

LINEE GUIDA



prima edizione

Ottobre 2014

LINEE GUIDA

per la PRESCRIZIONE, POSA, CONTROLLI, VERIFICA FINALE
e MANUTENZIONE dei RIVESTIMENTI RESINOSI

Cap. 1

SCOPO E CONTENUTI

Lo scopo principale di queste *Linee Guida CONPAVIPER* è fornire, nel rispetto della vigente normativa, un valido strumento operativo per progettisti, applicatori e tecnici che svolgono la loro attività professionale e imprenditoriale nel settore dei rivestimenti in resina per pavimentazioni.

I sistemi resinosi per pavimentazioni impiegati negli edifici industriali e civili hanno, per varietà e qualità, acquisito un'importanza preminente essendo in grado di soddisfare tutte le necessità tecniche, economiche e le varie richieste prestazionali che possono presentarsi ai progettisti.

La scelta del rivestimento resinoso dovrà essere fatta, utilizzando le raccomandazioni tecniche, frutto di esperienza e studi di tutti gli operatori del settore, nel rispetto delle normative vigenti, e valutando e individuando tutte le caratteristiche prestazionali che rendano la pavimentazione un elemento costruttivo importante per l'operatività aziendale in termini di funzionalità, rispondenza a specifiche esigenze tecniche e caratteristiche chimico – fisiche, e tali da garantire sicurezza e igiene per i fruitori.

Tali prestazioni, di alto standard qualitativo, sono di possibile realizzazione con i sistemi resinosi, ma richiedono oltre a precise prescrizioni di capitolato e adeguate scelte di materiali e cicli applicativi, anche manodopera specializzata e qualificata in grado di eseguire le varie fasi applicative con professionalità e competenza.

Le *Linee Guida CONPAVIPER* vogliono essere un valido strumento, formativo e di orientamento tecnico, teso a fornire raccomandazioni operative e valutative che consentano di:

- non escludere alcuna variabile di sistema che possa inficiare una corretta procedura progettuale e applicativa;
- individuare gli strumenti tecnici per una costante valutazione dell'opera in corso di esecuzione;
- collaudare l'opera eseguita;
- verificare il rivestimento individuando difetti o imperfezioni esecutive subito dopo l'esecuzione del rivestimento ancora prima dell'uso o quando esso è già in uso.

Le *Linee Guida CONPAVIPER* definiscono, quindi, sia i criteri di valutazione sia le metodologie da adottare per la qualificazione della posa in opera e del risultato finale. Esse forniscono gli elementi di valutazione per la qualificazione del personale che ha eseguito la posa e definiscono in modo succinto ma chiaro quali capacità operative deve possedere l'applicatore per garantire un risultato qualitativamente valido e corrispondente alle esigenze del committente.

Le informazioni contenute in questo documento hanno lo scopo di fornire indicazioni, consigli tecnici e pratici a quanti operano nel settore (tecnici, applicatori) e sono, al meglio della attuali conoscenze, vere ed accertate. In ogni modo le reali condizioni d'uso dei prodotti e il loro impiego, sono fuori dal controllo del CONPAVIPER e di chi ha redatto questo documento e quindi la responsabilità del loro idoneo utilizzo e corretta applicazione è dell'utilizzatore finale e nessuna responsabilità è accettata, anche implicitamente, dal CONPAVIPER e dall'autore del documento.

Cap. 2

RIFERIMENTI NORMATIVI

Nella stesura del presente documento si è fatto riferimento alle norme italiane, europee e internazionali e direttive della CE, vigenti alla data di pubblicazione del presente documento, di seguito riportate e saranno citate, nel testo, quando saranno trattati gli argomenti specifici. Tutti gli aggiornamenti o revisioni apportate in data successiva alla pubblicazione delle Linee Guida, s'intendono di fatto recepite. [*]

Tab. Riferimenti normativi, direttive e regolamenti della CE

ASTM D 3359

Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.

CEI 64-8

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

D.M. 15 marzo 2005

Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

DIN 51097

Testing of floor coverings. Determination of anti-slip properties. Wet-loaded barefoot areas. Walking method. Ramp test.

DIN 51130

Testing of floor coverings. Determination of anti-slip properties. Workrooms and fields of activities with slip danger, walking method - Ramp test.

DIN EN ISO 2409

cross-cut test.

Direttiva 92/58/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992 - Prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro (nona direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE), GU n. L 245 del 26.8.1992.

Direttiva 94/9/CE - Atex

In materia di prodotti destinati a essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive.

Direttiva 94/9/CE del Parlamento Europeo - Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.

DLgs 9 aprile 2008 n. 81

Tutela della salute e della sicurezza nei locali di lavoro.
D.Lgs 3 febbraio 1997 n. 52.

IEC 61340-4-1

Funzionalità elettrostatica dei rivestimenti da pavimento e dei pavimenti installati.

ISO 868

Plastic and ebonite determination of indentation hardness by means of a durometer (shore hardness).

Raccomandazione 92/131/CEE della Commissione, del 27 novembre 1991, sulla tutela della dignità delle donne e degli uomini sul lavoro.

Regolamento (CE) N. 1272/2008 del Parlamento europeo - Classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele.

UNI 10157

Calcestruzzo indurito - Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti a espansione geometrica e forzata.

UNI 10329

Posa dei rivestimenti di pavimentazione - Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

UNI 10966

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione.

UNI 6132

Prove distruttive sui calcestruzzi – Prova di compressione.

UNI 7998 Edilizia

Pavimentazioni – Terminologia.

UNI 7999 Edilizia

Pavimentazioni - Analisi dei requisiti.

UNI 8297

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni – Terminologia.

UNI EN 1542

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta.

UNI EN 1081

Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Determinazione della resistenza elettrica.

UNI 8298-12

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni.
Parte 12 - Determinazione dello spessore

UNI 8298-15

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni.
Parte 15 - Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente.

UNI EN 13036- 4

Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali - Metodi di prova. Parte 4 - Metodo per la misurazione della resistenza allo slittamento/derapaggio di una superficie: Metodo del pendolo.

UNI 8298-2

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni.
Parte 2 - Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico.

UNI EN 13529

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Resistenza agli attacchi chimici severi.

UNI 8298-4

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni.
Parte 4 - Determinazione della resistenza agli agenti chimici.

UNI 8298-5

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni.
Parte 5 - Determinazione del comportamento all'acqua.

UNI EN1062- 11

Pitture e vernici - Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Metodi di condizionamento prima delle prove.
(Resistenza agli agenti atmosferici in un'ampia gamma di condizioni)

UNI 8298-8

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni.
Parte 8 - Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa.

UNI EN ISO 5470- 1

Supporti tessili rivestiti di gomma o materie plastiche - Determinazione della resistenza all'usura - Apparecchiatura di prova di abrasione Taber.

UNI 8381 Edilizia

Strati del supporto di pavimentazione - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione.

UNI 8636

Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Significatività delle caratteristiche.

UNI EN 12274-3

Trattamento superficiale con malte a freddo. Parte 3 – Metodi di prova – Consistenza.

UNI EN 12390-3

Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini.

UNI EN 12504-2

Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico.

UNI EN 13501-1

Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 1 - classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.

UNI EN 13892 -6

Metodi di prova dei materiali per massetti. Parte 6 – Determinazione della durezza superficiale.

UNI EN 14041

Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni - Caratteristiche essenziali.

UNI EN 1504-2

Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Parte 2 - Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo.

UNI EN 197-1

Cemento. Parte I – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.

UNI EN ISO 1183-1

Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Parte 1 - Metodo a immersione, metodo del picnometro in mezzo liquido e metodo per titolazione.

UNI EN ISO 1183-2

Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Parte 2 - Metodo della colonna a gradiente di massa volumica.

UNI EN ISO 3668

Pitture e vernici - Confronto visivo del colore delle pitture.

UNI EN 13813

Massetti e materiali per massetti –Proprietà e requisiti.

UNI EN ISO 6272

Pitture e vernici - Prove di deformazione rapida (resistenza all'urto) - Parte 1 - Prova con massa cadente con punzone di larga superficie.

UNI EN ISO 7783- 1

Pitture e vernici - Determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo - Metodo della capsula per pellicole libere

NTC

Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio, 2008.

[*]

Secondo la Direttiva Europea 98/34/CE del 22 giugno 1998 s'intende per *norma una specificazione tecnica approvata da un organismo riconosciuto ad attività normativa, per applicazione ripetuta o continua, la cui osservazione non sia obbligatoria, e che appartenga a una delle seguenti categorie:*

- **norma internazionale:** *norma che è adottata da un'organizzazione internazionale di normizzazione e che viene messa a disposizione del pubblico;*
- **norma europea:** *norma che è adottata da un organismo europeo di normizzazione e che viene messa a disposizione del pubblico;*
- **norma nazionale:** *norma che è adottata da un organismo nazionale di normizzazione e che viene messa a disposizione del pubblico.*

Anche se la Direttiva Europea ha definito la norma come una specifica tecnica " la cui osservazione non è obbligatoria", essendo la sintesi e la qualificazione di tecniche, esperienze e procedure consolidate e dimostrate valide ed attendibili nel tempo, non possono essere ignorate o non accettate da Giudici o CTU, in quanto esse forniscono le indicazioni per:

- la qualificazione della pratica esecutiva;
- i criteri di valutazione e i metodi di controllo;
- la sicurezza sul posto di lavoro;

Le norme vengono individuate con una sigla e un numero. La sigla identifica l'ente o l'organismo che l'ha elaborata.

UNI – Elabora le norme nazionali italiane e nel caso sia l'unica sigla presente significa che la norma è stata elaborata direttamente dalle Commissioni UNI o dagli Enti Federati;

EN – Le norme sono state elaborate dal **CEN (Comité Européen de Normalisation)**. Le norme EN devono essere recepite dai Paesi membri CEN. In Italia la sigla diviene **UNI EN**. Queste norme servono a uniformare la normativa tecnica in tutta Europa, quindi non è consentita l'esistenza a livello nazionale di norme che non siano in armonia con il loro contenuto.

ISO - La sigla identifica le norme elaborate dall'**ISO (International Organization for Standardization)**. Un Paese può decidere di adottarle come proprie norme nazionali, eventualmente modificandole in modo più restrittivo. In Italia la sigla diventa **UNI ISO** o **UNI EN ISO** se la norma è stata adottata anche a livello europeo.

ASTM International - Organismo di normizzazione statunitense, noto semplicemente come **ASTM (American Section of the International Association for Testing Materials)**.

DIN - Istituto tedesco per la standardizzazione (Deutsches Institut für Normung). Diviene **DIN EN ISO** quando adotta e/o riadatta, norme a livello europeo elaborate da ISO.

CEI - Associazione responsabile della normazione in campo elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni in ambito nazionale, con la partecipazione diretta, su mandato dello Stato Italiano, nelle organizzazioni di normazione europea **CENELEC** e mondiale **IEC**.

BS - Fondato nel 1901 in Inghilterra è il primo ente di normazione al mondo. Oggi uno dei principali organismi di certificazione e formazione a livello mondiale (British Standards Institution).

IEC - organizzazione internazionale per la definizione di standard in materia di elettricità, elettronica e tecnologie correlate. (International Electrotechnical Commission).

Cap. 3

Termini e definizioni

Nel trattare gli argomenti, ci s'imbatte in termini e riferimenti che necessitano di una, anche se sommaria, spiegazione affinché si possa essere certi che tutto quanto detto sia poi comprensibile ed inequivocabilmente decifrato. La conoscenza della terminologia tecnica specifica del settore, risulta determinante nella comunicazione con le ditte fornitrici e negli interscambi informativi tra operatori e con gli organismi associativi di categoria. Molto usati sono termini o abbreviazioni relativi a fenomeni chimici o fisici o alla definizione di caratteristiche o proprietà dei prodotti impiegati. Essi si trovano nelle schede tecniche e/o di sicurezza dei prodotti, e pertanto risulta evidente l'importanza della conoscenza chiara del loro significato e a cosa effettivamente si riferiscono. Ai fini del presente documento si applicano i termini e le definizioni seguenti.

Tab. 3.1 - Terminologia

Alto solido

Prodotti che presentano un valore del contenuto in solidi maggiore dell'85%.

base

Uno dei componenti che costituiscono una resina EP o PUR.

Coefficiente di dilatazione termica - λ

Misura della variazione delle dimensioni di un corpo al variare della temperatura. È una caratteristica propria dei materiali. Il valore di λ si riferisce alla dilatazione lineare che è pari a 1/3 di quella cubica α ($\lambda = \alpha/3$).

contenuto in solidi

Percentuale di prodotto non volatile, in altre parole, ciò che effettivamente determina lo spessore finale del film.

d - Densità

Valore numerico che indica il rapporto tra la massa e il volume di un materiale.

$d = m/V$ e viene espressa in $[kg/dm^3]$ o anche $[kg/l]$.

Dielettrico- polarizzazione

Sostanza, non conduttiva, isolante, le cui molecole, vengono polarizzate da un campo elettrico, cioè si orientano mostrando la zona positiva verso il polo negativo del campo elettrico e viceversa. Questo fenomeno viene chiamato **polarizzazione** ed è molto importante nei condensatori.

Durezza

Proprietà dei materiali a resistere alla penetrazione di corpi più duri del materiale.

Elastomero- deformazioni elastiche e plastiche

Prodotto polimerico in grado di subire grosse deformazioni elastiche. Un materiale subisce **deformazioni elastiche** per effetto di sollecitazioni esterne (forze, carichi, variazione di temperatura, ecc.) quando tali deformazioni scompaiono, facendo riacquistare la forma iniziale al materiale, quando le sollecitazioni esterne si annullano. La deformazione elastica è proporzionale alla forza che l'ha generata (campo elastico). Viceversa le **deformazioni plastiche** sono permanenti, cioè restano anche quando la sollecitazione esterna ha smesso di agire lasciando il materiale deformato.

Emulsione

Prodotti dispersi in acqua. Non essendo le resine solubili in acqua, se disperse in essa, formano appunto un'emulsione e non una soluzione. L'emulsione ha sempre un colore bianco e consistenza lattiginosa, come il latte. Il latte è anch'esso un'emulsione.

EP - resine epossidiche

Composti chimici formati da due componenti da miscelare prima dell'uso.

Fase solvente

Prodotti che presentano solventi nella loro costituzione.

Finiture

Prodotti in grado di realizzare uno spessore medio compreso tra $40\ \mu\text{m} \div 100\ \mu\text{m}$. Il μm è la millesima parte del millimetro, cioè $1\ \mu\text{m} = 1/1000\ \text{mm}$.

Fluidi

Il termine "fluidi" raggruppa tutte le sostanze allo stato liquido o aeriforme.

Formulazione

Insieme di più prodotti, di diversa tipologia e natura chimica, miscelati in modo da ottenere un composto con prestazioni e caratteristiche rispondenti a determinate esigenze.

Granulometria

È la dimensione delle particelle che compongono una carica o un inerte; è espressa in [mm], esempio: $0,06 \div 0,25$ vuol dire che quella carica è composta da granuli che hanno diametro minimo $0,06\ \text{mm}$ e massimo $0,25\ \text{mm}$.

Idrorepellenza

Il trattamento è riferito a superfici verticali. L'estensione alle superfici orizzontali, come le pavimentazioni, è una forzatura perché presenta un'intrinseca limitazione dovuta al fatto che sulle superfici orizzontali sono possibili sia battenti idrostatici sia del liquido che possa essere sottoposto a pressioni o permanga per lungo tempo. Una superficie è idrorepellente quando le forze di adesione del supporto risultano più deboli di quelle di coesione del liquido. Esistono sostanze che applicate su superfici porose riducono le forze di adesione (riduzione della bagnabilità) della superficie rendendola idrorepellente, in questo modo un liquido depositato su di essa, non riesce a penetrare e si dispone formando gocce più o meno grandi (idrorepellenza). *Una superficie idrorepellente non è impermeabile.*

Indurente

Uno dei componenti che costituiscono una resina EP o PUR.

Monomero

dal greco "una parte" indica una molecola semplice dotata di gruppi funzionali tali da reagire con altri monomeri identici o complementari (detti copolimeri) in modo da formare una molecola ad alto peso molecolare (polimero).

Osmosi

Fenomeno fisico spontaneo, che avviene molto spesso in natura, sia nel mondo vegetale sia in quello animale. È rappresentato dalla diffusione di un liquido di una soluzione a più bassa concentrazione verso un'identica soluzione ma a più alta concentrazione. Le soluzioni sono separate da una membrana semi-permeabile, cioè permeabile al liquido ma impermeabile al soluto. Questo passaggio determina aumento di pressione detta, appunto, pressione osmotica.

PMMA - Polimetilmetacrilati

Composto chimico formato da polimeri del metacrilato di metile. Presenta caratteristiche di elevata trasparenza e per tale motivo è usato nella fabbricazione di vetri di sicurezza e articoli simili, nei presidi antinfortunistici, nell'oggettistica d'arredamento o architettonica in genere. Nei rivestimenti in resina trova impiego essenzialmente per la possibilità di modifica del tempo di indurimento mediante catalizzatore (perossido) indipendentemente dalla temperatura di applicazione.

Poliaddizione

Reazione di polimerizzazione che avviene esclusivamente attraverso un processo di ripetuta addizione di monomeri, senza produzione di altre sostanze.

Polimerizzazione

reazione chimica nella quale più monomeri si uniscono per formare un polimero.

Polimero

Dal greco "più parti" è una grossa molecola, con alto peso molecolare, costituita da un gran numero di monomeri uguali o diversi (in questo caso si definiscono copolimeri) uniti mediante la ripetizione dello stesso tipo di legame.

Pot life

Tempo utile di impiego di una resina. È il tempo che intercorre tra la miscelazione dei due componenti e l'inizio della fase di indurimento. Si tenga presente che il pot-life è calcolato a $T = 23^{\circ}\text{C}$ e $\text{UR} = 50\%$ e si riferisce ad una quantità di prodotto ben definita.

Il pot-life dipende dalla temperatura e dalla massa (quantità). Aumenta all'aumentare della temperatura e della massa e diminuisce al diminuire della temperatura e della massa. Il pot-life deve essere utilizzato come valore di confronto.

Esso, infatti, indica quanto è la vita utile di una definita quantità di prodotto resinoso, a temperatura e grado di umidità standard (23°C ; $50\% \text{UR}$), ed è espresso in minuti. Tale tempo, non è la vita utile della quantità contenuta nella confezione acquistata, in quanto, anche se le condizioni ambientali fossero quelle standard, il pot-life, si riferisce a quantità molto più ridotte di prodotto. L'aggiunta di cariche, solventi o di tixotropizzanti modifica il pot-life di un prodotto.

Primer

Formulato resinoso, atto a svolgere più funzioni: promotore d'adesione; fondo sigillante; consolidante corticale. Vengono utilizzati formulati in fase solvente, idrodispersi o a $\text{VOC}=0$

Punto di rugiada o dew point

La temperatura di rugiada, t_d [$^{\circ}\text{C}$], è la temperatura alla quale, per un determinato valore di UR, si osserva la comparsa delle prime goccioline d'acqua di condensa, o anche è il valore della temperatura (in $^{\circ}\text{C}$) alla quale l'aria, per raffreddamento (a pressione costante) diventa satura di vapore. La temperatura di rugiada, è espressa in $^{\circ}\text{C}$, ma non influisce sull'effettiva temperatura dell'aria che normalmente è più alta della temperatura di rugiada.

PUR- resine poliuretaniche

Composti chimici formati da uno o due componenti da miscelare prima dell'uso. Si differenziano in aromatici e alifatici e presentano rispetto alle EP elasticità e migliori resistenze chimiche agli UV (alifatici).

Rapporto di impiego

Rappresenta le percentuali esatte in volume o in peso del componente base e del componente indurente da impiegarsi affinché si abbia un corretto indurimento del prodotto. È questo il parametro che bisogna tenere presente quando non si vuole miscelare una confezione intera, ma solo una parte di essa.

Resilienza

Contrario di fragilità. La resilienza è la capacità di una sostanza di resistere alle sollecitazioni d'urto.

Reticolazione

Formazione di una reticolo tridimensionale intermolecolare tra più catene di polimeri.

Soluzioni

Miscele omogenee di due o più specie chimiche. Le soluzioni possono essere liquide, solide, gassose. Il componente prevalente è detto solvente, mentre la parte con minore quantità è definita soluto.

Superficie di posa

Identifica il piano sul quale verrà applicato il rivestimento (calcestruzzo, legno, acciaio, ecc.), ma anche la superficie dei vari strati intermedi, dove applicare lo strato successivo. Nella pratica quotidiana è in uso chiamare tali superfici "supporto", che

invece individua un'altro elemento costituente il pavimento (*vedi supporto*).

Supporto

S'intende per supporto l'insieme degli strati sottostanti alla piastra portante di un pavimento e non come uso comune la superficie di posa (vedi par. 5.1). Nel pavimento contro terra il supporto può comprendere: massicciata, rilevato, strato di bonifica, suolo.

Tempo di ricopertura

Intervallo di tempo minimo e massimo entro il quale effettuare l'applicazione dello strato successivo. Tale intervallo di tempo viene riferito alla temperatura di 23 °C e UR = 50%. È necessario stare attenti alle condizioni ambientali al momento dell'applicazione, in quanto tale intervallo potrebbe aumentare o ridursi anche drasticamente.

Termoindurenti

Prodotti in grado di formare legami forti con altre sostanze che non possono rompersi per effetto del riscaldamento, che determina inizialmente un parziale rammollimento e poi la definitiva carbonizzazione del prodotto.

Termoplastici

Prodotti in grado di subire deformazioni plastiche reversibili per effetto del riscaldamento.

Viscosità

È una caratteristica fisica dei fluidi, molto importante per i liquidi. Essa definisce l'attrito interno, ossia l'attitudine di uno strato di liquido a trascinare seco gli strati di liquido immediatamente adiacenti. La viscosità è una grandezza che dipende dalla temperatura. Essa aumenta con l'abbassarsi della temperatura e diminuisce con l'aumentare della temperatura. La **fluidità** è l'inverso della viscosità e quindi definisce la capacità di un fluido di fluire, cioè scorrere, colare.

VOC

Composti Organici Volatili (dall'inglese: Volatile Organic Compound). La maggior parte dei solventi usati nei prodotti per rivestimenti resinosi è definita VOC. L'acronimo può trovarsi anche nella forma italiana **COV**.

Cap. 4

Sistema di misura e simboli utilizzati

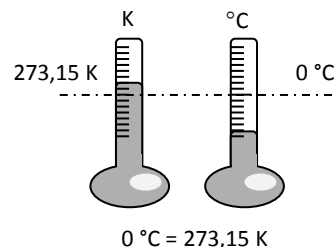
Il sistema adottato, quasi universalmente, è il Sistema Internazionale (SI).

Il SI prevede l'uso di prefissi per indicare multipli e sottomultipli delle varie unità. Le tabelle indicano le unità base del SI.

unità di misura	Simbolo	grandezza
Metro	m	lunghezza
Kilogrammo	kg	massa
Secondo	s	tempo
Ampere	A	corrente elettrica
Kelvin	K	temperatura
Mole	mol	quantità di sostanza

Simboli e grandezze utilizzati nel presente documento, fanno, generalmente, riferimento al SI. Alcune grandezze e relativi simboli vengono riportati facendo riferimento al sistema MKSA, in quanto ancora in uso nella pratica quotidiana. Qui di seguito alcuni fattori di conversione tra i due sistemi.

Sistema MKSA	Sistema Internazionale
t (°C)	T (K) - 273,15
1 Kg _f	10 N
1 atm	10 ⁴ Pa
10 Kg _f / cm ² = 10 atm	1 N / mm ² = 1MPa



Simboli

- t** temperatura [°C] espressa in gradi centigradi
- T** temperatura [K] espressa in Kelvin
- U.R.** grado d'umidità dell'aria [%]
- p** pressione [N/mm²] o [MPa]
- d** densità [kg/dm³] o [kg/l]
- s** spessore rivestimento [mm] o [μm] micrometri (nella pratica quotidiana semplicemente micron) (*)
- R_s** resistività superficiale $R_s = \frac{W}{L} = \frac{\rho}{s}$ dove W è la larghezza e L la lunghezza, s lo spessore, ρ è la resistività [Ω]
- v** viscosità [cps] (centipoise)
- λ** coefficiente di dilatazione termica lineare [K⁻¹]

(*) 1 μm = 1/1000 mm

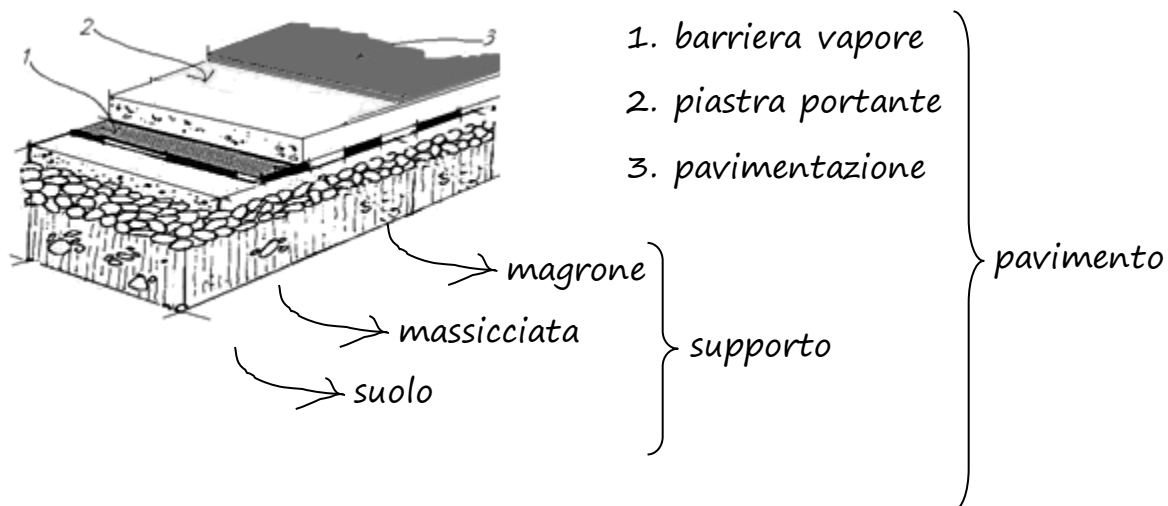
Cap. 5

CLASSIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI SISTEMI RESINOSI

5.1 Premessa

Il pavimento è l'insieme costituito dal supporto, dalla piastra portante, dalla pavimentazione. La piastra portante in calcestruzzo armato, ha il compito di sopportare i carichi statici e dinamici, la pavimentazione è lo strato a vista del pavimento e può essere costituita da un "sistema resinoso".

Gli elementi che costituiscono un pavimento contro terra, (non sempre sono presenti tutti), sono raffigurati in figura. I sistemi resinosi rappresentano una tipologia esecutiva, la pavimentazione, cioè lo strato protettivo e di usura del pavimento, insieme ad altre come piastrelle in ceramica, gres, gomma, PVC, o anche asfalto, parquet, moquette, ecc.



Il termine "sistema resinoso" identifica il composito monolitico, ottenuto con la sovrapposizione di due o più strati di formulati resinosi applicati l'uno su l'altro in sequenza logica, e tali da formare un insieme compatto.

I sistemi resinosi, anche detti rivestimenti resinosi, sono, quindi, compositi formati da due o più strati di formulati resinosi, generalmente liquidi, sovrapposti e fortemente attaccati fra loro, divenuti composti solidi attraverso una reazione chimica fra due componenti o con l'umidità presente nell'aria (igroindurenti).

I due componenti, che costituiscono un formulato resinoso, identificati con i nomi "base" ed "indurente", devono essere intimamente miscelati prima dell'uso in rapporti ben definiti, in maniera che la reazione avvenga in modo completo, omogenea ed uniforme e coinvolga tutta la massa.

Nella scelta della stratificazione del sistema resinoso è importante la valutazione della compatibilità dei formulati che verranno a contatto tra loro.

Un sistema resinoso può presentare caratteristiche fisiche e chimiche diverse in relazione a come esso viene realizzato e ai componenti che lo costituiscono. Può essere più o meno resistente agli agenti aggressivi, può essere più o meno elastico, avere caratteristiche meccaniche di resistenza agli urti e all'usura più o meno marcate.

La norma UNI 8297 classifica i sistemi resinosi in relazione allo spessore finale crescente, cioè allo spessore del sistema, a indurimento avvenuto di tutti i vari strati che lo compongono:

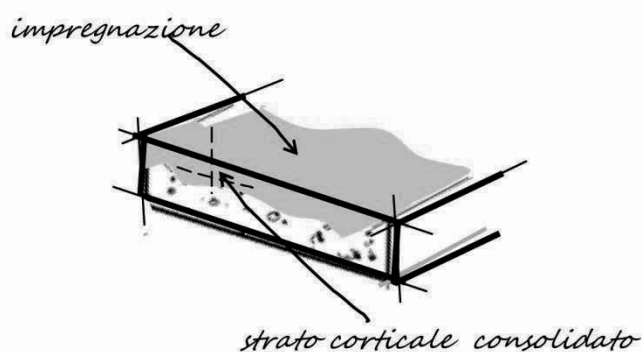
- a) **sistemi incorporati**, quelli che non formano strato superficiale, e che quindi vengono assorbiti dal supporto;
- b) **sistemi riportati**, quelli in grado di formare uno strato superficiale più o meno spesso e variabile tra 0.150 mm ÷ 10 mm.

La terminologia utilizzata, per distinguere i vari sistemi, fa riferimento per alcuni rivestimenti allo spessore per altri alla tecnica applicativa, per altri ancora alle caratteristiche di fluidità del prodotto.

5.2 Sistemi Incorporati

5.2.1 Impregnazione idrofobica e impregnazione – consolidazione

Sono essenzialmente dei trattamenti tesi a migliorare le caratteristiche della superficie di posa, come indicato nella norma UNI 8297. S'impiegano prodotti ad alto potere penetrante in fase solvente o meno, in relazione al grado di penetrazione e saturazione delle porosità superficiali del piano di posa ed alla compatibilità con l'eventuale strato successivo.



Con l'impregnazione idrofobica i pori e le capillarità sono rivestiti internamente, ma non risultano completamente riempiti. Non vi è alcuna pellicola sulla superficie e l'aspetto estetico, in modo particolare quando si usano formulati epossidici, evidenzia un imbrunimento superficiale, "effetto bagnato". Quando il trattamento viene eseguito con più strati e/o più in profondità, si determina il parziale o totale riempimento delle porosità superficiali. In questo caso non è corretto dire che non si ha pellicola superficiale. Una pellicola, se pur sottilissima, difficilmente valutabile, discontinua e non uniforme, si crea sulla superficie ed è tale da rendere la stessa cromaticamente non omogenea con macchie più o meno scure e più o meno lucide, in relazione al grado di assorbimento della resina.



L'impregnazione ha la funzione di promuovere l'adesione, migliorare le caratteristiche meccaniche superficiali consolidando la parte corticale della superficie di posa e renderla idrorepellente.

È un "trattamento superficiale" realizzato mediante l'applicazione di un unico prodotto, il più delle volte su superfici cementizie, generalmente trasparente, avente la funzione di impregnare e/o consolidare lo strato superficiale.

L'uso di un prodotto "impregnante su una superficie cementizia o comunque porosa, si rende necessario per preparare la superficie di posa, migliorare le sue caratteristiche meccaniche corticali della superficie di posa, in modo idoneo a ricevere altri strati resinosi.

<i>Trattamento di primerizzazione</i>	Rende la superficie pronta a ricevere altri strati resinosi.
<i>Trattamento antipolvere</i>	La superficie presenta una ridotta attitudine a sfarinarsi per attrito.
<i>Trattamento d'idrorepellenza [1]</i>	La superficie non assorbe liquidi come acqua o oli.
<i>Trattamento di consolidamento</i>	Lo strato corticale è più coeso. Spessore consolidati 2 mm ÷ 4 mm, in relazione alla porosità della superficie.

La scheda riassume le caratteristiche di un trattamento impregnante.

IMPREGNAZIONE	
Caratteristica	Descrizione
Riferimento normativo	UNI 10966:2007 punto 4.3.1
Spessore	Penetra nei pori superficiali, non forma pellicola o in caso di più strati fino applicati in successione fino a completa saturazione della superficie, sottilissima pellicola, difficilmente valutabile.
Proprietà conferite alla superficie	Idrorepellenza (*), facilità di pulizia anche con detergenti, consolidamento corticale, primerizzazione per l'applicazione di ulteriori strati, contenimento dello sfarinamento (antipolvere).
Aspetto estetico	Normalmente opaco, possono evidenziarsi chiazze più o meno lucide per il diverso assorbimento, riproducono le imperfezioni superficiali anche le eventuali diverse tonalità di colore, che si accentuano per " l'effetto bagnato".
Campi di impiego	Trattamento antipolvere, consolidamento supporti poco compatti, primerizzazione, locali con destinazione d'uso con traffico leggero.
Natura prodotti	Prodotti molto fluidi: epossidiche in fase solvente o emulsione acquosa; poliuretatiche igroindurenti in fase solvente.
Applicazione	A spruzzo o rullo. L'applicazione a rullo è consigliata per favorire la penetrazione del prodotto.
Pulizia	Lavaggio con detergenti alcalini (*).

(*) I lavaggi riducono e annullano l'idrorepellenza conferita con l'applicazione del prodotto.

¹ Un formulato resinoso induce idrorepellenza a una superficie in calcestruzzo, in quanto, penetrando nelle porosità superficiali, riduce le forze di adesione verso il liquido, facendo in modo che le stesse risultino inferiori alle forze di coesione delle molecole dell'acqua o comunque del liquido presente in superficie.

Si riduce così la bagnabilità. In questo modo il liquido non riesce a penetrare nelle porosità, si adagia sulla superficie formando gocce più o meno grandi (idrorepellenza). Una superficie idrorepellente non è impermeabile e non è in grado di resistere alla aggressione di sostanze chimicamente corrosive.

5.3 Sistemi riportati

La classificazione, dei sistemi resinosi riportati, in relazione allo spessore finale del rivestimento, parte dall'idea base che lo spessore è in qualche modo indicativo della *durata* dello stesso. La durata di un rivestimento resinoso è influenzata dallo spessore, dalla natura e la consistenza della superficie di posa, dalle condizioni ambientali durante l'utilizzazione, dalla tipologia e intensità del traffico su di esso agente, dalla presenza o meno di agenti aggressivi, dalle possibili cause di degrado degli strati sottostanti.

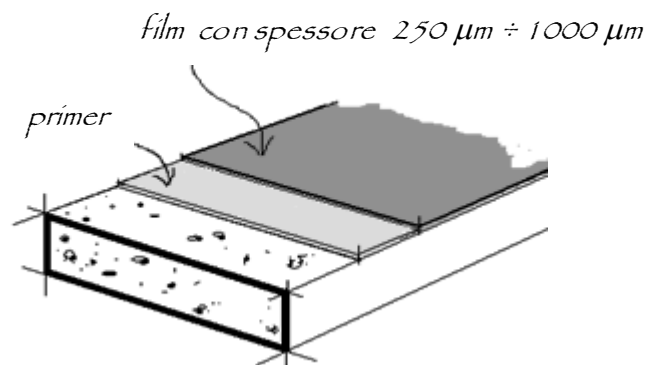
Si recepisce, in questo documento, il concetto di "*durabilità*" introdotto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 14.01.2008, applicandolo alle pavimentazioni e quindi di riflesso, ai sistemi resinosi, per quanto attiene il deterioramento per aggressione ambientale, per uso, per la presenza di sostanze aggressive, ecc. Il Progettista, di concerto con il committente, nella scelta del sistema resinoso, deve valutare ed indicare la *vita utile di servizio*. (vedi Cap. 9)

La "*classificazione dei sistemi resinosi riportati*" terrà conto del parametro "spessore" e i vari sistemi saranno distinti elencandoli in base allo spessore finale del rivestimento in modo crescente.

- pellicolari;
- multistrato;
- autolivellante;
- malta resinosa.

5.3.1 Sistemi pellicolari

Sistemi resinosi, normalmente colorati, in grado di formare pellicola superficiale, con spessori compresi tra 250 μm e 1 mm.



- pellicolari a film sottile $s = 250 \mu\text{m} \div 400 \mu\text{m}$
- pellicolari a film spesso $s = 350 \mu\text{m} \div 1000 \mu\text{m}$

Richiedono generalmente l'applicazione di un primer. Lo spessore finale, può essere ottenuto con un solo strato applicando prodotti privi di solvente, con due o più strati nel caso d'impiego di formulati in fase solvente o in emulsione acquosa. In questi casi lo spessore per ogni singolo strato deve essere limitato per favorire l'evaporazione delle sostanze volatili, evitando che restino inglobate nello strato resinoso.

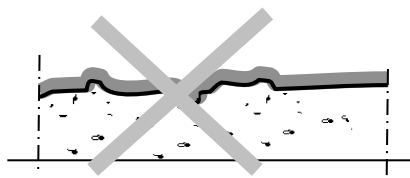
5.3.1.1 Sistemi pellicolari a film sottile ($s = 250 \mu\text{m} \div 400 \mu\text{m}$)

Sono sistemi non perfettamente impermeabili, in quanto il loro ridotto spessore può presentare soluzioni di discontinuità in corrispondenza delle asperità o di piccoli residui di impurità non asportabili e presenti sulla superficie di posa. Con l'uso, la pellicola superficiale che si è creata sulle asperità, si usura e il rivestimento si "fora" [*].

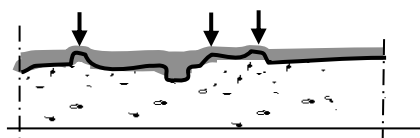
PELLICOLARE A FILM SOTTILE	
Caratteristica	Descrizione
Riferimento normativo	UNI 10966:2007 punto 4.3.2
spessore	film secco fino a $300 \mu\text{m}$
Proprietà conferite alla superficie	Scarsa o nulla impermeabilizzazione. Facilità di pulizia con buona resistenza ai frequenti lavaggi e ai detersivi, buona uniformità cromatica e contenimento dello sfarinamento (proprietà antipolvere). Discrete proprietà di resistenza meccanica. Scarsa resistenza chimica per la non perfetta impermeabilità del sistema.
Aspetto estetico	Colorato, lucido, opaco, liscio, satinato, ruvido riproduce le imperfezioni superficiali.
Campi di impiego	Trattamento antipolvere, colorato in locali con presenza di normale traffico gommato e moderato traffico con muletti. Generalmente su supporti cementizi nuovi lisci (elicotterati).
Natura prodotti	Epossidiche o poliuretatiche fluide in fase solvente o in emulsione acquosa. Poliuretatiche mono o bi componenti in fase solvente.
Applicazione	A rullo, o spruzzo con gli idonei presidi di protezione personale e verso terzi.
Pulizia	Lavaggio con detersivi alcalini.

[*]

L'impermeabilizzazione totale non può essere garantita per la presenza di "punti di discontinuità" nel rivestimento.



il rivestimento a film sottile non è in grado di compensare le asperità, non si dispone, quindi con spessore uniforme sulla superficie, come un telo.



il rivestimento a film sottile si distribuisce sulla superficie, formando in corrispondenza delle punte, uno spessore minimo o nullo, in relazione all'altezza dell'asperità e alla quantità di materiale.

5.3.1.2 Sistemi pellicolari a film spesso ($s= 350 \mu\text{m} \div 1000 \mu\text{m}$)

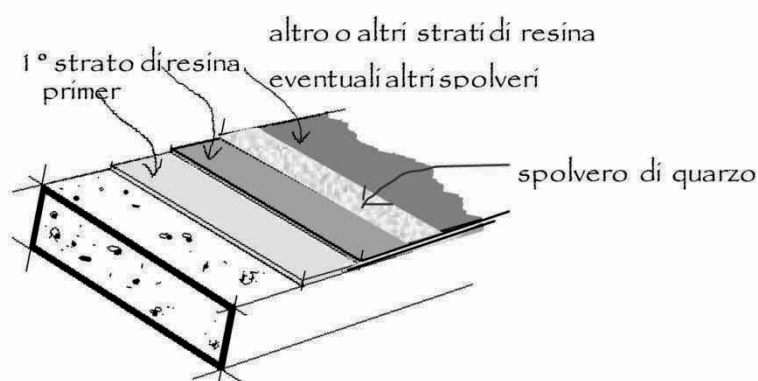
Sistemi pellicolari realizzati con prodotti resinosi colorati, applicati a rullo o con spatola a lama diritta o racla, in due o più strati. Alcune di queste fasi possono essere ottenute, anche, con uno stesso formulato resinoso.

Gli spessori variano da un minimo di circa $350 \mu\text{m}$ a un massimo di 1 mm . Spesso per l'ottenimento di tali sistemi vengono impiegati prodotti autolivellanti o comunque ad alto contenuto di solidi, non inferiore a $85\% -90\%$. Si utilizzano sia prodotti epossidici sia prodotti poliuretanici o anche epossi-poliuretanici. La loro scelta è legata, oltre che da specifiche richieste prestazionali, anche da considerazioni in merito all'elasticità e movimenti strutturali del supporto, quando cioè siano necessarie caratteristiche elastomeriche più o meno marcate, del rivestimento finale. Per l'ottimizzazione dei costi applicativi, è opportuno privilegiare la tecnica applicativa in unica stesura mediante spatola a lama diritta, racla o spatole dentate con denti triangolari piccoli ($2 \div 2,5 \text{ mm}$) di formulati autolivellanti.

PELLICOLARE A FILM SPESSO	
Caratteristica	Descrizione
Riferimento normativo	UNI 10966:2007 punto 4.3.3
Spessore	Film secco compreso tra $300 \mu\text{m} - 1000 \mu\text{m}$
Proprietà conferite alla superficie	Impermeabilizzazione. Facilità di pulizia con buona resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, buona uniformità cromatica e contenimento dello sfarinamento (proprietà antipolvere). Buone proprietà di resistenza meccanica. Buona resistenza chimica a sostanze non particolarmente aggressive.
Aspetto estetico	Colorato, lucido, opaco, liscio, satinato, ruvido.
Campi di impiego	Locali con presenza di normale traffico gommato e moderato traffico con muletti. Generalmente su supporti cementizi nuovi lisci (elicotterati).
Natura prodotti	Epossidiche o poliuretaniche fluide senza solventi o alto solide.
Applicazione	A rullo, o spatola a lama diritta o dentata, racla, con successiva distensione del prodotto ancora fresco, con rullo.
Pulizia	Lavaggio con detergenti alcalini.

5.3.2 Sistemi multistrato

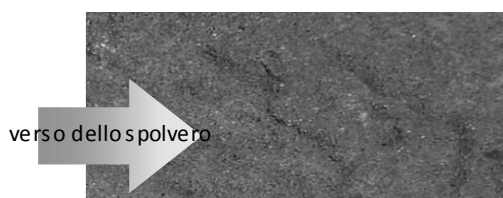
La terminologia “multistrato” deriva dalla tecnica realizzativa del sistema, infatti, tali rivestimenti sono ottenuti mediante l'applicazione di uno o più prodotti, in vari strati, intervallati da spolveri di quarzo a saturazione; il susseguirsi dei vari strati attribuisce il nome multistrato al sistema. Lo spessore finale varia in relazione al tipo di prodotto impiegato ed al numero di strati eseguiti.



L'uso di prodotti vernicianti, con applicazione a rullo, consente l'ottenimento di rivestimenti con spessori limitati, ma in ogni caso, non dovranno essere inferiori a 1,5 mm. Per ottenere spessori più alti, 2,5 mm ÷ 3,5 mm, è opportuno l'utilizzo di prodotti autolivellanti e applicazione a spatola. La granulometria del quarzo impiegato (le più comunemente utilizzate 0,06 ÷ 0,25; 0,1 ÷ 0,5; 0,3 ÷ 0,9 e in solo in casi particolari 0,7 ÷ 1,2), consente di ottimizzare l'applicazione permettendo l'ottenimento di spessori più alti con meno strati, e inoltre, definire la rugosità superficiale e quindi, le caratteristiche antiscivolo del rivestimento.

MULTISTRATO	
Caratteristica	Descrizione
Riferimento normativo	UNI 10966:2007 punto 4.3.5
Spessore	Film secco 0,8 mm ÷ 2,5 mm
Proprietà conferite alla superficie	Impermeabilizzazione, facilità di pulizia con ottima resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, uniformità cromatica, ottime caratteristiche meccaniche e di resistenza all'usura e chimica.
Aspetto estetico	Colorato, lucido, opaco, satinato, liscio, ruvido.
Campi d'impiego	Locali con presenza di traffico particolarmente intenso di veicoli gommati e muletti.
Natura prodotti	Epossidica, poliuretanic
Applicazione	Spatola a lama dritta o racla, con interposti spolveri a saturazione di quarzo (*).
Pulizia	Lavaggio con detergenti alcalini.

* Lo spolvero di inerti quarziferi va fatto indirizzando il getto verso l'alto; evitando di indirizzare il quarzo sulla superficie della resina ancora fresca facendolo scorrere sulla stessa come un soffio di vento. Così facendo, ad indurimento avvenuto, la superficie resinosa si presenterà, nella zona di impatto, ondulata, con creste dure create in conseguenza dello spostamento della resina sotto l'azione cinetica dello spolvero.

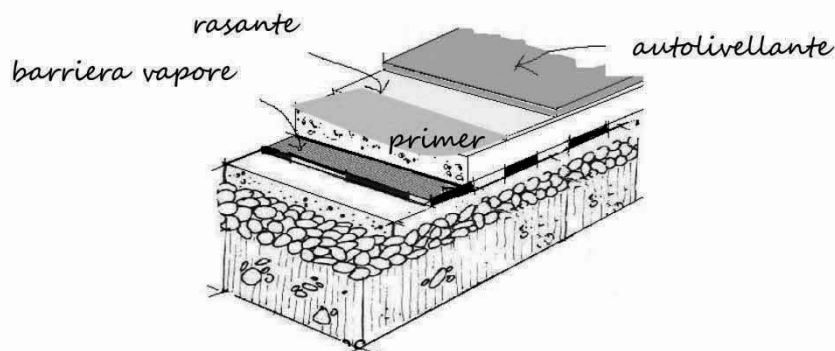


effetto "onda" per errato spolvero



spolvero corretto

5.3.3 Sistemi autolivellanti

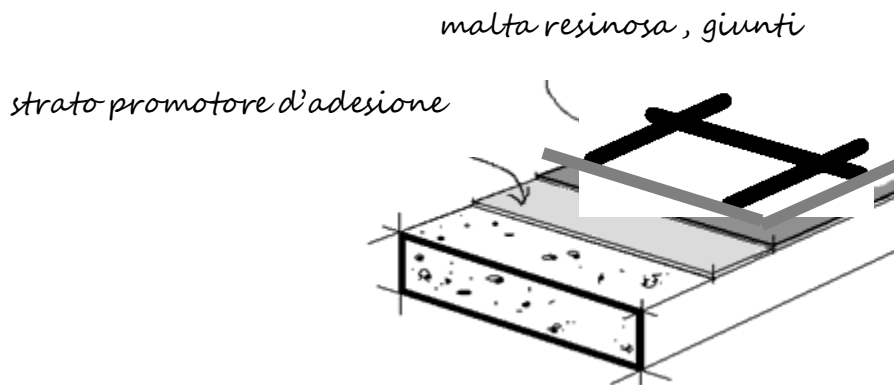


Sistemi colorati che presentano una superficie molto omogenea e continua. Gli spessori variano da 2,0 mm a circa 4,0 mm. Tali spessori si realizzano con un'unica stesura del prodotto resinoso fluido in grado di livellarsi durante la fase d'indurimento. Il nome del sistema fa riferimento alla caratteristica del prodotto di auto livellarsi. La superficie può essere resa più resistente al graffio con uno spolvero di corindone sulla superficie ancora fresca, con grado di saturazione variabile anche in relazione all'estetica finale (*). La superficie di posa deve essere planare. A volte per ottenere ciò, è necessario eseguire uno o più strati di rasature preliminari, eventualmente, intervallati da spolveri di quarzo, che consentiranno di evitare, quando le superfici sono particolarmente porose, anche antiestetici crateri (vedi soffiature).

AUTOLIVELLANTE	
Caratteristica	Descrizione
Riferimento normativo	UNI 10966: 2007 punto 4.3.4
Spessore	Film secco 2,0 mm ÷ 4,0 mm
Proprietà conferite alla superficie	Impermeabilizzazione, facilità di pulizia con ottima resistenza ai frequenti lavaggi e ai detersivi, uniformità cromatica, ottime caratteristiche estetiche, meccaniche e di resistenza all'usura e chimica.
Aspetto estetico	colorato, lucido, opaco, liscio con pregio estetico
Campi di impiego	Locali con traffico gommato anche intenso, industria alimentare, tessile, chimica, show-room, negozi, locali commerciali.
Applicazione	con spatola dentata e rullo frangibolle
Natura prodotti	Epossidici, poliuretaniche

(*)Lo spolvero di corindone sui sistemi autolivellanti è una tecnica operativa che richiede personale esperto ed addestrato su tale tecnica, altrimenti i risultati sono pessimi.

5.3.4 Sistemi a malta resinosa



Sistemi con un'elevata resistenza ai carichi e all'usura. Gli spessori realizzati variano da 5 mm a 10 mm. Si applicano con staggia e vengono compattati e lisciati manualmente o meccanicamente con macchinario a pale rotanti (elicotteratrice). La malta per realizzare tali sistemi è ottenuta impastando inerti quarziferi in curva granulometrica idonea, con resina liquida, in rapporti tali che gli impasti ottenuti siano stendibili mediante staggia e regoli. Il rapporto resina/inerte deve essere tale da permettere "il rotolamento" dei granelli di inerti durante la posa, e questo si ottiene quando il liquido è strettamente necessario a ricoprire la superficie degli inerti (fig. b).

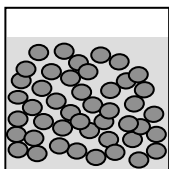


fig. a
poca carica,
molta resina

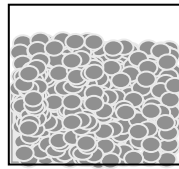


fig. b
rapporto **resina/carica** giusto,
miscela non compattata

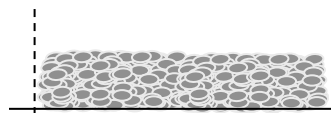


fig. c
rapporto **resina/carica** giusto,
miscela compattata

MALTA RESINOSA	
Caratteristica	Descrizione
Riferimento normativo	UNI 10966:2007 punto 4.3.6
Spessore	Film secco 5 ÷ 10 mm.
Proprietà conferite alla superficie	Impermeabilizzazione, facilità di pulizia con ottima resistenza agli urti, ai frequenti lavaggi e ai detergenti, uniformità cromatica, resistenza all'usura, meccanica e chimica.
Aspetto estetico	Colorato, lucido, opaco, liscio.
Campi di impiego	Locali con traffico intenso, industria alimentare, tessile, chimica, meccanica, metallurgica.
Applicazione	Mediante regoli e staggia, compattata e lisciata con lisciatrice meccanica (elicotteratrice).
Natura prodotti	Epossidico trasparente, Poliuretano trasparente

5.4 Sistemi resinosi con caratteristiche prestazionali particolari

L'impiego di idonei indurenti o cariche, ma anche l'uso di prodotti caratterizzati da colori brillanti e/o in grado di fornire particolari effetti estetici, permettono di realizzare rivestimenti resinosi con caratteristiche prestazionali molto specifiche e peculiari in grado di:

- soddisfare richieste di resistenze chimiche molto spinte;
- dissipare o evitare accumuli di cariche elettrostatiche;
- non propagare fiamma ed avere una bassa emissione di fumi tossici e nocivi;
- fornire pregevoli effetti estetici.

5.4.1 Sistemi resinosi antistatici o conduttivi

Come tutte le sostanze isolanti anche i composti resinosi, epossidici o poliuretanic, per effetto del transito, dell'uso, del calpestio, si caricano elettrostaticamente.

Per particolari applicazioni o per specifiche destinazioni d'uso dei locali: sale operatorie, industrie produttrici di componentistica elettronica, luoghi di lavoro, dove sia richiesta una particolare attenzione nella rimozione delle polveri o vi sia il rischio di presenza di atmosfere o sostanze infiammabili o esplosive, può risultare importante, ed essere prerogativa essenziale, che il sistema resinoso presenti caratteristiche di conducibilità elettrica, anche se ridotte, tali da evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche e consentire la loro dissipazione verso la rete equipotenziale (messa a terra).

Con la direttiva 1999/92/CE, il Parlamento Europeo ha emanato le prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti a rischio di atmosfere esplosive (**Direttiva Atex**).

Tale direttiva fa riferimento, anche, alla possibilità di scariche per accumulo di cariche elettrostatiche, nelle normali condizioni di attività industriale.

La direttiva identifica le attività industriali nelle quali tipicamente sono in lavorazione sostanze che potrebbero formare miscele, con l'aria, esplosive, e dispone affinché ogni azienda identifichi tali aree.

La direttiva stabilisce il limite di $10^8 \Omega$, quale resistività elettrica massima della pavimentazione all'interno di tali aree.

Le aree o i locali con presenza di dispositivi sensibili alle cariche elettrostatiche, vengono individuati ed indicati con cartelli come quello di seguito riportato:



Altra normativa a cui dover o poter fare riferimento è:

IEC 61340-4-1 – Funzionalità elettrostatica dei rivestimenti da pavimento e dei pavimenti installati.

L'accumulo delle cariche elettrostatiche dipende in modo rilevante dall'umidità dell'aria. Con aria secca ($UR \leq 40\%$) il fenomeno è molto marcato, mentre a mano a mano che

l'umidità relativa aumenta il fenomeno va sempre più diminuendo fino a non verificarsi più per UR > 75%. In relazione alla resistività superficiale i materiali vengono suddivisi in:

- **materiali shielding** (schermanti): resistività superficiale $0 \Omega \div 10^3 \Omega$. Materiali o sistemi che operano secondo il principio della gabbia di Faraday.
- **materiali conduttivi**: resistività superficiale $\leq 10^6 \Omega$. Materiali o sistemi con un moderato grado di conducibilità elettrica, ma in grado di dissipare le cariche elettrostatiche, molto velocemente.
- **materiali dissipativi o antistatici**: resistività superficiale compresa tra $10^6 \Omega \div 10^{12} \Omega$. Materiali o sistemi che consentono la dissipazione delle cariche in tempi più lunghi rispetto ai conduttivi, ma comunque entro limiti accettabili.
- **materiali isolanti**: resistività superficiale $\geq 10^{12} \Omega$. Materiali o sistemi che non consentono il passaggio della corrente elettrica e la dissipazione delle cariche elettrostatiche.

SISTEMA RESINOSO ANTISTATICO O CONDUTTIVO	
Caratteristica	Descrizione
Riferimento normativo	UNI 10966:2007 punto 4.3.7
Spessore	Film secco 2 ÷ 3 mm.
Tipo di sistema	Multistrato, autolivellante
Proprietà conferite alla superficie	Antistaticità, conduttività impermeabilizzazione, facilità di pulizia, resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, ottima depolverizzazione.
Aspetto estetico	Colorato, liscio o ruvido
Campi di impiego	Sale operatorie, industrie chimiche, elettroniche, aree definite dalla Direttiva Atex, locali dove è richiesta un'accurata asportazione delle polveri depositate sulla superficie.
Natura prodotti	Epossidico, poliuretano

5.4.2 Sistemi resinosi con alta resistenza chimica

Un rivestimento resinoso generalmente presenta una buona resistenza chimica, anzi, la resistenza chimica è certamente la caratteristica che fa preferire questi rivestimenti. Essa può essere, con la scelta di opportuni indurenti, essere migliorata e diversificata in relazione alla destinazione d'uso dei locali in cui è posizionato il pavimento. Un rivestimento resinoso può contribuire a rafforzare o migliorare le caratteristiche di resistenza chimica che la superficie di posa già in parte possiede oppure dovrà direttamente e totalmente assolvere la funzione protettiva.

Affinché un sistema resinoso possa svolgere l'azione protettiva richiesta, sia essa collaborativa-migliorativa, sia essa protettiva diretta, sono determinanti alcuni parametri:

- il rivestimento deve essere impermeabile. Un sistema non impermeabile non può svolgere alcuna azione protettiva. Ciò si potrà ottenere solo se lo spessore finale del rivestimento è maggiore di 0,800 mm.

L'aggressione chimica da parte di una sostanza, può avvenire in modi diversi ed indurre più o meno gravi deterioramenti. Rientrano nella normalità, nel caso di sostanze particolarmente aggressive, che il rivestimento subisca scolorimento o viraggi di colore, senza ovviamente che si infici la resistenza chimica del rivestimento. È importante tener presente che anche sostanze che normalmente vengono utilizzate nell'uso quotidiano (candeggina, anticalcare, ecc.) o anche alimentari (Coca-Cola, succhi di frutta, ecc.) inducono corrosione o alterazioni cromatiche del rivestimento.

Non basta la corretta scelta del formulato resinoso a garantire l'adeguata resistenza chimica del rivestimento. È necessario rispettare, anche, altri parametri come:

- omogeneità della miscela base e indurente. Una superficie resinosa ottenuta con un formulato non correttamente miscelato (base, indurente) presenterà zone non perfettamente indurite. Tale rivestimento è facilmente aggredibile;
- le sostanze aggressive devono venire in contatto con lo strato resinoso quando lo stesso sarà completamente indurito. Un anticipato contatto con la superficie resinosa non ancora perfettamente indurita determina danneggiamento.
- condizioni d'uso del rivestimento che potrebbero intaccare o degradare la superficie del rivestimento rendendola più aggredibile.

SISTEMA RESINOSO CON ALTA RESISTENZA CHIMICA	
Caratteristica	Descrizione
Spessore	Film secco ≥ 0,800 mm
Tipo di sistema	Multistrato, autolivellante
Proprietà conferite alla superficie	Alta resistenza a sostanze chimiche aggressive, ai raggi UV, impermeabilità.
Aspetto estetico	Colorato, preferibilmente liscio
Campi di impiego	Locali dove possono verificarsi versamenti di sostanze chimiche corrosive o irradiazioni con raggi UV.
Natura prodotti	Epossidico, poliuretano

5.4.3 Sistemi resinosi decorativi

L'uso del termine "**decorativo**" nasce per identificare la destinazione d'uso dei locali nei quali sarà applicato il rivestimento resinoso: applicazioni in ambito civile e non locali produttivi industriali. Inoltre, il rivestimento oltre che per le sue qualità di durabilità, di manutenzione, di pulizia, si caratterizza per la sua valenza "estetica" in grado di valorizzare un ambiente, abbellendolo, ornandolo.

La valutazione del design è molto soggettiva e dettata da scelte e gusti personali, fatti in correlazione ai locali e agli spazi da pavimentare. Ciò può far assumere a un rivestimento monocromatico, del tutto simile a quello realizzato in un locale industriale, un alto pregio decorativo. Diviene importante la corretta definizione, nella fase preliminare alla vendita, dell'aspetto finale, che dovrà essere formalizzata per iscritto e mediante un mock-up accettato dal Committente. La tipologia applicativa varia col variare della natura del formulato resinoso impiegato e, ovviamente, con la finalità artistica e decorativa della pavimentazione. Per tali scopi vengono impiegate resine acriliche, epossidiche e poliuretano. Una distinzione tra i vari stili ed effetti decorativi può essere fatta sulla base della tecnica esecutiva e/o in relazione all'effetto estetico finale.

Nella valutazione estetica del rivestimento non può essere mai trascurato l'aspetto artigianale della realizzazione che può produrre "imperfezioni" dovute alla esecuzione

manuale e anche alle condizioni del luogo di lavoro, che per quanto possano essere presi accorgimenti protettivi, non si esclude che, anche se molto limitati, inquinanti possano essere presenti sul rivestimento a fine lavoro.

SISTEMA RESINOSO DECORATIVO		
Caratteristica	Descrizione	
Spessore	Film secco 2 ÷ 10 mm.	
Tipo di sistema	Multistrato, autolivellante, malta resinosa lucidata con dischi abrasivi con granulometria variabile.	
Denominazione rivestimento	"Nuvolato", "Spatolato", "Terrazzo veneziano", "Policromia", "Autolivellante trasparente con inserti"	
Aspetto estetico	nuvolato	Sono visibili effetti simili a "nuvole" ottenuti con variazioni di toni dello stesso colore o con diversi colori sfruttando la tecnica della trasparenza. La superficie si presenta liscia, senza alcun effetto di rigature.
	spatolato	La superficie presenta evidenti segni di "spatolate" più o meno ampie e direzioni non definite, monocromatiche (toni su toni) o con più colori. Inoltre sono presenti, anche, i rilievi delle spatolate e graffi, in modo più o meno evidenti.
	terrazzo	Riprendono l'antica tecnica del terrazzo veneziano realizzato in cemento, sostituendo il legante cementizio con un legante organico: epossidico, metacrilato.
	policromia	Accoppiamento omogeneo di più colori utilizzando formulati autolivellanti stesi a spatola a rasare o colati. I formulati poliuretanicici alifatici sono i più usati.
	con inserti	Rivestimenti ottenuti con l'impiego di chip, quarzi colorati ceramizzati, inserti vari (bulloni, cicchi di riso, pietre naturali, teli, fotografie, giornali, ecc.). Gli inserti vengono "congelati" in un letto di resina generalmente epossidica, trasparente, poco ingiallente.
Campi di impiego	Locali commerciali, edilizia civile	
Natura prodotti	Epossidico, poliuretanicico, metacrilati, acriliche	

Cap. 6

I MATERIALI REATTIVI IMPIEGATI

6.1 I leganti organici

I leganti organici si distinguono in: *termoplastici* e *termoindurenti*.

La differenza tra le due tipologie di prodotti è insita nella struttura molecolare che modifica il loro comportamento al calore. I termoplastici, ad indurimento avvenuto non cambiano sostanzialmente la loro struttura chimica, e quindi, risultano essere reversibili per effetto del calore.

I *termoplastici*, in altre parole, se sottoposti a riscaldamento, ritornano allo stato plastico; sono, pertanto, detti termo-deformabili.

Possono essere:

- *organici naturali*: bitumi, o bitumi con miscela di altre sostanze (asfalti naturali);
- *organici sintetici*: vinilici, acrilici, metacrilati, ecc.

I *termoindurenti*, invece, con l'indurimento creano legami con altre molecole determinando una sostanziale modifica della loro struttura chimica. I legami formati con tali molecole, non possono essere rotti per effetto del calore.

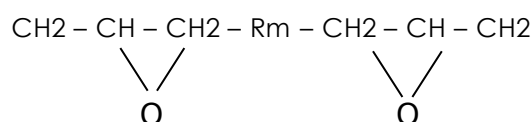
I termoindurenti, quindi, se sottoposti a riscaldamento, dopo indurimento, si decompongono e carbonizzano, non sono termo-deformabili; tali prodotti sono solo *organici sintetici*:

- *poliesteri, poliuretani, epossidici, fenolici, melaminici, ureici, poliesteri, ecc.*
- *In edilizia trovano impiego sia i leganti organici termoplastici (naturali o sintetici), sia i leganti organici termoindurenti.*
- *Relativamente a quest'ultimi, i termoindurenti, l'impiego è vasto e comprende, anche i settori dei rivestimenti e delle protezioni di pavimenti, per interni ed esterni.*
- *Tra i vari leganti organici sintetici quelli più largamente utilizzati, per l'ottenimento di sistemi da impiegarsi quali rivestimenti di pavimenti industriali e civili, sono:*
 - *resine epossidiche (EP) termoindurenti, reazione di poliaddizione base e indurente;*
 - *poliuretaniche (PUR), termoindurenti, reazione di poliaddizione base e indurente;*
 - *polimetacriliche (PMMA), termoplastiche, reazione di polimerizzazione*

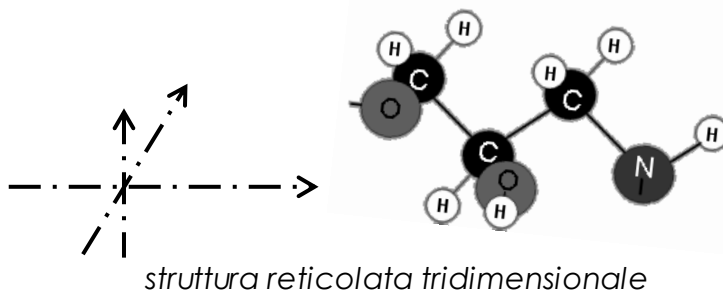
6.2 I leganti epossidici (EP)

Col termine epossidico si identifica una famiglia di composti, della classe degli eteri, caratterizzati dall'anello di atomi triangolare formato da due atomi di carbonio (C), e un atomo di ossigeno (O), che rappresenta il gruppo funzionale che caratterizza la classe di prodotti.

La formula chimica di una resina epossidica bifunzionale, cioè con due atomi di ossigeno esterni alla catena è:



Questi gruppi funzionali reagiscono con gli atomi di idrogeno attivi dell'indurente. Le resine epossidiche reagiscono a freddo, con prodotti (gli indurenti) che contengono atomi di idrogeno attivi come ad esempio le ammine, poliammine (alifatiche, cicloalifatiche, aromatiche, ecc.) poliammidi, addotti di ammine, polisolfuri, ecc. Il prodotto della reazione presenta una struttura reticolata tridimensionale.



I gruppi funzionali reagiscono con l'idrogeno amminico dell'indurente, determinando un composito (EP), avente caratteristiche meccaniche e chimiche completamente diverse dal prodotto di partenza. Variando opportunamente l'indurente, si ottengono EP con diverse caratteristiche chimico- fisiche, pur partendo dalla stessa base.

I gruppi funzionali e gli atomi di idrogeno attivi devono essere in numero uguale. Questa necessità implica che i due prodotti siano presenti in quantità ben definite, che tengano conto del numero dei gruppi funzionali presenti nella base e degli atomi di idrogeno attivi presenti nell'indurente.

I prodotti sono venduti con quantità ben definite di base ed indurente, ed inoltre deve essere chiaramente indicato il rapporto tra la quantità di base e la quantità di indurente da miscelare insieme.

Tale rapporto, chiamato rapporto d'impiego, deve essere sempre rispettato, quando si miscelano i due componenti. Nella chimica delle resine epossidiche un ruolo determinante è dato dagli indurenti. Sono infatti gli indurenti a determinare le caratteristiche finali della EP.

Le epossidiche presentano un'ottima adesione su una grande varietà di materiali e una buona resistenza chimica a gran parte delle sostanze e una resistenza condizionata agli acidi.

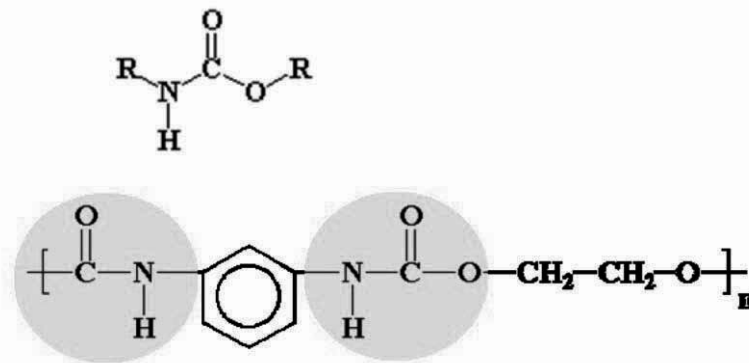
Le EP hanno una bassa sensibilità all'acqua ed è possibile, con particolari resine e indurenti, ottenere l'adesione sia su supporti umidi, sia su strutture in acciaio o calcestruzzo sommerse.

Le caratteristiche di una EP possono riassumersi in:

- buona resistenza a gran parte di sostanze chimiche;
- resistenza condizionata alle sostanze acide;
- ottima adesione su diversi materiali (acciaio, calcestruzzo, legno, asfalto, ecc.);
- buona resistenza meccanica agli urti e all'usura;
- assenza, o poco valutabile, ritiro durante la reazione di indurimento.

6.3 I leganti poliuretanic (PUR)

Si identifica con il termine poliuretaniche, l'insieme di sostanze sintetiche caratterizzate dal gruppo di legami chimici denominati "uretanic" e schematicamente rappresentabili con:



legame chimico uretanico; molecola resina poliuretanic

La loro sintesi ha come base la reazione tra un poliisocianato, ed un prodotto che presenta gruppi [—OH], come i polioli (alcoli polivalenti), o altri composti chimici che presentano nella loro struttura molecolare gruppi ossidrilici [—OH].

La produzione di resine poliuretaniche per l'impiego quali rivestimenti di pavimentazioni, rappresenta circa il 15 - 20% della intera produzione di tali materiali polimerici. Le loro chimico-fisiche peculiari sono: durezza, elasticità, resistenza all'abrasione e agli agenti atmosferici.

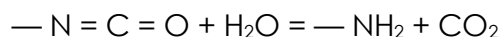
Possono essere derivate da isocianati aromatici o alifatici. I primi, gli aromatici, hanno, come le epossidiche, una bassa resistenza alle radiazioni UV e tendono pertanto, a sfarinare ed ad ingiallire se sottoposte a tale azione. Le resine poliuretaniche alifatiche, invece, hanno una buona resistenza ai raggi UV. Come polioli, generalmente vengono utilizzati sia i poliesteri sia i polieteri.

I prodotti possono essere esenti da solventi autolivellanti, finiture, vernici, in fase solvente o in emulsione acquosa, o sigillanti, in cartucce igroindurenti o in latte bi-componenti.

Presentano una buona adesione su vari tipi di supporto.

Quando impiegati su calcestruzzo, sia come finiture sia come autolivellanti, è necessario pre-applicare uno strato di fondo epossidico, essendo le resine poliuretaniche molto sensibili all'acqua.

L'isocianato ha la stessa reattività con l'acqua e con gli alcoli. La reazione porta alla formazione di anidride carbonica CO₂, e un'ammina, secondo la reazione generica:



La reazione può avvenire solo se vi sono molecole di isocianato libere, quindi quando il prodotto è in fase di indurimento e non completamente reticolato.

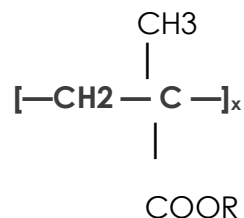
La sensibilità delle poliuretaniche all'acqua, implica che molta attenzione venga posta durante il loro uso, relativamente alla presenza di umidità nel supporto, nell'aria, nelle cariche.

6.4 I leganti epossipoliuretanicici

Sono prodotti così detti "modificati", ottenuti miscelando, in vari rapporti, leganti epossidici e leganti poliuretanicici. I prodotti ottenuti, presentano caratteristiche intermedie ai prodotti di partenza in relazione alla loro reciproca percentuale all'interno del prodotto finale. Si potranno avere quindi, prodotti con caratteristiche di elasticità più o meno evidenziate, pur conservando una buona resistenza meccanica tipica delle epossidiche, e viceversa.

6.5 I leganti polimetacrilici

Sono resine termoplastiche ottenute per polimerizzazione dell'acido metacrilico e di suoi derivati. La formula di base più generale è :



Polimerizzano per azione di un catalizzatore, in genere perossido di benzoile $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$ al 50% (formula abbreviata PBO). La velocità di reazione può essere modificata (rallentata o accelerata) variando la quantità di catalizzatore. Il pot-life delle miscele è, comunque abbastanza breve e richiede pertanto un'operatività qualificata per la posa. Il prodotto è instabile e pertanto lo stoccaggio non può essere prolungato oltre un certo tempo (5 ÷ 6 mesi massimo). Il loro rapido indurimento (1÷2 ore), anche alle basse temperature (applicabili fino a -25°C) li fa preferire, rispetto agli altri formulati (epossidici, poliuretanicici), in quelle applicazioni dove sono richiesti interventi in tempi molto brevi o con temperature molto basse. Sono composti normalmente resistenti agli acidi, agli oli, all'acqua, alle soluzioni di sali, agli idrocarburi. Non resistono ai solventi.

6.6 Leganti ottenuti da leganti organici e cemento

Sono formulati ottenuti mediante miscelazione di leganti organici (epossidici o poliuretanicici) in emulsione acquosa con cemento. Sono definiti, molto semplicemente, con i termini *epossidico-cemento* o *poliuretano-cemento*. I prodotti così ottenuti presentano caratteristiche chimico-fisiche particolari, in modo specifico per i poliuretanicci-cemento, la resistenza chimica e atossicità che li fa preferire ad altri sistemi resinosi nelle applicazioni in ambito alimentare in special modo i settori caseario e macellazione e lavorazione carni.

Cap. 7

LA SUPERFICIE DI POSA E LE METODOLOGIE DI PREPARAZIONE

7.1 Premessa

Nella pratica quotidiana è in uso il termine "supporto" per specificare la superficie dove applicare il rivestimento resinoso, in luogo del più appropriato "superficie di posa" in quanto, come riportato al § 5.1, col termine supporto si intende definire quella parte del pavimento che ha il compito di supportare i vari carichi compreso il peso proprio della piastra portante. Col termine, quindi, superficie di posa si identifica la superficie sulla quale sarà posato il rivestimento resinoso ma anche la superficie dove si applicheranno i vari strati che compongono il rivestimento stesso.

Si suole raggruppare con l'espressione: "preparazione delle superfici di posa" tutte quelle operazioni, preliminari, all'applicazione di prodotti resinosi e non, tese a rendere la superficie, su cui gli stessi dovranno essere applicati, adeguatamente pulita e compatta per garantire una perfetta adesione. Una corretta preparazione deve, quindi, fornire, quale risultato finale, una superficie compatta, asciutta, chimicamente neutra, regolare e priva di parti incoerenti o in distacco, sporco, oli, grassi o altri agenti contaminanti che possano compromettere l'adesione. È importante che l'adesione avvenga uniformemente su tutta la superficie di contatto e che non intervengano sostanze o fattori che possano compromettere l'adesione stessa, perché durante l'uso della pavimentazione si genereranno tensioni e sollecitazioni tra il rivestimento e la superficie di posa e se l'adesione non è sufficientemente adeguata, si manifesteranno fessurazioni, distacchi, rigonfiamenti.

Diversi fattori condizionano la scelta della metodologia esecutiva e/o delle attrezzature necessarie:

- se la preparazione ha luogo all'interno o all'esterno;
- se vi sono restrizioni di qualsiasi tipo in termini di livelli di rumorosità, vibrazioni, esalazioni o smaltimento dei residui di lavorazione;
- se il lavoro deve essere eseguito su piani intermedi e quindi esistono limiti di peso in termini di attrezzature da utilizzare;
- condizioni, natura chimica della superficie di posa, presenza di altri rivestimenti resinosi o strati corticali poco compatti o poco aderenti;
- tipo di rivestimento che dovrà essere applicato.

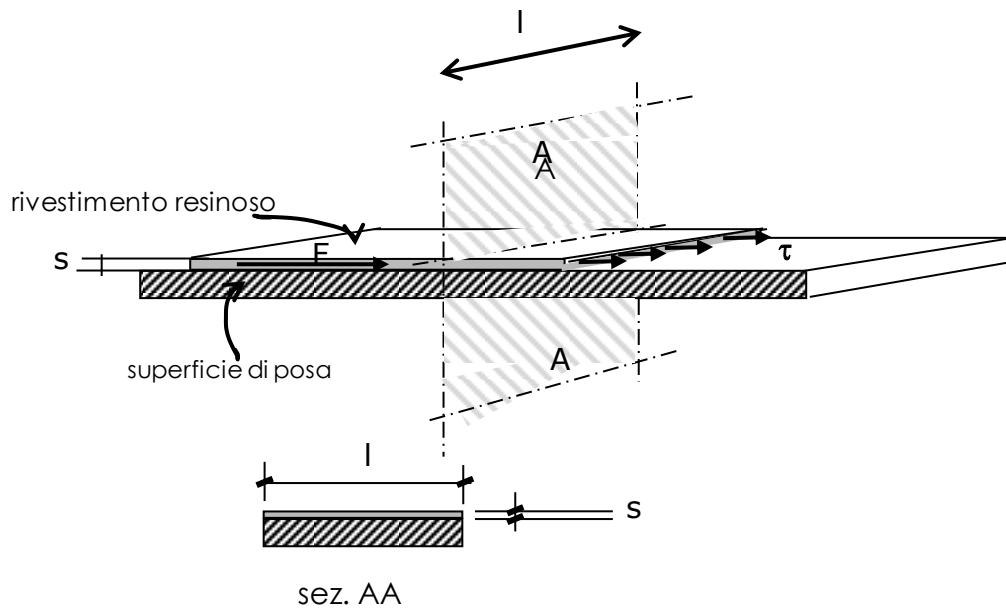
Tutte queste informazioni vengono assunte durante un'altra fase preliminare all'applicazione, la prima in termini di tempo, ed una delle più importanti: il sopralluogo.

Nella norma UNI 10966:2007 sezione 9 è riportato un promemoria dei dati più importanti da rilevare in fase di sopralluogo.

Pavimento e rivestimento, dovranno sopportare, durante l'uso, tutte le sollecitazioni statiche e dinamiche che l'attività produttiva o commerciale determineranno durante la produzione, la movimentazione delle merci e lo stoccaggio delle stesse.

In ambito edile industriale o civile, diversi sono stati i materiali con i quali sono stati realizzati i rivestimenti dei pavimenti e che, quindi, costituiscono le possibili superfici di posa sulle quali dover realizzare un rivestimento resinoso: legno, piastrelle, asfalto, gres, clinker, calcestruzzo, ecc.

È necessario che le superfici, sulle quali saranno applicati i rivestimenti resinosi, siano adeguatamente preparate.



Se consideriamo la sezione del rivestimento, essa è pari a:

$$a = s \times l$$

da cui:

$$F = \sum \tau \times a = \sum \tau \times s \times l$$

La superficie di posa e il sistema resinoso, interagiscono tra loro, nel senso che, sia l'uno sia l'altro, trasferiscono sollecitazioni. L'entità e la natura di tali sollecitazioni dipendono dalle caratteristiche chimico-fisiche della superficie di posa, dalla presenza o meno di umidità, dalla variazione delle condizioni ambientali e di utilizzo, tensioni di scorrimento per effetto del diverso coefficiente di dilatazione termica che dipenderanno dalla natura del prodotto e dallo spessore finale del sistema. Più elevati saranno gli spessori più forti saranno gli sforzi di scorrimento.

Un rivestimento resinoso, tende a "strappare" la superficie sottostante, nella misura in cui la stessa impedisce lo scorrimento.

Lo schizzo riporta gli stati tensionali che si determinano in una tale situazione: la forza F è data dal prodotto delle tensioni all'interno del rivestimento per la superficie su cui esse agiscono.

La forza F, riferita all'unità di larghezza ($l=1$ m), è funzione delle tensioni, $\sum \tau$, e dello spessore. In altre parole, per rivestimenti eseguiti con prodotti elastici e spessori contenuti, le tensioni risulteranno più basse; prodotti poco elastici, anche a parità di spessore eserciteranno sulla superficie di contatto tensioni più forti.

È importante conoscere tali variabili, quando si progetta o quando si applica un sistema resinoso. Attraverso la conoscenza di tutte queste variabili e delle caratteristiche dei vari sistemi resinosi, che si potrà progettare il rivestimento più idoneo, sia relativamente al soddisfacimento delle varie richieste ed esigenze tecniche, sia relativamente alle caratteristiche fisiche specifiche, necessarie per quella particolare superficie di posa.

7.2 La superficie di posa

La natura chimica, le caratteristiche chimico-fisiche, ma soprattutto, lo stato di fatto delle superfici di posa, sono molto variabili.

La tabella sottostante riporta le varie caratteristiche in relazione alla loro localizzazione in superficie o negli strati interni all'elemento che determina la superficie di posa.

La conoscenza delle caratteristiche generali delle superfici di posa consente di avere una dettagliata acquisizione di dati che permetteranno di progettare tutte le varie fasi esecutive dalla preparazione della superficie alla scelta del sistema più idoneo, anche relativamente al prezzo, alla definizione delle sequenze applicative.

Tab. 7.1 - Caratteristiche generali delle superfici di posa

prima della realizzazione del rivestimento	
relative alla superficie	relative agli strati interni
coesione	grado d'umidità
planarità	coefficiente di dilatazione termica
friabilità	temperatura
rugosità	porosità, capillarità
inquinamento	presenza o meno della barriera vapore
resistenza a trazione	elasticità
dopo la realizzazione del rivestimento	
relative alla superficie	relative agli strati interni
destinazione d'uso	degrado
presenza continua d'acqua	cedimenti
presenza di sostanze chimiche aggressive	fessurazioni
frequenza di lavaggi	

La resistenza superficiale, espressa dalla resistenza meccanica dello strato corticale, è indicativa del rischio che, nelle condizioni di esercizio, questo strato possa indurre distacchi. La valutazione di questa caratteristica è importante soprattutto nel caso di rivestimenti esposti a carichi statici e/o dinamici elevati o per applicazioni in esterno o comunque con forti escursioni termiche.

L'integrità della superficie di posa si valuta mediante osservazione visiva. Fessurazioni eventualmente presenti devono essere eliminate, dopo aver appurato la natura e la causa. In ogni caso occorre verificare che tali fenomeni si siano esauriti, prima di procedere alla posa. Nel caso di rivestimenti pre-esistenti, l'eventuale strato di finitura deve essere aderente al supporto. Parti non perfettamente aderenti devono essere rimosse.

Resistenza superficiale Adhesion Tester R (N/mm ²)	Livello di resistenza superficiale	Livello di rischio distacchi
$0,9 \leq R \leq 1,0$	moderato	Alto per rivestimenti in esterno o con alte escursioni termiche; moderato per rivestimenti in interni con spessore $s > 1$ mm
$1,0 \leq R \leq 1,3$	buono	moderato per rivestimenti in esterni; moderato per sistemi in interno in "Malta resinosa"
$1,5 \leq R$	alto	Nessun rischio

L'umidità degli strati costituenti la superficie di posa va misurata con l'igrometro a carburo, secondo quanto prescritto dalla UNI 10329.

Dovranno essere eseguite misurazioni in ogni locale interessato alla posa del rivestimento. Il valore massimo della percentuale di umidità ammessa è di 3,5%. Quando il grado di umidità supera tale valore è necessario intervenire utilizzando prodotti traspiranti.

Le sostanze contaminanti che generalmente possono essere presenti sulla superficie di posa sono:

- lattime di cemento,
- oli, grassi,
- tracce o residui di pitture o vernici,
- adesivi.

7.3 La preparazione della superficie di posa

Le metodologie di preparazione delle superfici di posa possono essere classificate in relazione al grado di incisione della superficie dovuto alle sostanze, agli inerti, agli utensili impiegati. In tabella la classificazione e le metodologie relative.

Tab. 7.2 - Classificazione metodologie di preparazione

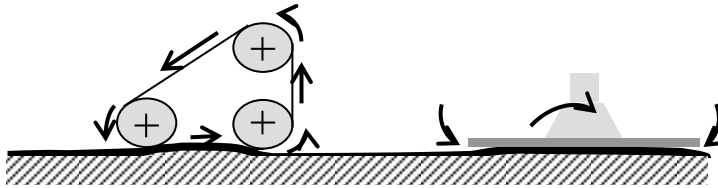
Abrasione	Getto	Percussione
azione abrasiva superficiale di nastri, dischi, tazze	azione sulla superficie di "getti" d'acqua, materiali inerti o miscele di essi	azione di utensili rotanti o non, che "martellano" la superficie sbriciolandola
Carteggiatura	Idrolavaggio	Scarifica
Molatura o levigatura	Pallinatura	Idroscarifica (*)
	Sabbiatura (*)	

* Sono processi esecutivi che, nel settore delle pavimentazioni, trovano limitato impiego per le normative a tutela della salute e sicurezza sui posti di lavoro e, pertanto, **non saranno presi in considerazione**.

7.3.1 Carteggiatura

Trattamento eseguito con carteggiatrici a nastro o orbitali (monospazzole). Possono essere impiegati dischi o tazze con abrasivo il carburo di silicio o corindone, ma anche, carte abrasive, reti abrasive. L'azione che coinvolgerà strati molto superficiali (pochi μm), sarà tanto più completa, quanto più planare sarà la superficie. Spesso i macchinari sono predisposti per l'utilizzo con idonei sistemi d'aspirazione. Questo trattamento richiede una attenta pulizia finale.

La differenza essenziale tra le carteggiatrici a nastro e quelle orbitali, sta nel fatto che nelle prime il nastro effettua un movimento rotatorio intorno a tre rulli e l'azione abrasiva coinvolge anche zone della superficie leggermente depresse.



a nastro, leggera possibile deformazione del nastro abrasivo che si adagia sulla superficie.

orbitale, zone non carteggiate in quanto il disco rigido poggia sulle creste della superficie, non agendo nelle zone depresse.

Le carteggiatrici a nastro richiedono una specifica esperienza pratica dell'operatore. L'operatore deve far avanzare con velocità costante il macchinario, alzando e abbassando i rulli in tempo nella fase di arresto e di ripresa, senza lasciare agire più tempo sulla stessa area.

Le carteggiatrici orbitali, più semplici da manovrare, trovano più ampio impiego nel settore, hanno il limite di lasciare aree depresse non abrase. Il disco abrasivo è fissato su un supporto rigido, che quindi poco si adatta alla non planarità della superficie da trattare, producendo un'azione abrasiva più marcata sulle parti rialzate e lasciando praticamente non trattate le zone avvallate. Ciò può indurre distacchi quando la superficie da preparare è un rivestimento resinoso vecchio.

Tab. 7.3 - Carteggiatura

Superficie di posa	Vantaggi	Svantaggi	Suggerito per sistemi	Accettato per sistemi
Calcestruzzo Resina Asfalto	<ul style="list-style-type: none"> ✓Bassa formazione di polveri; ✓Facilità esecutiva 	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa incisione Possibile presenza di zone non trattate Richiede pulizia finale 	Impregnazione	Film sottile

7.3.2 Molatura o levigatura

È un trattamento che si esegue con macchine a rotazione sull'asse verticale. Possono essere *monodisco* oppure *planetarie* (a più dischi controrotanti). La possibilità di ottenere una superficie uniforme e planare rende questa tecnologia ideale per le preparazioni in vista dell'applicazione di rivestimenti a basso spessore, per la rimozione di strati superficiali e irregolarità, per la rimozione di colle e vernici, per l'irruvidimento di piastrelle, gres e per



la molatura di pavimentazioni in marmo, granito, "terrazzo". La loro estrema versatilità è riconducibile al fatto che sui dischi possono essere montati vari tipi di utensili diamantati a legante metallico o resinoide, di varie tipologie di durezza in relazione alla consistenza della superficie da trattare e di varie grane in relazione al grado di finitura desiderato. È possibile utilizzare utensili posizionati a taglio PCD (Poly Crystalline Diamond) che lavorando a strappo permettono di rimuovere anche bassi rivestimenti e materiale elastico, e particolari rulli a bocciarda, muniti di inserti in carburo di tungsteno per rimozioni o irruvidimenti più incisivi.

In funzione delle produzioni richieste, la gamma delle soluzioni è molto ampia e l'elemento cruciale di valutazione, che influenza le prestazioni, è determinato dal rapporto esistente fra il peso dell'attrezzatura e la potenza del motore. Predisposte per l'utilizzo con idonei sistemi di aspirazione, necessitano comunque di una pulizia finale della superficie mediante spazzolatura e aspirazione dei residui di polvere, prima di poter procedere alla posa dei formulati resinosi.

Le levigatrici planetarie con utensili diamantati, hanno consentito la preparazione di superfici con un elevato grado di pulizia senza compromettere molto la rugosità superficiale, permettendo così l'applicazione di sistemi pellicolari a basso spessore su superfici in calcestruzzo, e la sistemazione della planarità di superfici trattate con macchinari a percussione.

Tab. 7.4 - Molatura o levigatura

Superficie di posa	Vantaggi	Svantaggi	Suggerito per sistemi	Accettato per sistemi
Calcestruzzo Resina Asfalto Pietra Naturale Ceramica Gres Klinker	<ul style="list-style-type: none"> ✓Finiture uniformi e planari. ✓Possibilità di regolare il grado di finitura. 	Richiede pulizia finale	Impregnazione Sistemi pellicolari: film sottile film spesso	Multistrato Autolivellante

7.3.3 Pallinatura

La *pallinatura* è un processo meccanico basato sul principio della sabbatura che utilizza graniglia metallica, invece che sabbia. Il materiale abrasivo proiettato attraverso una turbina impatta sulla superficie e, per effetto del rimbalzo e dell'azione aspirante del sistema, ritorna nel macchinario insieme alla polvere asportata. La graniglia abrasiva, all'interno dell'attrezzatura, viene separata dal materiale asportato (polvere), mediante un giro forzato, mentre la stessa viene convogliata, sempre dal sistema d'aspirazione, in

un apposito raccoglitore per lo smaltimento successivo. La graniglia abrasiva ritorna nella turbina. Il profilo di pallinatura, (o anche l'irruvidimento superficiale o la rugosità ottenuta),



è determinato dalla dimensione della graniglia impiegata, dalla quantità proiettata sulla superficie e dalla velocità di avanzamento dell'attrezzatura. È l'esperienza e la professionalità dell'operatore che valuta e definisce tali variabili, agendo sull'attrezzatura, in modo particolare nelle fasi iniziali dell'intervento. Agendo su questi elementi è possibile ottenere effetti e risultati differenti e più consoni allo stato di fatto della superficie di posa e a quanto richiesto per l'applicazione del rivestimento resinoso.

L'operatore può agire su più elementi:

- la quantità di graniglia impiegata, aumentando o diminuendo l'apertura della valvola a farfalla;
- la dimensione e la forma della graniglia da impiegare;
- il tempo di permanenza del getto sulla superficie, variando, cioè, la velocità di avanzamento del macchinario;
- scelta dell'attrezzatura più idonea in relazione al rapporto fra potenza del motore e larghezza di lavoro.

La preparazione è effettuata a secco in una o due passate al fine di rimuovere uniformemente la parte corticale della superficie di posa rendendola perfettamente pulita. La pallinatura rappresenta la tecnologia più utilizzata e da più tempo impiegata nel settore per la preparazione delle superfici. Essa basandosi sul principio della sabbatura, ma senza lo svantaggio della produzione di polveri in quanto dotata di un forte sistema di aspirazione delle polveri, consente il trattamento di superfici anche in corrispondenza di crepe, cavillature, giunti e dislivelli, lasciandole perfettamente pulite e con il giusto grado di rugosità per la successiva applicazione.

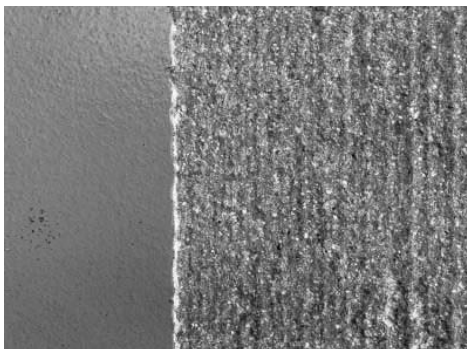
L'uso di macchinari con scarsa manutenzione o obsoleti, può riflettersi sulla qualità del trattamento e sulla pulizia finale della superficie.

Tab. 7.5 - Pallinatura

Superficie di posa	Vantaggi	Svantaggi	Suggerito per sistemi	Accettato per sistemi
Calcestruzzo Resina Pietra Naturale Ceramica Gres Klinker Acciaio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assenza di polveri durante l'esecuzione ✓ Possibilità di regolare il grado di rugosità. ✓ Sicura eliminazione delle parti incoerenti. ✓ Ottima velocità esecutiva. ✓ Utilizzabile in ambienti limitrofi ad aree lavorative 	Non utilizzabile su superfici bagnate e plastiche	Multistrato Autolivellante	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Malta resinosa ✓ Autolivellante PUR-cemento

7.3.4 Scarifica

Per scarifica in questo contesto intendiamo il risultato dell'abbinamento di due tipi di tecnologia: la bocciardatura – eseguita con utensili a percussione verticale – e la fresatura eseguita con utensili fissi su un tamburo rotante.



Un tamburo multi alberi, a rotazione sull'asse orizzontale, con utensili (montati laschi) di vario tipo, utilizzando la forza centrifuga, martella la superficie da trattare permettendo, con l'impiego di motorizzazioni e pesi contenuti, di asportare e di effettuare risanamenti anche in profondità.

Le attrezzature, dotate di sistemi per la regolazione della profondità di lavoro consentono di eseguire, secondo le esigenze, sia interventi di semplice abrasione sia di asportazione di più alti spessori (circa 7÷ 8 mm per passata in relazione alla durezza della superficie, al peso e alla potenza dell'attrezzatura). Possono eseguire scanalature, ad esempio a ridosso di giunti ammalorati, raggiungendo profondità di circa 20 mm.

Facili da utilizzare sono anche strumenti molto versatili perché, sostituendo semplicemente gli utensili permettono di ottenere risultati e profili, in termini di ruvidità e/o rugosità, molto diversi.

L'impiego delle scarificatrici è ottimale per l'asportazione di vecchi rivestimenti a spessore, colle, livelline o spolveri, per il risanamento profondo di superfici contaminate da agenti quali oli, grassi ecc. e per tutti gli interventi di preparazione prima della posa di rivestimenti con alti spessori. Pur essendo macchinari predisposti per l'utilizzo con idonei sistemi d'aspirazione, prima della posa è comunque necessaria una pulizia accurata della superficie sia tramite aspirazione sia mediante spazzolatura.

Tab. 7.6 - Scarifica

Superficie di posa	Vantaggi	Svantaggi	Suggerito per sistemi	Accettato per sistemi
Calcestruzzo Resina Pietra Naturale Asfalto	✓ Possibilità di regolare la profondità di lavoro. ✓ Possibilità di rimuovere rivestimenti anche spessi.	Non utilizzabile in ambienti limitrofi ad aree di lavoro. Richiede pulizia finale	Malta resinosa Autolivellante PUR - cemento	✓ Autolivellanti

7.4 Operazioni Complementari

Quando si parla di preparazione delle superfici si intende riferirsi, oltre che alla preparazione in senso stretto, come indicato ai paragrafi precedenti, anche ad eventuali operazioni preliminari o successive ai trattamenti stessi, come:

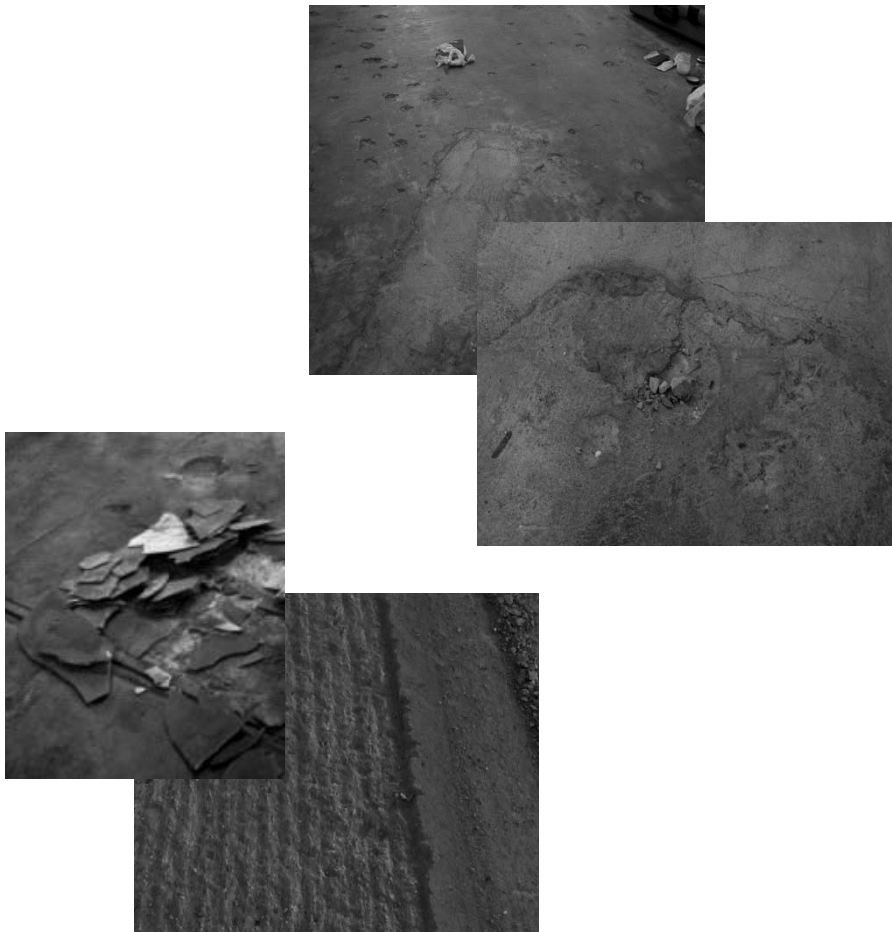
- lavaggio e/o sgrassaggio della superficie;
- rimozione di esistenti rivestimenti;
- asportazione di strati ammalorati o in distacco;
- correzione di quote;
- completamento delle operazioni di preparazione nelle zone difficili o impossibili da raggiungere con attrezzature realizzate per grandi superfici;
- pulizia fine della superficie con aspiratori elettrici.

7.4.1 Idrolavaggio

È un trattamento di pulizia con o senza detergenti o sgrassanti, eseguito con macchinario con getto d'acqua, calda o fredda ad alta pressione e recupero del liquido di lavaggio. L'idrolavaggio a pressione viene sempre meno utilizzato come trattamento di preparazione delle superfici. Il suo utilizzo prevede l'impiego di grosse quantità d'acqua. Ancora impiegato è l'idrolavaggio non a pressione, eseguito con idonei macchinari. Tale lavorazione viene utilizzata, non tanto come unica preparazione della superficie, ma come preliminare lavaggio sgrassante e pulente di superfici inquinate, sulle quali successivamente operare l'idonea preparazione atta a rendere la superficie idonea per l'adesione del rivestimento resinoso.

7.4.2 Rimozioni di esistenti rivestimenti e/o strati superficiali, correzioni di quote

Può accadere che la superficie di posa presenti strati corticali incoerenti e/o in distacco con spessori tali che un trattamento come precedentemente descritto non sia in grado di rimuovere, o anche quando è già presente un rivestimento e la sua adesione al sottostante supporto non sia tale da permettere l'applicazione direttamente senza rimozione, o infine quando è necessario preliminarmente correggere la planarità mediante asportazione di strati superficiali.



7.4.2.1 Rimozioni, correzioni di quote

Operazioni di asportazione di esistenti rivestimenti o di strati incoerenti o in distacco. L'apparecchiatura utilizzata è la **fresatrice**, attrezzatura a tamburo rotante, sull'asse orizzontale, sul quale sono montati in modo fisso, più utensili in metallo duro in grado di asportare spessori non inferiori ai 10 ÷ 15 mm. La superficie viene completamente "graffiata in profondità" e dopo il trattamento presenta grosse scanalature create dagli utensili dell'attrezzatura. Generalmente dopo la fresatura si rende necessario un intervento di preparazione della superficie, prima della posa del rivestimento resinoso, col fine di ridurre la scabrosità superficiale ottenuta con la fresatura. Tale operazione può essere eseguita su superfici in calcestruzzo, resina, autolivellanti cementizi, asfalto e presenta il vantaggio di poter asportare anche alti spessori. Limitazioni sono la dimensione ed il peso del macchinario, e la necessità di pulizia preliminare prima di eseguire qualsiasi altra fase lavorativa.

7.4.2.2 Stripping (scrostature, asportazioni)

Intervento eseguito con attrezzatura a lama, vibrante e/o battente in orizzontale, manuale, pneumatica o elettrica, in grado di asportare rivestimenti applicati a colla. Trova quindi impiego per la rimozione di rivestimenti resilienti, linoleum, moquette, parquet, piastrelle, gomma, ma a volte può essere utilizzato per asportare rivestimenti in resina e pastine, se consistenti e in fase di distacco generalizzato. Presenta il vantaggio di una

rapida esecuzione, in relazione alla tenacità e tipo di collante, con una limitata formazione di polveri e di evitare gravosi danneggiamenti della sottostante superficie che comporterebbero ulteriori opere di risanamento.

7.5 Pulizia fine della superficie

Qualsiasi macchinario venga usato per la preparazione della superficie di posa, non è in grado di agire sull'intera superficie e, pertanto, in relazione alla tipologia di attrezzatura si avranno aree non trattate. Queste aree sono in corrispondenza di ostacoli, pareti, pilastri, colonne, vani di limitata altezza, ecc. aree più o meno ampie difficili o impossibili da raggiungere in relazione alla grandezza e sporgenza dello chassis delle attrezzature utilizzate. Per ciascuna delle tecnologie di preparazione: pallinatura, scarifica, molatura, esistono le corrispondenti attrezzature manuali o carrellate che operano esattamente con lo stesso principio ma sono studiate per intervenire in aree ristrette o difficilmente raggiungibili con le grandi attrezzature. Per queste operazioni vengono impiegati utensili elettrici aventi forma e struttura varie: smerigliatrici, fresatrici levigatrici, bocciardatrici, pistole ad aghi. Altra operazione complementare di pulizia fine è l'aspirazione delle polveri. Prima di applicare un formulato resinoso è importante che la superficie di posa risulti idonea a ricevere le resine, cioè sia priva di sostanze che possano compromettere l'adesione di tali prodotti. Una superficie ben preparata, come già detto, deve essere priva di parti poco coese, in distacco, senza oli, grassi e senza polveri. Mentre i trattamenti di preparazione sono in grado di risolvere, come visto, le varie problematiche riguardanti lo stato e la consistenza delle superfici, spesso, accade che quei trattamenti, anche se provvisti di sistema di aspirazione, che in generale assolve la funzione di preservare l'attrezzatura e di tutelare la sicurezza e l'igiene sui posti di lavoro, ma senza non garantire la perfetta asportazione delle polveri create, e pertanto, è bene eseguire preliminarmente alla posa, una pulizia fine della superficie. Ciò deve essere fatto utilizzando **aspiratori elettrici** professionali, dotati di idonei motori e sistema di pulizia dei filtri. È sconsigliato utilizzare scope o similari, perché oltre a non garantire una perfetta pulizia, sollevando la polvere, creerebbero condizioni non idonee per la salubrità e l'igiene dei luoghi di lavoro.

Cap. 8

I SISTEMI "STANDARD"

8.1 La caratterizzazione di un sistema resinoso

Un sistema resinoso dovrà essere scelto e caratterizzato tenendo ben in conto le esigenze specifiche richieste. Non esiste un sistema che possa andar bene sempre, qualunque siano le esigenze richieste, anche relativamente al prezzo. Bisogna tener, sempre, presente che: "le prestazioni assolvibili dai rivestimenti derivano, proprio dal tipo di rivestimento adottato" di conseguenza: "scegliere rivestimenti che non assolvono i compiti affidatigli, è estremamente sconsigliabile e deleterio".

Nella tabella che segue vengono riportate le caratteristiche indispensabili dei sistemi "standard", cioè di quei sistemi che più comunemente sono realizzati, rispettando quanto riportato nella normativa vigente, ed integrandoli con considerazioni e prescrizioni frutto della esperienza quotidiana di cantiere. L'indicazione dei vari parametri delle caratteristiche prestazionali e della durata, ovviamente indicativa e **non vincolante**, forniscono un'informazione base attraverso la quale procedere verso un'adeguata scelta del rivestimento e una accurata applicazione, nei limiti e con le tolleranze che verranno di seguito definite.

Nella tabella viene fornito il tempo *minimo di vita utile*, trascorso il quale si rendono necessari interventi di manutenzione ordinaria, al fine di ripristinare le sole variabili marginali, quelle che generalmente influiscono sull'estetica del sistema, piuttosto che sulla funzionalità dello stesso. I valori di **V_N, Vita Nominale** riportati in tabella sono indicativi e non tengono conto della Classe e del coefficiente d'uso, così come indicato al § 9.1.1 del Cap. 9.

Chiarimento sulla simbologia

Simbolo	parametro	descrizione
S	SL = sollecitazione leggera	Traffico pedonale leggero. Occasionale traffico veicoli con ruote in gomma
	SM = sollecitazione media	Traffico pedonale continuo, frequente con muletti e occasionale trans-pallets con ruote dure
	SP = sollecitazione pesante	Traffico continuo con muletti e trans-pallets con ruote dure. Possibili impatti.
	SPM = sollecitazione molto pesante	Gravemente sollecitato da traffico con ruote dure, cingoli, ecc. Frequenti e costanti impatti.
VN	Vita nominale [anni]	Durata temporale del rivestimento stimata in base alle indicazioni ricevute e le verifiche svolte in fase di sopralluogo.
S	Spessore [μ m] o [mm]	Spessore del rivestimento finito dopo indurimento.
R_{UV}	Resistenza ai raggi UV no – sfarinamento, ingiallimento si – buona; ridotto sfarinamento e ingiallimento	Rivestimento applicabile in esterno o comunque resistenza all'azione dei raggi UV.
R_{chim.}	Resistenza chimica: no - nessuna so - solo cadute occasionali e rimozione rapida b - buona r - resiste	Resistenza all'azione corrosiva o disgregatrice prodotta da sostanze chimiche.
AS	Aspetto finale: 1- non uniforme 2- omogeneità cromatica 3- lucido;	Effetto estetico finale, grado di uniformità cromatica. Capacità di miglioramento dell'estetica iniziale della superficie di posa.

	4- satinato 5- opaco	
P	PF = Facilità di pulizia	Caratteristiche della superficie del rivestimento di facile pulizia e di igienicità.
	APF = Alto grado di pulizia ed igiene	Rivestimenti idonei per locali con destinazione d'uso lavorazione o stoccaggio di prodotti alimentari
R _{zm}	Rugosità superficiale media [μm]	Caratteristica che definisce il potenziale di scivolamento: b=basso; m= medio; a=alto.
R	Resistenza elettrica [$\text{k}\Omega$] p = possibile np = non possibile	Caratteristica di conducibilità elettrica del rivestimento

Tab. 8.1 – Sistemi resinosi “standard”

Tipo	Nome	Descrizione sintetica d'uso	Caratteristiche									
			S	V _N [anni]	s	R _{UV}	R _{chim.}	AS	P	R _{zm}	R	
1	1 ^a Impregnazione semplice	Unico strato con funzione di primerizzazione	-	-	-	no	no	1	-	-	np	
	1 ^b Impregnazione a saturazione	Applicato in due o più strati per consolidamento superficiale	SL	-	100 150 μm	no	no	1	PF	-	np	
2	Rivestimento pellicolare film sottile	Applicato in due o più strati, colorato EP o PUR	SL SM	(*)	150 300 μm	si PUR	so	2	PF	-	np	
3	Rivestimento pellicolare film spesso	Applicato in due o più strati, colorato EP o PUR	SM	(*)	300 1500 μm	si PUR	b	2	PF	>15 μm	p	
4	Rivestimento multistrato	Applicato in due o più strati, colorato con interposto spolvero di quarzo	SM	(*)	2 - 3 [mm]	si PUR	b	2 4 5	PF	>25 μm	p	
			SP	(*)								
5	Rivestimento autolivellante	Applicato a spatola dentata, colorato in grado di autolivellarsi	SL	(*)	2 - 4 [mm]	si PUR	b	2 3 4 5	APF	>15 μm	p	
6	Rivestimento a malta (EP; PUR)	Sistema fortemente caricato con aggregati, steso con staggia ed elicotterato	SM	(*)	5- 10 [mm]	si PUR	b	2 4 5	PF	>20 μm	np	
			SP	(*)								
7	Rivestimento autolivellante PUR-Cemento	Applicato a spatola o racla dentata, colorato in grado di autolivellarsi	SP	(*)	4-6 [mm]	no	r	4 5	APF	>25 μm	p	
			SMP	(*)								
8	Rivestimento a malta PUR-Cemento	Sistema caricato con aggregati, steso con staggia ed elicotterato	SMP	(*)	6-10 [mm]	no	r	1 5	APF	>25 μm	p	

(*) Il valore V_N è dato dalla [1] al § 9.1.1

Potenziale di scivolamento	
basso	R _{zm} \geq 25 μm
moderato	10 μm \leq R _{zm} \leq 25 μm
alto	R _{zm} < 10 μm

Cap. 9

L'APPLICAZIONE DEI SISTEMI RESINOSI

9.1 *L'importanza dello scambio d'informazioni*

La adeguatezza dei requisiti prestazionali definiti nei capitoli precedenti, può essere ottenuta e garantita solo se tutti i ruoli decisionali coinvolti nella esecuzione del rivestimento e nell'accettazione del contratto d'appalto, abbiano una chiara cognizione delle caratteristiche e limiti prestazionali che il sistema resinoso, che si andrà ad eseguire, sarà in grado di fornire. Il raggiungimento di questo obiettivo richiede, come condizione essenziale, che vi sia un ampio scambio di informazioni, fra le parti coinvolte, compresi gli esecutori di attività in subappalto e, sarebbe auspicabile, i fornitori di materiali. Tali informazioni dovranno essere riportate in modo chiaro ed intellegibile, nel contratto d'appalto sottoscritto dalle parti.

In particolare, quando l'oggetto dei lavori è un sistema resinoso decorativo o con particolari caratteristiche tecniche per soddisfare i requisiti estetici finali, o le particolari esigenze prestazionali, è necessario che in fase preliminare alla scelta, siano predisposti adeguati strumenti per la valutazione del risultato finale (ad esempio campionatura in loco, visita ad analoghi lavori già eseguiti, ecc.). Ciò favorirà certamente la scelta e l'accettazione finale del rivestimento resinoso.

Al **Committente**, direttamente o attraverso tecnici da lui incaricati, compete la definizione dei requisiti tecnici ed estetici, e delle prestazioni che il rivestimento deve possedere.

L'**applicatore** dovrà garantire la rispondenza tra ciò che ha proposto e quanto realizzato, in altre parole, la corretta esecuzione dei lavori in conformità al progetto ed alle decisioni concordate e sottoscritte con il Committente, ivi compreso, la qualità dei materiali impiegati (in conformità alle normative vigenti) e la verifica dello stato e idoneità della superficie di posa, la cura e la protezione dei lavori durante e dopo la posa e fino alla consegna, l'igiene e la sicurezza dei luoghi di lavoro.

Per agevolare la scelta del rivestimento resinoso più idoneo, attraverso una puntuale verifica dei vari parametri e delle variabili di sistema oltre alle esigenze prestazionali richieste, viene fornita come Allegato D, una scheda riassuntiva delle varie informazioni tecniche necessarie per la corretta scelta. L'uso della scheda, che si consiglia di far sottoscrivere dal committente, consente di non trascurare alcun elemento utile per la scelta e, inoltre, perfezionare ulteriormente il già citato "coinvolgimento responsabile" del committente.

9.1.1 *La durata*

La durata di un sistema resinoso, è valutata e definita in relazione a tutti i parametri e a tutte le variabili che potrebbero agire sul sistema. Gli agenti che innescano il degrado di un sistema resinoso applicato sono molteplici e mutevoli nel tempo e non sempre valutabili preventivamente. È, quindi, più corretto parlare di "*vita utile*" di un rivestimento resinoso. La *vita utile*, rappresenta il tempo che, in base alla tipologia di sistema, alla destinazione d'uso e alle sollecitazioni presenti, è possibile prevedere, entro il quale le prestazioni richieste dovranno essere sempre fornite dal sistema. Esisterà poi un tempo minimo di vita utile, trascorso il quale, solo alcune *prestazioni marginali*, ai fini della particolare applicazione, possono degradarsi e necessitare di manutenzione, restando sempre inalterate, per tutta la **Vita Nominale (V_N)**, le prestazioni funzionali del sistema, quelle cioè che hanno determinato la caratterizzazione e la scelta del sistema.

La vita nominale del sistema V_N [anni], è intesa come il periodo di tempo, purché vi siano interventi di manutenzione ordinaria (pulizia, piccoli interventi di riparazione), entro il quale si possano garantire ancora le prestazioni iniziali.

Il valore di V_N viene definito in base alle **Classi d'uso** del rivestimento:

Classe I: locali interni con traffico leggero e ruote gommate, assenza di sostanze corrosive, senza azioni usuranti, con frequenza lavaggi normale.

Classe II: locali interni con traffico intenso su ruote gommate o non molto intenso su ruote piene, con alta frequenza di lavaggi, e presenza di limitate azioni usuranti (trascinamenti, urti, ecc.), presenza saltuaria e per breve tempo di sostanze chimiche corrosive.

Classe III: locali interni con forte traffico su ruote piene o presenza di versamenti di sostanze chimiche corrosive permanenti per tempi medio lunghi, o presenza di percorsi con passaggi obbligati e frequenti di persone o mezzi, o alta frequenza di lavaggi con sistemi abrasivi, o presenza di azioni usuranti (urti, cadute di oggetti pesanti, trascinamenti, ecc.).

Classe IV: applicazioni in esterni.

In base alle classi d'uso viene definito il **Coefficiente d'uso** ζ mediante il quale è possibile risalire al valore di V_N mediante l'espressione:

$$V_N = \zeta \times V_g \quad [1]$$

V_g corrisponde al tempo di garanzia previsto per legge, che attualmente è 2 anni.

I valori di ζ sono riportati in tabella in relazione al tipo di sistema e alla Classe d'uso.

Valori di ζ in relazione al tipo di sistema e alla Classe d'uso

Tipo di sistema	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Impregnazione	1	n (*)	n	n (*)
Film pellicolare sottile	1,5	1,0	1	n (*)
Film pellicolare spesso	3,0	2,0	1,1	n (*)
Multistrato EP	3,5	2	1,5	1,0
Multistrato EP-PU	3,5	2	1,5	1,5
Autolivellante EP	3,5	1,5	1	n (*)
Autolivellante PU	3,5	2,0	1,5	2,0
Autolivellante PU-cem	3,5	3,0	2,5	n (*)
Malta spatolata EP	3,5	2,5	2,0	n (*)
Malta spatolata PU-cem.	3,5	3,0	3,0	n (*)

(*) n = sistema non utilizzabile per la Classe d'uso

9.2 La posa dei sistemi resinosi

Per la posa dei sistemi resinosi si fa uso di diversi tipi di attrezzature. La scelta dell'attrezzatura è fatta in relazione agli spessori da realizzare, vale a dire, al tipo di sistema da ottenere. Sulla base del progetto elaborato, della verifica delle caratteristiche della superficie di posa e del controllo delle condizioni ambientali nel cantiere di posa, il posatore predispone e concorda con il Committente, un programma delle attività di posa. Questo programma deve rispettare le esigenze temporali delle diverse operazioni, come pure i tempi richiesti dai vari materiali o strati di indurire, tenuto conto delle temperature ambientali dei locali dove sarà

eseguita la posa. Eventuali difformità fra stato della superficie di posa e quanto verificato in fase preliminare e riportato nel progetto devono essere formalmente denunciate dal posatore al Committente, predisponendo le necessarie eventuali modifiche. L'illuminazione del cantiere di posa deve essere adeguata, e consentire al posatore di assicurare la conformità ai requisiti qualitativi dei rivestimenti. I materiali devono essere controllati e immagazzinati. Per lo stoccaggio in cantiere devono essere rigorosamente seguite le prescrizioni tecniche fornite dai produttori. Il Committente deve assicurare le richieste condizioni di stoccaggio in cantiere. È importante che si istauri un'ampia consultazione fra le parti interessate, compresi gli esecutori di attività in subappalto. Il coinvolgimento dell'utilizzatore finale – in generale non professionalmente qualificato per la gestione della funzione tecnica, ma profondamente coinvolto, invece, nell'assolvimento della funzione estetica, funzionale del rivestimento è determinante per evitare o quanto meno ridurre le contestazioni a fine lavori. Durante tutto il tempo destinato alla posa, la temperatura e l'umidità ambientale, nonché l'esposizione ai raggi solari, non devono raggiungere livelli tali da pregiudicare l'applicazione e il corretto indurimento dei prodotti. In generale, la posa non può essere intrapresa quando la temperatura dell'aria e/o della superficie di posa è minore di 10 °C o maggiore di 35 °C, né può essere effettuata all'esterno, in caso di avverse condizioni meteorologiche (eccessivo caldo, pioggia, neve, vento).

L'applicatore, o suo incaricato, dovrà compilare durante tutte le fasi esecutive la "**Scheda Processo Esecutivo**" che rilascerà al committente al momento della consegna lavori, che avrà cura di conservarla e completarla nella parte relativa alla manutenzione ordinaria. La scheda permetterà, in caso di contestazione, di avere una tracciabilità di quanto eseguito e con quali scadenze sono stati eseguiti, o meno, gli interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinari (**Appendice A - "Scheda Processo Esecutivo"**).

9.3 Le condizioni ambientali

La temperatura e l'umidità influiscono molto sulle caratteristiche chimiche e fisiche dei prodotti resinosi durante la fase applicativa.

9.3.1 La temperatura

La reazione chimica che avviene tra base e indurente è molto influenzata dalla temperatura. Infatti, temperature inferiori o prossime a 0°C ritardano l'indurimento dei prodotti fino ad impedirlo. Temperature prossime o superiori a 30°C, accelerano tanto il processo di indurimento da rendere gravosa o impossibile la posa. È importante rilevare sia la temperatura dell'aria ambientale, (t_a), sia la temperatura della superficie di posa, (t_s) in quanto è in base soprattutto a tale temperatura che si valuta la fattibilità o meno della posa dei prodotti.

I tempi di sovrapposibilità degli strati o di pedonalità del rivestimento, variano tra estate e inverno.

Il tempo di sovrapposibilità e di indurimento dei formulati resinosi aumenta nel periodo invernale, dove potrebbe essere critica la pedonalità anche dopo 16÷18 ore dall'applicazione. Nel periodo estivo, i tempi, invece, si riducono notevolmente, tanto da far divenire critica la posa dei prodotti: il formulato indurisce o diventa non manipolabile, ancor prima della stesura. Attenzione va posta anche nella scelta del sito di stoccaggio dei materiali. Tale luogo dovrà essere fresco d'estate e possibilmente riscaldato nei periodi freddi, in modo da mantenere la temperatura del prodotto su valori variabili tra 15°C e 20°C. L'operatore deve tenere bene in conto tali considerazioni quando applica i

prodotti resinosi, sapendo che il non rispettare i tempi di sovrapposibilità comporta problematiche di adesione tra i vari strati.

Valori di riferimento della temperatura

Valori di temperatura della superficie di posa limite per l'applicazione	10 °C ≤ t _s ≤ 30°C	
Tempi di sovrapposibilità	10°C ≤ t _s ≤ 20°C	18 ÷ 24 ore
	20°C ≤ t _s ≤ 30°C	10 ÷ 16 ore
Incremento(+) o riduzione (-) % del pot-life (*)	10°C ≤ t _a ≤ 20°C	+ 20% + 40%
	20°C ≤ t _a ≤ 30°C	- 20% - 40%

(*) Attenzione i tempi variano anche in relazione al tipo di formulato.

9.3.2 L'umidità

Il grado di umidità ambientale può essere causa di non adesione tra gli strati o anche determinare altre problematiche, in relazione alla natura del formulato resinoso impiegato.

È sconsigliata l'applicazione con grado di umidità superiore all'80%.

Causa principale di un'eccessiva umidità è la "condensa" del vapor acqueo sulla superficie di posa, in quantità più o meno evidente, in relazione alla temperatura della superficie e del grado di umidità. È la presenza di tale strato "inquinante", non sempre visibile, che determina non adesioni, alterazioni delle caratteristiche meccaniche e chimiche del prodotto steso (esempio la formazione di CO₂ nell'applicazione delle PUR). Affinché si possa scongiurare la presenza di rugiada su una superficie, su cui eseguire il rivestimento resinoso, o su cui applicare un ulteriore strato, è necessario che la temperatura della superficie, dove applicare la resina, sia di almeno 3°C maggiore della temperatura di rugiada, t_d, anche detta "dew point".

Quando la temperatura del supporto supera di almeno 3°C quella di rugiada, l'operatore può eseguire con sufficiente tranquillità la posa (relativamente alla possibile presenza di rugiada sul supporto), in quanto lo scarto di 3°C garantisce, con accettabile sicurezza, l'impossibilità di formazione di rugiada durante i lavori nell'eventualità di variazione delle condizioni ambientali o del microclima relativo ai locali dove si sta realizzando il rivestimento resinoso. In Appendice la tabella di valutazione della temperatura di rugiada T_g °C (dew point) in relazione alla temperatura e al grado di umidità dell'aria.

Valori di riferimento del grado di umidità ambientale

Valori del grado di umidità ambientale limite per l'applicazione	40% ≤ UR ≤ 75%
Valori della temperatura della superficie di posa (t _s) per evitare condensa	T _g < t _s + 3°C

9.4 L'organizzazione, l'igiene e la sicurezza del cantiere

I prodotti che si utilizzano per la realizzazione dei sistemi resinosi vengono preparati, poco prima dell'uso, miscelando con cura i vari componenti. Dopo tale operazione, essi reagiscono tra loro e in tempi relativamente brevi, induriscono.

L'organizzazione del cantiere rappresenta il punto di partenza per ottenere e portare a buon esito l'applicazione, senza rischi e nel rispetto delle norme igieniche e di sicurezza.

È necessario procedere preordinando le varie fasi applicative fin dall'inizio dell'attività lavorativa. In un cantiere, come è noto, potrebbero operare altre ditte, e pertanto sarà ragionevole applicare tutti gli opportuni dispositivi affinché si possa lavorare senza ostacolarsi a vicenda, delimitando l'area interessata all'applicazione con nastri "bianco - rosso" o laddove necessario, con reti metalliche o di plastica.

I prodotti resinosi sono sostanze chimiche di sintesi, potenzialmente pericolosi e pertanto richiedono adeguati presidi protettivi individuali. Molti degli effetti negativi dovuti alla manipolazione dei prodotti resinosi, sono generalmente legati alla sensibilizzazione personale a tali prodotti. Sono caratteristiche le reazioni allergiche con sintomatologia tipica quale gonfiore della pelle o degli occhi, arrossamenti, eczemi da contatto o da inalazione.

Il contatto diretto e l'inalazione dei vapori, devono essere evitati. I idonei indumenti o specifici presidi personali devono essere indossati per evitare i possibili rischi dovuti alla manipolazione durante le fasi di apertura delle confezioni, miscelazione dei componenti, applicazione dei prodotti miscelati.

Anche gli attrezzi devono essere curati, in particolar modo i manici e le aste dei pennelli o rulli, che dovranno essere puliti dopo l'uso, evitando che i detersivi, generalmente solventi organici, vengano a contatto con la pelle, gli occhi, la bocca.

Il corredo minimo di protezione personale prevedere:

- scarpe antinfortunistiche;
- guanti di sicurezza in gomma nitrilica o butilica. I guanti in lattice non sono adatti perché permeabili ad alcune sostanze presenti in alcuni prodotti;
- occhiali e maschere con filtri appropriati per solventi;
- elmetto
- ginocchiere;

L'uso di racle o spatole con manico lungo, sono da preferirsi, per la tutela della salute dell'operatore.

Questa tecnica applicativa consente di stare lontani con il viso dal prodotto, e inoltre permette l'applicazione stando eretti.

Per garantirsi condizioni atte a svolgere in sicurezza le varie fasi applicative è necessario attuare una buona organizzazione del cantiere, in particolare è necessario:

- preparare il cantiere in modo da agevolare tutte le movimentazioni e gli spostamenti delle attrezzature;
- sistemare in ordine di applicazione, accoppiando base e indurente relativo, i vari prodotti, in modo da non sbagliare durante la fase di miscelazione;
- sistemare il sito di miscelazione dei prodotti proteggendo il supporto con un telo in plastica, la scelta del sito va fatta in relazione alle fasi lavorative e alle vie di uscita;
- prevedere i contenitori dei rifiuti, lattine sporche, carta, plastica, pallet, ecc.;
- curare la pulizia del cantiere, prima, durante e dopo la posa è sinonimo di professionalità, molto apprezzato dal Cliente;
- rispettare le Norme di Legge relative alla sicurezza in cantiere;
- rispettare le misure di sicurezza e igiene degli ambienti durante l'applicazione dei prodotti in fase solvente;
- impedire l'accesso agli estranei con nastri o recinzioni.

Il Dlgs del 3, febbraio, 1997 n. 52, in attuazione della direttiva europea 92/32/CEE, disciplina l'uso di alcune sostanze chimiche e dei prodotti con esse preparati o in essi presenti. Tutte le sostanze chimiche individuate dal decreto legge ed i prodotti in cui esse sono presenti, se posti in commercio, devono, essere accompagnati da una "Scheda di Dati di Sicurezza", (SDS), elaborata a cura e sotto la responsabilità di chi li immette nel mercato.

La "Scheda di Dati di Sicurezza" (SDS) che accompagna i prodotti chimici fornisce risposte a domande come:

Quali sono le sostanze pericolose presenti nel prodotto?

Come manipolare e stoccare il prodotto al fine di evitare pericoli?

Quali presidi devo adottare per proteggere me stesso e l'ambiente?

Cosa devo fare in caso di incidente nonostante le precauzioni prese?

Come utilizzare il prodotto in modo sicuro?

L'utilizzatore dei prodotti chimici pericolosi deve leggere, prima dell'uso, le indicazioni riportate nella SDS. L'applicatore è obbligato ad adottare tutti i presidi e le prescrizioni riportate nella SDS e a conservare, presso il luogo di lavoro, tutte le SDS relative ai prodotti da lui applicati ed esibirle in caso di richieste, controlli da parte degli Organi di Vigilanza o dell'Istituto Assicuratore o comunque, ogniqualvolta sia necessario. Il datore di lavoro deve obbligare i suoi lavoratori al rispetto delle indicazioni riportate nelle SDS, ed inoltre formare ed informare i suoi dipendenti sui pericoli legati all'uso dei prodotti e sul comportamento da tenere in caso d'incidenti e fornirli di presidi idonei alla protezione personale.

Cap. 10

VERIFICHE PRESTAZIONALI E CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI SISTEMI RESINOSI

10.1 Le verifiche prestazionali

La **verifica prestazionale** di un rivestimento resinoso è un processo di controllo e di riscontro *documentato*, della qualità del rivestimento stesso, con riferimento ai requisiti *prestazionali, estetici e funzionali* che il rivestimento dovrebbe avere, in rispondenza agli accordi contrattuali stipulati e accettati dalle parti.

La *verifica prestazionale* può essere:

- **parziale-temporanea**, se effettuata durante i lavori, e sarà riferita, quindi, solo una o più fasi esecutive;
- **collaudo**, se effettuata a lavori completati e verifica la rispondenza di quanto realizzato con quanto riportato negli accordi contrattuali nei limiti definiti dai criteri d'accettazione;
- **verifica tecnica**, quando è effettuata dopo che il rivestimento è stato utilizzato e in questo caso, oltre ai criteri di accettazione, devono essere verificate anche la correttezza della scelta del sistema e la perfetta esecuzione.

Il **collaudo**, deve essere fatto il più presto possibile dopo il completamento del rivestimento, in ogni caso prima che il rivestimento venga utilizzato.

La **consegna lavori** deve essere fatta dall'applicatore alla presenza del committente stesso o di un tecnico, o persona, da questi delegata.

Durante le operazioni di **consegna lavori** o di **verifica tecnica**, devono essere disponibili i seguenti documenti:

- Contratto stipulato tra le parti;
- Scheda processo esecutivo (vedi appendice A).

La **verifica prestazionale parziale o temporanea**, viene eseguita direttamente dal Committente o da un suo tecnico delegato, ed ha lo scopo di controllare la qualità dei prodotti e la loro rispondenza a quella riportata in contratto, le quantità impiegate e quindi gli spessori ottenuti, il rispetto dei tempi esecutivi, e delle norme di igiene e pulizia e sicurezza del luogo di lavoro e delle maestranze impiegate in cantiere e/o di altre ditte presenti in ambienti limitrofi.

10.2 Criteri di accettazione

Indipendentemente dal tipo di sistema resinoso la verifica ha come punto di partenza l'esame visivo del rivestimento e il rilievo fotografico delle eventuali problematiche, difetti o discordanze con gli accordi contrattuali sottoscritti.

Come ogni manufatto artigianale, ed i rivestimenti resinosi rientrano in tale categoria di prodotti, i criteri di accettazione del prodotto finito devono tener conto di tale caratteristica, ovviamente entro certi ben definiti limiti, che dipendono dal tipo di rivestimento, dalla sua ubicazione (locali industriali, commerciali, abitazioni) e dalle caratteristiche prestazionali primarie che lo qualificano (estetica, resistenza chimica, funzionalità, impermeabilità, ecc.).

10.2.1 Criteri di accettazione per i vari tipi di sistema resinoso

Di seguito sono riportati i criteri di accettazione per ogni singolo tipo di rivestimento. I criteri si riferiscono a sistemi ben progettati in merito alla destinazione d'uso dei locali nei quali saranno realizzati e alle esigenze prestazionali richieste. I criteri di accettazione, quindi, rappresentano i limiti propri del rivestimento e, pertanto, non sono difetti o errori esecutivi se tutte le scelte, tipo di sistema e prodotti, siano state fatte in base alle richieste prestazionali. Se un rivestimento, invece, non è coerente con i criteri di accettazione, allora è necessario verificare come sono state fatte le scelte del tipo di rivestimento da eseguire e quali materiali sono stati impiegati, ma soprattutto se l'applicatore era a conoscenza di tutte le richieste di caratteristiche prestazionali che il rivestimento doveva fornire durante l'uso.

Ad esempio il fatto che nei criteri d'accettazione è indicato, che l'impermeabilità non può essere garantita da un sistema, questo non vuol dire che il committente deve accettare il rivestimento così com'è, piuttosto, che la scelta del rivestimento non cadrà su quel particolare sistema.

Per i sistemi "Impregnazione" i criteri di accettazione sono riportati solo per il sistema "Impregnazione a saturazione" in quanto l'"Impregnazione semplice" non è un vero sistema, ma un trattamento della superficie alquanto limitato e quindi non sono definibili dei criteri di accettazione, tenendo conto anche che tali trattamenti sono generalmente utilizzati come primerizzazione della superficie di posa.

Per i sistemi pellicolari, i criteri di accettazione sono essenzialmente legati al ridotto spessore del sistema e di conseguenza alle limitate caratteristiche prestazionali.

Con i sistemi a più alto spessore, si incrementano le caratteristiche prestazionali ed i criteri di accettazione assumono la specificità di limiti minimi prestazionali in mancanza dei quali il sistema non è accettabile.

IMPREGNAZIONE A SATURAZIONE	
Caratteristica	Criterio di accettazione
Spessore	Non è un parametro da verificare, in quanto non valutabile.
Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale	<p>Il rivestimento può garantire l'idrorepellenza e conferire una migliore resistenza allo sfarinamento (anti-polverosità). Tali caratteristiche, però, permangono per un tempo limitato variabile in relazione all'uso (12÷24 mesi).</p> <p>Si percepisce l'effetto bagnato. Non può essere richiesta omogeneità superficiale, si vedono le imperfezioni del supporto sottostante. Per il diverso assorbimento della superficie, possono essere presenti aree più lucide ed aree opache.</p>
Pulizia	Il rivestimento consente una più agevole pulizia della superficie per le caratteristiche antiolio e idrorepellenza, questo però non garantisce la totale asportazione dello sporco per la presenza di porosità non perfettamente chiuse.

PELLICOLARE A FILM SOTTILE	
Caratteristica	Criteri di accettazione
Spessore	Fino a 300 µm
Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale	<p>La superficie può presentare imperfezioni dovute a irregolarità della superficie di posa, ai giunti di contrazione (spesso visibili) e, anche qualche segno di rullata, specialmente per prodotti all'acqua.</p> <p>Il rivestimento può garantire una iniziale impermeabilità, che con l'uso si ridurrà fino a non essere più garantita.</p> <p>Resistenza all'abrasione leggera.</p> <p>Il rivestimento può usurarsi nel tempo, per il ridotto spessore, ma non sono consentiti distacchi, rigonfiamenti (bolle), soffiature, vaiolature, cavillature. Il colore deve essere uniforme.</p> <p>Il rivestimento, per il ridotto spessore, non può nascondere tutte le imperfezioni della superficie di posa.</p>
Pulizia	La pulizia deve risultare agevole, particolarmente per sistemi con spessori maggiori di 250 µm. Nelle aree con maggior traffico, in particolare rivestimenti lisci e con spessori bassi, è possibile riscontrare, anche dopo un limitato tempo, usura, anche marcata, del rivestimento.

PELLICOLARE A FILM SPESSO	
Caratteristica	Criteri di accettazione
Spessore	Compreso tra 300 µm – 1000 µm
Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale	<p>La superficie deve presentarsi, in particolare per i sistemi a più alto spessore, omogenea e con uniformità cromatica. Non devono essere visibili i giunti di contrazione della superficie di posa, se non siano stati ripresi e riportati a vista. Sono visibili i giunti di costruzione e dilatazione se presenti e, anche, qualche segno di rullata, specialmente per prodotti all'acqua. Il rivestimento deve garantire l'impermeabilità (per rivestimenti con $s \geq 500 \mu\text{m}$). Resistenza all'abrasione e agli urti. Non sono accettabili distacchi, rigonfiamenti (bolle), soffiature, cavillature, vaiolature.</p>
Pulizia	La pulizia deve essere agevole in particolare per i sistemi lisci lucidi. Per tali sistemi sono accettabili problematiche legate alla graffiatura ed opacizzazione per usura delle parti particolarmente trafficate.

MULTISTRATO	
Caratteristica	Criteri di accettazione
Spessore	Maggiore di 1,5 mm
Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale.	<p>La superficie, finita con diversi gradi di rugosità partendo dalla configurazione liscia, deve essere uniforme e planare, lievi e sporadici segni di spatolata. L'incremento della rugosità migliora le caratteristiche antiscivolo.</p> <p>Resistenza all'abrasione e agli urti. Non devono essere visibili i giunti di contrazione della superficie di posa, salvo se non siano stati ripresi e riportati a vista. Sono visibili i giunti di costruzione e dilatazione se presenti. Il rivestimento deve garantire l'impermeabilità. Non sono accettabili distacchi, rigonfiamenti (bolle), soffiature. Il colore deve essere omogeneo e uniforme. Sono accettabili leggere impronte di spatolate, visibili, solo controluce.</p>
Pulizia	La pulizia deve essere agevole in particolare per i sistemi con bassa rugosità superficiale. La pulizia diviene più difficoltosa e richiede macchinari idonei e frequenza giornaliera, con l'incrementarsi della rugosità superficiale.

AUTOLIVELLANTE	
Caratteristica	Criteri di accettazione
Spessore	Maggiore di 2,0 mm
Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale.	<p>Superficie lucida, o opaca, omogenea senza difformità cromatica o discontinuità superficiali. Bassa resistenza al graffio, in particolare i sistemi epossidici. Resistenza agli urti.</p> <p>Non devono essere visibili, fughe, trame o giunti della sottostante superficie di posa.</p> <p>Correzione di planarità entro ± 1 mm su stadia di 2 m di lunghezza.</p>
Pulizia	Facilmente pulibili e decontaminabili

MALTA RESINOSA	
Caratteristica	Criteri di accettazione
Spessore	Spessore secco maggiore di 5 mm.
Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale	<p>Impermeabilizzazione, facilità di pulizia con ottima resistenza agli urti, ai frequenti lavaggi e ai detergenti, uniformità cromatica, resistenza all'usura, meccanica e chimica.</p> <p>Resistenza all'abrasione, decontaminabile, correzione di planarità entro ± 3 mm su stadia di 2 m di lunghezza.</p> <p>Colorato, lucido, opaco, liscio.</p>
Pulizia	La pulizia deve essere agevole in particolare per i sistemi con bassa rugosità superficiale.

10.3 La verifica tecnica

I criteri di accettazione definiscono i limiti propri del sistema. Immediatamente dopo il primo periodo d'uso, o anche, dopo qualche mese, possono manifestarsi problematiche, difetti o vizi, che se riconducibili ai limiti definiti dai criteri di accettazione, è opportuno verificare se al momento della scelta del tipo di rivestimento, l'applicatore era o meno a conoscenza delle reali condizioni d'uso del sistema resinoso e se il committente, avesse fornito in modo chiaro tali informazioni, o erano informazioni che lo stesso applicatore doveva rilevare durante le fasi di sopralluogo o in corso d'opera.

Le problematiche che possono insorgere sono diverse e molteplici, di seguito analizziamo le più comuni, quelle che costituiscono spesso motivo di contestazioni.

10.3.1 La determinazione dello spessore finale realizzato

Lo spessore di un sistema resinoso può essere valutato e controllato durante tutte le fasi applicative, in base alla quantità di prodotto applicato tenendo conto della densità [kg/l] e del contenuto in solidi del prodotto, secondo la relazione:

$$s_m = \delta \times \xi \times \left[\frac{Q}{A} \right] \frac{1}{ds}$$

che diventa:

$$s_m = \delta \times \xi \times s_t \quad [1]$$

s_m è lo spessore teorico finale espresso in mm, ricordando che un litro di sostanza liquida sparso su una superficie di 1 m² realizza uno spessore di 1 mm.

- ξ è un fattore numerico che tiene conto del contenuto in solidi del prodotto, se il prodotto è senza sostanze volatili (100% in solidi), $\xi = 1$;
- s_t è lo spessore teorico espresso in mm; $s_t = \frac{Q}{A} \frac{1}{ds}$ con $\xi=1$ e $\delta=1$
- s_m è lo spessore finale medio, (teorico) espresso in mm;
- Q la quantità in Kg di prodotto applicato (a lordo dell'eventuale carica);
- A l'area della superficie trattata espressa in m²;
- ds densità espressa in kg/l o kg/dm³

Se il prodotto non è 100% in solidi, $\xi \neq 1$, per ottenere lo spessore finale è necessario moltiplicare il valore ottenuto con la [1] per la percentuale in volume, di solidi presenti.

δ è un fattore correttivo che tiene conto se al prodotto sono state aggiunte cariche (quarzo, marmo) prima o durante l'applicazione (spolvero a saturazione). $\delta = 1$ quando il prodotto viene impiegato così come fornito dal produttore. Altri valori di δ sono riportati in tabella relativamente all'uso della carica (quarzo o marmo).

Valori di δ in relazione alla densità del prodotto

densità prodotto [kg/l o kg/dm ³]	r = Rapporti in peso resina/ carica				
	r = 1/0,5	r = 1/1	r = 1/2	r = 1/10	r = 1/12
1,01	$\delta = 0,79$	$\delta = 0,69$	$\delta = 0,59$	$\delta = 0,44$	$\delta = 0,43$
1,1	$\delta = 0,81$	$\delta = 0,71$	$\delta = 0,61$	$\delta = 0,47$	$\delta = 0,46$
1,2	$\delta = 0,82$	$\delta = 0,73$	$\delta = 0,64$		
1,3	$\delta = 0,83$	$\delta = 0,75$	$\delta = 0,66$		
1,4	$\delta = 0,84$	$\delta = 0,76$	$\delta = 0,69$		

Il valore di δ quando si spolvera quarzo a saturazione è valutabile in relazione alla densità del prodotto applicato. È intuitivo che un prodotto con bassa densità sia in grado di ricevere più quarzo di un prodotto a più alta densità. Nella tabella che segue vengono forniti alcuni valori di δ in relazione alla densità dei prodotti. I valori di δ sono stati desunti da applicazioni pratiche su prodotti di varia densità.

Valori di δ in relazione alla densità del prodotto per spolvero a saturazione

densità prodotto [kg/l o kg/dm ³]	δ
1,01	1,98
1,1	1,82
1,2	1,66
1,3	1,54
1,4	1,42

Per determinare lo spessore finale si applica sempre la [1] dove Q è la quantità di prodotto applicato prima dello spolvero.

Esempio 1:

Su una superficie di 20 m² sono stati applicati 100 kg di prodotto, al 100% in solidi, con densità 1,30 kg/l, senza aggiunta di quarzo, lo spessore finale medio è:

$$s_m = st = 1 \times 1 \times [100/20] / 1,30 = \mathbf{3,80 \text{ mm.}}$$

Se il prodotto è in fase solvente con contenuto in solidi pari al $\xi = 85\%$ in volume, senza aggiunta di quarzo, lo spessore finale medio sarà, invece:

$$s_m = 1 \times 0,85 \times st = \mathbf{3,23 \text{ mm.}}$$

Se al prodotto viene aggiunto quarzo in rapporto resina/quarzo = 1/0,5, e si sono applicati 100 kg di miscela resina-quarzo lo spessore finale medio sarà:

$$s_m = 0,83 \times 0,85 \times st = 2,68 \text{ mm.}$$

Lo spessore è stato ottenuto utilizzando 67 kg di resina e 33 kg di quarzo. Per ottenere lo stesso spessore con la sola resina occorrevano $(20 \times 1,3 \times 2,68) / 0,85 = 82 \text{ kg}$ di resina.

Esempio 2:

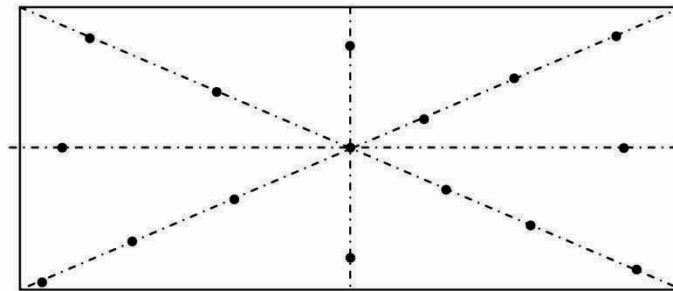
Su una superficie di 200 m² sono stati applicati 100 kg di prodotto, al 100% in solidi, con densità 1,30 kg/l, e dopo la rasatura sul prodotto ancora fresco si è spolverato a saturazione quarzo granulometria 0,06÷0,25. Quale spessore si è realizzato? Applicando la [1] abbiamo:

$$s_m = [(100/200)/1,30] \times \delta \quad \text{dalla tabella per } d=1,3 \text{ kg/l } \delta = 1,54 \text{ quindi:}$$

$$s_m = 0,590 \text{ mm}$$

In mancanza di dati certi ed attendibili in merito ai consumi dei singoli prodotti impiegati per la realizzazione del rivestimento, la determinazione dello spessore finale avviene mediante carotaggio.

I prelievi vanno eseguiti come indicato in figura, sulla base di almeno 5 prelievi secondo uno schema che tenga conto della geometria della superficie trattata. Si consiglia di operare lungo diagonali, come indicato in figura per il caso di un locale rettangolare. Le carotature devono avere diametro di almeno 20 mm la profondità del carotaggio deve essere tale da asportare uno strato di almeno 20 mm di supporto.



$$s_m = (\sum s_i) / n_i$$

s_m = spessore medio valutato [mm]

s_i = valori dello spessore rilevato nei singoli prelievi (almeno 5)

n_i = numero dei prelievi eseguiti (almeno 5)

Eeguire almeno 5 prelievi. Il numero totale dei prelievi (n_i), dipenderà da quanta rispondenza si verifica, nei primi 5 prelievi, tra il valore dello spessore medio misurato e il valore dello spessore concordato.

Sono ammessi scostamenti del valore desunto da quello concordato contrattualmente nel rispetto delle seguenti limitazioni:

- Il valore medio valutato dello spessore, $s_m = (\sum s_i) / n_i$, deve risultare $\pm 10\%$ dello spessore concordato contrattualmente.
- In nessun punto di misura, nel caso di rivestimento con spessori concordati superiori ai 2 mm, lo scostamento dal valore definito contrattualmente deve superare:
 - ✓ per i rivestimenti autolivellanti $\pm 50\%$
 - ✓ per rivestimenti a malta $\pm 25\%$

10.3.2 Vizi e/o difetti di un rivestimento finito

I criteri d'accettazione definiscono i limiti intrinseci dei vari sistemi chiarendo quali sono le caratteristiche minime che un certo sistema può garantire per un tempo più o meno lungo in relazione alla destinazione d'uso. In tabella vengono elencati alcuni difetti, quelli più comuni, come si presentano, le probabili cause.

Tabella difetti/cause, dei rivestimenti finiti

Definizione	Aspetto visivo	Cause
sfiammature	Chiazze di colore o di tonalità tali da creare un aspetto finale macchiato o a strisce, a volte poco evidenti, in generale, quando accade, fortemente antiestetico	Flottazione dei pigmenti all'interno del prodotto. Carenza o ridotta funzionalità dei bagnanti presenti nel formulato
schivature	Depressioni più o meno marcate della superficie del rivestimento di forma lenticolare. Nel caso di rivestimenti a basso spessore, tali fenomeni determinano l'aprirsi del rivestimento lasciando aree non coperte. L'effetto finale che ne deriva viene comunemente chiamato: "occhi" o "occhi di pernice" o "pelle di leopardo", volendo descrivere l'effetto finale di come si presenta la superficie.	In questo caso le cause possono essere dovute sia al prodotto, sia ad inquinamenti della superficie di posa con sostanze grasse, oli, o comunque incompatibili con il prodotto applicato. Per determinare con certezza la causa, è opportuno riapplicare lo stesso prodotto su una diversa superficie pulita e non contaminata. Se il fenomeno non accade il fenomeno è dovuto ad inquinamento della superficie di posa, o delle attrezzature impiegate.
carbonatazione	La superficie si presenta opaca con presenza di una patina sottilissima.	Fenomeno collegato alle condizioni ambientali, in particolare al grado di umidità. Le ammine dell'indurente, reagendo con la CO ₂ dell'aria, in presenza d'umidità, formano in superficie uno strato opaco sul quale si ha scarsa adesione.
evidenziazione delle rullate	Si evidenziano le varie rullate ed in particolare le zone di sovrapposizione del prodotto (riprese). L'uniformità del colore, l'impronta del rullo e dei sormanti, fanno scartare l'ipotesi di sfiammature.	Il fenomeno è più evidente per le finiture all'acqua e per le finiture opache o satinato. Le cause sono legate spesso all'applicazione in condizioni ambientali non idonee, che hanno modificato i tempi di sovrapposizione. Anche il prodotto può essere causa di tale fenomeno, in quanto poco distendibile o con basso pot-life.
scarsa distensione	Per prodotti di finitura l'aspetto tipico è una goffatura a buccia d'arancia superficiale (se non dichiarata dal produttore) e l'evidenziazione delle rullate. Per prodotti ad alto spessore applicati a spatola dritta o dentata, la evidenziazione delle varie riprese e/o dei denti della spatola.	Le cause possono essere essenzialmente due: <ul style="list-style-type: none"> - Prodotto mal formulato, poco fluido. - Prodotto applicato con temperature ambientali e soprattutto della superficie di posa, troppo alte.

Tabella difetti /cause, dei rivestimenti finiti

continua dalla pagina precedente

Definizione	Aspetto visivo della superficie	Cause
bassa tendenza a rilasciare l'aria	Presenza in superficie di tanti piccoli crateri, fori a testa di spillo, molto ravvicinati, spesso a chiazze.	Ridotta funzionalità di alcuni additivi a stabilizzare la schiuma, l'aria inglobata resta frenata all'interno della resina e stenta a fuoriuscire restando bloccata in superficie sotto forma di piccole bollicine.
soffiature	Piccoli rigonfiamenti del rivestimento generalmente a forma di "crateri" con la presenza di un foro centrale. Spesso si presentano anche come semplici fori, sparsi.	Trattamento preliminare della superficie di posa non idoneo, in quanto non ha saturato completamente la porosità della superficie. Il fenomeno si manifesta su superfici particolarmente porose, e per effetto del riscaldamento del pavimento sottostante il rivestimento, durante la fase di posa, che fa aumentare la pressione dell'aria contenuta nelle porosità, spingendola verso la superficie e creando rigonfiamenti che in parte scoppiano e in parte lasciano solo il foro di sfiato.
distacchi	Si manifestano dopo qualche giorno, spesso dopo un ciclo di temperatura (caldo/freddo), in alcuni casi, anche dopo 1-2 mesi. Rigonfiamenti di media e ampia grandezza, $\Phi \leq 2\text{cm}$, inizialmente presenti solo come grosse bolle, poi presentano lesioni e strappi del rivestimento con o senza asportazione di parte del zona corticale della superficie di posa.	<p>a) Senza asportazione di parte del supporto. In questi casi la causa è la non perfetta o assenza di preparazione della superficie di posa, con presenza di sostanze che hanno compromesso l'adesione (vedi §7.3)</p> <p>Con presenza di parte del supporto in adesione con il rivestimento. In questi casi l'adesione è stata compromessa o da una non idonea preparazione della superficie di posa che ha lasciato zone non coese, oppure il sistema realizzato non era idoneo, relativamente al supporto, avendo indotto tensioni non sostenibili.</p>
Rigonfiamenti per osmosi (*)	Si manifestano dopo mesi, anche dopo il primo anno, dalla fine applicazione e spesso in corrispondenza della prima variazione termica di riscaldamento della pavimentazione (inizio primi caldi, riscaldamento locali,). Altro aspetto individuativo è rappresentato dalla loro grandezza, diametro variabile da $2,5 \div 3\text{ mm}$ fino ad un massimo di $20 \div 25\text{ mm}$. Sono molto dure, difficili da rompere e presentano all'interno un liquido giallognolo.	Causa unica la presenza eccessiva d'acqua nel supporto o in parti ad esso sottostanti ($> 3,5\%$). Motivazioni: ✓ assenza di barriera vapore; ✓ canalizzazioni, tubazioni, rotte da cui fuoriesce acqua. ✓ presenza di barriera vapore, ma o lacerata o non ben applicata con sormonti che lasciano, comunque, passare il vapore acqueo.
lesioni	Si manifestano dopo un periodo di qualche mese o anche dopo giorni. Hanno grandezza variabile da "cavillature" a vere e proprie crepe larghe anche $2 \div 3\text{ mm}$. Le lesioni possono interessare solo il rivestimento o anche la superficie di posa.	Causa principale le sollecitazioni che si trasmettono all'interfaccia superficie di posa e rivestimento. Generalmente sono dovute a deformazioni termiche per shock termici o eccessivi sbalzi di temperatura. La verifica deve stabilire se le lesioni sono nate nel supporto o vice-versa.

(*) *L'impiego di sistemi resinosi traspiranti, permeabilità al vapore $S_d \leq 2 \div 2,5$ m, consentono, anche laddove vi siano condizioni critiche con forte presenza di acqua nel supporto, interventi su supporti cementizi nuovi, ed interventi riparatori di applicazioni interessate dal fenomeno osmotico.*
L'impiego di formulati epossì-cementizi (tricomponenti) può essere perseguito, in abbinamento con un prodotto resinoso traspirante, o da solo, in quei casi in cui sia necessariamente richiesto la realizzazione di rivestimenti impermeabili spessi. È necessario, comunque, fare molta attenzione, con continui controlli, durante la posa.

10.3.3 La verifica delle caratteristiche prestazionali

La **verifica tecnica** di un rivestimento è un processo documentato della qualità e delle caratteristiche prestazionali del rivestimento stesso, con riferimento ai requisiti concordati tra le parti e riportati, oltre che nella documentazione oggetto dell'appalto (offerta, contratto, schede tecniche, ecc.) nella "Scheda processo esecutivo".

La verifica tecnica deve includere:

- un esame visivo del rivestimento;
- verifica dell'adesione;
- controllo delle prestazioni richieste e verifica delle prestazioni intrinseche del rivestimento;
- test analitici mediante prelievi di campionature o prove in sito non distruttive;
- relazione, con i risultati delle osservazioni e misure effettuate, ed il giudizio conclusivo sulla qualità del rivestimento per quanto attiene alla scelta dei materiali, e tipo di rivestimento, alla esecuzione e sulla sua rispondenza ai requisiti prestazionali richiesti e riportati nei documenti oggetto dell'appalto con le caratteristiche del rivestimento realizzato, riscontrate durante la verifica tecnica.

10.3.3.1 L'esame visivo

L'esame visivo del rivestimento è teso a verificare essenzialmente l'aspetto estetico, la funzionalità in relazione anche all'eventuale segnaletica orizzontale per la sicurezza se esistente, le rifiniture, la presenza di imperfezioni superficiali legate alla posa o ai prodotti impiegati.

L'esame va eseguito osservando il rivestimento ad occhio nudo da una distanza di 1,5 m entro la quale è possibile il rilievo delle imperfezioni contestabili.

10.3.3.2 La verifica dell'adesione

Inizialmente la verifica può essere condotta in modo qualitativo mediante l'uso di una barra metallica da appoggiare sul rivestimento e verificare attraverso la variazione di rumore durante lo strisciamento sulla superficie, la presenza di distacchi incipienti. La valutazione analitica dell'adesione deve essere eseguita utilizzando Adhesion Tester, verificando che dopo lo strappo del dolly la rottura sia sempre di tipo **coesivo** (*distacco del rivestimento con parte della superficie di posa*) e che tale presenza di parte della superficie di posa, aderente alla superficie del dolly, sia maggiore del 50% della superficie del dolly: $\alpha \geq 0,5 A$.



10.3.3.3 **La verifica delle caratteristiche di resistenza meccanica e chimica, antistaticità, scivolosità, del sistema resinoso**

Un sistema resinoso, può presentare caratteristiche fisiche e chimiche diverse in relazione a come esso viene realizzato e ai componenti che lo costituiscono. Può essere più o meno resistente agli agenti aggressivi, può essere più o meno elastico, avere caratteristiche meccaniche di resistenza agli urti e all'usura più o meno marcate.

a) Resistenza chimica

Una delle caratteristiche che fa preferire l'impiego dei sistemi resinosi ai rivestimenti tradizionali, è certamente la loro capacità di resistenza agli agenti chimici che non necessariamente scaturiscono da sostanze particolarmente corrosive, il degrado può avvenire attraverso l'uso quotidiano di detersivi o semplicemente per la permanenza continua di acqua sulla superficie, o anche per effetto dei raggi UV.

Un rivestimento resinoso può contribuire a rafforzare e/o migliorare le caratteristiche di resistenza della superficie di posa che parzialmente già possiede, **resistenza chimica collaborativa - migliorativa**, oppure, assolvere direttamente la funzione protettiva, **resistenza chimica protettiva diretta**.

Parametri essenziali	Resistenza chimica	
	Collaborativa- migliorativa	Protettiva diretta
Impermeabilizzazione	fondamentale	fondamentale
Scelta dei prodotti	Determinante in relazione alla natura delle sostanze chimiche, alla loro concentrazione, alla loro temperatura di esercizio e ai tempi di contatto (saltuario, permanente)	Determinante in relazione alla natura delle sostanze chimiche, alla loro concentrazione, alla loro temperatura di esercizio e ai tempi di contatto (saltuario, permanente)
Scelta del sistema	Quelli con spessore, minimo, che garantisca l'impermeabilità $s \geq 500 \mu\text{m}$	Spessori adeguati alle esigenze prestazionali richieste $s \geq 800 \mu\text{m}$
Aspettazione di durata	2 anni con monitoraggio	5 anni con monitoraggio
Fase applicativa che potrebbero compromettere la resistenza chimica	Non corretta e/o completa miscelazione	Non corretta e/o completa miscelazione
Rispetto del tempo di completo indurimento	Fondamentale per l'ottenimento della effettiva resistenza chimica	Fondamentale per l'ottenimento della effettiva resistenza chimica

b) Temperatura

La temperatura può influire sui sistemi resinosi, non solo durante la fase applicativa, ma, anche, dopo che gli stessi sono stati applicati e sono perfettamente induriti. L'influenza è diversa nei due casi. Nel primo essa agisce sul prodotto fluido modificando le sue caratteristiche fisiche fino a compromettere la lavorabilità, riduce o allunga il pot-life, modifica la viscosità.

Dopo l'applicazione, la temperatura agisce sul prodotto finito. Nel settore delle pavimentazioni, ciò accade molto di rado e in zone ristrette. Ne sono esempi i locali dove possono aversi cadute di liquidi molto caldi, ambienti con pavimentazioni prossime a fonti di calore come forni, caldaie o laddove l'attività industriale o commerciale richiedano lavaggi insistenti e perduranti con vapore surriscaldato, sostanze aggressive con alta temperatura. Un sistema resinoso trova limitazioni applicative anche nel caso di basse temperature. In tal caso diventano importanti gli stati tensionali che si instaurano e di conseguenza gli sforzi di scorrimento che il rivestimento trasferisce alla sottostante superficie di posa all'interfaccia tra i due elementi. Se non compensate, le deformazioni, determinano distacchi e/o fratture. Può accadere che la variazione di temperatura sia molto forte ma limitata nel tempo, ad esempio la caduta accidentale di acqua bollente. In questo caso il rivestimento resinoso sarà sottoposto a una repentina variazione di temperatura (shock termico), che indurrà una brusca modificazione dimensionale dello stesso (allungamento). Qualora l'adesione tra rivestimento e la superficie di posa non fosse sufficientemente tenace, si determinerebbero raggrinzimenti o distacchi localizzati. La deformazione di una sostanza per effetto della temperatura viene determinata mediante la formula:

$$\Delta L = \lambda L (T_2 - T_1)$$

dove:

λ = coefficiente di dilatazione termica lineare [K^{-1}];

L = lunghezza [m]

ΔL = variazione di lunghezza [m]

$(T_2 - T_1)$ = variazione della temperatura [$^{\circ}C$]

Valori di λ per alcune sostanze

Coefficiente di dilatazione [$^{\circ}C^{-1}$]	
Calcestruzzo	$1,0 \times 10^{-6} K^{-1}$
Resina epossidica	$1,0 \times 10^{-4} K^{-1}$
Acciaio	$1,2 \times 10^{-5} K^{-1}$
Alluminio	$2,4 \times 10^{-5} K^{-1}$
PVC	$7,0 \times 10^{-5} K^{-1}$

c) Caratteristiche estetiche: colore, eccessiva rugosità, scivolamento

Il colore dei prodotti resinosi, viene ottenuto con l'aggiunta di pigmenti organici direttamente nella base o nel formulato neutro (converter) mediante paste colorate. Il non ingiallimento del colore, per effetto dei raggi UV, dipende dalla natura chimica del formulato e dei pigmenti. Non vi sono in commercio, prodotti che non virano in assoluto nel tempo. Si possono ottenere prodotti con un'ottima resistenza all'azione dei raggi UV, ma certamente, non totale. I raggi UV oltre al viraggio dei colori (ingiallimento) determinano inoltre, se i prodotti non sono stati specificamente formulati, sfarinamento e quindi opacizzazione superficiale.

Lo strato di finitura di un sistema resinoso, applicato a rullo, presenta uno spessore variabile tra 40 μm e 100 μm .

L'applicazione dello strato di finitura ha la finalità di conferire, alla superficie del rivestimento, più alte caratteristiche di resistenza chimica, migliorandone la facilità di pulizia, la decontaminazione e l'aspetto estetico finale.

L'applicazione può essere causa di imperfezioni estetiche: "le rullate".

È importante, nell'effettuare tale operazione, che il rullo perda la quantità in eccesso di prodotto. L'operazione di "incrociare" le rullate durante la posa, consente una migliore distensione del prodotto ed evita l'evidenziazione degli accumuli di prodotto ai lati del rullo quando il prodotto è indurito: "rullate".

La superficie di un sistema resinoso, può essere liscia, o con vari gradi di rugosità. Passando da superficie liscia a rugosa, antisdrucchiolevole, la stessa risulterà sempre meno pulibile. Non possono, però essere eluse le prescrizioni previste dalla normativa vigente in merito allo scivolamento sui luoghi di lavoro o in locali pubblici.

La normativa italiana, relativamente a tale argomento, risulta molto carente. Gli unici riferimenti legislativi sono il **D.lgs. 9, aprile, 2008 n.81** " Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", allegato XIII, punto 4.1:

"I pavimenti dei locali non devono presentare protuberanze, cavità o piani inclinati pericolosi; essi devono essere fissi, stabili e antisdrucchiolevoli."

Inoltre il **D.M. 14, giugno, 1989 n. 236, art. 8, punto 8.2.2**

"Per pavimentazione antisdrucchiolevole si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC.6/81, sia superiore ai seguenti valori:

- 0.40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0.40 per elemento scivolante gomma dura standard, su pavimentazione bagnata.

Le tabelle riportano i valori secondo le norme DIN tedesche DIN 51097 e la DIN 51130.

Germania DIN 51097 - piedi nudi

angolo scivolamento	Classificazione	Campo di applicazione
$\alpha < 12^\circ$	non classificate	
$12^\circ \leq \alpha < 18^\circ$	A	deambulazione a piedi scalzi
$18^\circ \leq \alpha < 24^\circ$	B	zone lavaggi docce piscine
$\alpha \geq 24^\circ$	C	scale che conducono in acqua, bordi inclinati di piscine

Germania DIN 51130 - scarpe antinfortunistica

angolo scivolamento	classificazione
$\alpha < 3^\circ$	non classificate
$3^\circ \leq \alpha \leq 10^\circ$	R9
$10^\circ < \alpha \leq 19^\circ$	R10
$19^\circ < \alpha \leq 27^\circ$	R11
$27^\circ < \alpha \leq 35^\circ$	R12
$\alpha > 35^\circ$	R13

d) Le problematiche relative alla valutazione della qualità estetica dei sistemi decorativi

La valutazione dell'aspetto di un rivestimento, diviene importante nel caso di sistemi decorativi, dove il design è uno degli elementi essenziali della pavimentazione.

L'uso dei sistemi resinosi nell'ambito delle pavimentazioni decorative nasce da istanze da parte di architetti, progettisti, utilizzatori, committenti, di personificazione di ambienti come: abitazioni, hall di alberghi, uffici, negozi, centri commerciali, palestre, edifici pubblici, grandi magazzini, ecc. La scelta e l'uso dei sistemi resinosi, consente una notevole libertà di progettazione, un'ampia gamma di soluzioni.

Diventa pertanto difficile la valutazione qualitativa dell'estetica del rivestimento, che potrà essere fattibile solo se c'è una sufficiente documentazione scritta e concordata dalle parti, ma soprattutto, l'esistenza di un campione approvato e sottoscritto dal committente.

Tutte le altre problematiche sono riconducibili a quelle possibili dei sistemi resinosi. Spesso sono le stesse che si riscontrano nei sistemi "Multistrato", "Autolivellante", "Malta spatolata" e quindi eccessiva rugosità superficiale, presenza di spatolate troppo evidenti, scarso livellamento.

Il tecnico deve però, valutare attentamente e con opportuna oculatezza quanto queste imperfezioni siano da ritenersi tali o invece siano state, *volutamente*, realizzate dall'applicatore, in quanto facenti parte dell'estetica finale del rivestimento. Spesso accade che, alla consegna lavori, il committente accetti il lavoro, ma poi successivamente, quando alcune caratteristiche proprie del sistema vengono messe in evidenza dall'uso, non vengono più gradite e quindi sono contestate. In mancanza di una campionatura accettata e controfirmata dal committente, sarà difficile dimostrare che erano proprie del sistema e quindi non contestabili.

Cap. 11

La manutenzione ordinaria

Affinché un rivestimento conservi nel tempo le caratteristiche meccaniche e funzionali è determinante che l'applicatore fornisca al committente il "Piano Manutenzione" che ha come fine quello di fornire gli elementi necessari per attuare tale mantenimento nel tempo delle caratteristiche di qualità e funzionalità proprie del sistema resinoso realizzato.

Il Piano Manutenzione dovrà avere come elementi costitutivi:

1. **Manuale d'uso:** l'insieme delle indicazioni per un corretto utilizzo del rivestimento;
2. **Programma di manutenzione:** programma dei controlli e degli interventi da eseguire sul rivestimento a cadenze temporali prefissate;
3. **Manuale di manutenzione:** l'insieme degli elementi necessari per mantenere intatte le caratteristiche prestazionali primarie del rivestimento.

In Appendice vengono riportati gli schemi delle schede, da compilare per ogni tipologia di rivestimento eseguito; tutte insieme costituiranno il documento "Piano di Manutenzione". Il Piano Manutenzione va consegnato al committente, che rilascia ricevuta di avvenuta consegna.

L'esecuzione degli interventi di manutenzione deve avvenire sotto la responsabilità del proprietario o della persona delegata che ne ha titolo, nel rispetto delle indicazioni riportate nel Piano Manutenzione, nonché delle disposizioni che disciplinano la sicurezza, l'igiene e la prevenzione infortuni.

La *manutenzione ordinaria*, quella riportata nel Piano Manutenzione, ha la peculiarità di mantenimento delle caratteristiche prestazionali essenziali del rivestimento; mediante gli interventi di *manutenzione straordinaria*, non definiti nel Piano Manutenzione, che, però, si effettuano lavori di riparazione o di modifica del rivestimento resinoso.

PARTE A**UBICAZIONE E IDENTIFICAZIONE****Ubicazione**

Committente:

Ubicazione cantiere:

RIVESTIMENTO

- 1^a – Impregnazione semplice
- 1^b – Impregnazione a saturazione
- 2 - Pellicolare a film sottile
- 3 – Pellicolare a film spesso
- 4 – Multistrato
- 5 – Autolivellante
- 6 – Malta resinosa
- 7 - Autolivellante PUR- cemento
- 8 – Malta resinosa PUR - cemento

Ambito costruttivo

- Nuova realizzazione
- Ristrutturazione

Estensione [m²]**PARTE B****OPERATORI COINVOLTI***Una stessa persona fisica può svolgere più funzioni.*

n°	Funzione	Nome/Ragione Indirizzo
1	Committente	
2	Utilizzatore/Titolare*	
3	Progettista	
4	Direzione Lavori	
6	Appaltatore	

PARTE C

SUPERFICIE DI POSA, METODOLOGIA DI PREPARAZIONE INTERVENTI PRELIMINARI, MATERIALI, SISTEMA

- Natura della superficie di posa
- Calcestruzzo nuovo
- Calcestruzzo vecchio
- Piastrelle (gres, monocottura, ecc)
- Acciaio
- Asfalto
- Legno
- Altro (specificare)

Data	Descrizione intervento	operatore

Data di ultimazione preparazione superficie di posa:

MATERIALI IMPIEGATI

Ditta fornitrice			
Certificazioni		CE n.	ISO 9001 n.
Marcature CE			
<input type="checkbox"/> UNI EN 1504 – 2		<input type="checkbox"/> UNI EN 13813	
Nome commerciale	n. lotto	Quantità prevista Kg/m²	Quantità impiegata Kg/m²

FASI ESECUTIVE

Data	Breve descrizione	t _s [°C]	t _A [°C]	UR [%]

t_s = temperatura superficie di posa; t_A = temperatura ambiente; UR = grado di umidità ambientale

Data di ultimazione lavori:

Differenza gg. rispetto alle previsioni + gg. - gg.

Motivazione :

Sistema resinoso scelto	
Spessore [mm]	
Aspetto estetico	<input type="checkbox"/> lucido <input type="checkbox"/> opaco <input type="checkbox"/> satinato <input type="checkbox"/> ruvido
Decorativo	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Colore	<input type="checkbox"/> monocromatico <input type="checkbox"/> policromo
Resistenza chimica	<input type="checkbox"/> ai detergenti <input type="checkbox"/> sostanze chimiche (*)
Conducibilità	<input type="checkbox"/> conduttivo $\leq 10^5 \Omega$ <input type="checkbox"/> antistatico $10^6 \div 10^{12} \Omega$.

(*) contatti brevie saltuari contatto continuo concentrazione % temperatura °C

PARTE D

CRITERI D'ACCETTAZIONE DEL RIVESTIMENTO FINITO

Tipo rivestimento:	
Caratteristica	
Spessore	
Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale	
Pulizia	

TABELLA VALUTAZIONE DEW POINT [°C] ALLEGATO B

Linee Guida CONPAVIPER

Temperatura ambiente t_a °C	UR - grado di umidità ambientale				
	40%	50%	60%	70%	80%
28	13,1	16,6	19,5	22,0	24,2
27	12,2	15,7	18,6	21,0	23,2
26	11,3	14,8	17,6	20,1	22,3
25	10,4	13,8	16,7	19,1	21,3
24	9,6	12,9	15,7	18,2	20,3
23	8,7	12,0	14,8	17,2	19,4
22	7,8	11,1	13,9	16,3	18,4
21	6,9	10,2	12,9	15,3	17,4
20	6,0	9,3	12,0	14,4	16,4
19	5,1	8,3	11,1	13,4	15,5
18	4,2	7,4	10,1	12,4	14,5
17	3,3	6,5	9,2	11,5	13,5
16	2,4	5,6	8,2	10,5	12,5
15	1,5	4,7	7,3	9,6	11,6
14	0,6	3,7	6,4	8,6	10,6
13	-0,3	2,8	5,4	7,7	9,6
12	-1,2	1,9	4,5	6,7	8,7
11	-2,1	1,0	3,5	5,7	7,7
10	-3,0	0,1	2,6	4,8	6,7
9	-3,9	-0,9	1,7	3,8	5,7
8	-4,8	-1,8	0,7	2,9	4,8
7	5,7	-2,7	-0,2	1,9	3,8
6	-6,6	-3,6	-1,2	0,9	2,8
5	-7,5	-4,6	-2,1	0,0	1,8
4	-8,4	-5,5	-3,1	-1,0	0,9
3	-9,3	-6,4	-4,0	-1,9	-0,1
2	-10,2	-7,3	-4,9	-2,9	-1,1
1	-11,1	-8,2	-5,9	-3,8	-2,1
0	-12,0	-9,2	-6,8	-4,8	-3,0

PIANO DI MANUTENZIONE

MANUALE D'USO

Linee Guida CONPAVIPER

tipologia del rivestimento resinoso

Descrizione sommaria:.	
Locale dove realizzato	
Criteri di accettazione	

PIANO DI MANUTENZIONE

SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Linee Guida CONPAVIPER

tipologia del rivestimento resinoso			
Elenco caratteristiche prestazionali			
classe	prestazione	ciclo di vita	vita utile
<input type="checkbox"/> sicurezza	Resistere ai carichi ed alle sollecitazioni previste in fase di progettazione.	<input type="checkbox"/> anni <input type="checkbox"/> non valutabile	
<input type="checkbox"/> benessere	Garantire igiene ,pulizia e sanificazione	<input type="checkbox"/> anni <input type="checkbox"/> non valutabile	
<input type="checkbox"/> funzionalità	Fruibilità, transitabilità, idoneo potenziale di scivolamento	<input type="checkbox"/> anni <input type="checkbox"/> non valutabile	
<input type="checkbox"/> durabilità	facile manutenzione e pulizia; utilizzo di deterbanti	<input type="checkbox"/> anni <input type="checkbox"/> non valutabile	
<input type="checkbox"/> estetica	Aspetto	<input type="checkbox"/> anni <input type="checkbox"/> non valutabile	
<input type="checkbox"/> stabilità	Resistenza meccanica, chimica	<input type="checkbox"/> anni <input type="checkbox"/> non valutabile	

PIANO DI MANUTENZIONE

MANUALE DI MANUTENZIONE

Linee Guida CONPAVIPER

Tipologia di rivestimento:		
collocazione		
Livello minimo delle prestazioni		
Anomalie riscontrabili		
Lista delle manutenzioni da eseguire		
controllo	periodicità	a cura di
Controllo visivo	<input type="checkbox"/> annuale <input type="checkbox"/> semestrale	<input type="checkbox"/> utente <input type="checkbox"/> applicatore
intervento	periodicità	a cura di
ripristino	<input type="checkbox"/> quando necessario	<input type="checkbox"/> utente <input type="checkbox"/> applicatore



CON/PAVIPER

ENTE NAZIONALE
CON/PAVIPER
Associazione Nazionale Pavimentazioni Continue
ENTE GIURIDICO

www.conpaviper.com