

## Ambienti confinati e salute: revisione sistematica della letteratura sui rischi legati all'utilizzo dei seminterrati a scopo abitativo

*Angelios Giosué Mezzoiuso<sup>1</sup>, Marco Gola<sup>2</sup>, Andrea Rebecchi<sup>2</sup>, Matteo Riccò<sup>3</sup>, Stefano Capolongo<sup>2</sup>, Maddalena Buffoli<sup>2</sup>, Marcello Tirani<sup>4</sup>, Anna Odone<sup>1,5</sup>, Carlo Signorelli<sup>1,5</sup>*

<sup>1</sup>Università Vita-Salute San Raffaele, Milano; <sup>2</sup>Dipartimento ABC, Politecnico di Milano, Milano; <sup>3</sup>Dipartimento di Sanità Pubblica, Azienda USL di Reggio Emilia, Reggio Emilia; <sup>4</sup>Agenzia di Tutela della Salute di Bergamo, Bergamo; <sup>5</sup>Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università di Parma, Parma

### INDOORS AND HEALTH: RESULTS OF A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ASSESSING THE POTENTIAL HEALTH EFFECTS OF LIVING IN BASEMENTS

**Summary.** A new law approved in March 2017 in the Lombardy Region makes it possible to live in basements. Basements are defined as buildings partly below curb level but with at least one-half of its height above the curb. Basements' features and structural characteristics might pose risks to human health. In this paper we adopt a multidisciplinary approach to assess the potential health effects of living in basements. In particular, we define a conceptual framework to describe basements' structural characteristics which are risk factors, as well as the mechanisms through which they impact on human health. We also conduct a systematic review on the scientific databases PubMed, Embase, DOAJ, Proquest and EBSCO to retrieve, pool and critically analyze all available research that quantified the risk of living in basements for different health outcomes. Available evidence suggests living in basements increases the risk of respiratory diseases (asthma and allergic disorders); more heterogeneous data are available for cancers and cardiovascular diseases. As more quantitative data need to be prospectively retrieved to assess and monitor the risk of living in basements for human health, clear minimum requirements for light, air, sanitation and egress are to be defined by technical experts and enforced by policy makers. ([www.actabiomedica.it](http://www.actabiomedica.it))

**Key words:** indoor environments, basement, health, moisture, asthma, respiratory diseases, radon

**Riassunto.** *Background:* Recentemente è stata approvata in Regione Lombardia la legge LR 10 Marzo 2017 "Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti" che consente di utilizzare gli ambienti seminterrati a scopo abitativo. Questo ha dato origine a un interessante dibattito perché, se da un lato il legislatore si pone l'obiettivo di attivare processi virtuosi di riqualificazione urbana e di risparmio di suolo a fini edilizi, dall'altro le caratteristiche strutturali degli ambienti seminterrati possono costituire fattori di rischio per la salute umana. *Obiettivi e Metodi:* Obiettivo generale della revisione è quello di approfondire – attraverso un approccio sistematico e multidisciplinare – i rischi per la salute relativi alla permanenza, a scopo abitativo, in ambienti confinati seminterrati. *Risultati:* La presente revisione: i) identifica e descrive le caratteristiche strutturali degli ambienti seminterrati che possono costituire un rischio per la salute umana, ii) tratteggia un *framework* concettuale per descrivere i meccanismi attraverso cui tali fattori mediano l'impatto sul benessere fisico, mentale e sociale degli individui e della comunità, e iii) ricerca, riassume e analizza criticamente, i risultati degli studi epidemiologici che hanno stimato quantitativamente l'effetto della permanenza in ambienti seminterrati su diversi outcome clinici. Al fine di realizzare quest'ultimo obiettivo è stata condotta una revisione sistematica

della letteratura sui database scientifici PubMed e Embase (ambito sanitario), DOAJ, Proquest e EBSCO (ambito architettonico). *Conclusioni:* Le evidenze attualmente disponibili suggeriscono come la permanenza in ambienti seminterrati a scopo abitativo aumenti il rischio di patologie allergiche e respiratorie, in particolare l'asma bronchiale; mentre meno chiara è l'associazione con patologie neoplastiche polmonari e cardiovascolari. Se da un lato ulteriori ricerche si rendono necessarie per meglio definire e quantificare i rischi per la salute umana legati alla permanenza in ambienti seminterrati, parallelamente si ritiene necessario valutare attentamente la definizione di criteri minimi per definire l'abitabilità dei seminterrati, al fine di evitare la proliferazione di ambienti malsani destinati ad ampie fasce di popolazione a basso reddito.

**Parole chiave:** ambienti confinati, seminterrato, salute, umidità, asma, patologie respiratorie, radon

## Introduzione

Gli ambienti confinati (indoor) e le condizioni abitative ("housing" nella terminologia anglosassone) sono considerate un importante determinante di salute (1); non solo correlano con lo status socio-economico tanto da esserne considerate un indicatore, ma agiscono direttamente sullo stato di salute fisico e mentale. Infatti, le caratteristiche degli ambienti indoor, ossia le condizioni microclimatiche (parametri ambientali, temperatura, umidità, ricambi d'aria), le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'aria, il livello di illuminazione, la qualità dei materiali di costruzione, il livello di pulizia e l'arredamento condizionano notevolmente lo stato di salute e - se inadeguate - possono influire negativamente sulla stessa, determinando malattie, discomfort e malessere psicologico, con costi associati elevati sia in termini di malessere, che in termini di perdita di produttività (2). L'aumento della speranza di vita avvenuta nell'ultimo secolo nei paesi industrializzati è da attribuire per una parte significativa alle migliorate condizioni degli ambienti di vita. Nei paesi ad alto reddito, le stime disponibili dimostrano come la popolazione trascorra fino al 90% del proprio tempo indoor, di cui la percentuale più alta negli spazi abitativi (3); dato che sottolinea l'importanza di conoscere e valutare i rischi per la salute legati agli ambienti confinati. Diversi studi hanno evidenziato come in diverse nazioni sia in corso una crisi abitativa, ovvero la residenza di fasce sempre più ampie di popolazione in abitazioni poco salubri e dignitose (4). Tali studi han-

no sottolineato l'importanza di una quantificazione del disagio abitativo e dei fattori ad esso correlato, quale primo passo essenziale per la successiva valutazione del loro impatto sanitario e per la programmazione delle eventuali azioni di sanità pubblica e politica sociale (5). Tra gli ambienti indoor rientrano i seminterrati, (*basement* nella terminologia anglosassone), definiti come quegli ambienti "il cui pavimento si trova a una quota inferiore, anche solo in parte, a quella del terreno posto in aderenza all'edificio e il cui soffitto si trova, anche solo in parte, a una quota superiore rispetto al terreno posto in aderenza all'edificio" (6).

La salubrità degli ambienti seminterrati è stata recentemente oggetto di dibattito tra la popolazione generale, le sfere politiche e la comunità scientifica italiana, in seguito all'approvazione in Regione Lombardia della Legge Regionale (LR) 10 Marzo 2017 "Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti" (6), che ha sancito la possibilità, in passato proibita dal D.M. 5 Luglio 1975, di adibire i seminterrati a luoghi abitativi. Nelle intenzioni del legislatore questo cambio pone nuove possibilità e prospettive al fine di contenere il consumo di suolo, operare una rigenerazione urbana e ripensare il concetto di abitabilità; allo stesso tempo l'implementazione di questo nuovo assetto legislativo pone delle sfide e delle problematiche relative alla definizione di criteri minimi per garantire condizioni abitative salubri e all'identificazione di eventuali rischi sanitari. Tali problematiche sono accentuate dal fatto che in Italia non vi è un'unica legislazione, ma regolamenti edilizi talora molto differenti da comune a comune (7).

## Obiettivi e metodologia

Obiettivo generale della presente revisione della letteratura è quello di approfondire – attraverso un approccio sistematico e multidisciplinare – il tema dei rischi per la salute legati alla permanenza, a scopo abitativo, in ambienti confinanti seminterrati. Gli obiettivi specifici sono: i) identificare e descrivere le caratteristiche strutturali degli ambienti seminterrati che possono costituire un rischio per la salute umana, ii) definire un framework concettuale che descriva i meccanismi attraverso cui tali fattori medino l'impatto sul benessere fisico, mentale e sociale degli individui e della comunità, e iii) ricercare sistematicamente, riassumere ad analizzare criticamente, i risultati degli studi epidemiologici che hanno stimato quantitativamente l'effetto della permanenza in ambienti seminterrati su diversi outcome clinici. Al fine di realizzare quest'ultimo obiettivo è stata condotta una ricerca sistematica della letteratura sui database scientifici PubMed ed Embase (ambito sanitario), DOAJ, Proquest e EBSCO (ambito architettonico); la ricerca è stata realizzata seguendo le linee guida PRISMA (8) attraverso: l'utilizzo di parole chiave per la costruzione delle strategie di ricerca, la selezione degli articoli di interesse e l'estrazione dei dati di interesse.

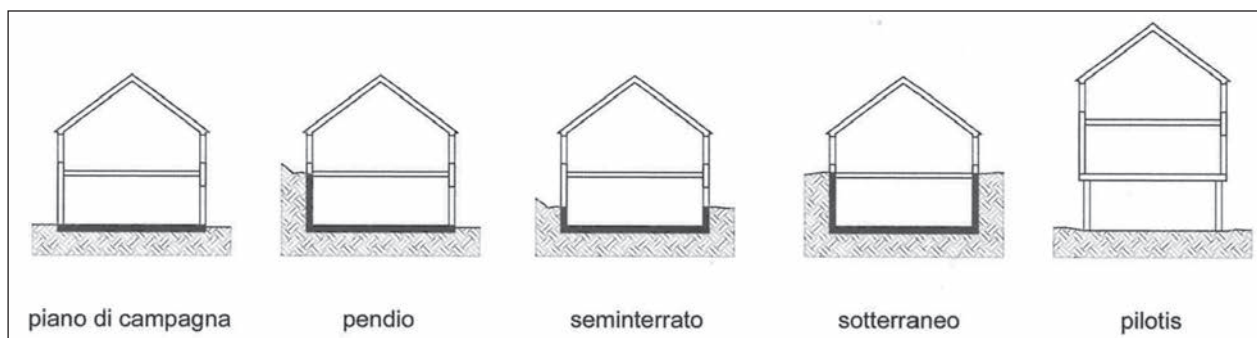
## Ambienti confinanti seminterrati: definizioni e caratteristiche

L'attacco a terra è un tema primario nel progetto delle architetture. L'ampia casistica delle differenti soluzioni di attacco a terra delle costruzioni contem-

poranee e del passato necessita di essere interpretata sia da un punto di vista tipologico e compositivo, sia funzionale che tecnologico. Una possibile classificazione tipologica che adotti come criterio la quota della linea di terra rispetto al volume dell'edificio evidenzia architetture ipogee, affioranti, giustapposte o sollevate rispetto al suolo stesso, come riportato schematicamente nella Figura 1.

Fra i fattori determinanti della configurazione sono le caratteristiche geomorfologiche del terreno e le condizioni microclimatiche del sito. È necessario definire una soluzione tecnica adeguata per l'attacco a terra per salvaguardare gli elementi della costruzione a contatto con il terreno, privilegiando sistemi costruttivi con un'elevata durabilità e affidabilità, considerando la difficoltà che interventi manutentivi delle strutture interrante comportano. Molteplici esempi di architettura spontanea, in adattamento al contesto climatico, mostrano come da sempre il rapporto tra edificio e terreno possa diventare un fattore per la climatizzazione naturale degli ambienti ai fini del contenimento delle dispersioni termiche, o viceversa del raffrescamento degli edifici.

Il suolo può essere infatti scavato per sfruttare la sua capacità termica, in grado di mitigare gli sbalzi di temperatura, soprattutto nei climi secchi freddi o caldi, dove si hanno forti escursioni termiche tra interno ed esterno; oppure può essere modellato a creare rilevanti o terrapieni per proteggere dai venti freddi dominanti (9); o infine, distanziato attraverso sostegni e pilastri che consentano la circolazione dell'aria anche al di sotto della costruzione per il raffrescamento nei climi caldo-umidi. In generale, il suolo viene adoperato per la sua inerzia termica, cioè per la sua capacità



**Figura 1.** Tipologie di attacco a terra. Immagine tratta da Giretti A, Indoor air quality. Inquinamento da Radon: strumenti di diagnosi e validazione del progetto. Alinea, Firenze; 2005 (15)

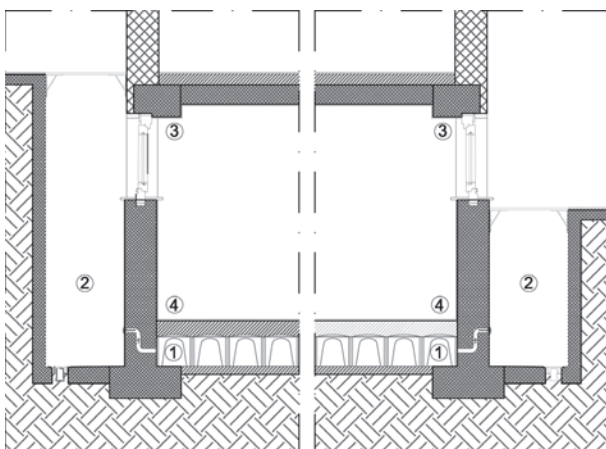
sia di smorzamento, sia di sfalsamento, dell'ampiezza dell'onda termica. Questo significa che negli edifici interrati si riducono d'estate il guadagno termico e d'inverno la dispersione di calore attraverso le pareti (10).

### Ambienti confinati seminterrati: fattori di rischio per la salute degli occupanti

La Figura 2 elenca e schematizza graficamente in un *framework* concettuale completo delle caratteristiche architettoniche ed edilizie proprie degli edifici confinati seminterrati cui sono associati i fattori di rischio che mediano l'impatto sulla salute negli occupanti. Come si evince dalla Figura 3, il peggioramento delle condizioni ambientali negli edifici, non è dovuto a un'unica causa, ma alla risultanza di processi sinergici e fattori di varia natura che interessano l'edificio in tutto il suo arco di vita (11). Di seguito si descrivono brevemente i fattori di rischio propri degli ambienti confinati seminterrati identificati nel framework concettuale proposto.

#### Umidità

La presenza di vapore acqueo dà origine ad ambienti malsani sia dal punto di vista del benessere



**Figura 2.** Sezione tecnologica di un piano interrato (a sx) e di un seminterrato (a dx), in cui vengono evidenziati: 1. Vespaio aerato, che ha la funzione di contrastare il gas radon; 2. Intercapedine, per evitare umidità e garantire il ricircolo dell'aria; 3. Finestre, per garantire il corretto ricambio dell'aria e ventilazione naturale dei locali; 4. Materiali di finitura e arredi degli interni

termo-igrometrico, in quanto aumenta notevolmente l'umidità relativa, sia per la formazione di muffe, funghi e licheni responsabili di problemi estetici e igienico sanitari relativi alla qualità dell'aria interna (12).

Negli ultimi anni, infatti, si sono accumulate numerose evidenze sul fatto che lo sviluppo delle muffe negli edifici umidi sia un importante fattore di rischio per le malattie respiratorie (13). Le muffe possono causare un'ampia varietà di effetti sulla salute, come crisi asmatiche, reazioni allergiche, infezioni ed effetti tossici (da micotossine) (14). In parallelo, gli acari proliferano negli ambienti umidi e caldi e si trovano più frequentemente negli ambienti domestici, in particolare in materassi, poltrone, tappeti e moquette (15).

#### Gas Radon

Il radon è un gas nobile, incolore e inodore, radioattivo e cancerogeno per inalazione, sette volte e mezzo più pesante dell'aria (16). Il radon si trova nelle zone in cui il suolo è ricco di uranio e di radio, come il tufo e rocce di origine vulcanica. Il gas radon si produce dal decadimento dell'<sup>U238</sup> delle rocce e diffonde nell'ambiente attraverso il suolo, l'acqua e infine nell'atmosfera. Spazi disposti in basso come seminterrati e ambienti non ventilati possono accumulare concentrazioni di radon a livelli pericolosi. Diversi studi epidemiologici su categorie di lavoratori particolarmente esposti al radon hanno evidenziato un aumento della frequenza di tumore polmonare. Si stima che in Italia circa l'11% dei tumori polmonari sia attribuibile al radon. Quindi l'esposizione al radon e il suo decadimento sono un potenziale problema di salute pubblica (17).

#### Illuminazione e areazione naturale

L'illuminazione naturale, il soleggiamento e la ventilazione hanno grandissima importanza ai fini igienico-sanitari. La letteratura scientifica ha dimostrato come la radiazione solare svolga, insieme all'effetto termico e luminoso, un'efficace azione antibatterica (18). Da richiesta normativa, vi è l'obbligo di illuminazione naturale negli ambienti residenziali e per spazi di fruizione per le attività principali tale da assicurare condizioni di benessere visivo in relazione alle attività svolte nei singoli locali.

L'assenza di un livello sufficiente di illuminazione naturale può essere molto dannoso per la salute umana: infatti, può essere causa di indebolimento del sistema immunitario, alterata produzione di ormoni, alterazione ritmi circadiani e del sonno, alterazione dell'umore e depressione, ma anche di osteoporosi e rachitismo (19). Inoltre, un'esposizione non corretta all'illuminazione indoor può influire negativamente sull'attenzione, la concentrazione e la funzionalità.

### Materiali da costruzione e arredi

Il peggioramento della qualità dell'aria è da attribuire in gran parte alle decisioni riguardanti la scelta dei materiali e dei prodotti edili impiegati per la realizzazione di parti strutturali, elementi di finitura e componenti di arredo (20).

Gli inquinanti più importanti emessi dai materiali edili sono i composti organici volatili (COV), conta-

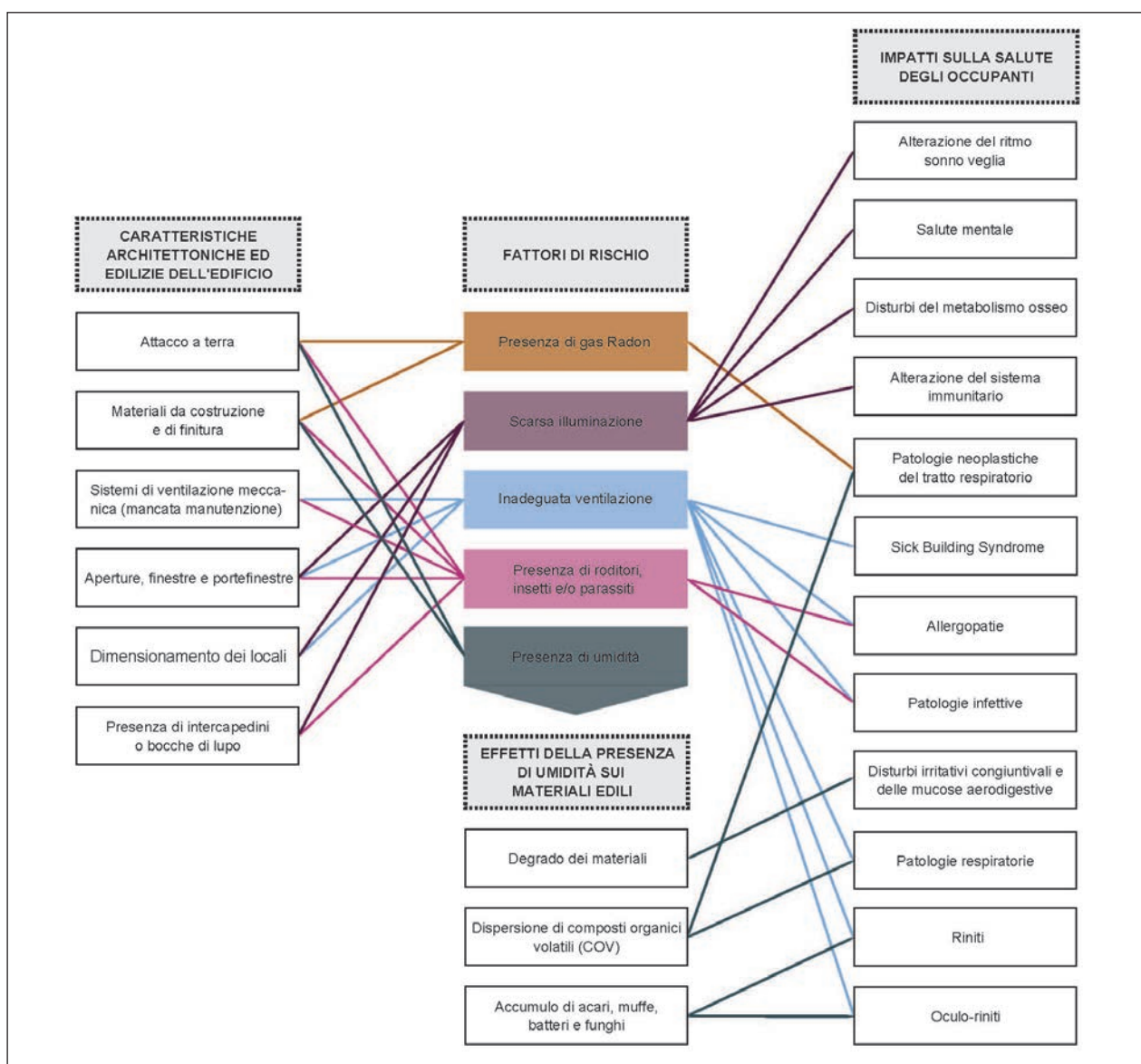


Figura 3. Fattori di rischio, caratteristiche architettoniche e outcome di salute legate agli ambienti confinanti seminterrati



minanti chimici che vengono rilasciati dalla quasi totalità dei prodotti da costruzione, ma in misura maggiore dai prodotti di finitura, collanti, sigillanti, etc. (21; 22).

Per quanto riguarda invece i contaminanti fisici, gli isolanti sono responsabili del rilascio nell'aria fibre minerali, tanto più pericolose per la salute quanto più facilmente respirabili (20); i materiali da costruzione con un elevato contenuto di tufo o pozzolana nella loro composizione rappresentano, invece una rilevante sorgente di radon. Moquette, legno, tappezzerie, carta da parati sono materiali che batteri e funghi, contaminanti di origine biologica, utilizzano come substrato per la loro crescita (23).

### Ambienti confinati seminterrati: una ricerca sistematica delle evidenze disponibili

Sono stati inclusi nella revisione sistematica condotta all'interno del presente studio tutti gli studi, pub-

blicati in lingua inglese che riportassero dati originali (misure di effetto) e che stimassero quantitativamente l'impatto degli ambienti seminterrati su outcome di salute. Le strategie di ricerca costruite usando parole chiave legate al quesito di ricerca (i.e. "basement"), lanciate sui database PubMed, Embase, Proquest, EBSCO e DOAJ, hanno trattenuto complessivamente 2140 articoli di potenziale interesse; la selezione dei lavori, condotta secondo i criteri di inclusione ed esclusione precedentemente descritti, è riportata nella Figura 4 e ha portato all'inclusione di soli 7 lavori (24-30). Le caratteristiche ed i risultati principali degli studi inclusi sono riportati nella Tabella 1.

Per tre degli studi inclusi non è stato possibile reperire il full text (24; 28; 30). Gli articoli inclusi sono stati pubblicati tra il 1983 e il 2016 e includono: 4 studi cross-sectional condotti in Norvegia, Canada, e Repubblica di Corea, 2 studi caso-controllo condotti in Canada e negli U.S.A. e uno studio di coorte condotto negli U.S.A. La numerosità campionaria degli studi

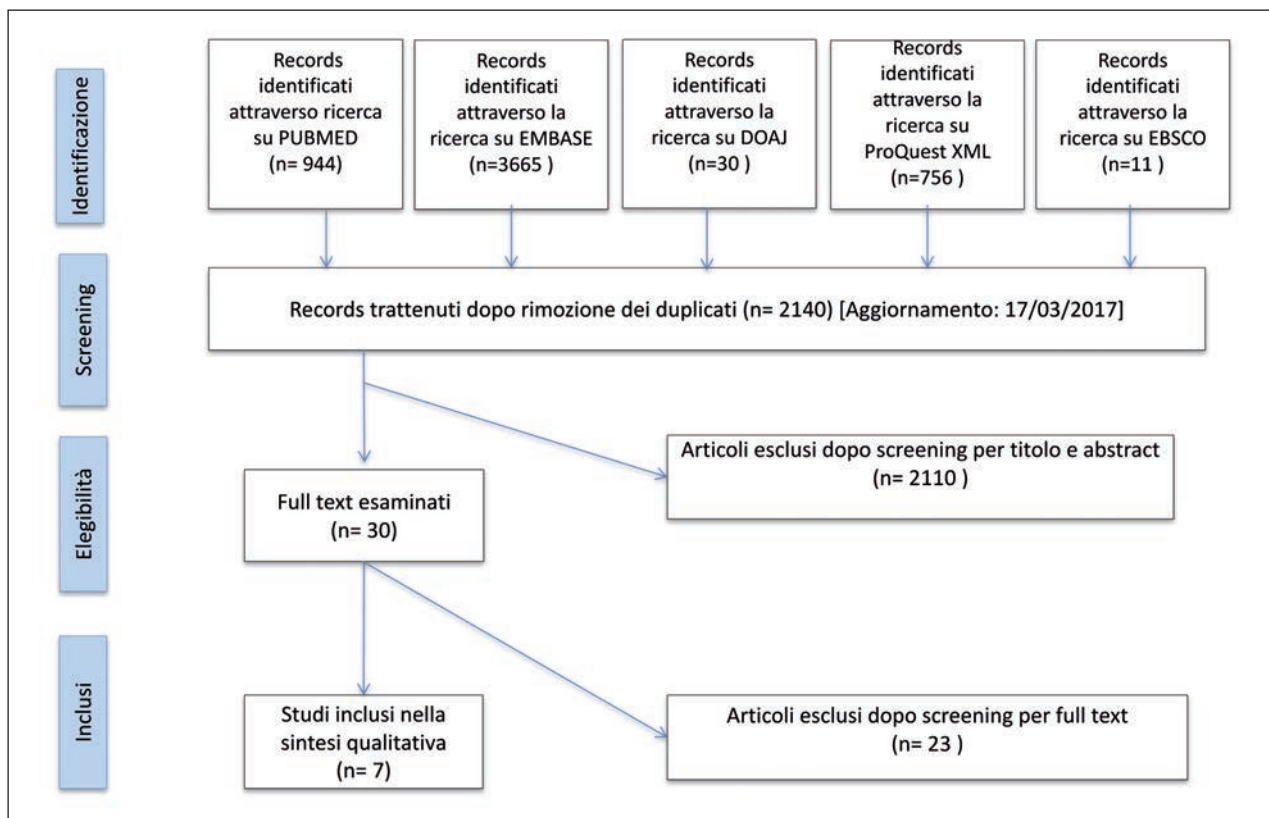


Figura 4. Prisma Flow-chart degli studi inclusi

Tabella 1. Caratteristiche degli studi inclusi nella revisione sistematica

Primo Autore Titolo referenza	Studio condotto in:	Numerosità campionaria	Popolazione oggetto dello studio	Disegno dello studio	Outcome clinici valutati	Modelli di analisi	Principali risultati
Yoomi Chae, et al. 2014 Indoor environmental factors associated with wheezing illness and asthma in South Korean children: phase III of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (24)*	Repubblica di Corea	3810 bambini	Popolazione pediatrica compresa tra i 6 e i 7 anni di età	Studio cross-sectional	Asma e patologie respiratorie	Modelli di regressione logistica multivariata	Vivere in piani interrati o seminterrati è significativamente associato a patologie respiratorie (OR: 1.891; 95% CI: 1.194-2.996). Non è stata trovata associazione statisticamente significativa tra l'occupazione di ambienti seminterrati e lo sviluppo di asma.
Cho YM, 2014 Asthma and allergic diseases in preschool children in Korea: findings from the pilot study of the Korean Surveillance System for Childhood Asthma. (25)	Repubblica di Corea	1002 genitori	Popolazione pediatrica compresa tra i 2 e i 6 anni di età	Studio cross-sectional	Asma e patologie allergiche	Modelli di regressione logistica multivariata	I Bambini che vivono in ambienti seminterrati hanno un maggior rischio di dermatite atopica, stima misure di effetto non disponibili, categoria di riferimento non disponibile.
Değer L, 2010 Home environmental factors associated with poor asthma control in Montreal children: a population-based study. (26)	Canada	8960 bambini	Popolazione pediatrica compresa tra i 6 mesi e i 12 anni	Studio cross-sectional	Scarso controllo della sintomatologia asmatica in bambini tra 6 mesi e 12 anni	Modelli di regressione binomiale	I bambini che hanno la camera da letto o vivono in un seminterrato hanno un aumentato rischio di asma scarsamente controllato (RR aggiustato 1,31 C.I. 95%)

(continua)

Tabella 1 (continua). Caratteristiche degli studi inclusi nella revisione sistematica

Field RW, 2000 The Iowa radon lung cancer study--phase I: Residential radon gas exposure and lung cancer. (27)	U.S.A	1024 soggetti adulti	Popolazione femminile adulta con cancro del polmone,	studio caso controllo	Tumore al polmone	Modelli lineari di eccesso degli Odds	L'esposizione ad ambienti contaminati con radon costituisce un significativo rischio ambientale di andare incontro a cancro del polmone, con un OR tra 1,21 e 1,35 per l'adenocarcinoma; tra 2,06 e 3,17 per il carcinoma squamoso; tra 1,16 e 1,44 per il carcinoma a piccole cellule; tra 1,13 e 3,42 per il carcinoma a grandi cellule; tra 1 e 2,95 per altre forme di tumore polmonare.
Létourneau EG, 1994 Case-control study of residential radon and lung cancer in Winnipeg, Manitoba, Canada. (28)*	Canada	1476 soggetti	Popolazione adulta con tumore al polmone	Studio caso controllo	Tumore al polmone	n.d.	Non è stata trovata associazione statisticamente significativa.
Mads K. Rohde, 2016 The Association between Residence Floor Level and Cardiovascular Disease: The Health and Environment in Oslo Study (29)	Norvegia	12525 soggetti	Popolazione adulta residente in contesto urbano	Studio cross-sectional	Malattie cardiovascolari (trombosi venosa)	Modelli di regressione logistica multivariata	Rischio di tromboembolismo venoso maggiore per chi vive ai piani alti rispetto a chi vive ai piani bassi e nei seminterrati (OR: 1.504; 95% CI: 1.007–2.247).
Simpson SG, 1983 Lung cancer and housing characteristics. (30)*	U.S.A	n.d.	Popolazione residente a Washington County, Maryland	Studio a coorte (follow up: 12 anni)	Tumore al polmone	n.d.	Non è stata trovata associazione statisticamente significativa tra l'occupazione di ambienti seminterrati e lo sviluppo di carcinoma polmonare.

Legenda: n.d.= dato non disponibile; OR= Odds Ratio; CI= intervallo di confidenza; RR= rischio relativo

\* Non è stato possibile reperire il full text dell'articolo



inclusi va da 1002 e 12525 soggetti, tre studi (24; 25; 26) sono stati condotti su una popolazione pediatrica con età compresa tra 6 mesi e 12 anni, gli altri quattro studi sono stati condotti su popolazioni adulte. Gli outcome di salute presi in considerazione sono stati: il cancro del polmone, asma e patologie allergiche e respiratorie e trombosi venosa. La revisione sistematica della letteratura attualmente disponibile ha messo in evidenza come l'abitazione nei seminterrati determini un significativo aumento del rischio di patologie respiratorie quali rinite e asma allergico. In particolare, in uno studio del 2010 Değer e collaboratori (26) hanno valutato con uno studio cross-sectional la relazione tra la permanenza in ambienti abitativi seminterrati e lo scarso controllo della sintomatologia asmatica in bambini con età compresa tra sei mesi e dodici anni. Dai risultati è emerso che i bambini che dormono in un seminterrato hanno un peggior controllo della sintomatologia asmatica, maggiore prevalenza di sintomi respiratori, aumentato uso di broncodilatatori (PR aggiustato 1,31 C.I. 95%) mentre non si è riscontrato un rischio aumentato in relazione alla presenza di seminterrati con pavimenti sporchi in cui però non si dorme (PR 1,00 C.I. 95%). In uno studio del 2014 che valutava la relazione tra diversi fattori di rischio e incidenza di asma e sintomatologia respiratoria in 3810 bambini di età compresa tra i sei e i sette anni, Chae e collaboratori (24) hanno messo in evidenza come i bambini che vivono in un piano interrato o seminterrato abbiano un maggior rischio 90 volte superiore sviluppare patologie respiratorie. In un altro studio Coreano, condotto con lo scopo di determinare i fattori che aumentano il rischio di sviluppare asma bronchiale e altre patologie allergiche, di Cho e collaboratori (25) hanno evidenziato che i bambini che vivono in seminterrati abbiano maggior rischio di dermatite allergica. Per quanto riguarda il rischio di cancro del polmone, sono stati trovati tre studi che valutassero la relazione tra livelli di radon dei seminterrati e cancro del polmone (27; 28; 30). Nello studio di Simpson e collaboratori del 1983 (30), condotto nel Maryland, i ricercatori concludevano che non vi fosse associazione statisticamente significativa tra livelli di radon dei seminterrati e cancro del polmone. In maniera analoga Létourneau e collaboratori (28) tra il 1983 e il 1990 hanno condotto uno studio caso controllo includendo 738 casi

istologicamente confermati di cancro al polmone contro 738 controlli. Nei seminterrati dei casi e in quelli dei controlli è stato collocato un misuratore dei livelli di radon e dopo aggiustamento per livello di fumo di sigarette ed educazione, non si è riscontrato un rischio significativamente aumentato in chi abita in seminterrati, di andare incontro a cancro del polmone. Differentemente in uno studio caso controllo più recente condotto, da Field e collaboratori (27) nel 2001 sono stati valutati 4013 casi di cancro del polmone contro 614 controlli. In tale studio sono stati presi in considerazione soltanto soggetti che abitassero da almeno venti anni nello stesso appartamento. Tale studio ha dimostrato una associazione positiva tra le concentrazioni di radon in diversi ambienti domestici tra cui gli ambienti seminterrati e il cancro del polmone.

Si è altresì visto in uno studio di Rohde e collaboratori (29) come, per motivi non ancora chiari, abitare in seminterrati e piani inferiori al quarto costituisca un fattore protettivo per trombosi venosa, infatti chi abita al quarto piano o in piani superiori ha un rischio di trombosi venosa aumentata rispetto a chi abita al piano terra o in seminterrati (OR: 1.504; 95% CI: 1.007-2.247).

## Conclusioni

La salubrità degli ambienti confinanti adibiti ad abitazione è un determinante di salute che riveste una importanza fondamentale.

In questa revisione sistematica della letteratura si è fatto il punto sulle possibili influenze che l'ambiente seminterrato possa avere sulla salute e sono state presentate le evidenze disponibili. Nel dettaglio, emerge che l'occupazione di ambienti seminterrati aumenti il rischio di asma e patologie allergiche, mentre per quanto riguarda il cancro del polmone, i dati sono divergenti. E' inoltre emerso che la vivibilità in un seminterrato o al piano terra ha un rischio inferiore di andare incontro a trombosi venosa rispetto a chi abita al quarto piano o in piani superiori. Le prospettive aperte dalla nuova Legge Regionale Lombarda offrono, da un lato la sfida di ripensare a fini abitativi spazi che fino a poco tempo fa erano considerati inadatti all'abitazione. Ciò consentirebbe, nelle intenzioni del legislatore, di avvia-

re un processo di riqualificazione urbana, oltre che di contenere il consumo di suolo per scopi edilizi. D'altro canto, viste le peculiarità dell'ambiente seminterrato, sarebbe opportuno utilizzare le evidenze scientifiche presenti in letteratura, con un approccio *health evidence based (one health)*, per definire specifici criteri ambientali e prestazionali per concedere l'abitabilità dei seminterrati, al fine di evitare il proliferare di ambienti malsani destinati ad accogliere fasce di popolazione a basso reddito, già gravate da una aumentata fragilità sociale ed economica.

## Bibliografia

1. Signorelli C, Odone A, Buffoli M, Capolongo S. Building Codes and public health on both sides of the Atlantic. *J Public Health Policy* 2016b; 37(3): 385-7. DOI: 10.1057/s41271-016-0010-7.
2. Rohde MK, Aamodt G. The Association between Residence Floor Level and Cardiovascular Disease: The Health and Environment in Oslo Study. *Journal of Environmental and Public Health* 2016, ID 2951658. DOI: 10.1155/2016/2951658.
3. ISPRA, Inquinamento indoor: aspetti generali e casi studio in Italia, <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00010300/10392-rapporto-117-2010.pdf> [accesso il 24/08/2017]
4. World Health Organization, Braubach M, Jakobs DE, Ormandy D. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. WHO, Geneva, 2011.
5. Capasso L, Capolongo S, Faggioli A, Petronio MG, D'Alessandro D. Do Italian housing regulations and policies protect poor people's health? *Ann Ig* 2015a; 27(4): 688-9. DOI: 10.7416/ai.2015.2060.
6. L.R. 10 marzo 2017, n. 7, in materia di "Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti"
7. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* 2009; 339: b2535.
8. Gola M, Signorelli C, Buffoli M, Rebecchi A, Capolongo S. local health rules and building regulations: a survey on local hygiene and building regulations in Italian municipalities. *Ann Ist Super Sanità* 2017; 53(3). doi: 10.4415/ANN\_17\_03\_08.
9. Chiesa G, Grosso M. Geo-climatic applicability of natural ventilative cooling in the Mediterranean area. *Energy and Buildings* 2015; 107: 376-391.
10. Khayatian F, Sarto L, Dall'O G. Application of neural networks for evaluating energy performance certificates of residential buildings. *Energy and Buildings* 2016; 125(1): 45-54.
11. Capolongo S, Settimo G (2017) Indoor Air Quality in Healing Environments: Impacts of Physical, Chemical, and Biological Environmental Factors on Users. In: Capolongo S, Settimo G, Gola M (eds.), *Indoor Air Quality in Healthcare Facilities*. SpringerBriefs in Public Health, New York. 1-11. DOI 10.1007/978-3-319-49160-8\_1.
12. Dall'O G. Comfort and Well-Being of Occupants. *Green Energy and Technology* 2013; 146: 265-286. DOI: 10.1007/978-1-4471-5064-0\_12
13. Capasso L, Basti A, Savino A, Flacco ME, Manzoli L, D'Alessandro D. Semi-basements used as dwellings: hygienic considerations and analysis of the regulations. *Ann Ig* 2014; 26:3-9. DOI: 10.7416/ai.2014.1955.
14. Howden-Chapman P, Saville-Smith K, Crane J, Wilson N. Risk factors for mold in housing: a national survey. *Indoor Air* 2005; 15(6): 469-76. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2005.00389.x
15. Daglio L. Attacco a terra e benessere igienico ambientale. In Capolongo S, Daglio L, Oberti I. *Edificio, salute, ambiente. Tecnologie sostenibili per l'igiene edilizia e ambientale*. Hoepli, Milano; 2007: 79-100.
16. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, Cas No.: 10043-92-2 Agent: Radon-222 and its decay products, Group 1, Volume 43, 78, 100D, Year 2012 <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/> [accesso 21.07.2017]
17. Signorelli C et al. *Igiene e Sanità' Pubblica*. Società Editrice Universo. Roma, 2017
18. Signorelli C, Capolongo S, Buffoli M, et al. Italian Society of Hygiene (SItI) recommendations for a healthy, safe and sustainable housing. *Epidemiol Prev* 2016a; 40 (3-4): 265-70. DOI: 10.19191/EP16.3-4.P265.094.
19. De Giorgi A, Mallozzi Menegatti A, Fabbian F, Portaluppi F, Manfredini R. Circadian rhythms and medical diseases: Does it matter when drugs are taken? *European Journal of Internal Medicine* 2013; 24(8): 698-706. DOI: 10.1016/j.ejim.2013.03.019
20. Oberti I. *Prodotti edilizi per edifici ecocompatibili. Uno strumento per orientare la scelta*, Rimini: Maggioli; 2013.
21. Settimo G, D'Alessandro D. European community guidelines and standards in indoor air quality: what proposals for Italy. *Epidemiol & Prev* 2014; 38: 36-41.
22. Oberti I. *Prodotti edilizi e benessere igienico ambientale*. In Capolongo S, Daglio L, Oberti I. *Edificio, salute, ambiente. Tecnologie sostenibili per l'igiene edilizia e ambientale*. Hoepli, Milano; 2007: 135-154.
23. Petronio MG, Amoruso R, Carletti M, et al. *Regolamento per l'Edilizia Bio-Eco Sostenibile*. 2.ed. Matera: Tipografia Publidea Policoro, 2012.
24. Chae Y, Hahm MI, Ahn K, Kim J, Kim WK, Lee SY, Park YM, Han MY, Lee KJ, Kwon HJ. Indoor environmental factors associated with wheezing illness and asthma in South Korean children: phase III of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood. *J Asthma* 2014 Nov;51(9):943-9. doi: 10.3109/02770903.2014.930879. Epub 2014 Jul 11. PubMed PMID: 24986252.
25. Cho YM, Ryu SH, Choi MS, Tinyami ET, Seo S, Choung JT,

- Choi JW. Asthma and allergic diseases in preschool children in Korea: findings from the pilot study of the Korean Surveillance System for Childhood Asthma. *J Asthma*. 2014 May; 51(4): 373-9. doi: 10.3109/02770903.2013.876648. Epub 2014 Jan 23. PubMed PMID: 24393081.
26. Değer L, Plante C, Goudreau S, Smargiassi A, Perron S, Thivierge RL, Jacques L. Home environmental factors associated with poor asthma control in Montreal children: a population-based study. *J Asthma*. 2010 Jun; 47(5): 513-20. doi: 10.3109/02770901003615778.
27. Field RW, Steck DJ, Smith BJ, Brus CP, Fisher EF, Neuberger JS, Lynch CF. The Iowa radon lung cancer study-phase I: Residential radon gas exposure and lung cancer. *Sci Total Environ*. 2001 May 14; 272(1-3): 67-72. PubMed PMID: 11379939.
28. Létourneau EG, Krewski D, Choi NW, Goddard MJ, McGregor RG, Zielinski JM, Du J. Case-control study of residential radon and lung cancer in Winnipeg, Manitoba, Canada. *Am J Epidemiol*. 1994 Aug 15; 140(4): 310-22. PubMed PMID: 8059766.
29. Mads K, Rohde and Geir Aamodt, "The Association between Residence Floor Level and Cardiovascular Disease: The Health and Environment in Oslo Study," *Journal of Environmental and Public Health*, vol. 2016, Article ID 2951658, 12 pages, 2016. doi:10.1155/2016/2951658
30. Simpson SG, Comstock GW. Lung cancer and housing characteristics. *Arch Environ Health* 1983 Jul-Aug; 38(4): 248-51. PubMed PMID: 6615007.

Received: 7 August 2017

Accepted: 11 September 2017

Correspondence:

Anna Odone

Dipartimento di Medicina e Chirurgia

Università di Parma

E-mail: anna.odone@unipr.it