperatura e umidità).
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.I05 Interventi per ridurre il livello di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre il livello di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>):

- Non utilizzare materiali contenenti benzene.
- Non fumare negli ambienti chiusi.
- Ridurre al minimo l'uso di materiali che possono contenere benzene (colle, adesivi, solventi, vernici).
- Ventilare adeguatamente i locali quando vi sono possibili sorgenti di benzene e particolarmente durante e subito dopo la posa di materiali di costruzione e rivestimenti.
- Mantenere ambienti sempre ben ventilati.
- Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri e regolarmente controllati.
- Il benzene è un agente cancerogeno si raccomanda di mantenere il livello di concentrazione il più basso possibile.
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.I06 Interventi per ridurre i livelli di idrocarburi aromatici policiclici (IPA)**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre i livelli di idrocarburi aromatici policiclici (IPA):

- Limitare la cottura di cibi alla griglia negli ambienti chiusi.
- Dotare stufe, camini e grill di adeguate prese d'aria per una buona combustione.
- Mantenere una adeguata ventilazione dei luoghi dove vi sono in uso stufe, camini e grill.
- Assicurare un buon funzionamento ed un regolare controllo delle cappe.
- Se possibile, installare un sistema di ventilazione meccanica per ricambiare l'aria nell'abitazione.
- Eliminare il fumo negli ambienti confinati.
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

### **01.02.01.I07 Interventi per ridurre i livelli di ozono**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Interventi per ridurre i livelli di ozono:

- Limitare l'uso di fonti indoor, quali strumenti elettrici ad alto voltaggio (motori elettrici, stampanti laser e fax), apparecchi che producono raggi ultravioletti e filtri elettronici per pulire l'aria.
- Assicurare una corretta localizzazione e manutenzione delle fonti indoor.
- Mantenere una buona ventilazione degli ambienti.
- Utilizzare un sistema di ventilazione meccanica dotato di filtri speciali al carbone attivo o char-coal in grado di convertire l'ozono in ossigeno.
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

### **01.02.01.I08 Interventi per ridurre i livelli di particolato aerodisperso (PM10, PM2.5)**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Interventi per ridurre i livelli di particolato aerodisperso (PM10, PM2.5):

- Munire tutte le fonti di riscaldamento di areazione verso l'esterno.
- Mantenere aperte le porte delle altre stanze quando si utilizzano radiatori portatili privi di scarico.
- Scegliere stufe a legna di dimensioni adeguate, che soddisfino i requisiti per le emissioni standard; accertare che tutti gli sportelli sulle stufe a legna siano a tenuta stagna.
- Mantenere i dispositivi di riscaldamento regolarmente controllati, far riparare immediatamente ogni fessura.
- Mantenere gli ambienti ben ventilati.
- Usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno quando si cucina.
- Effettuare regolare controllo e pulizia da parte di personale esperto dei sistemi di riscaldamento (caldaie, canne fumarie, camini).
- Eventuali sistemi di ventilazione meccanica devono essere dotati di idonei filtri ed essere regolarmente controllati.
- Non fumare negli ambienti chiusi.
- Mantenere un'umidità relativa nelle abitazioni di 35-40%.
- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

### **01.02.01.I09 Interventi per ridurre i livelli di amianto**

*Cadenza: ogni anno*

Interventi per ridurre i livelli di amianto:

Essendo un agente cancerogeno occorre evitare l'esposizione, anche a bassi livelli di concentrazione, poiché una minima esposizione per subirne gli effetti nocivi.

Un discorso a parte merita la bonifica e lo smaltimento di manufatti già esistenti (eternit, tubature, rivestimenti per centrali elettriche ecc.). In questo caso occorre rivolgersi sempre a personale qualificato o preposto da enti locali e regionali (ASL – Azienda Sanitaria Locale e ARPA - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) in modo da non recare danni maggiori a se stessi ed agli altri.

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.02.01.I10 Interventi per ridurre i livelli di Campi elettromagnetici (c.e.m.)**

*Cadenza: ogni anno*

Interventi per ridurre i livelli di Campi elettromagnetici (c.e.m.):

Nel scegliere l'ubicazione, fare attenzione che non si trovi in zone con presenza ravvicinata ad antenne e ripetitori per le telecomunicazioni, torrette delle linee elettriche o altre grandi fonti di campi elettromagnetici. Ventilazione e materiali: Cercare di migliorare l'ambiente in cui si vive ricordando di aerare spesso le stanze e scegliendo materiali il più possibile naturali. Umidificatori e ionizzatori, in particolare, possono contribuire a migliorare la qualità dell'ambiente. Wi-Fi: Cercare di limitare l'esposizione alle reti Wi-Fi. In particolare, spegnere sempre i computer, i modem ed i cellulari quando non utilizzati e durante la notte. Per il pc di casa utilizzare un comune cavo per il collegamento ad internet in sostituzione del Wi-Fi. Spegnerne e scollegare dalla rete elettrica qualsiasi apparecchio elettronico quando non è in uso.

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore, Generico.*

### **01.02.01.I11 Interventi per ridurre i livelli di Rumore Ambientale**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre i livelli di Rumore Ambientale:

Eliminare eventuali sorgenti e/o limitarne i livelli sonori mediante sistemi che attraverso delle soluzioni tecnologiche permettono di ridurre la trasmissione di energia sonora. In particolare di proteggere l'uomo dai

rumori, attenuandone e/o eliminandone la percezione sonora, attraverso la dissipazione dell'energia, assicurando la condizione psicofisica dell'individuo, immerso in un eventuale campo sonoro e ritrovando le condizioni di benessere in relazione all'attività che sta svolgendo.

- Ditte specializzate: *Tecnico competente in acustica ambientale, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.I12 Interventi per ridurre i livelli di Luce Artificiale**

*Cadenza: ogni anno*

Interventi per ridurre i livelli di Luce Artificiale:

- Verificare che nell'Ambiente indoor ci sia adeguata illuminazione naturale, eventualmente integrata da sistemi di illuminazione artificiale anche localizzata, in modo da garantire buona visibilità, comfort visivo e sicurezza, con valori di luce artificiale tra 300 e 750 Lux, e per la luce naturale, valori riferiti al fattore medio di luce diurna e/o il rapporto illuminate (RI), ossia il rapporto tra la superficie finestrata prospiciente spazi esterni e la superficie del locale. Il valore minimo di (RI) è pari a 1/8 della superficie.

- Ditte specializzate: *Tecnico illuminazione.*

#### **01.02.01.I13 Interventi per ridurre il livello di Aria ionizzata positivamente**

*Cadenza: ogni anno*

Interventi per ridurre il livello di Aria ionizzata positivamente:

Assicurare la ventilazione degli ambienti mediante l'apertura di porte e finestre e/o mediante sistemi di ventilazione meccanica, adeguatamente controllati e mantenuti, per rinnovare l'aria indoor, sostituendola con aria più pulita e diluire la concentrazione delle sostanze nocive prodotte da fonti interne.

- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.I14 Interventi per ridurre il livello di Radiazioni non ionizzanti**

*Cadenza: ogni anno*

Interventi per ridurre il livello di Radiazioni non ionizzanti:

Nel scegliere l'abitazione, fare attenzione che non si trovi in zone con presenza ravvicinata ad antenne e ripetitori per le telecomunicazioni, torrette delle linee elettriche o altre grandi fonti di campi elettromagnetici. Ventilazione e materiali: Cercare di migliorare l'ambiente in cui si vive ricordando di aerare spesso le stanze e scegliendo materiali il più possibile naturali. Umidificatori e ionizzatori, in particolare, possono contribuire a migliorare la qualità dell'ambiente. Wi-Fi: Cercare di limitare l'esposizione alle reti Wi-Fi. In particolare, spegnere sempre i computer, i modem ed i cellulari quando non utilizzati e durante la notte. Per il pc di casa utilizzare un comune cavo per il collegamento ad internet in sostituzione del Wi-Fi. Spegner e scollegare dalla rete elettrica qualsiasi apparecchio elettronico quando non è in uso.

- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.I15 Interventi per ridurre il livello di Radon**

*Cadenza: ogni anno*

Interventi per ridurre il livello di Radon:

- depressurizzazione del terreno, aerazione degli ambienti;
- aspirazione dell'aria interna specialmente in cantina;
- pressurizzazione dell'edificio, ventilazione forzata del vespaio;
- impermeabilizzazione del pavimento;
- sigillatura di crepe e fessure;
- isolamento di porte comunicanti con le cantine;
- ventilazione forzata del vespaio.

Una misura raccomandata è quella di ventilare frequentemente gli ambienti. Occorre far sì che la concentrazione di radon negli ambienti interni sia la più bassa possibile e soprattutto è fortemente raccomandato non fumare in ambienti chiusi situati nelle "radon prone areas".

Nei nuovi edifici si consiglia di adottare accorgimenti costruttivi finalizzati a ridurre l'ingresso di radon e a facilitare l'installazione di sistemi di rimozione del radon che potrebbero dimostrarsi necessari in una fase successiva alla costruzione dell'edificio. Le stesse prescrizioni dovrebbero essere adottate nel caso di edifici esistenti, oggetto di lavori di ristrutturazione o manutenzione straordinaria che coinvolgano in modo significativo le parti a contatto con il terreno (attacco a terra).

È opportuno evidenziare che negli ultimi anni le misure adottate in edilizia per realizzare il contenimento dei consumi energetici rischiano di causare un aumento della concentrazione di gas radon negli ambienti indoor, con conseguente aumento dei valori di esposizione dei residenti e incremento del rischio di cancro al polmone, qualora queste misure non vengano affiancate da interventi specifici per prevenire la migrazione e l'accumulo di radon nelle abitazioni.

- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.116 Interventi per ridurre il livello di Batteri e Virus**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Interventi per ridurre il livello di Batteri e Virus:

- attivare sistemi di ventilazione meccanica che permettono di filtrare e/o trattare l'aria dal punto di vista termico o igrometrico prima dell'immissione in ambiente.
- ripristinare i livelli di concentrazione dell'anidride carbonica per garantire anche il controllo degli altri inquinanti indoor sia chimici che biologici.
- effettuare opportune sanificazioni utilizzando prodotti a base di cloro tenendo sotto controllo l'inquinamento chimico indoor.
- assicurarsi che i prodotti per la pulizia siano conservati fuori dagli ambienti di vita e di lavoro, preferibilmente in luogo aperto per evitare esalazioni continue dai contenitori.
- apertura periodica di finestre e balconi preferendo, soprattutto nelle giornate fredde, le ore più calde in cui è meno probabile che si verifichino fenomeni di inversione termica che trattengono al suolo gli inquinanti urbani. Le aperture dovranno comunque essere in numero non inferiore a 4 o 5 in una giornata.
- in presenza di impianti di ventilazione meccanica, ridurre i tempi di sostituzione dei filtri e/o di sanificazione degli impianti.

- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.117 Interventi per ridurre il livello di Pollini delle piante**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre il livello di Pollini delle piante:

- evitare di aerare gli edifici mediante l'apertura di porte e finestre, nei periodi in cui la concentrazione di pollini nell'aria ambiente raggiunge i massimi livelli, e cioè al tramonto, quando l'umidità esterna si aggira sul 60-90% e nelle giornate ventose e calde.
- aerare gli edifici aprendo le finestre solamente nelle ore notturne, ad alcune ore di distanza dal tramonto e dall'alba.
- provvedere ad una corretta pulizia dei filtri degli impianti di ventilazione e/o depuratori d'aria e di climatizzazione, dotando quest'ultimi di filtri antipolline, per prevenire la dispersione dei pollini all'interno dell'edificio.

- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.118 Interventi per ridurre il livello di Funghi, muffe, acari e scarafaggi**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre il livello di Funghi, muffe, acari e scarafaggi:

- attivare sistemi di ventilazione meccanica che permettono di filtrare e/o trattare l'aria dal punto di vista termico o igrometrico prima dell'immissione in ambiente.
- ripristinare i livelli di concentrazione dell'anidride carbonica per garantire anche il controllo degli altri inquinanti indoor sia chimici che biologici.
- effettuare opportune sanificazioni utilizzando prodotti a base di cloro tenendo sotto controllo l'inquinamento chimico indoor.
- assicurarsi che i prodotti per la pulizia siano conservati fuori dagli ambienti di vita e di lavoro, preferibilmente in luogo aperto per evitare esalazioni continue dai contenitori.
- apertura periodica di finestre e balconi preferendo, soprattutto nelle giornate fredde, le ore più calde in cui è meno probabile che si verifichino fenomeni di inversione termica che trattengono al suolo gli inquinanti urbani. Le aperture dovranno comunque essere in numero non inferiore a 4 o 5 in una giornata.
- in presenza di impianti di ventilazione meccanica, ridurre i tempi di sostituzione dei filtri e/o di sanificazione degli impianti.

- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.119 Interventi per ridurre il livello di Allergeni degli animali domestici**

*Cadenza: quando occorre*

Attuare le seguenti misure per ridurre l'esposizione attraverso:

- l'allontanamento definitivo dell'animale è la misura più efficace o almeno la pulizia a fondo dei locali da loro frequentati per ridurre la concentrazione dell'allergene;
- la filtrazione di aria (condizionata o meno) con filtri HEPA (High Efficiency Particulate Airborne) consente la riduzione degli allergeni aerodispersi;
- evitare di trasportare gli allergeni attraverso i vestiti, soprattutto quando si frequentano ambienti pubblici

frequentati dai bambini. Ad esempio a scuola appendere cappotti e giacche fuori dalle aule.

- Ditte specializzate: *Generico, Tecnici di livello superiore.*

#### **01.02.01.I20 Interventi per ridurre i livelli di deposito polveri sulle superfici**

*Cadenza: quando occorre*

Interventi per ridurre i livelli di deposito polveri sulle superfici a vista (pavimenti, moquette, tappeti, arredi, libri, abiti, altro, ecc.).

In particolare:

- asportare quotidianamente polvere da superfici con prodotti idonei;
- aspirare ogni settimana le polveri con aspirapolveri dotate di filtri ad alta efficienza;
- asportare ogni settimana polveri da libri e riviste.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

#### **01.02.01.I21 Interventi per ridurre il livello di fibre minerali sintetiche**

*Cadenza: quando occorre*

Mantenere il livello di concentrazione di fibre minerali sintetiche il più basso possibile, inferiore ai livelli esterni di fondo. In caso di ristrutturazione su edifici esistenti, porre particolare attenzione a non disperdere negli ambienti indoor fibre provenienti da materiali impiegati per l'isolamento termo-acustico, come lana di vetro e/o altri materiali che possono contenere fibre microscopiche pericolose per l'apparato respiratorio.

Effettuare cicli di pulizia in particolare in ambienti in cui vi è presenza di tappeti e moquette, generalmente costituiti da fibre artificiali, che possono essere fonte di contaminanti.

Quando si maneggiano materiali contenenti fibre minerali sintetiche utilizzare sempre guanti (di gomma), maschere protettive speciali per fibre e seguire le istruzioni del costruttore. Utilizzare, durante la manipolazione dei materiali, vestiti lisci o grembiuli per evitare che le fibre rilasciate vengano trattenute; alla fine togliere i vestiti contaminati fuori dall'ambiente confinato e lavarli prima di un nuovo utilizzo.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Impianto solare termico

Un impianto solare termico (attraverso il collettore solare che è l'elemento fondamentale di tutto il sistema) trasforma la radiazione solare in calore e si distingue così da un impianto fotovoltaico che trasforma la luce del sole in corrente elettrica. Si distinguono due tipi di impianti solare termici: a circolazione forzata e a circolazione naturale.

Un impianto a circolazione forzata è formato da un collettore solare connesso, attraverso un circuito, con un serbatoio generalmente localizzato nell'edificio. All'interno del circuito solare si trova acqua o un fluido termovettore antigelo.

Un regolatore differenziale di temperatura (quando la temperatura all'interno del collettore è superiore alla temperatura di riferimento impostata nel serbatoio di accumulo) attiva la pompa di circolazione del circuito solare. Il calore viene quindi trasportato al serbatoio di accumulo e ceduto all'acqua sanitaria mediante uno scambiatore di calore.

In estate l'impianto solare copre tutto il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'acqua sanitaria mentre in inverno e nei giorni con scarsa insolazione serve il preriscaldamento dell'acqua (che può essere ottenuto da uno scambiatore di calore legato a una caldaia). Il riscaldamento ausiliario viene comandato da un termostato quando nel serbatoio la temperatura dell'acqua nella parte a pronta disposizione scende al di sotto della temperatura nominale desiderata.

Negli impianti a circolazione naturale la circolazione tra collettore e serbatoio di accumulo viene determinata dal principio di gravità, senza fare ricorso ad energia addizionale.

Infatti in questo tipo di impianto solare il fluido termovettore si riscalda all'interno del collettore; il fluido caldo (all'interno del collettore) essendo più leggero del fluido freddo (all'interno del serbatoio) genera una differenza di densità attivando una circolazione naturale. In queste condizioni il fluido riscaldato cede il suo calore all'acqua contenuta nel serbatoio e ricade nel punto più basso del circuito del collettore. Per questo motivo, negli impianti a circolazione naturale, il serbatoio si deve trovare quindi in un punto più alto del collettore.

Negli impianti a un solo circuito l'acqua sanitaria viene fatta circolare direttamente all'interno del collettore. Negli impianti a doppio circuito il fluido termovettore nel circuito del collettore e l'acqua sanitaria sono divisi da uno scambiatore di calore. Il riscaldamento ausiliario può essere ottenuto con una resistenza elettrica inserita nel serbatoio oppure con una caldaia istantanea a valle del serbatoio.

Si consiglia inoltre di dotare l'impianto di una valvola di non ritorno, una valvola di intercettazione, un filtro per le impurità (il miscelatore dell'acqua sanitaria è molto sensibile) e un rubinetto di scarico. Per evitare la circolazione naturale si inserisce un'altra valvola di non ritorno nella linea di mandata dell'acqua fredda del miscelatore per l'acqua sanitaria.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

#### 01.03.R01 Controllo consumi

*Classe di Requisiti: Monitoraggio del sistema edificio-impianti*

*Classe di Esigenza: Aspetto*

Controllo dei consumi attraverso il monitoraggio del sistema edificio-impianti.

##### **Prestazioni:**

Monitoraggio dei consumi (energia termica, elettrica, acqua, ecc.) dell'edificio attraverso contatori energetici, ai fini di ottenere un costante controllo sulle prestazioni dell'edificio e dell'involucro edilizio per una idonea pianificazione di interventi migliorativi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Installazione di apparecchiature certificate per la contabilizzazione dei consumi (contatori) di energia termica, elettrica e di acqua e impiego di sistemi di acquisizione e telelettura remota secondo standard riferiti dalla normativa vigente.

#### 01.03.R02 Riduzione del fabbisogno d'energia primaria

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisito energetico*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche mediante la riduzione del fabbisogno d'energia primaria.

##### **Prestazioni:**

In riferimento all'energia primaria, l'efficienza energetica del sistema complessivo edificio-impianto nella fase progettuale, dovrà essere incrementata rispetto ai livelli standard. In particolare l'incremento può determinarsi diminuendo ed utilizzando sistemi energetici da fonti rinnovabili.

##### **Livello minimo della prestazione:**

L'impiego di tecnologie efficienti per l'ottimizzazione energetica del sistema complessivo edificio-impianto, nella fase progettuale, dovrà essere incrementata mediante fonti rinnovabili rispetto ai livelli standard riferiti dalla normativa vigente.

#### 01.03.R03 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il riscaldamento

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche derivanti da fonti rinnovabili per il riscaldamento

**Prestazioni:**

In fase progettuale dovranno essere previsti sistemi e tecnologie che possano fornire un apporto termico agli ambienti interni dell'edificio, derivante dal trasferimento di calore da radiazione solare.

Il trasferimento può avvenire sia attraverso l'irraggiamento diretto, sia attraverso il vetro, sia per conduzione attraverso le pareti, sia per convezione se presenti aperture di ventilazione.

In relazione al tipo di trasferimento del calore ed al circuito di distribuzione dell'aria, come nel caso di sistemi convettivi, si possono avere sistemi ad incremento diretto, indiretto ed isolato.

**Livello minimo della prestazione:**

In fase progettuale assicurare una percentuale di superficie irraggiata direttamente dal sole. In particolare, al 21 dicembre alle ore 12 (solari), non inferiore ad 1/3 dell'area totale delle chiusure esterne verticali e con un numero ore di esposizione media alla radiazione solare diretta. In caso di cielo sereno, con chiusure esterne trasparenti, collocate sulla facciata orientata a Sud ( $\pm 20^\circ$ ) non inferiore al 60% della durata del giorno, al 21 dicembre.

**01.03.R04 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria

**Prestazioni:**

La ventilazione naturale controllata dei sistemi igienico-sanitari dovrà assicurare il ricambio d'aria mediante l'impiego di sistemi di raffrescamento passivo degli ambienti che in base a parametri progettuali (configurazione geometrica, esposizione, ecc.) vanno a dissipare, con gli ambienti confinati lo scambio termico.

**Livello minimo della prestazione:**

I sistemi di controllo termico dovranno essere configurati secondo la normativa di settore. Essi potranno essere costituiti da elementi quali: schermature, vetri con proprietà di trasmissione solare selettiva, ecc.. Le diverse tecniche di dissipazione utilizzano lo scambio termico dell'ambiente confinato con pozzi termici naturali, come l'aria, l'acqua, il terreno, mediante la ventilazione naturale, il raffrescamento derivante dalla massa termica, dal geotermico, ecc...

**ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.03.01 Collettore solare piano

## Collettore solare piano

Unità Tecnologica: 01.03

Impianto solare termico

Un collettore solare trasforma la radiazione solare in calore e si distingue così da un pannello fotovoltaico che trasforma la luce del sole in corrente elettrica.

L'elemento principale è l'assorbitore che assorbe la radiazione solare incidente a onde corte e la trasforma in calore (trasformazione fototermica).

Il collettore solare piano è costituito da una vasca in alluminio prestampata (isolata sul fondo con pannelli in lana di roccia) sulla quale è fissata una piastra captante in rame (con finitura altamente selettiva) saldata ad ultrasuoni su tubi di rame per la conduzione del liquido termovettore.

Il pannello è protetto da un vetro solare (del tipo antigraffio temperato a basso contenuto di ossido di ferro) e con alto coefficiente di trasmissione di energia.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.03.01.R01 (Attitudine al) controllo della portata dei fluidi

*Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

I collettori solari devono assicurare una portata dei fluidi termovettori non inferiore a quella di progetto.

##### **Prestazioni:**

I collettori solari devono essere realizzati con materiali e componenti in grado di garantire la quantità d'acqua prevista dal progetto in modo da garantire la funzionalità dell'intero impianto in qualunque condizione di esercizio.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Il controllo della portata viene verificato mediante la prova indicata dalla norma UNI EN 12975. Al termine della prova si deve verificare la assenza di difetti o segni di cedimento. Il resoconto di prova deve indicare:

- la temperatura dell'acqua in ingresso;
- le portate e le perdite di carico riscontrate in ogni misura.

#### 01.03.01.R02 Resistenza alle temperature e a sbalzi di temperature

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

I materiali ed i componenti dei collettori solari devono mantenere inalterate le proprie caratteristiche chimico fisiche sotto l'azione di sollecitazioni termiche.

##### **Prestazioni:**

I materiali ed i componenti dei collettori solari devono essere in grado di mantenere le proprie caratteristiche chimico fisiche sotto l'azione di sollecitazioni termiche dovute a temperature estreme massime o minime e a sbalzi di temperatura realizzati in tempi brevi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

La capacità di resistenza alla temperatura e a sbalzi repentini della stessa dei collettori solari viene verificata mediante la prova indicata dalla norma UNI EN 12975. Al termine della prova si deve verificare la assenza di difetti o segni di cedimento. Devono essere indicati i risultati della prova che devono contenere:

- la temperatura dell'assorbitore;
- la temperatura ambiente;
- l'irraggiamento;
- la media dell'irraggiamento nell'ora precedente la prova;
- la eventuale presenza di acqua all'interno del collettore.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.03.01.A01 Depositi superficiali

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei (microrganismi, residui organici, polvere, ecc.) sulla copertura dei collettori che inficia il rendimento degli stessi.

#### 01.03.01.A02 Difetti di coibentazione

Difetti e/o mancanza di idonea coibentazione dell'assorbitore per cui si verificano dispersioni del calore



assorbito.

#### **01.03.01.A03 Difetti di fissaggio**

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli solari sulle relative strutture di sostegno.

#### **01.03.01.A04 Difetti di tenuta**

Difetti di tenuta con evidenti perdite di fluido captatore dell'energia solare dagli elementi del pannello.

#### **01.03.01.A05 Incrostazioni**

Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei pannelli solari che sono causa di cali di rendimento.

#### **01.03.01.A06 Infiltrazioni**

Penetrazione continua di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per essere bagnate.

#### **01.03.01.A07 Sbalzi di temperatura**

Valori non costanti della temperatura ambiente.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.03.01.C01 Controllo fissaggi**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare i sistemi di tenuta e di fissaggio dei collettori solari.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo della portata dei fluidi.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di coibentazione;* 2) *Depositi superficiali;* 3) *Difetti di fissaggio;* 4) *Difetti di tenuta;* 5) *Incrostazioni;* 6) *Infiltrazioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico solare termico.*

#### **01.03.01.C02 Controllo generale pannelli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare lo stato dei pannelli in seguito ad eventi meteorici eccezionali quali temporali, grandinate, ecc.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo della portata dei fluidi.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di fissaggio;* 2) *Difetti di tenuta;* 3) *Incrostazioni;* 4) *Infiltrazioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico solare termico.*

#### **01.03.01.C03 Controllo valvole**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare i sistemi di sicurezza, il funzionamento delle valvole di scarico e della pompa.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo della portata dei fluidi.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di tenuta.*
- Ditte specializzate: *Tecnico solare termico.*

#### **01.03.01.C04 Controllo della temperatura fluidi**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Controllare che i valori della temperatura dei fluidi prodotti siano compatibili con quelli di progetto.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria;* 3) *Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il riscaldamento;* 4) *Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di temperatura.*
- Ditte specializzate: *Termoidraulico.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.03.01.I01 Pulizia**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

Effettuare una pulizia, con trattamento specifico, per eliminare muschi e licheni che si depositano sulla

superficie esterna dei collettori.

- Ditte specializzate: *Tecnico solare termico*.

#### **01.03.01.I02 Ripristino coibentazione**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino dello strato di coibente quando deteriorato o mancante.

- Ditte specializzate: *Tecnico solare termico*.

#### **01.03.01.I03 Sostituzione fluido**

*Cadenza: ogni 2 anni*

Sostituzione del fluido captatore dell'energia solare.

- Ditte specializzate: *Tecnico solare termico*.

#### **01.03.01.I04 Spurgo pannelli**

*Cadenza: quando occorre*

In caso di temperature troppo rigide è consigliabile effettuare lo spurgo del fluido dei pannelli per evitare congelamenti e conseguente rottura dei pannelli stessi.

- Ditte specializzate: *Tecnico solare termico*.

## Illuminazione a led

Si tratta di un innovativo sistema di illuminazione che, come l'impianto di illuminazione tradizionale, consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti. I corpi illuminanti a led devono consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce.

In modo schematico, un sistema di illuminazione LED è composto da:

- una sorgente LED per l'emissione del flusso luminoso;
- un circuito stampato per il supporto e l'ancoraggio meccanico, per la distribuzione dell'energia elettrica fornita dall'alimentatore (che fornisce il primo contributo alla dissipazione termica);
- uno o più alimentatori per la fornitura di corrente elettrica a un dato valore di tensione;
- uno o più dissipatori termici per lo smaltimento del calore prodotto dal LED;
- uno o più dispositivi ottici, o semplicemente le "ottiche" ("primarie" all'interno del packaging e "secondarie" all'esterno), per la formazione del solido fotometrico.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

#### 01.04.R01 Certificazione ecologica

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

I prodotti, elementi, componenti e materiali dovranno essere dotati di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale.

##### **Prestazioni:**

I prodotti, elementi, componenti e materiali, dovranno presentare almeno una delle tipologie ambientali riportate:

- TIPO I: Etichette ecologiche volontarie basate su un sistema multicriteri che considera l'intero ciclo di vita del prodotto, sottoposte a certificazione esterna da parte di un ente indipendente (tra queste rientra, ad esempio, il marchio europeo di qualità ecologica ECOLABEL). (ISO 14024);
- TIPO II: Etichette ecologiche che riportano auto-dichiarazioni ambientali da parte di produttori, importatori o distributori di prodotti, senza che vi sia l'intervento di un organismo indipendente di certificazione (tra le quali: "Riciclabile", "Compostabile", ecc.). (ISO 14021);
- TIPO III: Etichette ecologiche che riportano dichiarazioni basate su parametri stabiliti e che contengono una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA. Sono sottoposte a un controllo indipendente e presentate in forma chiara e confrontabile. Tra di esse rientrano, ad esempio, le "Dichiarazioni Ambientali di Prodotto". (ISO 14025).

##### **Livello minimo della prestazione:**

Possesso di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale dei prodotti impiegati.

#### 01.04.R02 Controllo consumi

*Classe di Requisiti: Monitoraggio del sistema edificio-impianti*

*Classe di Esigenza: Aspetto*

Controllo dei consumi attraverso il monitoraggio del sistema edificio-impianti.

##### **Prestazioni:**

Monitoraggio dei consumi (energia termica, elettrica, acqua, ecc.) dell'edificio attraverso contatori energetici, ai fini di ottenere un costante controllo sulle prestazioni dell'edificio e dell'involucro edilizio per una idonea pianificazione di interventi migliorativi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Installazione di apparecchiature certificate per la contabilizzazione dei consumi (contatori) di energia termica, elettrica e di acqua e impiego di sistemi di acquisizione e telelettura remota secondo standard riferiti dalla normativa vigente.

#### 01.04.R03 Riduzione del fabbisogno d'energia primaria

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisito energetico*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche mediante la riduzione del fabbisogno d'energia primaria.

##### **Prestazioni:**

In riferimento all'energia primaria, l'efficienza energetica del sistema complessivo edificio-impianto nella fase progettuale, dovrà essere incrementata rispetto ai livelli standard. In particolare l'incremento può determinarsi diminuendo ed utilizzando sistemi energetici da fonti rinnovabili.

**Livello minimo della prestazione:**

L'impiego di tecnologie efficienti per l'ottimizzazione energetica del sistema complessivo edificio-impianto, nella fase progettuale, dovrà essere incrementata mediante fonti rinnovabili rispetto ai livelli standard riferiti dalla normativa vigente.

**ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.04.01 Apparecchio a parete a led
- ° 01.04.02 Apparecchio a sospensione a led
- ° 01.04.03 Apparecchio ad incasso a led

## Apparecchio a parete a led

Unità Tecnologica: 01.04

Illuminazione a led

Gli apparecchi a parete a led sono dispositivi di illuminazione che vengono fissati alle pareti degli ambienti da illuminare. Possono essere del tipo con trasformatore incorporato o del tipo con trasformatore non incorporato (in questo caso il trasformatore deve essere montato nelle vicinanze dell'apparecchio illuminante e bisogna verificare la possibilità di collegare l'apparecchio illuminante con il trasformatore stesso).

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.04.01.A01 Anomalie anodo

Difetti di funzionamento dell'anodo.

#### 01.04.01.A02 Anomalie catodo

Difetti di funzionamento del catodo.

#### 01.04.01.A03 Anomalie connessioni

Difetti delle connessioni dei vari diodi.

#### 01.04.01.A04 Anomalie trasformatore

Difetti di funzionamento del trasformatore di tensione.

#### 01.04.01.A05 Difetti di ancoraggio

Difetti di ancoraggio apparecchi illuminanti-parete.

#### 01.04.01.A06 Anomalie di funzionamento

Difetti di funzionamento degli apparati di illuminazione a led.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.04.01.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verifica della integrità delle superfici a vista dei diodi. Verificare la continuità delle connessioni e che il sistema di ancoraggio alla parete sia ben serrato e ben regolato per non compromettere il fascio luminoso.

- Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie anodo; 2) Anomalie catodo; 3) Anomalie connessioni.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### 01.04.01.C02 Controlli dispositivi led

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Durante le fasi di controllo manutentivo verificare che i prodotti e i materiali utilizzati abbiano requisiti ecologici certificati.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica*; 2) *Controllo consumi*; 3) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie di funzionamento*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.04.01.I01 Regolazione ancoraggi

*Cadenza: quando occorre*

Regolare il sistema di ancoraggio alla parete dei corpi illuminanti.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### 01.04.01.I02 Sostituzione diodi

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i diodi quando danneggiati e/o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

Elemento Manutenibile: 01.04.02

## Apparecchio a sospensione a led

Unità Tecnologica: 01.04

Illuminazione a led

Gli apparecchi a sospensione a led sono innovativi dispositivi di illuminazione che vengono fissati al soffitto degli ambienti da illuminare. Possono essere del tipo con trasformatore incorporato o del tipo con trasformatore non incorporato (in questo caso il trasformatore deve essere montato nelle vicinanze dell'apparecchio illuminante e bisogna verificare la possibilità di collegare l'apparecchio illuminante con il trasformatore stesso).

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.04.02.A01 Anomalie anodo

Difetti di funzionamento dell'anodo.

#### 01.04.02.A02 Anomalie batterie

Difetti di funzionamento delle batterie di alimentazione dei led.

#### 01.04.02.A03 Anomalie catodo

Difetti di funzionamento del catodo.

#### 01.04.02.A04 Anomalie connessioni

Difetti delle connessioni dei vari diodi.

#### 01.04.02.A05 Anomalie trasformatore

Difetti di funzionamento del trasformatore di tensione.

#### 01.04.02.A06 Difetti di regolazione pendini

Difetti di regolazione dei pendini che sorreggono gli apparecchi illuminanti.

#### 01.04.02.A07 Anomalie di funzionamento

Difetti di funzionamento degli apparati di illuminazione a led.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.04.02.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verifica della integrità delle superfici a vista dei diodi. Verificare la continuità delle connessioni e che i pendini siano ben regolati.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie anodo*; 2) *Anomalie catodo*; 3) *Anomalie connessioni*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### 01.04.02.C02 Controlli dispositivi led

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Durante le fasi di controllo manutentivo verificare che i prodotti e i materiali utilizzati abbiano requisiti ecologici certificati.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica*; 2) *Controllo consumi*; 3) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie di funzionamento*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.04.02.I01 Regolazione pendini

*Cadenza: quando occorre*

Regolare i pendini di sostegno dei corpi illuminanti.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.04.02.I02 Sostituzione diodi**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i diodi quando danneggiati e/o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Elemento Manutenibile: 01.04.03**

## **Apparecchio ad incasso a led**

**Unità Tecnologica: 01.04**

**Illuminazione a led**

Si tratta di elementi che vengono montati nel controsoffitto degli ambienti; sono realizzati con sistemi modulari in modo da essere facilmente montabili e allo stesso tempo rimovibili.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.04.03.A01 Anomalie anodo**

Difetti di funzionamento dell'anodo.

#### **01.04.03.A02 Anomalie catodo**

Difetti di funzionamento del catodo.

#### **01.04.03.A03 Anomalie connessioni**

Difetti delle connessioni dei vari diodi.

#### **01.04.03.A04 Anomalie trasformatore**

Difetti di funzionamento del trasformatore di tensione.

#### **01.04.03.A05 Deformazione**

Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi di tamponamento per fenomeni di ritiro quali imbarcamento, svergolamento, ondulazione.

#### **01.04.03.A06 Non planarità**

Uno o più elementi dei controsoffitti possono presentarsi non perfettamente complanari rispetto al sistema.

#### **01.04.03.A07 Anomalie di funzionamento**

Difetti di funzionamento degli apparati di illuminazione a led.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.04.03.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verifica della integrità delle superfici a vista dei diodi. Verificare la continuità delle connessioni.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie anodo*; 2) *Anomalie catodo*; 3) *Anomalie connessioni*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.04.03.C02 Controllo generale delle parti a vista**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllo dello stato di complanarità degli elementi dei controsoffitti e del grado di usura delle parti in vista. Controllo dell'integrità dei giunti tra gli elementi.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazione*; 2) *Non planarità*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

#### **01.04.03.C03 Controlli dispositivi led**

*Cadenza: ogni 3 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Durante le fasi di controllo manutentivo verificare che i prodotti e i materiali utilizzati abbiano requisiti ecologici certificati.

- Requisiti da verificare: 1) *Certificazione ecologica*; 2) *Controllo consumi*; 3) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie di funzionamento*.
- Ditte specializzate: *Tecnico fotovoltaico*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.04.03.I01 Regolazione planarità**

*Cadenza: ogni anno*

Verifica dello stato di complanarità degli elementi dei controsoffitti attraverso la registrazione dei pendini e delle molle di regolazione.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

### **01.04.03.I02 Sostituzione diodi**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i diodi quando danneggiati e/o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **01.04.03.I03 Sostituzione elementi**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione degli elementi degradati, rotti e/o mancanti con elementi analoghi.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.



## Impianto di distribuzione acqua fredda e calda

L'impianto di distribuzione dell'acqua fredda e calda consente l'utilizzazione di acqua nell'ambito degli spazi interni del sistema edilizio o degli spazi esterni connessi. L'impianto è generalmente costituito dai seguenti elementi tecnici:

- allacciamenti, che hanno la funzione di collegare la rete principale (acquedotto) alle reti idriche d'utenza;
- macchine idrauliche, che hanno la funzione di controllare sia le caratteristiche fisico-chimiche, microbiologiche, ecc. dell'acqua da erogare sia le condizioni di pressione per la distribuzione in rete;
- accumuli, che assicurano una riserva idrica adeguata alle necessità degli utenti consentendo il corretto funzionamento delle macchine idrauliche e/o dei riscaldatori;
- riscaldatori, che hanno la funzione di elevare la temperatura dell'acqua fredda per consentire di soddisfare le necessità degli utenti;
- reti di distribuzione acqua fredda e/o calda, aventi la funzione di trasportare l'acqua fino ai terminali di erogazione;
- reti di ricircolo dell'acqua calda, che hanno la funzione di mantenere in costante circolazione l'acqua calda in modo da assicurarne l'erogazione alla temperatura desiderata;
- apparecchi sanitari e rubinetteria che consentono agli utenti di utilizzare acqua calda e/o fredda per soddisfare le proprie esigenze.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

#### 01.05.R01 Controllo consumi

*Classe di Requisiti: Monitoraggio del sistema edificio-impianti*

*Classe di Esigenza: Aspetto*

Controllo dei consumi attraverso il monitoraggio del sistema edificio-impianti.

##### **Prestazioni:**

Monitoraggio dei consumi (energia termica, elettrica, acqua, ecc.) dell'edificio attraverso contatori energetici, ai fini di ottenere un costante controllo sulle prestazioni dell'edificio e dell'involucro edilizio per una idonea pianificazione di interventi migliorativi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Installazione di apparecchiature certificate per la contabilizzazione dei consumi (contatori) di energia termica, elettrica e di acqua e impiego di sistemi di acquisizione e telelettura remota secondo standard riferiti dalla normativa vigente.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.05.01 Scaldacqua a pompa di calore

## Scaldacqua a pompa di calore

Unità Tecnologica: 01.05

Impianto di distribuzione acqua fredda e calda

In questi apparecchi l'energia elettrica non viene utilizzata direttamente per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, ma per azionare la pompa di calore. Tale dispositivo preleva calore dall'ambiente in cui è installato e lo cede all'acqua che è contenuta nell'accumulo.

Pertanto per garantire un buon rendimento delle pompe di calore è necessario che la temperatura ambiente del locale ove l'apparecchio è installato si mantenga a valori superiori a 10-15 °C. Tale valore della temperatura può scendere fino a 6 °C (per pompe di calore ad aria interna) al di sotto dei quali un dispositivo automatico inserisce una resistenza elettrica ausiliare. La temperatura massima dell'acqua calda fornita dall'apparecchio non è superiore a 50-55 °C, tuttavia, in caso di necessità, un serpentino permette di integrare il valore utilizzando direttamente il fluido termovettore prodotto dalla caldaia per il riscaldamento ambiente.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.05.01.R01 (Attitudine al) controllo della portata dei fluidi

*Classe di Requisiti: Di funzionamento*

*Classe di Esigenza: Gestione*

Gli scaldacqua a pompa di calore devono essere in grado di garantire valori minimi di portata dei fluidi.

**Prestazioni:**

La portata degli scaldacqua a pompa di calore viene verificata mediante la prova indicata dalla norma UNI di settore.

**Livello minimo della prestazione:**

La quantità di acqua erogata durante la prova deve essere raccolta in apposita vasca; i valori dei volumi registrati non devono essere inferiori a quelli riportati nella norma UNI di settore.

#### 01.05.01.R02 (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche

*Classe di Requisiti: Protezione elettrica*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli scaldacqua a pompa di calore devono essere protetti da un morsetto di terra (contro la formazione di cariche positive) che deve essere collegato direttamente ad un conduttore di terra.

**Prestazioni:**

L'alimentazione di energia elettrica degli scaldacqua deve avvenire tramite accorgimenti necessari per garantire l'isolamento della pompa dall'alimentazione elettrica stessa.

**Livello minimo della prestazione:**

L'apparecchiatura elettrica deve funzionare in modo sicuro nell'ambiente e nelle condizioni di lavoro specificate ed alle caratteristiche e tolleranze di alimentazione elettrica dichiarate, tenendo conto delle disfunzioni prevedibili.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.05.01.A01 Corrosione

Corrosione della struttura dello scaldacqua evidenziata dal cambio del colore in prossimità dell'azione corrosiva.

#### 01.05.01.A02 Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

#### 01.05.01.A03 Difetti della coibentazione

Difetti di tenuta della coibentazione per cui non si ha il raggiungimento della temperatura richiesta.

#### 01.05.01.A04 Difetti di tenuta

Perdite di fluido che si verificano per mancanza di tenuta delle tubazioni.

#### 01.05.01.A05 Perdite di carico

Valori della pressione non rispondenti a quelli di esercizio.

#### 01.05.01.A06 Rumorosità

Presenza di rumori anomali o livello di rumorosità non nei valori di norma.

### **01.05.01.A07 Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto all'ossidazione delle masse metalliche.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.05.01.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare, ad inizio stagione, lo stato della pompa, che l'aria sia spurgata e che il senso di rotazione sia corretto. Verificare tutti gli organi di tenuta per accertarsi che non vi siano perdite eccessive e che il premitraccia non lasci passare l'acqua.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione;* 2) *Difetti della coibentazione;* 3) *Rumorosità.*
- Ditte specializzate: *Idraulico.*

### **01.05.01.C02 Controllo prevalenza**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i valori della pressione di mandata e di aspirazione siano conformi ai valori di collaudo effettuando una serie di misurazioni strumentali.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Surriscaldamento.*
- Ditte specializzate: *Idraulico.*

### **01.05.01.C03 Controllo della temperatura fluidi**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Controllare che i valori della temperatura dei fluidi prodotti siano compatibili con quelli di progetto.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti della coibentazione;* 2) *Difetti di tenuta;* 3) *Surriscaldamento.*
- Ditte specializzate: *Termoidraulico.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.05.01.I01 Revisione generale pompa di calore**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

Effettuare una disincrostazione meccanica e se necessario anche chimica biodegradabile della pompa e della girante nonché una lubrificazione dei cuscinetti. Eseguire una verifica sulle guarnizioni ed eventualmente sostituirle.

- Ditte specializzate: *Idraulico.*

### **01.05.01.I02 Ripristino coibentazione**

*Cadenza: ogni 10 anni*

Effettuare il ripristino della coibentazione dello scaldacqua.

- Ditte specializzate: *Idraulico.*

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag. <a href="#">2</a>
2) Palazzetto dello Sport - Thiesi .....	pag. <a href="#">3</a>
" 1) Impianti sportivi.....	pag. <a href="#">4</a>
" 1) Pavimentazione bituminosa e asfaltoide .....	pag. <a href="#">5</a>
" 2) Attrezzatura da basket .....	pag. <a href="#">7</a>
" 3) Attrezzatura da pallavolo.....	pag. <a href="#">7</a>
" 4) Segnature .....	pag. <a href="#">8</a>
" 2) Ambienti indoor di Attività Ricreative e/o Sociali_Strutture Sportive .....	pag. <a href="#">10</a>
" 1) Ambiente Spazi per le attività sportive .....	pag. <a href="#">20</a>
" 3) Impianto solare termico .....	pag. <a href="#">37</a>
" 1) Collettore solare piano .....	pag. <a href="#">39</a>
" 4) Illuminazione a led .....	pag. <a href="#">42</a>
" 1) Apparecchio a parete a led .....	pag. <a href="#">44</a>
" 2) Apparecchio a sospensione a led .....	pag. <a href="#">45</a>
" 3) Apparecchio ad incasso a led .....	pag. <a href="#">46</a>
" 5) Impianto di distribuzione acqua fredda e calda .....	pag. <a href="#">48</a>
" 1) Scaldacqua a pompa di calore .....	pag. <a href="#">49</a>