

VALUTARE IL RISCHIO DI CADUTA IN PIANO

INAIL

Progetto RAS, Ricercare e Applicare
la Sicurezza

Volume 1

2021



COLLANA **SALUTE E SICUREZZA**

VALUTARE IL RISCHIO DI CADUTA IN PIANO

INAIL

Progetto RAS, Ricercare e Applicare
la Sicurezza

Volume 1

2021

Pubblicazione realizzata da

Inail

Direzione regionale Campania

Responsabile scientifico

Erminia Attaianese¹

Coordinatore del progetto

Raffaele d'Angelo²

Autori

Erminia Attaianese¹, Gennaro Bufalo⁶, Raffaele d'Angelo², Gabriella Duca³, Gabriella De Margheriti³, Paola De Joanna¹, Alfonso Giglio⁴, Liborio Mennella⁵, Ernesto Russo²

¹ Università degli Studi di Napoli Federico II

² Direzione regionale Campania-Contarp

³ Esperto in Fattori Umani

⁴ Corpo Provinciale dei Vigili del Fuoco di Napoli

⁵ Avvocato Civilista, già Delegato OUA Organismo Unitario Avvocatura Italiana

⁶ UOT di Certificazione, Verifica e Ricerca di Napoli

per informazioni

Inail - Direzione regionale Campania

via Nuova Poggioreale Ang. San Lazzaro - 80143 Napoli

campania@inail.it

www.inail.it

© 2021 Inail

isbn 978-88-7484-696-2

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

Presentazione

Il progetto RAS, *Ricerca e Applicare la Sicurezza*, ha come obiettivo di rendere disponibili, alla comunità tecnica, una serie di manuali operativi sulle tematiche inerenti la sicurezza nei luoghi di lavoro per la divulgazione dei risultati di studi e ricerche scientifiche sul miglioramento delle condizioni di lavoro in diversi contesti produttivi. Tali attività sono state condotte e realizzate dal Laboratorio di Ergonomia Applicata e Sperimentale del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, in collaborazione con la Contarp (Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione) dell'Inail - Direzione regionale Campania.

Coerentemente con quanto previsto nei risultati attesi del progetto RAS, sono stati predisposti sei fascicoli:

1. Valutare il rischio di caduta in piano, Fascicolo 1 della Collana RAS, *Ricerca e Applicare la Sicurezza*, Inail Campania e Università degli Studi di Napoli Federico II.
2. Valutare il rischio architettonico negli ambienti di lavoro, Fascicolo 2 della Collana RAS, *Ricerca e Applicare la Sicurezza*, Inail Campania e Università degli Studi di Napoli Federico II.
3. Valutare il rischio ergonomico nella Grande Distribuzione Organizzata, Fascicolo 3 della Collana RAS, *Ricerca e Applicare la Sicurezza*, Inail Campania e Università degli Studi di Napoli Federico II.
4. Valutare il rischio ergonomico nella Lavoro d'Ufficio, Fascicolo 4 della Collana RAS, *Ricerca e Applicare la Sicurezza*, Inail Campania e Università degli Studi di Napoli Federico II.
5. Valutare il rischio ergonomico nella produzione agricola, Fascicolo 5 della Collana RAS, *Ricerca e Applicare la Sicurezza*, Inail Campania e Università degli Studi di Napoli Federico II.
6. Valutare il rischio ergonomico nell'industria alimentare, Fascicolo 6 della Collana RAS, *Ricerca e Applicare la Sicurezza*, Inail Campania e Università degli Studi di Napoli Federico II.

Raffaele d'Angelo
Coordinatore Contarp Inail
Direzione regionale Campania

Erminia Attaianese
Professore Associato
Università degli Studi di Napoli Federico II

Indice

1. Valutare il rischio caduta in piano	7
1.1 Rilevanza socio-economica degli infortuni da scivolamento e caduta in piano	7
<i>Gennaro Bufalo, Ernesto Russo</i>	
1.2 Approccio multifattoriale al rischio caduta in piano	9
<i>Erminia Attaianese, Raffaele d'Angelo</i>	
1.3 Sicurezza antincendio e percorribilità degli spazi	13
<i>Alfonso Giglio</i>	
1.4 Interazioni tecnico-giuridiche negli infortuni da caduta in piano	15
<i>Liborio Mennella</i>	
1.5 Criteri di valutazione del rischio	19
<i>Gabriella Duca, Gabriella de Margheriti, Paola De Joanna</i>	
1.5.1 Analisi della letteratura tecnica e scientifica sul tema della scivolosità delle pavimentazioni	19
1.5.2 Fattori da considerare nella valutazione del rischio scivolamento e inciampo	33
2. Protocolli per la valutazione del rischio	43
2.1 Il protocollo per la misura strumentale	43
<i>Erminia Attaianese, Gabriella Duca, Gabriella de Margheriti, Paola De Joanna</i>	
2.2 Il protocollo per la misura non strumentale	53
<i>Erminia Attaianese, Gabriella Duca, Gabriella de Margheriti, Paola De Joanna</i>	
Bibliografia	61

1 Valutare il rischio caduta in piano

1.1 Rilevanza socio-economica degli infortuni da scivolamento e caduta in piano

Dimensione e costi del fenomeno infortunistico

I vantaggi economici della sicurezza e della salute sul lavoro sono oggi più evidenti che mai. Secondo le stime di un progetto internazionale, le malattie professionali e gli infortuni sul lavoro costano all'UE almeno 476 miliardi di euro ogni anno. I soli tumori causati dall'attività lavorativa generano costi pari a 119,5 miliardi di euro. I risultati del progetto sono stati presentati in occasione del XXI Congresso mondiale sulla salute e sicurezza sul lavoro tenutosi a Singapore a settembre e sono disponibili sulla pagina web dell'UE-OSHA in modalità di visualizzazione interattiva dei dati (<https://osha.europa.eu/it/publications/international-comparison-cost-work-related-accidents-and-illnesses>).

Sotto l'aspetto gestionale, il costo totale dell'infortunio è ripartibile in due componenti. Una prima componente, corrispondente ai costi diretti, è connessa, oltre al costo umano sostenuto dal lavoratore infortunato, all'intervento degli addetti specificamente formati al momento dell'accadimento dell'evento, ai costi sostenuti in proporzioni variabili dall'azienda e dall'Inail qualora il lavoratore non possa riprendere immediatamente a lavorare, agli eventuali costi del ripristino di macchine e impianti. Per la seconda componente, corrispondente ai costi indiretti, si possono annoverare i costi legati alle perdite di produzione, ai costi aggiuntivi per sopperire alla temporanea indisponibilità delle competenze del lavoratore infortunato, ai costi per eventuali inchieste da parte dell'autorità giudiziaria, al danno di immagine esterno ed interno, con repercussions negative sulla motivazione e senso di appartenenza di tutti gli altri lavoratori. La maggioranza delle imprese ritiene, tuttavia, che la gestione della sicurezza sia solo un adempimento formale cartaceo e che, oltre al premio assicurativo, i costi siano associabili solo alle sanzioni da parte degli enti di controllo.

Caratterizzazione dei dati statistici degli infortuni per scivolamento e caduta

Il quadro di riferimento generale degli infortuni in cui si colloca il caso specifico di quelli collegati a scivolamento e caduta sui luoghi di lavoro mostra (Fig. 1), nel quinquennio 2015-2019, una riduzione del numero complessivo di infortuni e in particolare di quelli mortali (a meno del caso anomalo relativo all'anno 2018 per il quale si osserva un'impennata degli incidenti mortali).

Passando al caso specifico degli infortuni collegati a scivolamento e caduta sui luo-

ghi di lavoro, questi rappresentano il maggior numero di infortuni in tutti i settori lavorativi, compreso il lavoro d'ufficio, e sono motivo delle principali assenze dal lavoro superiori ai tre giorni specialmente nelle piccole e medie imprese (PMI) [fonte: lo stato della sicurezza e della salute sul lavoro nell'Unione europea, studio pilota 2000 dell'agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro, Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, Lussemburgo 2001, ISBN 92-95007-08-5].

In Italia le statistiche riflettono il trend europeo e le cadute in piano rappresentano la terza causa di infortunio di tutti i comparti produttivi con circa il 15% di tutti gli infortuni di cui sono note le cause. Le cadute in piano causano infortuni anche gravi nei lavoratori con una durata media di assenze di 38 giorni, durata superata soltanto da quelle dovute alle cadute dall'alto e dagli infortuni per impiglio/aggancio (rispettivamente, di 47 e 49 giorni).

La conseguente perdita di circa 2 milioni di giornate lavorative (Fig.2), in tutti i settori, rappresenta una delle prime cause di assenza dal lavoro con ovvie ricadute negative sul piano economico per l'intero sistema produttivo nazionale.

Gli indennizzi corrisposti a seguito di cadute in piano ammontano a oltre 90 milioni di euro (costi diretti) e rappresentano una delle prime voci di spesa dell'Inail, [fonte: <http://bancadaticsa.inail.it/bancadaticsa/login.asp>].

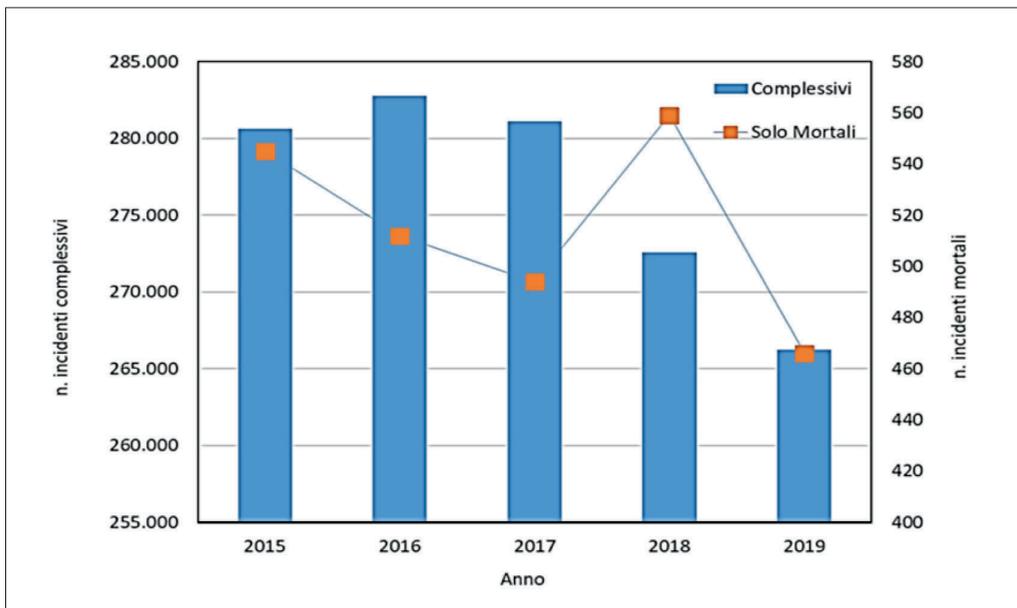


Figura 1: Trend di incidenti complessivi, e solo mortali, accaduti in Italia nel periodo 2015-2019 (fonte: Banca Dati Inail)

Poiché i costi indiretti possono essere considerati in prima approssimazione circa il triplo di quelli diretti, cioè circa 273 milioni di euro, i costi totali degli infortuni da cadute in piano ammontano a circa 370 milioni di euro l'anno. Affrontando il problema e riuscendo a ridurre questi, almeno del 10%, obiettivo non particolarmente ambizioso, si otterrebbe un risparmio annuo di 9 milioni di euro.

Il rischio di caduta in piano da scivolamento rappresenta oggi un rischio normato dal d.lgs. 81/08 e s.m.i., che il datore di lavoro è obbligato a valutare, per identificare adeguate misure di miglioramento. Attualmente, la valutazione è condotta solo per gli ambienti nei quali questo è riconosciuto come rischio specifico e porta abitualmente alla prescrizione di calzature con suola antiscivolo; tuttavia, le mutevoli condizioni di esercizio possono determinare situazioni di usura, umidità superficiale e contaminazione, che influiscono sulla sicurezza delle pavimentazioni, compromettendo spesso anche la sicurezza dei lavoratori che indossano DPI. Il problema della valutazione di questo rischio si estende anche al terziario per il quale è importante prendere appropriati provvedimenti per evitare che si possano verificare rischi non solo per i propri dipendenti ma per tutti i soggetti che, per qualsiasi motivo e indipendentemente dal tempo di permanenza, sono presenti nell'ambiente di lavoro.

1.2 Approccio multifattoriale al rischio caduta in piano

L'eventualità che gli ambienti possano indurre la caduta accidentale dei lavoratori non è una condizione di pericolo nuova per la normativa italiana sulla sicurezza sul lavoro. Già l'art. 7 secondo comma del Decreto del Presidente della Repubblica n. 303 del 1956, ripreso e modificato prima nell'art. 33 del d.lgs. n. 626 del 1994, e poi al paragrafo 1.3.2. del d.lgs. n. 81 del 2008, noto come Nuovo Testo Unico sulla Sicurezza nei Luoghi di lavoro, prevede che i pavimenti presentino condizioni tali da rendere sicuro il movimento e il transito delle persone e dei mezzi, prescrivendo che questi siano fissi, stabili ed antisdrucchiolevoli, esenti da protuberanze, cavità o piani inclinati pericolosi, oltre ad essere non ingombrati da materiali che possano ostacolare la normale circolazione. La definizione di antisdrucchiolevolezza ricercata nel decreto ministeriale n. 236 del 1989 riguardante le prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche. Nel decreto si stabilisce che per pavimentazione antisdrucchiolevole si debba intendere una pavimentazione realizzata con materiale il cui coefficiente di attrito (CoF), misurato secondo il metodo della *British Ceramic Research Association Ltd.* Rep. CEC. 6/81 (BCRA), sia superiore ad un valore minimo determinato (Tab.1).

Tabella 1 - Valori del coefficiente di attrito secondo il metodo BCRA, come riportato nel d.m. 14 n. 236/1989

	PROVE SU PIANO INCLINATO/TEST ON INCLINED PLANE
$\mu \leq 0,19$	Scivolosità pericolosa/Dangerous sliding
$0,20 \leq \mu \leq 0,39$	Scivolosità eccessiva/Excessive sliding
$0,40 \leq \mu \leq 0,74$	Attrito soddisfacente/Satisfactory friction
$\mu > 0,74$	Attrito eccellente/Excellent friction

Pertanto il rischio di caduta in piano rappresenta oggi un rischio normato, che il datore di lavoro è obbligato a valutare, e in relazione al quale vanno identificate adeguate misure protettive.

Pur trattandosi di rischi specifici per alcune categorie di lavoratori e in determinati ambienti di lavoro, quando cioè le attività svolte determinano piani di calpestio bagnati o resi umidi perché imbibiti da sostanze liquide, grasse o oleose, scivolamento e slittamento sul pavimento sono fattori di rischio anche di carattere generale, poiché riguardano tutti i luoghi di lavoro. In qualsiasi tipologia di ambiente, e in qualsiasi attività, le condizioni di esercizio, infatti, determinano situazioni di usura dei piani di calpestio che influiscono sulla sicurezza di tutte le pavimentazioni compromettendo, di conseguenza, la sicurezza di chiunque transiti, anche di quei lavoratori che indossano dispositivi di protezione individuale (DPI).

Ciò nonostante, nella pratica corrente, la valutazione del pericolo caduta viene condotta solo per gli ambienti nei quali questo è riconosciuto come rischio specifico, trascurando quanto imposto dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i., che all'art. 2 lettera q, definisce la valutazione dei rischi come la valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori presenti nell'organizzazione in cui essi prestano la propria attività, per individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione ed elaborare il programma delle misure atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza. Inoltre i datori di lavoro sono chiamati ad assicurare adeguate condizioni di sicurezza e protezione non solo per i propri dipendenti, ma per tutti i soggetti che, per qualsiasi motivo e indipendentemente dal tempo di permanenza, sono presenti nell'ambiente di lavoro. Sempre il d.lgs. 81/2008 e s.m.i., infatti, all'art. 18 comma 1 lettera q, attribuisce al datore di lavoro l'obbligo di prendere appropriati provvedimenti per evitare che le misure tecniche adottate possano causare rischi, non solo per i propri dipendenti, ma anche per la salute della popolazione, e assicurarsi che le condizioni dei luoghi di lavoro non deteriorino l'ambiente esterno, verificando periodicamente la perdurante assenza di rischio.

Pertanto la valutazione del rischio caduta, per sua natura, non può riguardare solo i lavoratori di un'azienda, e questa considerazione diventa ancora più evidente se si osserva che nella quasi totalità delle attività lavorative è prevedibile, se non formalmente previsto, l'accesso oltre ai dipendenti, anche a persone dall'esterno. Ai visitatori deve essere, infatti, garantita l'accessibilità ai locali nella massima sicurezza, ed è essenziale che l'estensore del Documento di Valutazione dei Rischi ne tenga conto, per evitare che le conseguenze di un infortunio causato da scivolamento ricadano su di lui e sul datore di lavoro.

Si comprende, quindi, come il problema della valutazione di questo rischio sia esteso e debba riguardare non solo i luoghi di lavoro manifatturieri, tradizionalmente ritenuti a rischio, ma anche, e principalmente, i contesti del terziario, dove questo rischio è ampiamente sottostimato e spesso assolutamente incontrollato.

Dal rischio scivolamento al rischio caduta

Come abbiamo visto sul piano legislativo, gli infortuni provocati da scivolamento o inciampo sulla superficie di calpestio vengono generalmente ricondotti anche dalla letteratura e dalla normativa tecnica-edilizia al valore della resistenza allo scivolamento delle pavimentazioni. In effetti, la caduta sullo stesso livello è prevalentemente riconducibile ad una inadeguata interazione tra la superficie della suola della scarpa e la superficie del pavimento ed è fortemente condizionata, dalla resistenza allo scivolamento della superficie di calpestio.

La resistenza allo scivolamento della pavimentazione attiene alle caratteristiche superficiali del suo rivestimento che possono ostacolare o facilitare lo scorrimento di corpi in movimento su di esso. Tale qualità è condizionata principalmente dal controllo dell'attrito radente e dal livello di porosità del trattamento superficiale del rivestimento.

La resistenza allo scivolamento della superficie di calpestio descrive, infatti, le condizioni cinematiche e dinamiche del movimento di un corpo a contatto con essa. Il parametro generalmente utilizzato per descrivere il livello di scivolosità di una superficie è il coefficiente di attrito radente statico o dinamico, che corrisponde ad una grandezza adimensionale dipendente dalle caratteristiche dei materiali delle due superfici che vengono a contatto durante il cinematismo (suola scarpa/superficie pavimentazione). L'attrito radente statico o dinamico è determinato dall'interazione tra due superfici piane che rimangono a contatto mentre scorrono l'una rispetto all'altra ed il coefficiente di attrito è proporzionale alla forza, parallela alla superficie di contatto, che occorre applicare perché si abbia moto relativo fra due corpi o la condizione di equilibrio. Maggiore è il coefficiente di attrito che caratterizza la superficie del rivestimento della pavimentazione, minore è la sua scivolosità. Ma analogamente, maggiore è il coefficiente di attrito, maggiore è anche la possibilità di inciampo.

Il coefficiente di attrito, così come definito, non è un valore assoluto, ma è un valore che dipende dalle caratteristiche dei due corpi che vengono a contatto durante lo spostamento e alle caratteristiche e condizioni in cui tale contatto avviene.

L'attrito è, quindi, determinato da un fenomeno di interazione tra entità diverse, scarpa e pavimento, ed il suo valore risulta condizionato da fattori oggettivi (tecnici, ambientali e funzionali-spaziali) e soggettivi (umani/comportamentali). La determinazione del valore del coefficiente d'attrito che possa ritenersi sufficiente ad assicurare adeguati livelli di sicurezza allo scivolamento deve quindi tener conto di fattori eterogenei, quali l'esposizione alle condizioni ambientali, quali temperatura, umidità e pioggia; deve distinguere i rivestimenti di pavimentazioni per interni e quelli per esterni; deve considerare le attività insediate e la destinazione d'uso dell'ambiente in cui la pavimentazione è messa in opera, in relazione alla maggiore o minore esposizione di questa ad agenti contaminanti, macchianti, filmanti e alteranti in genere. A questi vanno aggiunti i fattori legati alle caratteristiche fisiche e comportamentali degli utenti, dei quali vanno considerati le abilità fisiche in generale, in termini di abilità motoria, forza muscolare, capacità di equilibrio, funzionalità articolare, resistenza agli sforzi; le abilità percettivo-sensoriali, quali vista, udito, tatto; le abilità psico-cognitive, come la capacità di attenzione, di memoria e ragionamento, la capacità di orientamento, ecc.; nonché i possibili usi impropri degli spazi da parte degli utilizzatori, come il mancato rispetto di regole sull'abbigliamento, il consumo di cibi in luoghi non destinati a tale funzione, cicli irregolari di pulizia ordinaria e straordinaria, ecc.

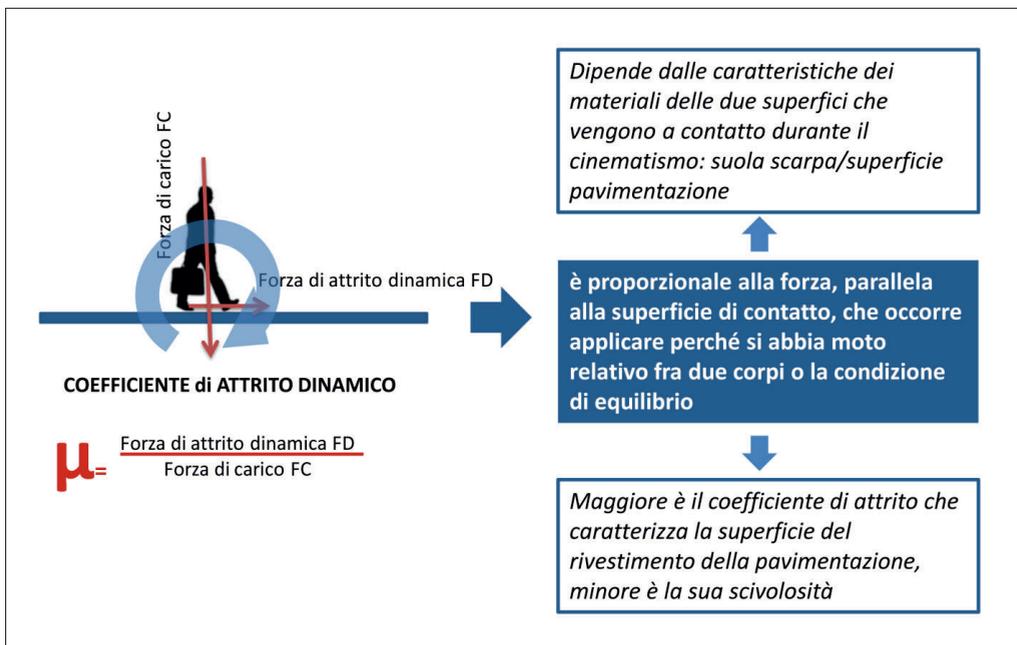


Figura 2: Calcolo del coefficiente di attrito dinamico

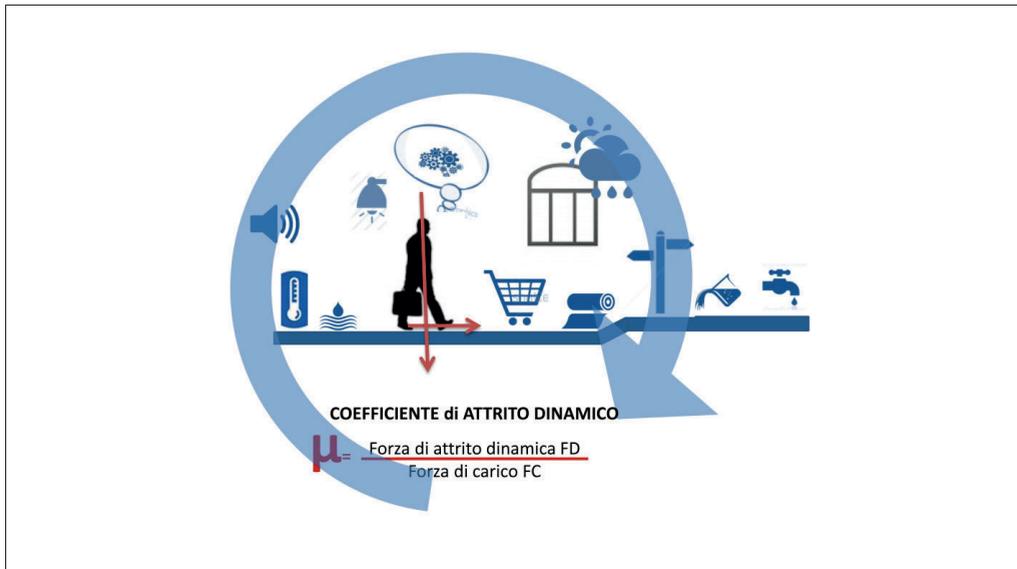


Figura 3: Fattori che incidono sul coefficiente di attrito dinamico

1.3 Sicurezza antincendio e percorribilità degli spazi. Evoluzione della normativa antincendio: da approccio prescrittivo ad approccio prestazionale

Il rischio nella percorribilità degli spazi esiste e riguarda una serie di questioni inerenti lo spazio architettonico. I contributi precedenti hanno messo in risalto uno stato per così dire "ordinario" di vivibilità degli spazi, intendendo per ordinaria quella condizione che riguarda momenti e luoghi in qualche modo "normali" della nostra quotidianità, di vita, di lavoro, di svago, ecc.

Ma se è pertinente individuare un rischio relativo alla percorribilità degli spazi durante un utilizzo normale dei luoghi, nello svolgimento delle attività, si pone, a maggior ragione, il problema relativo alla percorribilità degli spazi negli stati non ordinari e in emergenza, intendendo per stato di emergenza, per esempio, quello che può essere considerato, statisticamente, il maggior evento dannoso che si può verificare all'interno delle costruzioni, è cioè il rischio di incendio.

La normativa italiana che riguarda la sicurezza antincendio è una normativa che possiamo definire prescrittiva. Prescrittiva significa che le norme che hanno cominciato a stratificarsi dal 1934 ad oggi utilizzano un sistema quasi a "check list", cioè si descrive precisamente l'esigenza e le necessità che devono essere contemplate all'interno di un contenitore, di una attività e il progettista (o il titolare dell'attività, o l'utilizzatore o il lavoratore) deve attenersi a quelle norme, a quelle categorie che sono indicate dalla norma. Negli ultimi anni però ci si è resi conto che l'a-

vanzamento tecnologico che continuamente e costantemente mette in dubbio le acquisizioni che fino a poco prima erano state fatte, rende datata, quindi non più adatta al contesto, una norma per esempio emanata 20 anni fa. Per questo, a livello internazionale, prende sempre più piede il cosiddetto approccio prestazionale. Secondo l'approccio prestazionale, non esistono più norme che ci dicono precisamente cosa devo fare (non c'è più la checklist), ma norme che stabiliscono il quadro generale di sicurezza da conferire ad una attività, ad un edificio. Per esempio si richiede che l'edificio si mantenga stabile per 180 minuti, o che le persone possano uscire dall'edificio in 3 minuti. Stabilito quale è il quadro normativo, e dunque il livello di sicurezza prescritto, chi sceglie come fare per raggiungere quegli obiettivi è il progettista, il quale utilizzando una serie di metodi e sistemi basati su software dedicati, mette a punto il progetto, prefigurandolo tridimensionalmente e specificandolo dal punto di vista architettonico e dei materiali impiegati, in modo da prefigurarne e simularne il comportamento in caso di incendio. Alla fine, se il progetto finale presenta una struttura le cui specificità sono capaci di raggiungere gli obiettivi prestazionali descritti dalla norma, il progetto risulta buono; in caso contrario occorre modificare qualche parametro, agendo per esempio su quelli dell'impiantistica (sprinkler, ecc.) o sui sistemi di areazione (naturali, artificiali), ecc. L'approccio prestazionale quindi dà un grande spazio al progettista e lo mette nella condizione anche di non rispettare la norma prescrittiva, ma andando a dimostrare che la sua scelta operativa progettuale è valida, suffragata dai risultati dell'indagine informatica.

La normativa di approccio prescrittivo alla sicurezza antincendio non si accorge quasi del problema della percorribilità degli spazi.

Qualche riferimento alla percorribilità degli spazi, si trova nel d.m. 30.11.1983, che indica dal punto di vista architettonico, le caratteristiche minimali che vanno impiegate in termini di prevenzione incendi, o nel d.m. 10.03.1998, che stabilisce i criteri generali di sicurezza antincendi, anche per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro. Quest'ultima norma è di tipo orizzontale. Le norme antincendio nel nostro Paese sono distinte in norme verticali e norme orizzontali. Le prime si occupano della sicurezza antincendio in un singolo ambito di applicazione, in rapporto per esempio, alla destinazione d'uso di un edificio (ospedali, alberghi, autorimesse, ecc.); le seconde riguardano aspetti generali, applicabili indipendentemente dalla specifica funzione insediata. Le norme verticali sono di tipo prescrittivo. Ma le norme prescrittive possono essere poi anche orizzontali, riferite cioè a tutti i campi di attività.

L'approccio prestazionale è relativamente recente nel nostro Paese, ed è stato introdotto col d.m. 9.05.2007. Esso è suggerito quando non si ha la possibilità di rispettare precisamente la norma prescrittiva ed è necessario fare una deroga. In questi casi si può fare riferimento alle metodologie del *fire engineering* per costruire ipotesi su scenari incidentali e individuare una serie di soluzioni specifiche per il caso di progetto.

Nella normativa prescrittiva i parametri caratteristici relativi alla percorribilità degli

spazi ai fini antincendio sono il modulo di uscita, la capacità di deflusso, il massimo affollamento, la larghezza delle vie di esodo, la lunghezza percorsi di esodo. Tutto questo è il portato di una serie di convenzioni, ormai datate, che risalgono ad oltre venti anni fa, fatte sulla base di studi ergonomici e sulla dinamica del passo umano, cioè sulla velocità di spostamento di una persona quando è tranquilla e quando corre. Il modulo di uscita è stato individuato come 90 cm per una persona da sola, e a 60 cm quando il modulo è accoppiato: per cui due moduli sono 120 cm, tre moduli sono 180 cm, e così via. Al modulo di uscita si riferisce la capacità di deflusso (quante persone riescono ad uscire dal modulo di uscita?). Questo configura un altro valore che le diverse norme fanno variare, in rapporto, anche queste, a valutazioni di base. Anche il massimo affollamento si determina oltre alla superficie, anche in rapporto al modulo di uscita, oltre alla capacità di deflusso, e si lega poi alla larghezza massima delle vie di deflusso. Infine altro parametro significativo è la lunghezza dei percorsi di esodo. Questi sono gli unici parametri che si evincono dallo stato dell'arte della normativa antincendio.

In riferimento alla percorribilità, e in rapporto all'oggetto della ricerca che si presenta oggi, si può però considerare un aspetto, un piccolo aggancio: nelle norme è prescritto che la percorrenza deve essere assicurata senza ostacoli, di qualsiasi natura esso sia. Non si fornisce nessun elemento qualitativo per poter valutare poi cosa significhi effettivamente avere un ostacolo e di che tipo esso possa essere. Naturalmente la percorribilità, in relazione al tipo di emergenza, è influenzata dal tipo di ostacolo. Per esempio la pavimentazione può essere considerata scivolosa o "inciamposa" e può quindi essere considerata un ostacolo, anche se questa caratteristica non è mai contemplata nella valutazione delle vie di esodo durante lo stato di emergenza, cioè durante l'incendio. Ciò dimostra quanto siano obsolete queste norme. Anche le altezze degli spazi che costituiscono le vie di esodo non sono considerate, nonostante sia semplice comprendere che la dinamica di diffusione del fumo che si produce durante l'incendio, trattandosi di sostanze volatili, è influenzata dalla configurazione volumetrica degli ambienti, rendendo evidente che la prescrizione relativa esclusivamente alla larghezza delle vie di fuga diventa da sola priva di senso ai fini della sicurezza delle persone.

Alcuni studi più recenti, ma limitati, chiamano in causa altri parametri nella valutazione della sicurezza al fuoco rispetto alla percorribilità: il tempo e la velocità di esodo, la presenza di fumo, la tossicità, l'effetto panico, l'illuminamento. Essi però ancora non coinvolgono le caratteristiche della pavimentazione.

1.4 Interazioni tecnico-giuridiche negli infortuni da caduta in piano

Tutti gli aspetti tecnici del rischio di caduta in piano non prescindono da quelli aventi rilevanza giuridica, che verranno trattati sotto il profilo della responsabilità civile.

Un infortunio che capita ad un utente in un luogo, sia esso all'aperto o al chiuso,

gestito da privati oppure da un ente pubblico, pone il problema della responsabilità di questo infortunio.

La responsabilità civile scaturisce dalla norma generale che è l'articolo 2043 del codice civile che, come vedete, è rubricato proprio con: "Risarcimento per fatto illecito" e costituito da un unico comma: "*Qualunque fatto doloso, o colposo, che cagiona ad altri un danno ingiusto, obbliga colui che ha commesso il fatto a risarcire il danno*".

Sostanzialmente nell'ambito della struttura della responsabilità scaturente dall'illecito civile, e nella specie parliamo di illecito extracontrattuale, individuiamo un comportamento che c'è alla base, cioè: "*qualunque fatto doloso o colposo*"; "*un danno*" che scaturisce da questo fatto ed un nesso che lega le due cose. In pratica, per potersi ravvisare la fattispecie dell'illecito civile extracontrattuale, ci deve essere un "fatto" dal quale scaturisca un danno, il quale a sua volta deve essere "un danno ingiusto", cioè che vada a ledere un diritto della persona, tutelato dal nostro ordinamento (diritto alla salute; diritto di proprietà, ecc.).

È opportuno fare una precisazione. Quando parliamo di fatto dal quale scaturisce un danno, si può pensare chiaramente anche ad una responsabilità soprattutto sotto il profilo penale. Perché se una persona colpisce un'altra con un bastone e quest'ultima riporterà delle lesioni, ovviamente, oltre ad aver provocato un danno risarcibile economicamente, ho violato anche una norma di carattere penale. In conseguenza di ciò, sarà responsabile penalmente e civilmente. Ma non sempre i fatti che comportano un danno sono rilevanti sotto il profilo penale. Ci sono situazioni dove le due cose sono disgiunte: danno con fatto e fatto con danno. Il danno che si provoca per legittima difesa è un danno che si è verificato, ma sicuramente non comporta responsabilità.

Dunque nell'ambito dell'impostazione generale della responsabilità civile extracontrattuale, da un comportamento può scaturire un danno e questo per essere fonte di responsabilità, deve essere antiguridico. Il comportamento che genera il danno può essere volontario (si vuole provocare quel danno) o involontario, però determinato da colpa (vi è stata imprudenza, imperizia, negligenza). Se invece la persona è incapace di intendere e di volere (per fatti a Lei non imputabili), oppure è intervenuto un caso di forza maggiore o un caso fortuito, non vi può essere dolo e/o colpa.

Pertanto nella responsabilità civile extracontrattuale individuiamo sempre un autore, un soggetto al quale è collegato un fatto, dal quale scaturisce un danno ingiusto. Tuttavia, ci sono delle ipotesi in cui è chiamato a rispondere di un danno ingiusto un soggetto che non è l'autore del fatto, ma per la qualità che riveste (genitore, precettore, custode) è ritenuto dalla legge comunque responsabile. Il genitore, il cui figlio minore aggredisce un altro minore che riporta lesioni, sarà civilmente responsabile. Il proprietario di un animale risponderà di eventuali danni che l'animale dovesse procurare ad altri. Infine chi custodisce dei beni dai quali derivino dei danni ad altri soggetti è pure chiamato a rispondere civilmente. Qui entriamo nel vivo del nostro discorso, collegandomi alla problematica ed al

titolo del mio contributo cioè alle interazioni tecnico - giuridiche negli infortuni da caduta in piano.

Abbiamo prima detto che alla base di una responsabilità civile, generalmente ci deve essere questo collegamento tra fatto, danno ingiusto e una componente soggettiva (determinati da dolo e/o colpa), elementi presupposti questi, dai quali appunto scaturisce la responsabilità. Ovviamente chi pretenderà di essere risarcito dovrà provare appunto la sussistenza di questi presupposti.

Nel caso invece di responsabilità per danni da cosa in custodia, e possiamo pensare tranquillamente come "cosa" ad un pavimento, la componente soggettiva, e nella specie la colpa, è presunta, ovvero chi pretende di essere risarcito per un danno che ha subito da una cosa in custodia deve solo provare il nesso tra la cosa e il danno.

Se leggiamo l'art. 2051 del codice civile, notiamo la differenza con l'articolo 2043. L'art. 2051 così recita: *"Ciascuno è responsabile del danno cagionato dalle cose che ha in custodia, salvo che provi il caso fortuito."* L'art. 2051 non richiede il dolo, né la colpa del custode, qualora la cosa che ha in custodia ha cagionato un danno. La colpa in particolare, consistente nell'imprudenza, imperizia o negligenza, a differenza dell'art. 2043 non è affatto richiesta. Si potrebbe dunque pensare ad una responsabilità oggettiva, ad una responsabilità scaturente semplicemente dal fatto di avere in custodia una cosa che ha cagionato un danno. In realtà, la responsabilità oggettiva non è contemplata nel nostro ordinamento. Ovvero, ci sono dei casi marginali in cui si può parlare di responsabilità oggettiva. Si pensi ad una società di calcio che è chiamata a rispondere dei danni causati dai atti teppistici dei tifosi.

Chiarito il rapporto che intercorre nell'illecito extracontrattuale tra l'elemento soggettivo della colpa e la responsabilità e la differenza che c'è con la responsabilità da cose in custodia, è opportuno esaminare la figura del custode.

Preliminarmente, è opportuno precisare che non necessariamente la figura del custode coincide con quella del proprietario. Il custode esercita un potere di fatto sulla cosa (pensiamo al pavimento, ad una scala) che esclude ogni altro soggetto e che si estrinseca appunto nell'esercizio della custodia. Il custode conserva la cosa, ne regola l'uso, ne cura la manutenzione.

Un ospedale è in custodia all'ASL di appartenenza, una clinica privata alla società e/o persona fisica che esercita l'attività, mentre un marciapiede nel centro della città all'ente comunale.

Ma cosa si intende quando si legge "danno cagionato dalle cose in custodia?" Conviene a questo punto fare una lettura altresì dell'art. 2050 del codice civile rubricato; "Responsabilità per l'esercizio di attività pericolose". L'articolo teste menzionato si riferisce ad una attività che non è riconducibile ad una cosa inerte quale può essere un immobile. Esso richiama appunto una attività pericolosa, *per sua natura o per la natura dei mezzi adoperati*, per esempio una fabbrica di fuochi di artificio. In questo caso il soggetto che svolge tale attività ha, nel caso di danno cagionato a terzi, l'obbligo di provare di avere adottato tutte le misure idonee a evi-

tare il danno. Nel caso invece di danno cagionato da cose in custodia, la norma non fa riferimento alla pericolosità della cosa. Un pavimento, una scala e/o un marciapiede non sono per loro natura pericolosi, ma lo possono diventare per un agente esterno che ne abbia alterato la funzionalità (si pensi ad un liquido scivoloso) o per l'intrinseco dinamismo della cosa (si pensi ad un avvallamento determinatosi sul piano di calpestio del marciapiede e/o di un pavimento e/o dell'usura dei gradini di una scala) o per la stessa struttura del bene, così come concepita ed idonea a garantire gli standard di affidabilità della fruizione da parte dell'utente. La presenza di un liquido scivoloso sul pavimento, può essere improvvisa, imprevista, voluta o semplicemente determinata dall'incuria di chi quotidianamente provvede alle pulizie. Orbene, mentre la presenza quotidiana di liquido scivoloso su di un piano di calpestio, comporterà quasi sicuramente una responsabilità del custode in caso di danni subiti da un terzo, non si potrà affermare con certezza la stessa cosa, nel caso in cui lo stesso liquido sarà stato irrorato volontariamente ed improvvisamente da un terzo. L'attività del terzo è stata considerata dalla giurisprudenza alla stregua di un caso fortuito, come pure l'imprudenza dello stesso danneggiato. Se un utente, non curante delle evidenti segnalazioni di pericolo per pavimentazione scivolosa a seguito di lavaggio e del divieto di passaggio pedonale, impegna comunque il percorso perdendo l'equilibrio e rovinando al suolo, non potrà invocare la responsabilità del custode, in quanto la sua imprudenza concretizzerà il caso fortuito richiesto dall'art. 2051 che spezza in nesso di causalità tra la cosa ed il danno subito, esonerando il custode dalla responsabilità. Indossare una calzatura la cui parte di appoggio sul suolo non garantisce alcun attrito con esso, pure può costituire un elemento idoneo ad integrare il caso fortuito che esclude la responsabilità del custode.

Tuttavia la cosa stessa, indipendentemente dall'insorgenza di agenti esterni e/o dal suo dinamismo intrinseco, può, per le sue caratteristiche costruttive non essere idonea all'uso per la quale è stata concepita e diventare essa stessa fonte di pericolo. La Corte di Cassazione con sentenza n. 7125 del 21.3.2015 si è pronunciata in un caso che vedeva protagonista un'anziana signora che utilizzava una scala monumentale in un edificio storico adibito a "questura". Orbene nella richiamata sentenza la S.C. ha condannato il custode della scala, nella specie un ministero, statuendo che nel caso in cui le "scale monumentali", poste in edifici pubblici ed al servizio del pubblico, composto dalla generalità degli utenti, non siano dotate di determinati accorgimenti tecnici idonei ad assicurare una normale fruizione, tali da costituire un potenziale pericolo, costituiscono fonte di responsabilità in capo al custode per la caduta dell'utente che non si è potuta avvalere di alcun supporto per appoggiarsi ed affrontare in sicurezza la percorrenza dell'imponente scala.

Pertanto, il progettista deve concepire l'opera secondo canoni di fruibilità e tecnico-costruttive che tengano conto dell'uso, dei fattori ambientali e di tutto ciò che in rapporto al suo utilizzo interagiscano con essa, tanto da costituire quegli agenti esterni che rendano la cosa stessa potenzialmente produttiva di danni. Nel

caso di un pavimento, non si potrà prescindere dalla valutazione di coefficienti di attrito e ambientali, in relazione all'uso per il quale esso è destinato. Nell'ipotesi di un pavimento di una grande stazione ferroviaria, per esempio, il progettista non potrà non tenere conto del potenziale passaggio di un elevato numero di persone, magari a passo sostenuto, della soggezione del pavimento ad agenti imprecisati che possono alterarne l'aderenza e/o scivolosità (passaggio con scarpe bagnate, sversamento di liquidi di varia natura), della fruizione da parte di tipologie diverse di persone quali bambini, anziani, disabili in un contesto spesso disordinato e caotico. Mentre diverso potrà essere l'approccio ad una sala fumatori e/o ancora ad ufficio di rappresentanza nella medesima stazione. L'interazione tecnica-giuridica risulterà evidente nel momento in cui la cosa, rispetto a tutti gli elementi sopra citati, "vivrà di vita propria", interagendo con l'utenza ed eventualmente rivelando la sua attitudine a cagionare danni, in un giudizio ex post che coinvolge il custode quale responsabile della cosa.

1.5 Criteri di valutazione del rischio

1.5.1 Analisi della letteratura tecnica e scientifica sul tema della scivolosità delle pavimentazioni

Standard volontari applicabili per la classificazione delle superfici in rapporto alla resistenza allo scivolamento

Gli standard attualmente riconosciuti dagli organismi internazionali di normazione possono essere distinti in relazione alla classificazione delle superfici, alla valutazione del rischio di scivolamento e alla definizione dei requisiti per le superfici di camminamento. In merito alla classificazione delle superfici sono riconosciuti diversi strumenti e protocolli di prova da eseguirsi in situ o in laboratorio. Tuttavia sussistono due ordini di difficoltà, dovute sia all'impossibilità di correlare i risultati di diverse prove tra loro, dal momento che esse non fanno riferimento alle stesse tipologie di grandezze, sia alla aleatorietà delle condizioni di misura che, seppur reiterate con gli stessi parametri, forniscono risultati differenti. Ciò rende impossibile ad oggi il consenso necessario per elaborare una norma armonizzata tra i diversi metodi di prova.

Un passo verso uno standard unico è stato compiuto in merito all'armonizzazione delle procedure di calibrazione dei tribometri per la valutazione del coefficiente d'attrito μ (ASTM F2508-11), questa norma consente di riferire i valori del CoF (*Coefficient of Friction*) a quelli forniti dalla prova sulle superfici campione indicate dallo standard ASTM. In tal modo tutte le superfici testate possono essere classificate nel range delle superfici campione.

Gli standard europei riferiti a metodi di prova della scivolosità dei pavimenti sono la EN 1341-1342-1343/2003 e EN14231/2004. Esse individuano il metodo di prova previsto per la marcatura CE dei prodotti di pietra naturale per pavimentazioni e

utilizzano il metodo del pendolo per rilevare la scivolosità delle superfici. Il protocollo prevede che la misura debba essere eseguita in laboratorio o anche in loco sulla pavimentazione in opera.

A questo standard si sono attestate le norme italiane e britanniche con l'emanazione degli standard nazionali BS EN 14231:2003, UNI EN 1341-1342-1343/2003 e UNI EN 14231/2004.

In Germania la DIN 51130/2008 esprime la scivolosità delle pavimentazioni in funzione dell'angolo di scivolamento e individua gli intervalli R per ciascuna destinazione d'uso della pavimentazione (R9 - zone di ingresso e scale con accesso dall'esterno; ristoranti e mense; negozi; ambulatori; ospedali; scuole, R10 - bagni e docce comuni; piccole cucine di esercizi per la ristorazione; garage e sotterranei, R11 - ambienti per la produzione di generi alimentari; medie cucine di esercizi per la ristorazione; ambienti di lavoro con forte presenza di acqua e fanghiglia; laboratori; lavanderie; hangar, R12 - ambienti per la produzione di alimentari ricchi di grassi come: latticini e derivati; oli e salumi; grandi cucine di esercizi per la ristorazione; reparti industriali con impiego di sostanze scivolose; parcheggi auto, R13 - ambienti con grosse quantità di grassi; lavorazione degli alimenti). Questo protocollo di prova può essere applicato a qualsiasi pavimentazione, ma deve essere applicato esclusivamente in laboratorio e quindi non consente di verificare le pavimentazioni in opera.

Infine, in ragione della stretta correlazione con le condizioni di sicurezza di utenza, la scivolosità è richiamata espressamente nell'ambito dei requisiti necessari per la marcatura CE dei prodotti prevista dalla direttiva CE 89/106. In Italia la direttiva 89/106 è stata recepita con il DPR 21 aprile 1993 n. 246, regolamento di attuazione della direttiva 89/106 CEE relativa ai prodotti da costruzione e successive modifiche con DPR 10 dicembre 1997 n. 499.

Di seguito si riportano le norme volontarie inerenti la classificazione delle superfici in rapporto alla resistenza allo scivolamento elaborate dagli organismi di normazione seguenti:

- AS Australian Standards - NZS New Zeland Standards;
- ASTM American Society for Testing and Materials;
- BSI British Standards institute;
- DIN Deutsches Institut für Normung;
- CEN/EN - Comité Européén de Normalisation;
- ISO - International Organization for Standardization.

AS Australian Standards – NZS New Zeland Standards

Anno	Norma	Titolo
2004 (Amdt 1, 2005)	AS/NZS 4586	Slip resistance classification of new pedestrian surface materials
2004	AS/NZS 4586	Slip resistance classification of new pedestrian surface materials
2004	AS/NZS 4663	Slip resistance measurement of existing pedestrian surfaces
1994	AS/NZS 3661.2	Slip resistance of pedestrian surfaces - Guide to the reduction of slip hazards
1992	AS 1428.4	Design for access and mobility - Tactile ground surface indicators for the orientation of people with vision impairment

ASTM American Society for Testing and Materials

Anno	Norma	Titolo
2007	ASTM F2508 - 11	Standard Practice for Validation and Calibration of Walkway Tribometers Using Reference Surfaces
2007	ASTM F2913 - 11	Standard Test Method for Measuring the Coefficient of Friction for Evaluation of Slip Performance of Footwear and Test Surfaces/Flooring Using a Whole Shoe Tester
2005	ASTM D2047-11	Standard Test Method for Static Coefficient of Friction of Polish-Coated Flooring Surfaces as Measured by the James Machine
2009	ASTM F695 - 01	Standard Practice for Ranking of Test Data Obtained for Measurement of Slip Resistance of Footwear Sole, Heel, and Related Materials
2008	ASTM E303 - 93	Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester
2007	ASTM C1028 - 07	Standard Test Method for Determining the Static Coefficient of Friction of Ceramic Tile and Other Like Surfaces by the Horizontal Dynamometer Pull-Meter Method
2005	ASTM C722-04	Standard Specification for Chemical-Resistant Monolithic Floor Surfacing

BSI British Standards Institute

Anno	Norma	Titolo
2007	DD CEN/TS 15676	Wood flooring. Slip resistance. Pendulum test
2003	BS EN 14231	Natural stone test methods. Determination of the slip resistance by means of the pendulum tester
1990	BS 7044-2.2	Artificial sports surfaces. Methods of test. Methods for determination of person/surface interaction

DIN Deutsches Institut für Normung

Anno	Norma	Titolo
2010	DIN 51130	Testing of floor coverings - Determination of the anti-slip property - Workrooms and fields of activities with slip danger, walking method - Ramp test
2010	ONR CEN/TS 16165	Determination of slip resistance of pedestrian surfaces - Methods of evaluation
2008	DIN 51131	Testing of floor coverings - Determination of the anti-slip property - Method for measurement of the sliding friction coefficient
2007	DIN CEN/TS 15676	Wood flooring - Slip resistance - Pendulum test; German version
2006	UL 410	Slip resistance of floor surface materials
2005	DIN EN 13845	Resilient floor coverings - Polyvinyl chloride floor coverings with particle based enhanced slip resistance - Specification
2003	UNE-EN 13893	Resilient, laminate and textile floor coverings - Measurement of dynamic coefficient of friction on dry floor surfaces
1992	DIN 51097	Testing of floor coverings; determination of the anti-slip properties; wet-loaded barefoot areas; walking method; ramp test

CEN/EN - Comité Européen de Normalisation

Anno	Norma	Titolo
2007	CEN/TS 15676	Wood flooring - Slip resistance - Pendulum test
2003	ENV 12633	Method of determination of unpolished and polished slip/skid resistance value

ISO - International Organization for Standardization

Anno	Norma	Titolo
2006	ISO	13287 Personal protective equipment - Footwear - Test method for slip resistance

Standard volontari applicabili per la valutazione del rischio di scivolamento

L'unico standard volontario disponibile e in vigore che fornisca indicazioni su come valutare il rischio di scivolamento riguarda la standardizzazione di una scheda per il reporting di incidenti di caduta provocata da scivolamento o inciampo. Nella scheda di descrizione dell'incidente è riportato l'elenco dei fattori tecnici e organizzativi coinvolti nella dinamica dell'incidente, corredato da un glossario che ne aiuta la corretta applicazione.

ASTM American Society for Testing and Materials

Anno	Norma	Titolo
2007	ASTM F1694 - 09	Standard Guide for Composing Walkway Surface Investigation, Evaluation and Incident Report Forms for Slips, Stumbles, Trips, and Falls

Standard volontari applicabili per la definizione dei requisiti delle superfici di camminamento

Riferimenti specifici ai requisiti dei materiali edili per la finitura delle superfici destinate al camminamento ed alle modalità di progettazione ed installazione, sono espressi dallo standard britannico armonizzato con lo standard europeo EN 13845. La normativa è riferita in modo particolare alla definizione delle caratteristiche antiscivolo dei pavimenti, oltre a fornire una classificazione delle pavimen-

tazioni in base alle caratteristiche di resilienza rispetto all'intensità delle condizioni d'uso; sono fornite inoltre indicazioni su quali siano le caratteristiche di resilienza consigliate per determinati carichi d'uso e quali siano le informazioni di dettaglio che devono essere riportate sulle confezioni in commercio.

BSI British Standards Institute		
Anno	Norma	Titolo
2006	BS 4592-0	Industrial type flooring and stair treads. Common design requirements and recommendations for installation
2005	BS EN 13845	Resilient floor coverings - Polyvinyl chloride floor coverings with particle based enhanced slip resistance - Specification

Principali riferimenti agli standard italiani

La pavimentazione è definita nella normativa tecnica volontaria italiana come il sottosistema del sistema tecnologico dell'edificio avente funzione principale di consentire o migliorare il transito e la resistenza ai carichi in determinate condizioni d'uso. Essa è costituita da due strati funzionali:

- Rivestimento: strato di finitura avente la funzione di conferire alla pavimentazione predeterminate prestazioni meccaniche, chimiche, fisiche, di benessere e sicurezza;
- Supporto: insieme integrato degli strati disposti sotto il rivestimento, concorrenti a formare la pavimentazione. Alcuni strati concorrono ad assicurare la funzione principale del sottosistema: ancorare il rivestimento, compensare le quote e le pendenze, incorporare le canalizzazioni degli impianti, ecc., altri strati concorrono a conferire qualità migliorative del sottosistema stesso (conferire un determinato grado di isolamento e impermeabilità).

In Italia, il corpus normativo volontario relativo alle caratteristiche di sicurezza e ai metodi di prova delle pavimentazioni è molto vasto, anche in virtù della tradizionale alta qualità e rilevanza del settore industriale dei materiali ceramici e lapidei, come si rileva dagli elenchi di seguito riportati.

UNI Ente Italiano di Unificazione - Pavimenti resilienti

Anno	Norma	Titolo
1979	UNI 7999	Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti
2006	UNI EN 13329	Rivestimenti laminati per pavimentazioni - Elementi con strato superficiale a base di resine termoindurenti amminoplastiche - Specifiche, requisiti e metodi di prova
2006	UNI EN 14978	Rivestimenti laminati per pavimentazioni - Elementi con strato superficiale a base acrilica, trattati con fascio elettronico - Specifiche, requisiti e metodi di prova
2005	UNI EN 13893	Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni - Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte
2003	UNI EN 12825	Pavimenti sopraelevati
2001	UNI EN 1816	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni
2001	UNI EN 1817	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni
2001	UNI EN 12199	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Specifica per rivestimenti di gomma con rilievo omogenei ed eterogenei per pavimentazioni
2000	UNI 8298-1	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto
1998	UNI EN 649	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile - Specifica
1989	UNI 8298-12	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore
1989	UNI 8298-9	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all' abrasione
1989	UNI 8298-10	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica
1989	UNI 8298-13	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini

Anno	Norma	Titolo
1989	UNI 8298-14	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio
1989	UNI 8298-15	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente
1989	UNI 8298-16	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento
1987	UNI 8298-11	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della reazione al fuoco e della non combustibilità
1987	UNI 8272-11	Edilizia. Rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento
1987	UNI 8298-2	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico
1986	UNI 8298-3	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico
1986	UNI 8298-4	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici
1986	UNI 8298-5	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all' acqua
1986	UNI 8298-6	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all' invecchiamento termico in aria
1986	UNI 8298-8	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa
1982	UNI 8272-2	Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore
1981	UNI 8272-1	Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto
1972	UNI 5573	Pavimenti vinilici. Piastrelle di vinile-amianto. Prescrizioni

UNI Ente Italiano di Unificazione - Pavimenti lapidei

Anno	Norma	Titolo
1989	UNI 9379	Edilizia. Pavimenti lapidei. Terminologia e classificazione
2004	UNI EN 14231	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura di prova a pendolo
2003	UNI EN 1341	Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova
2003	UNI EN 1342	Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova
2003	UNI EN 1343	Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova

UNI Ente Italiano di Unificazione - Pavimenti galleggianti

Anno	Norma	Titolo
1993	UNI EN 29052-1	Acustica. Determinazione della rigidità dinamica. Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali

UNI Ente Italiano di Unificazione - Pavimenti ceramici

Anno	Norma	Titolo
2004	UNI EN 14411	Piastrelle di ceramica - Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura
2003	UNI EN ISO 10545-16	Piastrelle di ceramica - Determinazione di piccole differenze di colore
2000	UNI EN ISO 10545-1	Piastrelle di ceramica - Campionamento e criteri di accettazione
2000	UNI EN ISO 10545-2	Piastrelle di ceramica - Determinazione delle caratteristiche dimensionali e della qualità della superficie
2000	UNI EN ISO 10545-3	Piastrelle di ceramica - Determinazione dell'assorbimento di acqua, della porosità apparente, della densità relativa apparente e della densità apparente

Anno	Norma	Titolo
2000	UNI EN ISO 10545-4	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza a flessione e della forza di rottura
2000	UNI EN ISO 10545-5	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza all'urto mediante misurazione del coefficiente di restituzione
2000	UNI EN ISO 10545-6	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza all'abrasione profonda per piastrelle non smaltate
2000	UNI EN ISO 10545-7	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza all'abrasione superficiale per piastrelle smaltate
2000	UNI EN ISO 10545-8	Piastrelle di ceramica - Determinazione della dilatazione termica lineare
2000	UNI EN ISO 10545-9	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza agli sbalzi termici
2000	UNI EN ISO 10545-10	Piastrelle di ceramica - Determinazione della dilatazione dovuta all'umidità
2000	UNI EN ISO 10545-11	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza al cavillo per piastrelle smaltate
2000	UNI EN ISO 10545-12	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza al gelo
2000	UNI EN ISO 10545-13	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza chimica
2000	UNI EN ISO 10545-14	Piastrelle di ceramica - Determinazione della resistenza alle macchie
2000	UNI EN ISO 10545-15	Piastrelle di ceramica - Determinazione del piombo e del cadmio ceduto dalle piastrelle smaltate
1992	UNI EN 101	Piastrelle di ceramica. Determinazione della durezza della superficie secondo la scala di Mohs

Regole tecniche dalla normativa italiana

Come già riportato nei precedenti capitoli del fascicolo, nel contesto normativo cogente nazionale, il problema della scivolosità delle pavimentazioni nei luoghi di lavoro è stato regolato dal Testo Unico sulla Sicurezza nei Luoghi di lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.) al paragrafo 1.3.2. che recita: *I pavimenti dei locali devono essere*

fissi, stabili ed antisdrucchiolevoli nonché esenti da protuberanze, cavità o piani inclinati pericolosi. La valutazione di pavimento antisdrucchiolevole si prevede venga effettuata in base al DM n. 236/89, che prevede l'impiego del metodo BCRA per la misura del coefficiente d'attrito delle superfici di calpestio.

Principali riferimenti alla letteratura nazionale ed internazionale

L'analisi della letteratura è stata condotta attraverso l'accesso ai seguenti Data Base scientifici:

- ICONDA - *CIB Library database (Conseil International du Bâtiment/ International Council for Research and Innovation in Building and Construction)*
- *ScienceDirect* - Data Base di articoli di Elsevier
- *Google Scholar* - Data Base gratuito della letteratura scientifica sottoposta a *peer-review*

Si è fatto inoltre riferimento al principale gruppo tecnico-scientifico internazionale sull'argomento, il *Technical Committee on Slips, Trips, and Falls* della IEA (*International Ergonomics Association*), l'organismo che, a scala internazionale, svolge il compito di sistematizzare e divulgare gli avanzamenti, nella ricerca e nella normativa, in questo specifico settore di interesse.

Dall'analisi della letteratura si evince che l'evoluzione degli studi riflette uno spostamento del focus di interesse negli studi pubblicati, poiché dalla prevalenza di ricerche di taglio epidemiologico, che mettono in relazione gli effetti degli incidenti con alcune caratteristiche fisiche della pavimentazione, si registra l'incremento di ricerche che pongono il problema del rischio caduta in una prospettiva sistemica, dove emerge il ruolo cruciale di molteplici ed eterogenee variabili, che incidono sia sul coefficiente di attrito delle pavimentazioni sia sulle condizioni di rischio. In particolare, gli aspetti che dalla letteratura scientifica appaiono più rilevanti ai fini della presente ricerca possono essere distinti nelle categorie riguardanti:

- tribologia o metodi di rilevamento della scivolosità delle superfici di calpestio;
- percezione del rischio di scivolamento;
- variabili umane che incidono sul rischio scivolamento.

Per ciascun aspetto del problema affrontato è stato preso come riferimento l'articolo scientifico più recente, nel quale è affrontato.

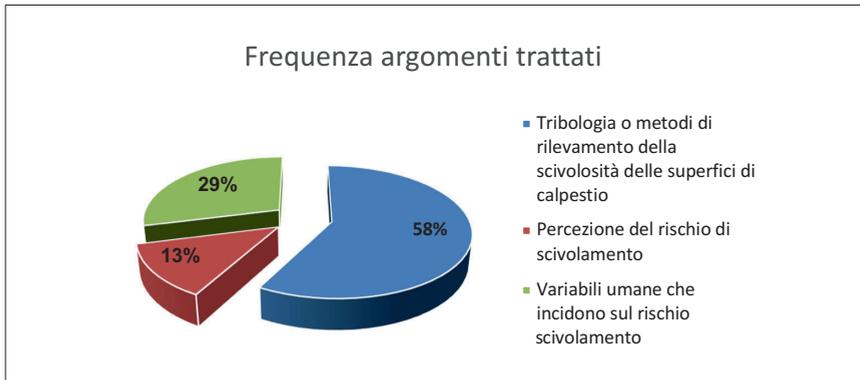


Figura 4: Frequenza degli argomenti trattati nella letteratura scientifica analizzata

Dall'analisi di quanto pubblicato emerge che la scivolosità dei materiali per pavimentazione può variare in modo significativo in rapporto al tipo di posa in opera (stuccatura, lucidatura), in rapporto al periodo di utilizzo, e di manutenzione o di usura nel lungo termine. Inoltre i dati semplicemente restituiti come misura del coefficiente di attrito (CoF) non possono essere considerati assoluti ma vanno rapportati al tipo di test effettuato, poiché lo strumento di misura impiegato e le modalità di effettuazione del test, possono influire sulla validità dei dati rilevati. Diversi studi hanno riportato risultati diversi del CoF pur in condizioni identiche di combinazione tra superfici e materiali e con strumenti di misura identici. In generale i risultati indicano che le variazioni dovute alla diversità dei campioni sono statisticamente poco rilevanti rispetto ad altre condizioni, come rispetto all'effetto del tempo su alcune combinazioni di materiali e sullo stato delle superfici.

Oggi sono in uso diversi strumenti per la misura del CoF in loco o in laboratorio. Le misure condotte in laboratorio dimostrano che i test attualmente impiegati possono produrre dati ingannevoli in condizioni di bagnato, anche perché alcuni pavimenti lisci appaiono meno scivolosi in tali condizioni piuttosto che a secco. I risultati sono maggiormente attendibili in condizioni di asciutto, anche se la maggioranza di incidenti da scivolamento si verifica in condizioni di bagnato o di contaminazione. Gli strumenti di misura più diffusi sono indicati di seguito.

- *British Pendulum*: i risultati mostrano che il metodo del pendolo è in grado di differenziare in modo coerente, tra condizioni di superficie asciutta e bagnata, l'analisi della variazione dei dati (ANOVA), inoltre consente di classificare i differenti materiali.
- *Surface microroughness meter (Rz)*: la misura della rugosità di superficie è un'utile integrazione ai test del pendolo ai fini della valutazione del rischio di slittamento. La potenziale presa dovuta alla rugosità superficiale (Rz) fornisce informazio-

ni aggiuntive sulla capacità di tenuta della superficie anche in rapporto alla presenza di diversi contaminanti.

- *Tortus*: i risultati ottenuti con Tortus mostrano che questo dispositivo è in grado di discriminare il coefficiente di attrito rispetto a materiali dissimili.
- *Ramp Test*: questo metodo è in grado di differenziare i materiali ma produce risultati diversi a seconda dei soggetti dai quali è condotto il test pertanto ne risulta compromessa la effettiva ripetibilità.
- *Brungraber Mark II slipmeter*: il Brungraber Mark II (BM II) è uno degli strumenti di misura del COF più diffuso negli Stati Uniti; è anche noto come un tester portatile inclinabile e con puntone di slittamento articolato (PIAST).

In genere si ritiene che le condizioni in cui viene effettuato un test (ad esempio le condizioni di carico, i tempi, la forza normale, la velocità, l'angolo di scarpa) possano influire sulle misurazioni del CoF, ma in realtà il rapporto tra tali fattori non è chiaramente indagato. Combinazioni di velocità, angolo di scarpa e NF possono produrre effetti complessi sulla misurazione dello stato d'attrito. Alcuni studi dimostrano che una maggiore velocità riduce il CoF e che la modifica di NF, velocità e angolo di scarpa possono influenzare la misurazione dell'attrito. Studi più recenti si riferiscono ad un nuovo concetto di "terzo corpo" nel meccanismo di attrito, che potrebbe prodursi nel ripetere le prove di slittamento fino a produrre particelle di usura. Si ipotizza che lo strato del terzo corpo (TBL) svolga un importante ruolo nelle prestazioni di resistenza allo scivolamento facendo gradualmente diminuire i valori di CoF a causa della presenza di tracce di usura e di detriti. Questo nuovo concetto di terzo corpo di attrito è stato ipotizzato per definire le caratteristiche tribologiche delle interfacce di scorrimento tra le scarpe e pavimenti durante le misure del CoF (In-JuKim 2007). I risultati di questi studi dimostrano che l'usura progressiva comporta variazioni microscopiche nella topografia della superficie degli organi scorrevoli. Questo cambiamento potrebbe influenzare gradualmente o bruscamente ogni processo di scorrimento, fino ad inficiare del tutto la capacità di resistenza allo scivolamento. Tra i fattori che concorrono a modificare la resistenza allo scivolamento è oggetto di particolare attenzione la pulizia delle superfici. Diversamente da quanto ci si potrebbe aspettare, la pulizia dei pavimenti non ne aumenta necessariamente la resistenza allo scivolamento; la permeabilità della superficie infatti può influire notevolmente nel modificare le caratteristiche di scivolosità. Anche la quantità di acqua presente non sembra avere alcun effetto sul valore del coefficiente di attrito sulle superfici lisce.

Oltre agli effetti tribologici, la percezione di scivolosità di un pavimento è fondamentale nella prevenzione dello scivolamento perché condiziona il modello di andatura per adattarlo alle caratteristiche del pavimento. La scivolosità di un pavimento, infatti, viene inizialmente valutata dalla percezione visiva delle persone. Alcuni studi indicano che gli esseri umani hanno una notevole capacità di differenziare la scivolosità dei pavimenti, con un tasso di certezza affidabile anche quando la differenza di scivolosità non è elevata. Gli aspetti percettivi assumono molta

importanza nello studio dell'andatura delle persone anziane che mostrano una ridotta capacità di adattamento alle condizioni di scivolosità del percorso a causa di alterazioni della propria percezione e della diminuita sensibilità alla pressione del piede, che inficiano la capacità di giudizio del grado di scivolosità. I risultati hanno indicato che i cambiamenti sensoriali negli anziani aumentano il rischio di incorrere in scivolate e cadute per la scorretta percezione della scivolosità del pavimento e dei parametri di scorrimento. È stata osservata una relazione significativa tra i segnali visivi di scivolosità ed il CoF misurato; alcuni segnali come la riflessività non possono essere sempre predittivi affidabili del CoF ed il loro studio fornisce utili informazioni per la progettazione di pavimenti protettivi contro le scivolate - cioè può essere possibile aumentare l'affidabilità con cui i pavimenti trasmettono informazioni sulla scivolosità della loro superficie. Altri studi valutano come la distribuzione di differenti CoF possa comportare condizioni di rischio a causa di cambiamenti inaspettati che non consentono di adeguare tempestivamente l'andatura alle diverse prestazioni della superficie di calpestio. È infatti importante mantenere valori uniformi dei coefficienti di attrito, se si vuole evitare condizioni di rischio nel passaggio da una zona ad elevata resistenza allo scivolamento a una zona a bassa resistenza.

È possibile quindi concludere che, al fine di prevenire efficacemente le cadute in piano, è necessario indagare il modo in cui esse si verificano. Per questo vanno associate almeno quattro discipline: la Tribometria, che concerne la misura della resistenza allo scivolamento dei piani di calpestio; l'Ergonomia, inerente l'uso dei dati sulle abilità e le limitazioni degli esseri umani per l'ottimizzazione della loro interazione con i sistemi; la Biomeccanica che studia l'attività muscolare e quella di locomozione; infine la Psicologia che osserva le percezioni cognitive e soggettive di scivolosità e la capacità di evitare gli ostacoli.

Recenti ricerche sulla percezione di scivolosità hanno evidenziato che mentre la misura dell'attrito generalmente non si discosta molto dalla percezione di scivolosità, la distanza di slittamento del tallone e la percezione della scivolosità possono differire notevolmente.

Conclusioni dall'analisi della letteratura tecnica e scientifica

In virtù dei suoi strati funzionali di supporto e rivestimento, la pavimentazione è considerata, dalla normativa e dalla letteratura tecnico-edilizia, l'elemento tecnico che maggiormente incide sul rischio caduta per scivolamento e inciampo sulla superficie di calpestio.

D'altro canto, l'analisi dei diversi fattori personali che caratterizzano la deambulazione evidenziano come, nel camminare, le persone associno all'articolazione biomeccanica e cinematica dei passi, anche l'esplorazione sensoriale degli spazi che percorrono e dei loro elementi tecnici, attraverso la vista, il tatto, l'olfatto e l'udito. In altri termini, gli individui quando camminano non solo calpestano con la suola della scarpa il pavimento, ma lo "percepiscono" e lo guardano, al fine di comprendere, attraverso i sensi principali, una completezza delle informazioni circa le sue

caratteristiche tecniche, ambientali e funzionali-spaziali. È in tal senso che gli utenti stabiliscono con la pavimentazione, e in particolare con la superficie del rivestimento, un'interazione di tipo fisico-percettiva, utile come supporto conoscitivo delle caratteristiche dell'ambiente e delle sue parti, che incide sull'atteggiamento fisico ed emozionale che le persone assumono nel calpestare una superficie. Inoltre, dalla rassegna tecnico-scientifica condotta, nella definizione del rischio di scivolamento e caduta si evidenzia la relazione fra le componenti oggettive tecniche, ambientali e funzionali-spaziali del costruito e le variabili soggettive connesse alle caratteristiche psico-fisiche e comportamentali delle persone. Tali caratteristiche, oltre a determinare una maggiore o minore propensione del soggetto a scivolare, sono anche in grado di alterare oggettivamente il CoF, perché determinano azioni chimiche e fisiche, temporanee o definitive, sulla superficie della pavimentazione.

1.5.2 Analisi della letteratura tecnica e scientifica sul tema della scivolosità Fattori da considerare nella valutazione del rischio scivolamento e inciampo

Fattori tecnici connessi alle caratteristiche della pavimentazione

Si tratta dei fattori relativi alla consistenza fisica del piano di calpestio, legati sia alle caratteristiche intrinseche della pavimentazione, sia ad alterazioni permanenti delle loro caratteristiche fisiche che possano essersi manifestate nel corso del ciclo di vita della pavimentazione.

Sebbene la normativa individui nel coefficiente di attrito l'unico indicatore del rischio di scivolamento, i fattori elencati sono rilevanti perché il loro verificarsi può sia incidere permanentemente o temporaneamente sul CoF in alcuni tratti della pavimentazione, sia creare condizioni di utilizzo per gli spazi che rendono il rispetto dei valori minimi di CoF insufficiente ad assicurare la protezione dei lavoratori dal rischio scivolamento e caduta. Occorre ricordare che i valori di CoF ritenuti congrui per la protezione dal rischio scivolamento sono $0,40 \leq \mu \leq 0,74$, che restituisce attrito soddisfacente e $\mu > 0,74$ che restituisce attrito eccellente. Un'ulteriore condizione di rischio connessa alle misure strumentali di CoF è la presenza di aree a macchia di leopardo, dove i valori di CoF sono molto differenti (differenza $> 0,20 \mu$), condizione questa che costringe a continui cambi di stile di camminata o cambi di passo, determinando possibili problemi di equilibrio. La tabella che segue individua i fattori da considerare e le cause per le quali questi possono incrementare il rischio di scivolamento e caduta in piano.

Fattori tecnici connessi alle caratteristiche delle pavimentazioni

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
<p>Trama superficiale</p> <p>Micro rugosità</p> <p>Macro rugosità</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trama non visibile a occhio nudo: le superfici apparentemente piane, se sono assolutamente lisce, come ad esempio il marmo levigato, si rivestono rapidamente di uno strato di polvere che ne aumenta la scivolosità fino al 25% • Trama visibile a occhio nudo: la trama superficiale molto accentuata determina una riduzione della superficie di contatto fra suola e pavimento, riducendo quindi l'attrito prodotto dal calpestio
Resilienza	<ul style="list-style-type: none"> • I pavimenti resilienti (PVC/Linoleum/Gomma) perdono in breve tempo le loro prestazioni di antiscivolosità se non vengono applicati i corretti cicli di manutenzione ordinaria e se la pulizia non viene effettuata con i detergenti appositi
Vetustà	<ul style="list-style-type: none"> • La vetustà del pavimento, ovvero la combinazione del tempo trascorso dalla messa in opera con l'intensità del calpestio cui la pavimentazione è andata soggetta, può determinare disomogeneità delle prestazioni di antiscivolosità e/o perdita di compattezza dello strato superficiale
Lucentezza	<ul style="list-style-type: none"> • Pavimenti riflettenti possono determinare percezioni ingannevoli della superficie di calpestio (es. falsi gradini, false pendenze) e sono causa di possibili passi falsi e perdita di equilibrio
Omogeneità dell'aspetto	<ul style="list-style-type: none"> • Superfici con pattern decorativi molto accentuati impediscono la percezione del reale andamento del percorso o di ostacoli presenti sulla traiettoria e sono causa di possibili passi falsi e perdita di equilibrio • Alterazioni cromatiche dovute a usura, macchie o riparazioni con diversi materiali possono determinare una percezione ingannevole della superficie di calpestio e dell'andamento del percorso e sono causa di possibili passi falsi e perdita di equilibrio
Integrità	<ul style="list-style-type: none"> • Fitte scalfiture della pavimentazione possono offrire alla suola in appoggio una superficie incoerente, inoltre possono determinare la riduzione della superficie di appoggio della suola e quindi, dell'attrito esercitato

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Complanarità	<ul style="list-style-type: none"> • La presenza di sconnessioni può determinare discontinuità dell'appoggio, oltre che essere causa di inciampo • Parti mancanti di rivestimento possono causare discontinuità dell'appoggio, accumulo di polvere o sporcizia con conseguenti alterazioni del COF • Rigonfiamenti della superficie possono causare passi falsi o inciampo
Grigliati metallici	<ul style="list-style-type: none"> • Superfici grigliate estese, che richiedono più di un passo per essere attraversate, determinano problemi di propriocezione e, quindi, equilibrio • Grigliati le cui parti vuote sono attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro, offrono superficie insufficiente all'attrito fra suola e pavimento, e possono causare impiglio e perdita di equilibrio • Grigliati non fissati possono spostarsi sotto la forza esercitata dal passo e causare perdita di equilibrio
Giunti	<ul style="list-style-type: none"> • I giunti sono generalmente costituiti da materiale con prestazioni di durabilità inferiori rispetto ai materiali per il rivestimento, sicché quanto maggiore è la larghezza dei giunti, più elevata sarà la disomogeneità nelle prestazioni superficiali della pavimentazione • Giunti non complanari, sia a causa di usura sia a causa di scelte progettuali o errata esecuzione, possono determinare inciampo
Applicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Strisce antiscivolo applicate sulla superficie e non incassate possono essere causa di inciampo • Guide Loges o per il wayfinding incollate sulla superficie e/o non incassate possono essere causa di inciampo
Trasparenza	<ul style="list-style-type: none"> • Superfici di calpestio parzialmente o completamente trasparenti determinano problemi di propriocezione e, quindi, di equilibrio
Contiguità di materiali diversi	<ul style="list-style-type: none"> • Aree contigue e frammentate di materiali dalla texture e dall'aspetto diversi (es. marmo levigato e cotto rustico) determinano continui cambi di passo, con conseguente possibile perdita di equilibrio

Fattori tecnici connessi alle caratteristiche dell'ambiente di lavoro

Aspetti fisico-tecnici dell'ambiente

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Umidità ambientale	<ul style="list-style-type: none"> In caso di elevata umidità ambientale o attività che prevedono formazione di vapore, la differenza di temperatura fra l'aria e il pavimento può determinare la formazione di condensa, che crea sul pavimento un film scivolante
Illuminamento medio	<ul style="list-style-type: none"> Una quantità di luce 100 lux sul piano di calpestio o <150 lux all'altezza degli occhi risulta insufficiente, e può determinare incertezza nel passo e distrazione
Fonti di luce naturale	<ul style="list-style-type: none"> Ampie fonti di illuminazione possono causare abbagliamento e alterare la percezione del percorso, con passi falsi o perdita di equilibrio Fonti di luce poste frontalmente alla direzione di marcia possono causare abbagliamento e alterare la percezione del percorso, con passi falsi o perdita di equilibrio
Fonti di luce artificiale	<ul style="list-style-type: none"> Fonti di luce poste all'altezza dell'occhio umano possono causare abbagliamento e alterare la percezione del percorso, con passi falsi o perdita di equilibrio Fonti di luce poste frontalmente alla direzione di marcia possono causare abbagliamento e alterare la percezione del percorso, con passi falsi o perdita di equilibrio
Rapporto luce/ombra	<ul style="list-style-type: none"> La contiguità di aree molto illuminate e aree in ombra determina abbagliamento o disorientamento, ed è possibile causa di passi falsi o perdita di equilibrio
Rumorosità ambientale	<ul style="list-style-type: none"> Rumore ambientale elevato > 50dB, determina affaticamento e distrazione, ed è possibile causa di passi falsi o perdita di equilibrio
Rumori improvvisi	<ul style="list-style-type: none"> Rumori improvvisi causano distrazione, con possibili passi falsi e perdita di equilibrio
Eco	<ul style="list-style-type: none"> Sentire l'eco dei propri passi è, per alcune persone, fonte di disagio ed è possibile causa di passi falsi o perdita di equilibrio

Elementi tecnici e arredi dello spazio architettonico

Elementi tecnici e arredi dello spazio architettonico

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Materiale delle superfici di calpestio esterne/prossime all'edificio	<ul style="list-style-type: none"> • Materiali incoerenti come ghiaia, terriccio o prato lasciano residui sulle suole che poi verranno rilasciati sul pavimento, sporcandolo e provocandone, talvolta, usura meccanica
Zerbino	<ul style="list-style-type: none"> • L'assenza di zerbini in prossimità dell'ingresso esterno causa l'accumulo di acqua e sporcizia rilasciati dalle scarpe
Pareti verticali	<ul style="list-style-type: none"> • Pareti riflettenti e specchiate determinano abbagliamento o disorientamento, e sono possibili causa di passi falsi o perdita di equilibrio • Pareti con texture ruvide o dall'apparenza lesiva non offrono supporto in caso di scivolamento, determinando o aggravando la conseguente caduta • Pareti verticali interne o esterne interamente trasparenti possono determinare problemi di propriocezione e difficoltà di equilibrio
Corrimano	<ul style="list-style-type: none"> • L'assenza di un corrimano nei percorsi lunghi impedisce l'appoggio in caso di scivolamento, utile per le conseguenze dell'incidente
Segnaletica per il wayfinding	<ul style="list-style-type: none"> • Negli edifici complessi, segnaletica insufficiente o errata è causa di distrazione e possibili conseguenti passi falsi o perdita di equilibrio

Layout dell'edificio

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Filtro interno/esterno	<ul style="list-style-type: none"> Passaggi diretti (senza pensiline, spazi semiaperti, ecc.) fra la strada e l'interno dell'edificio facilitano l'accumulo di sporco portato dall'esterno con conseguente alterazione dell'attrito fra suola e superficie di calpestio
Distanza dell'unità ambientale dall'ingresso all'edificio	<ul style="list-style-type: none"> Maggiore è la distanza percorsa dall'ingresso dell'edificio all'unità ambientale e minore sarà lo sporco rilasciato sul pavimento
Andamento planimetrico dei percorsi	<ul style="list-style-type: none"> Percorsi con numerosi cambi di direzione (>3) provocano disorientamento e distrazione, e sono possibili causa di passi falsi o perdita di equilibrio
Andamento altimetrico dei percorsi	<ul style="list-style-type: none"> Rampe con forte pendenza determinano rapido affaticamento, con conseguenti possibili difficoltà di propriocezione ed equilibrio Pendenze lievi della superficie di calpestio, siano esse intenzionali o causate da guasti/degrado, determinano problemi di propriocezione e, quindi, di equilibrio
Dislivelli	<ul style="list-style-type: none"> Gradini isolati risultano difficilmente percepibili e determinano passi falsi Cambi di quota molto ridotti (alzata < 2,5 cm) risultano difficilmente percepibili e determinano passi falsi
Prossimità dell'unità ambientale ad ambienti contaminati	<ul style="list-style-type: none"> La prossimità ad ambienti dove sono presenti acqua o altre sostanze liquide o in polvere sul pavimento implica una maggiore probabilità di contaminazione e conseguente alterazione dell'attrito fra suola e superficie di calpestio
Ostacoli	<ul style="list-style-type: none"> La presenza di ostacoli come pilastri isolati, spigoli e ingombri inattesi è causa di improvvisi cambi di direzione, ed è possibile causa di passi falsi o perdita di equilibrio
Orientamento	<ul style="list-style-type: none"> Un'organizzazione plano volumetrica degli spazi che non permette di intuire l'organizzazione degli spazi (assenza di viste dell'esterno, molteplici cambi di direzione, intersezione di livelli diversi) può generare disagio o straniamento, ed è possibile causa di passi falsi o perdita di equilibrio
Larghezza dei percorsi	<ul style="list-style-type: none"> Percorsi di larghezza insufficiente (<180 cm) non permettono il passaggio agevole di due persone con verso di marcia opposto, determinando in caso di incrocio movimenti che possono causare passi falsi o perdita di equilibrio

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Ascensori	<ul style="list-style-type: none"> • Edifici alti (> 3 piani) o con corpi scala non progettati per l'uso quotidiano (es. corpo scale recondito, poco illuminato, con finiture poco pregiate rispetto al resto dell'edificio) riducono il numero di passi effettuati per raggiungere l'unità ambientale di destinazione, che quindi risulterà soggetta ad accumulo di sporco, alterando il COF di esercizio previsto
Perpendicolarità delle pareti	<ul style="list-style-type: none"> • Pareti non perpendicolari alterano la percezione dello spazio e delle distanze, causando problemi di propriocezione e, quindi, di equilibrio

Compiti lavorativi e gestione degli spazi

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Sostanze contaminanti in genere	<ul style="list-style-type: none"> • Tutte le sostanze che contaminano i pavimenti producono un'alterazione dell'attrito fra suola e superficie di calpestio. In alcuni casi l'attrito viene ridotto (acqua, liquidi in generale e sostanze grasse, polveri fini) in altri casi l'attrito aumenta (polveri a granulometria irregolare, sostanze zuccherine). In ogni caso le sostanze contaminanti determinano l'alterazione del COF di esercizio previsto generando condizioni di rischio non controllato
Frequenza delle operazioni di pulizia	<ul style="list-style-type: none"> • Il deposito di polvere e qualsiasi altra sostanza altera il coefficiente di attrito delle pavimentazioni, pertanto cicli di pulizia a secco e umido non adeguati al tempo di produzione di tali accumuli (legato a carico d'utenza e tipo di attività) determina condizioni di esercizio con livelli di prestazione relativi al COF non previsti/controllati
Materiali e utensili appuntiti o pesanti	<ul style="list-style-type: none"> • L'impiego di utensili o altri oggetti e materiali pesanti, appuntiti o taglienti che possono cadere durante l'utilizzo determina la possibilità di danneggiare l'integrità della superficie di calpestio
Sostanze aggressive o impregnanti	<ul style="list-style-type: none"> • L'impiego di sostanze acide che possono andare a contatto con i pavimenti può corrodere lo strato superficiale, privando permanentemente il pavimento delle caratteristiche di COF previste in esercizio • La necessità di utilizzare detergenti particolarmente aggressivi, in caso di incompatibilità col materiale della pavimentazione, può determinare l'alterazione permanente del COF in esercizio

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Carrelli	<ul style="list-style-type: none"> • Il peso dei carrelli esercita un'azione meccanica sulla superficie di calpestio, creando fasce di usura differenziate e quindi disomogeneità del COF • Le ruote dei carrelli, se non perfettamente efficienti, possono lasciare residui di gomma o sporco sul pavimento, determinando aree di pavimentazione contigue con COF differenziato
Sedie lavoro con rotelle	<ul style="list-style-type: none"> • Le sedie da lavoro con rotelle sono causa di usura meccanica concentrata, con conseguente incremento della scivolosità
Intensità di calpestio	<ul style="list-style-type: none"> • La quantità di persone che utilizza un ambiente e il tempo per il quale questo è soggetto al calpestio determinano sia la velocità di usura meccanica della pavimentazione, e quindi di alterazione permanente del COF di esercizio, sia la velocità di accumulo di sporco sulla superficie, che causa l'alterazione temporanea del COF
Trasporto carichi ingombranti	<ul style="list-style-type: none"> • Il trasporto manuale o con carrelli di carichi che, per il loro volume, impediscono la completa visione della traiettoria determinano incertezza del passo
Ingombri	<ul style="list-style-type: none"> • Arredi, materiali o altri volumi che ostacolano la normale traiettoria sono causa di bruschi cambi di direzione o inciampo
Compatibilità dei detersivi	<ul style="list-style-type: none"> • L'impiego di detersivi non adatti al tipo di sostanze da rimuovere rende inefficaci le operazioni di pulizia e permanente lo stato di alterazione del COF causato dai residui di sporco • L'impiego di detersivi non compatibili col materiale o trattamento superficiale della pavimentazione può alterare l'integrità fisica (compattezza, rugosità) o la resilienza dello strato superficiale o anche creare film permanenti che alterano il COF d'esercizio atteso

Fattori umani

Fattore	Condizioni che incrementano il rischio scivolamento
Utenza prevalentemente femminile	<ul style="list-style-type: none"> • Le donne sono più soggette a cadute per una o più delle seguenti ragioni: <ul style="list-style-type: none"> - hanno una storia personale di cadute - sono maggiormente affette da depressione - hanno maggiormente paura di cadere • Le donne, specie oltre i 50 anni, hanno maggiore probabilità di subire danni più gravi in conseguenza della caduta a causa di deficienza di vitamina D
Utenza anziana	<ul style="list-style-type: none"> • Nelle persone di età > 60 anni c'è maggiore propensione alle cadute per una o più delle seguenti ragioni: <ul style="list-style-type: none"> - hanno una storia personale di cadute - assumono farmaci psicotropi - assumono più di 4 farmaci contemporaneamente - sono affette da depressione - sono affette da artrite - hanno mobilità compromessa - hanno paura di cadere - hanno carenze nutrizionali - hanno deficienza vitamina D (se di sesso femminile) - hanno facoltà intellettive compromesse/demenza - hanno capacità visiva indebolita (cataratta, glaucoma ecc.) - hanno problemi al piede: calli, deformità dita, ulcere
Utenza pubblica	<ul style="list-style-type: none"> • L'utenza pubblica può includere persone che hanno una maggiore propensione alle cadute per una o più delle seguenti ragioni: <ul style="list-style-type: none"> - include donne - include persone di età > 60 anni

2 Protocolli per la valutazione del rischio

2.1 Il protocollo per la misura strumentale

Elementi con cui viene istruita la campagna di rilievo

La progettazione della campagna di rilievo definisce l'area operativa nelle sue coordinate spaziali e le modalità con cui devono essere svolte le operazioni per la misura. I criteri con cui va impostato il rilievo incidono infatti sul tipo di risultati che produce, che dipendono strettamente dai criteri di rilevamento e la cui rappresentatività discende dalla logica con cui la campagna di rilevamento è stata istruita.

Se dunque la progettazione della campagna di rilievo deve essere orientata in funzione dell'affidabilità dei risultati va fatto un primo discernimento tra i fattori che si ritiene incidano in maniera diretta sul dato da rilevare e i fattori che possono in modo aleatorio condizionarlo. La misura della scivolosità dei pavimenti dipende da diversi fattori che possono pregiudicare la sicurezza della superficie di camminamento e, tra questi, il CoF rappresenta, come ricordiamo, la forza che resiste al movimento tra due superfici ed è espressa dal rapporto:

$$\mu = F/L$$

dove μ è il coefficiente di attrito dinamico ed un valore adimensionale in quanto rapporto tra due forze, F è la forza orizzontale necessaria per mantenere il movimento tra le due superfici e L è la forza verticale o carico. Al valore di μ così ottenuto corrispondono i range di tolleranza espresso dal d.m. 14/06/89 n.236.

Il progetto della campagna di rilievo può essere articolato in funzione di diverse finalità:

- verificare se su di una stessa pavimentazione si riscontri una variazione del CoF al variare delle condizioni d'uso cui è sottoposta;
- verificare se le operazioni di manutenzione ordinaria e pulizia producono variazioni del CoF;
- individuare la distribuzione delle variazioni del CoF mappando le superfici omogenee rispetto ai fattori selezionati;
- verificare la variazione del dato rispetto a condizioni d'uso e manutenzione uguali su superfici differenti.

La fase istruttoria della campagna di rilievo si configura pertanto come una preselezione dei dati rilevabili e può condurre a risultati contraddittori o fuorvianti se non è chiaramente esplicitata nei fini e nelle modalità.

Gli stessi fattori rispetto a pavimentazioni differenti o a differenti condizioni d'uso possono produrre effetti peggiorativi o anche migliorativi del CoF perché combinazioni di più fattori (come uso, pulizia, usura, ecc.) determinano un incremento del valore di μ o anche un decremento in rapporto alle caratteristiche del materiale. Un esempio significativo può essere dato dalla oggettiva constatazione che il valore di μ diminuisce su superfici porose con depositi di polvere rispetto alla condizione di "pulito", mentre sulle superfici lisce non pulite il μ ha un valore più elevato rispetto a quello rilevabile dopo un ciclo di pulizia; condizioni dunque apparentemente contrastanti che vanno tenute in conto progettando opportunamente la campagna di rilievo in rapporto ad ogni caso specifico, in funzione delle caratteristiche dell'oggetto in osservazione e dei fini dello studio.

Materiali

Tra i fattori maggiormente rilevanti rispetto alla valutazione del COF delle superfici di camminamento si considerano:

- finitura superficiale (liscia, rugosa, lucida, matta, assorbente, idrorepellente);
- vetustà del pavimento (anno di messa in opera o anno di rigenerazione del pavimento);
- cicli di pulizia, attrezzature e detergenti impiegati;
- dimensione delle linee di fuga;
- dimensione degli elementi (piastrella/lastra/doga);
- disposizione degli elementi (parallela, perpendicolare, trasversale al verso di camminamento).

La finitura superficiale di ogni pavimentazione ha un COF proprio che in genere è certificato dal fornitore e dipende dalla porosità del materiale e dalla rugosità della superficie esposta al calpestio. Questi parametri possono tuttavia variare nel tempo in funzione delle condizioni d'uso e manutenzione a cui sono sottoposti. Si riscontra che le superfici usurate possono presentare un coefficiente di attrito più elevato nei casi in cui, perso lo strato di finitura, la superficie del materiale di supporto abbia caratteristiche di maggiore porosità e rugosità, mentre in altri casi la rugosità superficiale può essere invece attenuata dall'usura se il materiale è poco resistente e così offrire al camminamento una superficie liscia con un valore di μ più basso rispetto alle condizioni di fornitura.

La resistenza alle condizioni di usura dettate dal carico di utenza (per ambienti interni) ed anche dagli agenti atmosferici (per ambienti esterni) sono parametri fortemente influenti nella valutazione della resistenza allo scivolamento delle superfici e nel mantenimento delle prestazioni iniziali. Lo stato di conservazione della superficie di attrito è altresì condizionato dai trattamenti cui è soggetto per le operazioni di pulizia e lucidatura; anche rispetto a questi fattori, come accennato in precedenza, gli effetti delle operazioni di manutenzione ordinaria possono

essere contrastanti producendo in taluni casi un miglioramento del coefficiente di attrito ed in altri un decremento del suo valore (μ). Va ancora tenuto in considerazione che i prodotti e solventi possono sia danneggiare le superfici, se troppo aggressivi o incompatibili con la finitura superficiale dei pavimenti, sia lasciare un residuo che ne alteri le proprietà di resistenza allo scivolamento.

Nelle operazioni di rilievo deve pertanto essere considerato con quali modalità, frequenza, attrezzature e prodotti viene effettuata la pulizia delle superfici e con quale periodicità, laddove previsto, siano effettuati cicli di rigenerazione della lucidatura.

Abbiamo sinora valutato le variazioni di cui è suscettibile la finitura di superficie delle pavimentazioni, tuttavia nel rilevamento del coefficiente di attrito intervengono anche altre variabili che sono connesse alla posa in opera degli elementi. Oltre alle caratteristiche di superficie si devono infatti considerare la disposizione delle linee di fuga e la dimensione degli elementi componenti, fattori che concorrono a determinare una texture intercalata alla superficie della pavimentazione che ne modifica la resistenza allo scivolamento.

L'orditura delle linee di fuga può essere in diversa misura rilevante in ragione di:

- larghezza delle fughe;
- maggiore o minore profondità rispetto alla superficie degli elementi della pavimentazione;
- materiale con cui sono realizzate le fughe;
- distanza tra le linee di fuga.

Fermo restando che la condizione di complanarità sia alla base di una corretta operazione di rilevamento, si deve anche verificare quale variazione del coefficiente μ corrisponda alle misurazioni effettuate secondo direzioni che intersechino la texture delle linee di fuga in modi differenti, ottenendo in tal modo un valore di μ diverso per ogni verso di percorrenza dell'ambiente. È necessario considerare che qualunque alterazione della complanarità produce un'usura anomala delle superfici ed un accumulo di depositi di polvere e contaminanti. La messa a sistema di tutte le informazioni e le osservazioni sinora esposte possono condurre ad una mappatura delle superfici di camminamento in cui, a variazioni del CoF corrispondono diverse condizioni di usura della superficie, diversi modi di percorrenza e differenti condizioni di pulizia e manutenzione.

Uso degli spazi

La conoscenza delle funzioni ospitate nei differenti ambienti è il dato utile alla comprensione dei modi d'uso dello spazio e quindi degli spostamenti che in esso avvengono nonché del carico di utenza ed affollamento che l'ambiente deve sostenere. Rispetto a queste informazioni, ai fini delle misure del coefficiente di attrito del pavimento, il rilievo viene orientato in modo da localizzare la mappa dei tratti

su cui effettuare i rilievi; in tal senso è necessario conoscere come si svolgono le attività insediate e quindi quali siano le aree soggette a maggiore o minore usura, così come quali siano le aree soggette ad accumulo di polveri o altri contaminanti eventualmente presenti negli ambienti in rapporto alle funzioni ad essi assegnate. Le informazioni circa l'uso dello spazio consentono inoltre di individuare se vi siano differenti modalità di spostamento al loro interno, a seconda che si riscontrino segmenti in cui la presenza di arredi o altri ingombri costringa a percorsi tortuosi o insicuri, che vi siano spazi in cui gli utenti si muovono trasportando pesi o ingombri o si verifichino situazioni di contaminazione che rendano l'appoggio a terra meno stabile e quindi richiedono un CoF più elevato (ad es. l'area antistante una lavagna su cui si scrive col gesso).

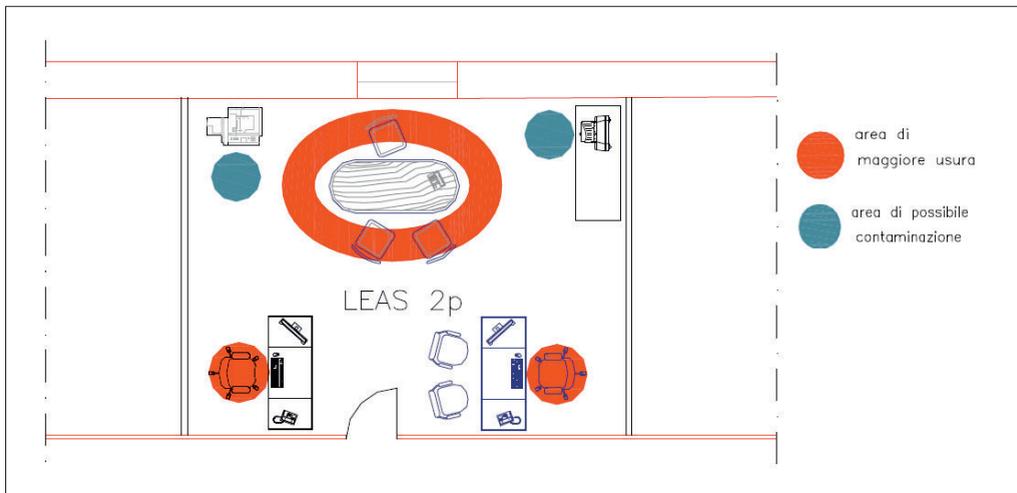


Figura 5: Esempio di criticità degli ambienti

Oggetto di particolare attenzione sono gli spazi connettivi, nei quali la mobilità degli utenti si svolge con modalità differenti rispetto agli spazi dedicati ad attività specifiche. In genere gli spazi connettivi sono deputati al transito o alla sosta temporanea di persone che si spostano, interrompendo le attività a cui sono abitualmente intenti alla propria postazione di lavoro. Differenze nel modo di usare lo spazio dettano differenti approcci di studio.

La natura dei percorsi è definita attraverso componenti che ne indicano:

- andamento (rettilineo, curvo, spezzato);
- affollamento;
- luminosità (naturale/artificiale);
- intersezione con altri percorsi;
- velocità di percorrenza.

L'individuazione di questi caratteri, così come per la destinazione d'uso degli ambienti, è alla base di una corretta campagna di rilievo in quanto consente di progettare la traccia dei rilievi da effettuare in maniera coerente con la natura dei luoghi, cioè localizzare tutti gli eventuali punti critici in cui i percorsi possono presentare alterazioni del COF o dove il COF rilevato sia inadeguato alle caratteristiche del percorso.

Rispetto all'andamento del percorso i segmenti su cui effettuare i rilievi vanno individuati in tutti i cambi di direzione ed in tutti i punti dove è possibile che si verifichi un arresto del percorso o per l'intersezione con altri flussi o perché rappresentano punti di sosta o termine.

L'indice di affollamento è funzionale alla conoscenza del livello di usura cui è esposto il pavimento e delle relative condizioni d'uso; le condizioni di affollamento possono infatti incidere sulla visibilità del percorso, sull'andatura e sull'attenzione pregiudicando così il livello di sicurezza relativo all'aderenza delle calzature al suolo.

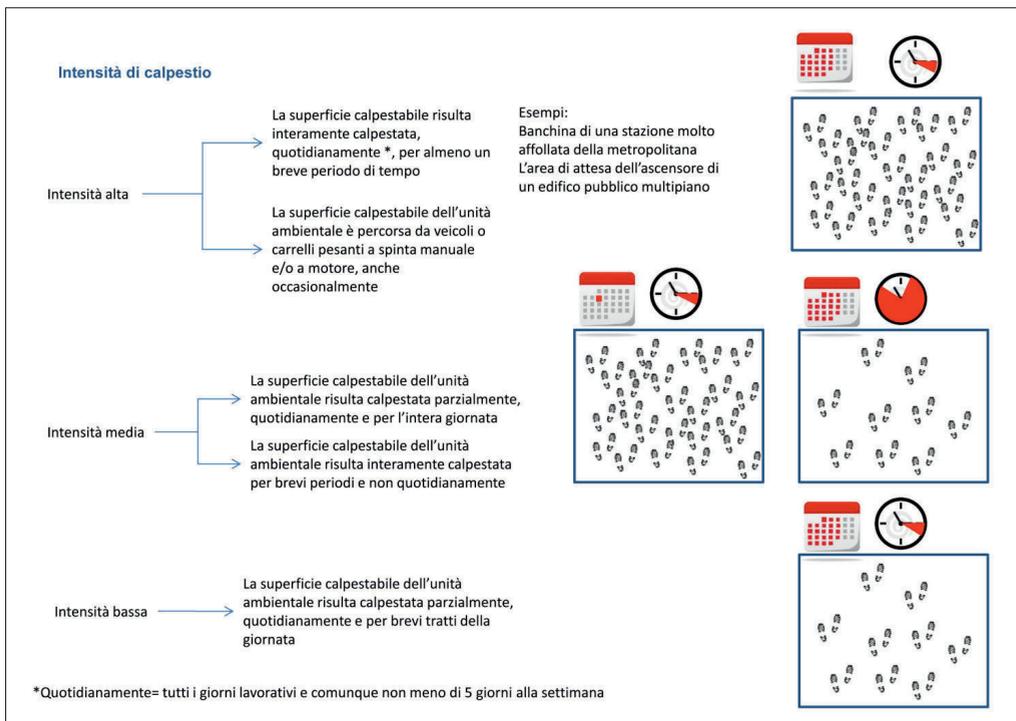


Figura 6: Schema per la definizione dell'intensità di calpestio

La velocità di percorrenza è un fattore che ha particolare rilevanza in contesti di lavoro specifici (ad es. scuole, ospedali, cantieri) dove alcuni percorsi possono essere interessati da attività che richiedono spostamenti veloci. In tal caso è utile ampliare la base di rilevamento anche attraverso la prova simulata con i materiali delle calzature impiegate affinché le interfacce del rilievo siano effettivamente rappresentative delle condizioni d'uso.

Nella predisposizione della mappa dei rilievi dovrà quindi essere indicato il tipo di utenza in rapporto alle attività che svolge ed in rapporto all'età o alle fasce di età che costituiscono un forte discriminante per il giudizio sull'affidabilità e adeguatezza dell'uso cui è preposto.

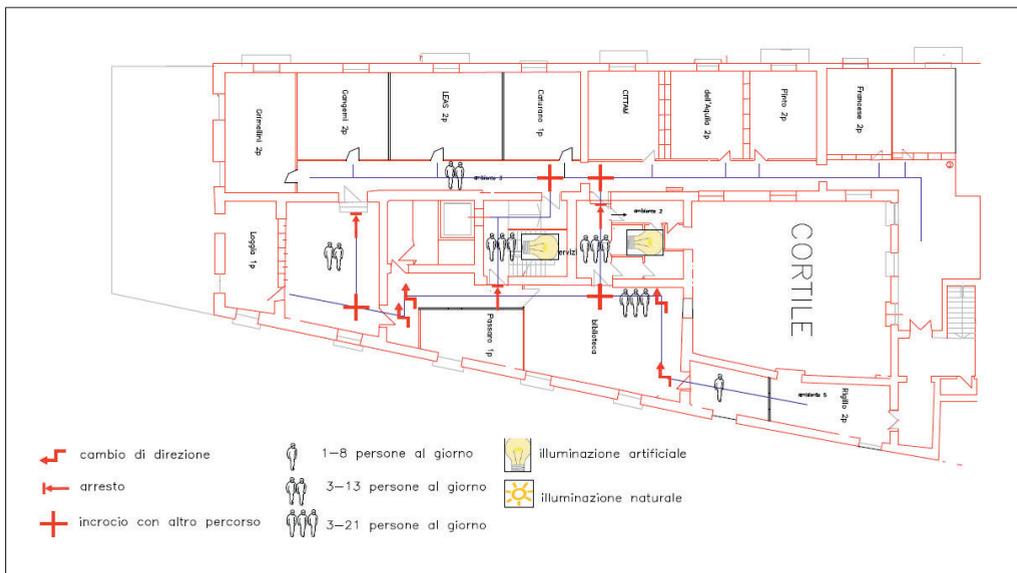


Figura 7: Esempio di criticità dei percorsi

Procedura di rilevamento

La procedura di rilevamento corrisponde alla messa in opera del progetto di rilievo e quindi traduce in modalità esecutive gli indirizzi tracciati in fase istruttoria. È necessario specificare che anche la procedura di rilievo, così come il progetto, è strettamente legata alle caratteristiche costruttive e funzionali degli spazi in cui si espletano le misurazioni. Pertanto una procedura corretta deve essere formulata necessariamente "ad hoc" rispetto al caso studio, a valle di una esatta conoscenza non soltanto delle caratteristiche tecniche dei luoghi ma anche e soprattutto delle specifiche sui modi d'uso attuali e pregressi.

Prima di dare corso alla campagna di rilievo è necessario prevenire delle misu-

razioni di prova allo scopo di controllare il dato restituito e verificarne l'attendibilità; questo screening preliminare è funzionale a definire le regole per un corretto rilevamento in termini di: scelta dei segmenti da rilevare, tempi e modalità dei test. Le modalità di rilievo devono essere accuratamente definite affinché il dato restituito sia realmente rappresentativo delle condizioni di fruizione dei percorsi e degli ambienti. Ciò implica una corretta individuazione dei tratti da rilevare, dei tempi con cui effettuare le prove e della cadenza con cui ripeterle in rapporto all'intero arco della giornata durante il quale le condizioni dei pavimenti possono subire significativi cambiamenti di stato a causa di affollamento più intenso o propagarsi di polveri e contaminanti connessi alle attività specifiche ed al transito delle persone. Alla stessa maniera devono essere tenute in considerazione le attrezzature ed i prodotti utilizzati per le operazioni di pulizia, il rilievo del CoF deve essere reiterato per poter confrontare il valore di μ relativo alla pavimentazione in condizioni "asfound" (come trovato) con altri possibili valori riscontrabili a seguito di trattamenti diversi con solventi diversi da quelli abituali per verificare il grafico di variazione in rapporto alle differenti condizioni di rilievo.

Mappatura dei segmenti campione

La campagna di misura segue la mappa dei rilievi da effettuare; i segmenti su cui effettuare le misure sono individuati secondo i criteri precedentemente descritti in relazione alla tipologia dei percorsi ed alle destinazioni d'uso degli ambienti. Ogni segmento deve essere precisamente individuato mediante coordinate grafiche e geometriche in modo da poter ripetere più rilevamenti esattamente negli stessi punti della superficie ed ottenere così dati confrontabili al variare delle condizioni di rilievo (pulito, sporco, sottoposto a trattamenti specifici con solventi o rigeneranti). Il segmento da rilevare va anche proporzionato rispetto al tipo di pavimentazione in opera, significando che anche la lunghezza del segmento campione non può essere predefinita ma è relativa al tipo di pavimentazione ed alla sua posa in opera. Vanno effettuate prove di misura su segmenti interni alla dimensione del singolo elemento (piastrella, lastra o dogia) e successivamente la misura deve essere ripetuta su segmenti di lunghezza tale da intersecare le linee di fuga, in modo da verificare se il reticolo delle fughe produca variazioni significative del CoF. Può infatti verificarsi che il coefficiente di attrito dichiarato dal produttore sia alterato già dalla messa in opera a causa della interazione con il reticolo delle fughe. Il tribometro utilizzato per il presente studio consente di scegliere la lunghezza del segmento da rilevare in un intervallo da mm 0 a mm 4000; qualora la pavimentazione presenti caratteristiche molto disomogenee il rilievo dovrà essere ripetuto su tutte le aree dove si riconoscano condizioni differenti di usura o contaminazione.

Tempistica delle procedure di rilievo

Il rilievo "asfound" è la prima operazione di misura e restituisce il valore dei coefficienti di attrito delle pavimentazioni conformemente al regime d'uso abituale; a questo seguono altre misure in rapporto a trattamenti mirati delle superfici per

testare le possibili variazioni di μ sulle stesse superfici. La cadenza delle operazioni di rilievo è determinata, come accennato in precedenza, dalla tempistica dell'uso e manutenzione degli ambienti al fine di poter restituire un grafico di variazione del CoF coerente con le sollecitazioni e le condizioni dei pavimenti. Un ciclo di misurazioni deve essere calendarizzato per ogni ciclo di trattamenti delle superfici dei pavimenti (una volta al giorno, due o più volte al giorno, a giorni alterni) nell'arco di tempo prefissato in modo da restituire le condizioni "asfound". Analogamente vanno individuate per ogni ambiente differente le ore di picco di affollamento e le ore a cui corrispondono possibili contaminazioni (es. in una sala mensa o caffetteria o spazi in cui si effettuino particolari lavorazioni o attività), in corrispondenza di ciascuna deve essere effettuato un ciclo di misurazione. Confrontando e sovrapponendo i grafici delle misure a pavimento "asfound", dopo le pulizie, con i grafici delle misure a pavimento pulito nelle ore di picco, si deriva lo scollamento del valore di μ , per identificare le cause della variazione.

Scheda A

DATI IDENTIFICATIVI IMMOBILE

Nome edificio	
Città - Via	
Destinazione d'uso edificio	
Pianta edificio: <ul style="list-style-type: none"> • individuazione ambienti con la stessa pavimentazione • individuazione percorsi (distinguendoli per frequenza/carico utenza, per utenti) • individuazione ambienti e loro destinazione d'uso 	Area per grafici
Categoria utenti/intensità del flusso	
Normativa di riferimento rispetto all'attività insediata	

Scheda B	Cod. Unità ambientale		Cod. Tratto
DATI IDENTIFICATIVI DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI/FUNZIONALI DELLA STANZA			
Dest. d'uso ambiente			
Attività ospitate			
Livello di piano			
Frequenza d'uso			
Carico di utenza (giornaliero)	Basso	Medio	Alto
Si utilizzano frequentemente carrelli			
Prossimità ad ingressi/uscite (Luoghi esposti ad intemperie)	NO	SI	
Prossimità ad ambienti contaminati (altre stanze con pavimenti bagnati, con olio, con polveri, ecc.)	NO	SI	
Sostanze manipolate che possono contaminare il pavimento			
Ambiente umido/asciutto			

Scheda C	Cod. Unità ambientale		Cod. Tratto
DATI IDENTIFICATIVI CARATTERISTICHE/CONDIZIONI SUPERFICIE/PAVIMENTO			
Materiale			
Vetustà del pavimento. Anni vita			
Superficie inclinata/orizzontale			
DATI IDENTIFICATIVI CARATTERISTICHE MANUTENTIVE			
Frequenza delle operazioni di pulizia			
Attrezzature impiegate			
Prodotti impiegati: uso di cere o sostanze lucidanti nelle attività di pulizia del rivestimento della pavimentazione dei gradini che ne alterano il coefficiente di attrito			

Scheda C	Cod. Unità ambientale		Cod. Tratto	
DATI RILIEVO STRUMENTALE A PAVIMENTO IN OPERA ASCIUTTO			Tribometro utilizzato	
Parametri rilevamento				
Data inizio prova				
Data fine prova				
Ore/giorni trascorse/i dall'ultima operazione di pulizia				
Condizioni operative	Temperatura (C°)		Umidità/ %	
Lunghezza di rilievo	Sup. Orizzontale			
	cm			
Condizioni della superficie	Come trovata		Pulita (alcol)	Pulita (acqua+ sgrassatore)
	Bagnata	Asciutta		
con piede gomma dura standard 4S	μ	μ	μ	μ

2.2 Il protocollo per la misura non strumentale

Il protocollo per la valutazione non strumentale del rischio da scivolamento sulla pavimentazione è organizzato in due sezioni. La prima presenta la rassegna dei fattori che possono costituire le principali cause del verificarsi di eventi di scivolamento e/o inciampo. La seconda è costituita da una check-list ragionata degli indicatori per il rilevamento dei fattori di rischio presenti, che associati al valore di coefficiente di attrito rilevato strumentalmente, consentono di valutare se sussistono nell'ambiente situazioni che aggravano il livello di rischio in rapporto al contesto.

Fattori tecnici connessi alle caratteristiche della pavimentazione

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
1. Vetustà del pavimento <i>vedere tabella dei valori di riferimento</i>	<input type="checkbox"/> Nuovo	
	<input type="checkbox"/> Entro il ciclo di vita utile	
	<input type="checkbox"/> Oltre il ciclo di vita utile	X
2. Il colore del pavimento rende visibile la presenza di sporco o residui di lavorazione sedimentati	<input type="checkbox"/> Sì	
	<input type="checkbox"/> No	X
3. La superficie di calpestio è perfettamente complanare	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
4. La trama superficiale è assolutamente piana	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
5. La trama superficiale è molto accentuata	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
6. La pavimentazione è lucente o riflettente	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
7. Il trattamento cromatico della superficie del rivestimento genera illusioni ottiche	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	

Aspetti fisico-tecnici dell'ambiente

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
8. È presente condensa sulla superficie di calpestio	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
9. L'illuminamento è pari ad almeno 150 lux all'altezza dell'occhio umano o 100 lux sul pavimento	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
10. Ci sono fonti di luce naturale o artificiale abbaglianti	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
11. Ci sono fonti di luce artificiale diretta all'altezza dell'occhio umano	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
12. Ci sono fonti di luce artificiale o naturale diretta in posizione frontale rispetto alla direzione di marcia	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
13. Nell'unità ambientale o fra due unità ambientali contigue si verifica il passaggio da un'area fortemente illuminata ad una molto poco illuminata <i>contiguità di aree con luce diretta e in ombra</i>	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
14. Il rumore di fondo è > 50 dBA	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
15. Si possono verificare rumori forti e improvvisi	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X

Elementi tecnici e arredi dello spazio architettonico

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
16. La pavimentazione dell'area esterna all'edificio è in materiali incoerenti <i>Ad esempio ghiaia, terriccio o prato</i>	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
17. All'ingresso dell'edificio sono presenti zerbini	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
18. Sulla soglia di unità ambientali contaminate è presente uno zerbino	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	X
19. Lo zerbino è incassato	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	X
20. Le pareti sono riflettenti, retroilluminate o specchiate	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
21. Le pareti hanno texture ruvide o dall'apparenza lesiva <i>Ad esempio intonaco rustico o pietra viva</i>	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
22. Le pareti sono trasparenti	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
23. Sono presenti corrimano negli spazi di collegamento <i>Considerare positiva la risposta solo se il corrimano è continuo, pulito, di forma e materiali non lesivi e piacevoli al tatto</i>	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X
24. È presente segnaletica per l'orientamento <i>Considerare positiva la risposta solo se la segnaletica presente è aggiornata, corretta e facilmente percepibile ed interpretabile da tutti gli utenti</i>	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	X

Layout

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
25. Sono presenti pensiline o altre tipologie di spazi semiaperti fra l'esterno e l'interno dell'edificio	<input type="checkbox"/> Sì	
	<input type="checkbox"/> No	X
26. I percorsi per raggiungere diversi ambienti sono molto lunghi > 100 metri	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
27. I cambi di direzione lungo il percorso sono ad angolo $\leq 90^\circ$	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
28. Lungo il percorso vi sono più di 2 cambi di direzione ogni 45 m	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
29. Pendenza della superficie	<input type="checkbox"/> Orizzontale	
	<input type="checkbox"/> Lievemente inclinata 3%)	X
	<input type="checkbox"/> Inclinata >3%, <8%	
	<input type="checkbox"/> Molto inclinata >8%	X
30. Sono presenti gradini isolati	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
31. Le variazioni di livello, inclusi i gradini isolati, presenti sul piano di calpestio lungo il percorso sono visivamente, tattilmente e acusticamente evidenti	<input type="checkbox"/> Sì	
	<input type="checkbox"/> No	X
32. Sono presenti cambi di quota molto ridotti alzata < 2,5 cm	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
33. L'ambiente è prossimo ad unità ambientali dove si utilizzano/producono acqua o altre sostanze liquide o in polvere o in gel	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
34. Sono presenti ostacoli isolati <i>Ad esempio pilastri isolati</i>	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
35. La forma degli spazi consente agli utenti di capire dove si trovano e dove dirigersi <i>Ad esempio: ci sono viste dell'esterno, ci sono molteplici cambi di direzione, intersezione di livelli diversi</i>	<input type="checkbox"/> Sì	
	<input type="checkbox"/> No	X
36. I percorsi hanno larghezza > 180 cm	<input type="checkbox"/> Sì	
	<input type="checkbox"/> No	X
37. I collegamenti verticali avvengono quasi esclusivamente con l'ascensore	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
38. Le pareti sono perpendicolari	<input type="checkbox"/> Sì	
	<input type="checkbox"/> No	X

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
39. L'unità ambientale è generalmente raggiunta	<input type="checkbox"/> A piedi, e si trova al piano terra/ +/-1	X
	<input type="checkbox"/> A piedi, e si trova al piano oltre +/-1	
	<input type="checkbox"/> Con ascensore	X
40. L'unità ambientale è prossima all'ingresso all'edificio <i>Dista meno di 60 metri dall'ingresso</i>	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	

Compiti lavorativi e gestione degli spazi

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
41. L'attività svolte nell'unità ambientale sono prevalentemente	<input type="checkbox"/> Stanziali	
	<input type="checkbox"/> di transito	X
	<input type="checkbox"/> Miste	X
42. L'attività ospitata nell'unità ambientale richiede l'uso di acqua o altri liquidi	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
43. L'attività ospitata nell'unità ambientale richiede l'uso di sostanze in polvere fine	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
44. L'attività ospitata nell'unità ambientale richiede l'uso di sostanze grasse in qualsiasi forma (liquida, solida, gel, polvere)	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
45. L'attività ospitata nell'unità ambientale richiede l'uso di utensili pesanti o taglienti che cadendo possano scalfire o rompere il pavimento	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
46. L'attività ospitata nell'unità ambientale richiede l'uso di sostanze acide	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
47. L'attività ospitata nell'unità ambientale richiede sistemi o sostanze di pulizia particolarmente aggressivi	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
48. Nell'unità ambientale vengono utilizzati carrelli manuali o elettrici	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
49. Nell'unità ambientale vengono utilizzate sedie da lavoro con rotelle	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
50. L'unità ambientale è soggetta ad intensità di calpestio <i>vedere tabella dei valori di riferimento</i>	<input type="checkbox"/> Alta	X
	<input type="checkbox"/> Media	
	<input type="checkbox"/> Bassa	
51. Al rilievo il pavimento appare visibilmente sporco	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
52. Lungo le direttrici di spostamento sono accatastati ingombri non previsti/temporanei	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
53. Le sostanze detergenti impiegate sono compatibili con il materiale della pavimentazione	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
54. Le sostanze detergenti impiegate sono adatte al tipo di sporco presente negli ambienti: - <i>oli e grassi vegetali e animali, birra, vino, caffè, residui alimentari, nicotina, tè, cera grassa da scarpe ecc.: detergenti a base alcalina</i> - <i>oli e grassi minerali (meccanici), gomma di pneumatico, resine o vernici, cera di candela, cera sintetica di scarpe: solventi</i> - <i>inchiostri, depositi calcarei, macchie di ruggine, pennarello: detergenti a base acida</i> - <i>ingrignimento generale, perdita di colore per accumulo di sporco; detergenti a base acida e solvente</i> - <i>opacizzazione da detergenti, orme, sporco generico; detergenti a base alcalina, detergenti a base idroalcolica</i>	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
55. L'attività svolta richiede il trasporto di carichi ingombranti	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
56. In passato sono stati usati detergenti non adeguati a sporco o materiale che hanno alterato permanentemente le caratteristiche superficiali del pavimento	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	

Fattori umani

Indicatore	Condizione riscontrata	Condizione rischiosa
57. Utenza pubblica	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
58. Utenza prevalentemente femminile	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	
59. Utenza prevalentemente anziana	<input type="checkbox"/> Sì	X
	<input type="checkbox"/> No	

Riferimenti per la valutazione del tempo di vita delle pavimentazioni in opera

Materiali	Pavimento	Resistenza meccanica superficiale		Vita utile supposta (anni)
		Rif. normativo	Specificazione tecnica (da schede tecniche)*	
ceramici	Gresporcellanato	EN ISO 10545-6 ¹	< 130/135 mm ³	35
	Monocottura (clinker)	ISO 10545-7 ²	CLASSE 3-4	20
	Cotto	EN ISO 10545-6	< 140/135 mm ³ - CLASSE 3-4	20
	Bicottura (SMALTATO)	ISO 10545-7	CLASSE 0-5	10
pietra	Marmo	UNI EN 14157 ³	0,64 mm	35
	Graniglia	UNI EN 14157	3,00 mm	20
cemento	Cemento a spolvero	UNI EN 13892 ⁴	13 cm ³ /50cm ²	10
legno	Parquet	UNI EN 1534:2002 ⁵	Dipende dal trattamento di lucidatura	10
resilienti	Linoleum	UNI EN 660-2:200 ⁶	< 2,4 mm ³ - < 2,0 mm ³	20
	Laminati/PVC	UNI EN 660-2:200 ⁷	0,5 mm	35
	Resina	EN 13329: 2000 ⁸	g/m ² 1250	35

- 1 EN ISO 10545 - Parte 6: 2010: Norme pavimentazioni ceramiche: metodi prova per Determinazione della resistenza all'abrasione: piastrelle non smaltate: determina il volume di materiale rimosso (mm³).
- 2 EN ISO 10545 Parte 7: 1996: Norme pavimentazioni ceramiche: metodi prova per Determinazione della resistenza all'abrasione: piastrelle smaltate: metodo PEI (tramite il quale si misura la capacità dello smalto della piastrella di resistere al calpestio, al passaggio di persone, di mobili o di macchinari, senza perdere le caratteristiche estetiche originali) determina classi di resistenza da 0 a 5.
- 3 UNI EN 14157: 2005: Determinazione della resistenza all'abrasione della pietra. Determinata la quantità di materiale lapideo asportato, espressa in millimetri.
- 4 UNI EN 13892-3:2004: Metodi di prova per materiali per massetti - Parte 3: Determinazione della resistenza all'usura con il metodo Böhme. Determina il volume di materiale rimosso (mm³).
- 5 UNI EN 1534: 2011: Parquet e pavimentazioni di legno - Determinazione della resistenza alla penetrazione (Brinell) - Metodo di prova. La norma specifica un metodo, derivato dalla prova Brinell, per determinare la resistenza alla penetrazione nei rivestimenti in legno per pavimentazioni (incluso il parquet).
- 6 UNI EN 660-Parte 2:2008: Norme pavimentazioni resilienti: metodi prova per la determinazione della resistenza all'usura dello strato di logoramento dei rivestimenti per pavimentazioni di polivinil-cloruro in condizioni di laboratorio: misura la perdita di spessore gruppo T(alto) e P.
- 7 EN 13329: 2000: Resistenza all'abrasione. Suddivide i prodotti in Classi di resistenza all'Abrasione (AC-Abrasion Class).
- 8 UNI 8298 - Parte 9:2007: Rivestimenti resinosi per pavimentazioni: Metodo per la determinazione della resistenza all'abrasione dei rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determina il Valore medio di Perdita di massa.

BIBLIOGRAFIA

A. Bhattacharya, P. Succop, A. Modawal, et al. Impact of Mismatch Between Actual and Perceived Risks on Slip/Fall While Negotiating a Ramp, in Proceedings of the International Conference on Slips, Trips, and Falls - From Research to Practice, August 23-24, 2007, Hopkinton, MA, IEA Press, 2007 pp. 128-132

Center for Research and Prevention of Injuries CEREPRI, Foglio di Informazione: Prevenzione delle Cadute negli Anziani Sicurezza negli anziani-Focus sugli infortuni non intenzionali

D. Lazarus, C. Perkins, J. Carpenter, Human Factors, in Safer surfaces to walk on - reducing the risk of slipping, CIRIA 2010 pp 36-43

D. Lazarus, C. Perkins, J. Carpenter, Testing of walking surfaces, in Safer surfaces to walk on - reducing the risk of slipping, CIRIA 2010 pp 13-15

F. Quirion, P. L'Homme, A. Massicotte, S. Boudrias, P. Poirier, N. Hadjiev, B. Gionet and F. Amyot Training Tools to Improve Floor Cleaning and Reduce Slips and Falls in the Food Industry in Proceedings of the International Conference on Slips, Trips, and Falls - From Research to Practice, August 23-24, 2007, Hopkinton, MA, IEA Press, 2007 118-122

G. De Margheriti, Il rischio caduta e la qualità del camminare negli edifici pubblici. Criteri per il controllo della percorribilità di percorsi e pavimentazioni, in Atti del IX Congresso Nazionale SIE, 2010 Roma 606-611

Hatice SonmezTurel, EmineMalkocYigit, IpekAltug Evaluation of elderly people's requirements in public open spaces: A case study in Bornova District (Izmir, Turkey) Building and Environment 42 (2007) 2035-2045

HSE, Assessing the slip resistance of flooring. A technical information sheet, Health and Safety Executive 2007

In-Ju Kim, A New Concept for the Measurement of Slip Resistance Properties, in Proceedings of the International Conference on Slips, Trips, and Falls - From Research to Practice, August 23-24, 2007, Hopkinton, MA, IEA Press, 2007 168-172

K. In-Ju Kim, R. Smith, Observation of the floor surface topography changes in pedestrian slip resistance measurements, International Journal of Industrial Ergonomics 26 (2000) 581-601

J. Flynn, S. Di Pilla, K. Vidal, The development of a universal approach to testing of walkway slip resistance in the U.S., Work 41 (2012) 3355-3357

J. Liua, S. Kimb, Effect of walking surface perturbation training on slip propensity and local dynamic stability Work 41 (2012) 3352-3354

K. W. Li, W. Chang, C. Chang Evaluation of two models of a slipmeter Safety Science 47 (2009) 1434-1439

- K. W. Li, W.Chang, C. Chang, T.B. Leamon, C.J. Chen, Floor slipperiness measurement: friction coefficient, roughness of floors, and subjective perception under spillage conditions, *Safety Science* 42 (2004) 547-565
- K. W. Li, C.Chenb, C. Chung Chenc, Liwen Liu, Assessment of slip resistance under footwear materials, tread designs, floor contamination, and floor inclination conditions, *Work* 41 (2012) 3349-3351
- K. E. Beschorner, M. S. Redfern, W.L. Porter, R. E. Debski, Effects of slip testing parameters on measured coefficient of friction, *Applied Ergonomics* 38 (2007) 773-780
- L. Liu, K. W. Li, Y. Lee, C. C.g Chen, C. Chen, Friction measurements on "anti-slip" floors under shoe sole, contamination, and inclination conditions, *Safety Science* 48 (2010) 1321-1326
- M. Kuzel, D. Krauss, M. Moralde and T. Kubose, Comparison of Subjective Ratings of Slipperiness to the Measured Slip-Resistance of Real-World Walking Surfaces in Proceedings of the International Conference on Slips, Trips, and Falls - From Research to Practice, August 23-24, 2007, Hopkinton, MA, IEA Press, 2007, 133-137
- M. Buchser, Consigli per pianificazione, costruzione e manutenzione di pavimenti sicuri, UPI, Berna, 2011
- M. F. Lesch, W.Chang, C.Chang, Reliability of Visual Cues in Predicting Judgments of Slipperiness and the Coefficient of Friction of Floor Surfaces in Proceedings of the International Conference on Slips, Trips, and Falls - From Research to Practice, August 23-24, 2007, Hopkinton, MA, IEA Press, 2007 138-142
- P. W. Lemon, Pedestrian safety, a study of real workplace floor surface contamination, Health & Safety Laboratory, Buxton, 2003
- R. Ricotti, M. Delucchi, G. Cerisola, A comparison of results from portable and laboratory floor slipperiness testers, *International Journal of Industrial Ergonomics* 39 (2009) 353-357
- R, Grönqvista, M. Hirvonenb, E. Rajamäkib, S. Matz, The validity and reliability of a portable slip meter for determining floor slipperiness during simulated heel strike *Accident Analysis and Prevention* 35 (2003) 211-225
- R. Haslam, D. Stubbs (Eds.), *Understanding and preventing falls*, CRC Press 2006, Boca Raton FL
- R. Myung, Use of backward slip to predict falls in friction test protocols, *International Journal of Industrial Ergonomics* 32 (2003) 319-329
- S. Leclercq, M. Tisserand, H. Saulnier, Analysis of measurements of slip resistance of soiled surfaces on site, *Applied Ergonomics* Vol28, No. 4, 283-294, 1997
- S. Di Pilla, *Slip, Trip, and Fall Prevention, A Practical Handbook*, CRC Press, 2009

- A. Tanaglia, Le norme per la misurazione delle proprietà antiscivolo di una pavimentazione Pavimenti e Superfici Continue, 2010 Centro Ceramico, Bologna
- T. E. Lockhart, J. C. Woldstad, J. L. Smith, J. D. Ramsey, Effects of age related sensory degradation on perception of floor slipperiness and associated slip parameters, *Safety Science* 40 (2002) 689-703
- G. Timellini, C. Polmonari, Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo, Edicer, Bologna 2004, pag. 36.
- G. Timellini, C. Polmonari, Le piastrelle di ceramica negli ambienti pubblici. Manuale applicativo, Edicer, Bologna 2004, pag. 54
- W. S. Maynard, M. M. Robertson, Application of Tribology Research, Prevention of Slips, Trips and Falls in Proceedings of the International Conference on Slips, Trips, and Falls - From Research to Practice, August 23-24, 2007, Hopkinton, MA, IEA Press, 2007 103-107
- W.Chang, W. S. Maynard, Factors influencing the slip index measurements with the Horizontal Pull Slipmeter, *Work A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 2006 26(2) 99-105
- W.Chang, S. Matz, C. Chang, The stochastic distribution of available coefficient of friction on quarry tiles for human locomotion, *Work* 41 (2012) 3363-3366
- W.Chang, The effects of slip criterion and time on friction measurements, *Safety Science* Volume 40, Issues 7-8, October-November 2002, 593-611
- World Health Organization Europe, What are the main risk factors for falls amongst older people and what are the most effective interventions to prevent these falls?, HEN. Health Evidence Network, March 2004
- World Health Organization Europe, What are the main risk factors for falls amongst older people and what are the most effective interventions to prevent these falls?, HEN. Health Evidence Network, March 2004
- Y. Bunterngrchit, T. Lockhart, J. C. Woldstad, J. L. Smith, Age related effects of transitional floor surfaces and obstruction of view on gait characteristics related to slips and falls, *International Journal of Industrial Ergonomics* 25 (2000) 223-232

