



Associazione Italiana Sottofondi, Massetti e Pavimentazioni e Rivestimenti Continui

**LINEE GUIDA**  
per la  
**PRESCRIZIONE, POSA, CONTROLLI, VERIFICA  
FINALE e MANUTENZIONE**  
dei **RIVESTIMENTI RESINOSI CONTINUI**

Rev. 03/2018

Con il contributo del Socio CONPAVIPER:



**ISOPLAM S.r.l.**

Via E. Mattei, 4

31010 Maser (TV)

Tel. 0423 925023 - [www.isoplam.it](http://www.isoplam.it)

*Le informazioni contenute in questo documento sono state messe a punto sulla base delle migliori esperienze fatte sul campo da chi ha contribuito alla sua redazione e delle normative vigenti e rappresentano un supporto teorico e generale.*

*Si sottolinea questo carattere “generale” del documento per evidenziare come l'impossibilità di poter considerare in modo esaustivo le reali condizioni di applicazione e le caratteristiche di ogni singolo prodotto presente sul mercato richieda una lettura critica di quanto scritto e, comunque, l'intervento sul campo di esperti in materia. CONPAVIPER – e gli autori del documento - declina quindi ogni responsabilità, diretta, indiretta o implicita, su quanto possa accadere nella realtà comune applicando quanto qui riportato.*

La Revisione 03 del documento è stata messa a punto dalla Sezione Resine CONPAVIPER

Il documento è stato pubblicato nel mese di Luglio 2018.

Tutti i diritti sono riservati.

**La pubblicazione, anche parziale, su carta o su web, richiede la specifica autorizzazione del CONPAVIPER.**

# SOMMARIO

<b>1</b>	<b>SCOPO E CONTENUTI .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>TERMINI E DEFINIZIONI .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>SISTEMI DI MISURA.....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>CLASSIFICAZIONE E DEFINIZIONE DEI SISTEMI RESINOSI CONTINUI .....</b>	<b>18</b>
5.1	Premessa.....	18
5.2	Sistemi incorporati: impregnazione “semplice” e impregnazione “a saturazione” .....	19
5.3	Sistemi resinosi riportati.....	22
5.3.1	Sistemi pellicolari.....	22
5.3.2	Sistemi resinosi multistrato.....	26
5.3.3	Sistemi resinosi autolivellanti.....	29
5.3.4	Sistemi a malta resinosa.....	31
5.4	Sistemi resinosi con caratteristiche prestazionali particolari .....	33
5.4.1	Sistemi resinosi antistatici o conduttivi.....	33
5.4.2	Sistemi resinosi con alta resistenza chimica.....	37
5.4.3	Sistemi resinosi decorativi.....	39
5.4.4	Altri sistemi resinosi speciali .....	41
<b>6</b>	<b>I MATERIALI REATTIVI IMPIEGATI .....</b>	<b>43</b>
6.1	I leganti organici.....	43
6.1.1	I leganti epossidici (EP).....	43
6.1.2	I leganti poliuretanic (PUR).....	44
6.1.3	I leganti epossi-poliuretanic.....	45
6.1.4	I leganti polimetilmetacrilici .....	45
6.2	Leganti ottenuti da prodotti organici e cemento.....	46
<b>7</b>	<b>LA SUPERFICIE DI POSA E LE METODOLOGIE DI PREPARAZIONE .....</b>	<b>47</b>
7.1	Premessa.....	47
	La superficie di posa .....	48
7.2	La preparazione della superficie di posa.....	50
7.2.1	Carteggiatura.....	51
7.2.2	Molatura o levigatura.....	52
7.2.3	Pallinatura.....	53
7.2.4	Scarifica.....	54
7.3	Operazioni complementari .....	55
7.3.1	Idrolavaggio.....	56
7.3.2	Rimozione di rivestimenti e/o strati superficiali esistenti, correzioni di quote.....	56
7.4	Pulizia fine della superficie .....	57
<b>8</b>	<b>LA SCELTA DEI SISTEMI .....</b>	<b>58</b>
8.1	La caratterizzazione di un sistema resinoso.....	58
<b>9</b>	<b>APPLICAZIONE DEI SISTEMI RESINOSI .....</b>	<b>60</b>

9.1	L'importanza dello scambio d'informazioni .....	60
9.2	La posa dei sistemi resinosi.....	60
9.3	Le condizioni ambientali.....	61
9.3.1	La temperatura.....	61
9.3.2	L'umidità.....	61
9.3.3	Sottofondi umidi o con risalite di umidità – il fenomeno dell'osmosi .....	62
9.4	L'indurimento dei materiali.....	64
9.5	L'organizzazione, l'igiene e la sicurezza del cantiere.....	64
9.6	La durata .....	66
<b>10</b>	<b>VERIFICHE PRESTAZIONALI E CRITERI DI ACCETTAZIONE.....</b>	<b>68</b>
10.1	Le verifiche prestazionali.....	68
10.2	Criteri di accettazione .....	68
10.2.1	Criteri di accettazione per i vari tipi di sistema resinoso.....	69
10.3	La verifica tecnica.....	72
10.3.1	La determinazione dello spessore finale realizzato .....	72
10.3.2	Vizi e/o difetti di un rivestimento finito.....	76
10.4	Il problema delle bruciature da frizione delle ruote.....	79
10.4.1	La temperatura di transizione vetrosa.....	79
10.4.2	La bruciatura dei sistemi resinosi causata dalla frizione delle ruote.....	79
10.5	Le macchie da ritenzione di sporco.....	81
10.6	La verifica delle caratteristiche prestazionali.....	81
10.6.1	L'esame visivo.....	82
10.6.2	La verifica dell'adesione .....	82
10.7	Altre caratteristiche e prestazioni richiedibili.....	82
10.7.1	Resistenza chimica .....	83
10.7.2	Resistenza alla temperatura .....	83
10.7.3	Dilatazioni termiche.....	84
10.7.4	Colore, brillantezza, aspetti generali del grado di finitura.....	84
10.7.5	Proprietà antiscivolo .....	85
10.7.6	Proprietà antistatica, conducibilità elettrica.....	87
10.8	Le problematiche relative alla valutazione della qualità estetica dei sistemi decorativi.....	87
<b>11</b>	<b>LA MANUTENZIONE ORDINARIA.....</b>	<b>89</b>
11.1	La pulizia della pavimentazione .....	89
11.2	La manutenzione straordinaria.....	90
<b>12</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>91</b>
<b>ALL. A</b>	<b>- MODULO RACCOLTA DATI .....</b>	<b>92</b>
<b>ALL. B</b>	<b>- SCHEDA PROCESSO ESECUTIVO .....</b>	<b>93</b>
<b>ALL. C</b>	<b>- TABELLA DEI PUNTI DI CONDENSA.....</b>	<b>96</b>
<b>13</b>	<b>CONPAVIPER.....</b>	<b>97</b>
13.1	Chi è CONPAVIPER.....	97

13.2	Perché iscriversi al CONPAVIPER .....	97
13.2.1	La difesa del settore.....	97
13.2.2	Una Rappresentanza democratica a difesa dei Valori .....	97
13.2.3	I Diritti dei Soci CONPAVIPER.....	98

# 1 SCOPO E CONTENUTI

Lo scopo principale di questa terza edizione delle “LINEE GUIDA per la PRESCRIZIONE, POSA, CONTROLLI, VERIFICA FINALE e MANUTENZIONE dei RIVESTIMENTI RESINOSI CONTINUI” è quello di fornire, nel rispetto della vigente normativa, un valido strumento operativo per Committenti, Progettisti, Applicatori, Tecnici e Fornitori che svolgono la loro attività professionale e/o imprenditoriale nel settore dei rivestimenti continui in resina per pavimentazioni.

I sistemi resinosi per pavimentazioni impiegati in ambito civile, commerciale ed industriale sono in grado oggi – se adeguatamente specificati – di soddisfare le più diverse necessità prestazionali, funzionali ed economiche. Questo grazie ad un'importante evoluzione tecnologica che ha permesso la produzione di un'ampissima gamma di sistemi e la nascita di soggetti specializzati per la loro applicazione.

In questo contesto è però fondamentale che **la scelta del rivestimento resinoso** sia effettuata in modo appropriato, così come **l'affidamento dei lavori**.

I capitolati dovranno quindi tenere in debita considerazione le raccomandazioni tecniche che sono frutto di esperienza e studi di tutti gli operatori del settore e delle normative vigenti, prevedere l'individuazione di tutte le caratteristiche prestazionali necessarie sia per identificare i sistemi resinosi che la scelta degli applicatori, in modo da raggiungere i risultati attesi in termini di funzionalità e la rispondenza a specifiche esigenze.

Le *Linee Guida CONPAVIPER* rappresentano un valido strumento di supporto tecnico e di carattere formativo, teso a fornire raccomandazioni operative e valutative per la corretta:

- prescrizione della tipologia, delle prestazioni e delle caratteristiche del rivestimento resinoso;
- definizione delle modalità posa;
- individuazione dei controlli in corso d'opera e del collaudo, e dei relativi criteri di accettazione;
- gestione delle variabili di cantiere, e delle possibili difformità e problematiche;
- programmazione delle attività di manutenzione dei sistemi.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nella stesura del presente documento si è fatto riferimento alle norme italiane, europee e internazionali e alle direttive CE vigenti alla data di pubblicazione. Tutti i riferimenti normativi sono di seguito riportati, e citati nel testo nella trattazione degli argomenti specifici.

Tutti gli aggiornamenti o revisioni apportati in data successiva alla pubblicazione delle Linee Guida dovranno quindi essere valutati dal lettore e, in ogni caso, in caso di diversa indicazione, sostituiscono quanto qui previsto. [\*]

**Tab. 2.1 - Riferimenti normativi, direttive e regolamenti della CE**

<p><b>DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017 , n. 106 .</b></p> <p>Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.</p>
<p><b>UNI EN 1504-2</b></p> <p>Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Parte 2. Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo.</p>
<p><b>UNI EN 13813</b></p> <p>Massetti e materiali per massetti –Proprietà e requisiti.</p>
<p><b>Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018</b></p>
<p><b>Regolamento Delegato (UE) 364/2016</b></p> <p>Classificazione della prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alla reazione al fuoco.</p>
<p><b>D.M. 15 marzo 2005</b></p> <p>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.</p>
<p><b>Direttiva 2014/34/UE del 26 febbraio 2014</b></p> <p>Armonizzazione delle legislazioni degli stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.</p>
<p><b>Regolamento (CE) N. 1272/2008 del Parlamento europeo</b></p> <p>Classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele.</p>
<p><b>UNI 10329</b></p> <p>Posa dei rivestimenti di pavimentazione - Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.</p>
<p><b>UNI 10966</b></p> <p>Rivestimenti resinosi per pavimentazioni Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione.</p>
<p><b>UNI EN 12504-1:2009</b></p> <p>Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione.</p>
<p><b>UNI EN 1542</b></p> <p>Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta.</p>

<b>UNI EN 1081</b> Rivestimenti resilienti per pavimentazioni - Determinazione della resistenza elettrica.
<b>UNI 8297</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni – Terminologia.
<b>UNI 8298-1</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto.
<b>UNI 8298-2</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 2. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico.
<b>UNI 8298-3</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 3: Determinazione della resistenza al punzonamento statico.
<b>UNI 8298-4</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 4. Determinazione della resistenza agli agenti chimici.
<b>UNI 8298-5</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 5. Determinazione del comportamento all'acqua.
<b>UNI 8298-6</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 6: Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria.
<b>UNI 8298-8</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 8. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa.
<b>UNI 8298-9</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 9: Determinazione della resistenza all'abrasione.
<b>UNI 8298-10</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 10: Determinazione della resistenza elettrica.
<b>UNI 8298-12</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 12. Determinazione dello spessore.
<b>UNI 8298-14</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 14: Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio.
<b>UNI 8298-15</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 15. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente.

<b>UNI 8298-16</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 16: Determinazione del coefficiente di attrito.
<b>UNI 8636</b> Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Significatività delle caratteristiche.
<b>UNI EN 13036-4</b> 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.
<b>UNI EN 13529</b> Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Resistenza agli attacchi chimici severi.
<b>UNI EN ISO 5470- 1</b> Supporti tessili rivestiti di gomma o materie plastiche - Determinazione della resistenza all'usura - Apparecchiatura di prova di abrasione Taber.
<b>UNI EN 12274-3</b> Trattamento superficiale con malte a freddo - Parte 3. Metodo di prova - Consistenza.
<b>UNI EN 12390-3</b> Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini.
<b>UNI EN 12504-2</b> Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico.
<b>UNI EN 13501-1</b> Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 1: classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.
<b>UNI ENV 13419</b> Prodotti da costruzione - Determinazione delle emissioni di composti organici volatili - Metodo in camera di prova di emissione.
<b>UNI EN 13892 parti 1--8</b> Serie di Norme UNI EN sui metodi di prova dei materiali per massetti.
<b>UNI EN 196-1</b> Determinazione delle resistenze a compressione e flessione delle malte di cemento.
<b>UNI EN 197-1</b> Cemento parte I – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
<b>UNI EN 425</b> Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni - Prova della sedia con ruote.
<b>UNI EN 433</b> Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico.

<b>UNI EN ISO 1183-1</b>
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.
<b>UNI EN ISO 1183-2</b>
Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Parte 2 Metodo della colonna a gradiente di massa volumica.
<b>UNI EN ISO 14644 parti 1-14</b>
Serie di norme UNI EN ISO su camere bianche ed ambienti associati controllati.
<b>UNI EN ISO 6272</b>
Pitture e vernici - Prove di deformazione rapida (resistenza all'urto) - Parte 1: Prova con massa cadente con punzone di larga superficie.
<b>UNI EN ISO 7783- 1</b>
Pitture e vernici - Determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo - Metodo della capsula per pellicole libere.
<b>ISO 868</b>
Plastic and ebonite determination of indentation hardness by means of a durometer (shore hardness).
<b>ANSI/ESD STM 97.1</b>
Floor Materials and Footwear--Resistance in Combination with a Person.
<b>ANSI/ESD STM 97.2</b>
Floor Materials and Footwear Voltage Measurement in Combination with a Person.
<b>ASTM D 3359</b>
Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.
<b>DIN 51097</b>
Testing of floor coverings. Determination of anti-slip properties. Wet-loaded bare foot areas. Walking method. Ramp test.
<b>DIN 51130</b>
Testing of floor coverings. Determination of anti-slip properties. Workrooms and fields of activities with slip danger, walking method - Ramp test.
<b>DIN 53151</b>
Determinazione della resistenza alla lacerazione di gomme elastomeriche e film di materiali plastici.
<b>DIN 53504</b>
Testing of rubber - Determination of tensile strength at break, tensile stress at yield, elongation at break and stress values in a tensile test.
<b>DIN 53505</b>
Testing of rubber – Shore A and Shore D hardness test.

<p><b>DIN EN ISO 2409</b></p> <p>Cross-cut test.</p>
<p><b>ISO 4624</b></p> <p>Paints and varnishes - Pull-off test for adhesion.</p>
<p><b>IEC 61340-4-1:2003+AMD1:2015 CSV Consolidated version</b></p> <p>Electrostatics - Part 4-1: Standard test methods for specific applications - Electrical resistance of floor coverings and installed floors.</p>

Nota:

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 normalizzazione 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*).

### 3 TERMINI E DEFINIZIONI

Nel trattare gli argomenti è importante utilizzare in modo corretto i termini tecnici, affinché si possa essere certi che ciò di cui si parla o si scrive sia non solo comprensibile ma soprattutto chiaro e univocamente definito, in particolare nella elaborazione dei Capitolati, dei Progetti, delle comunicazioni tra le parti coinvolte.

Molto usati sono termini o abbreviazioni relativi a fenomeni chimici e fisici, e alla definizione di caratteristiche o proprietà dei prodotti impiegati. Essi si trovano nelle schede tecniche e/o di sicurezza dei prodotti, ed è quindi evidente quanto sia importante conoscerne il significato preciso.

Con l'obiettivo di fornire un glossario unico per il settore e di rendere chiaro quanto riportato nel presente documento, si riportano i termini e le definizioni seguenti.

---

#### ***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 $\lambda$***

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

---

#### ***Contenuto in solidi***

Percentuale di prodotto non volatile, che determina lo spessore finale del film di rivestimento resinoso.

---

#### ***Densità***

Valore 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  $[kg/l]$ .

---

#### ***Deformazioni elastiche e plastiche***

Si dice elastica una deformazione, in generale piccola, che scompare al cessare della sollecitazione.

Viceversa le ***deformazioni plastiche*** sono permanenti, cioè restano anche quando la sollecitazione esterna ha smesso di agire lasciando il materiale deformato.

In generale vi sono materiali che hanno praticamente solo deformazione plastica e materiali che sono elastici fino un certo valore della sollecitazione, dopo il quale si ha plasticità fino alla rottura.

---

#### ***Dielettrico***

Si definisce *dielettrico* un materiale non conduttivo, isolante, le cui molecole vengono polarizzate da un campo elettrico, cioè si orientano con la zona positiva verso il polo negativo del campo elettrico e viceversa. Questo fenomeno viene chiamato *polarizzazione* ed è molto importante nei condensatori. Il termine viene spesso impropriamente utilizzato per descrivere una caratteristica dei rivestimenti resinosi.

---

#### ***Durezza***

Resistenza offerta da un materiale a lasciarsi penetrare da un altro.

---

### ***Elastomeri e plastomeri***

Tutti i materiali hanno la capacità di subire deformazioni quando sottoposti a sollecitazione esterne.

I materiali vengono definiti *elastomeri* quando hanno la capacità di riacquistare la loro forma originale una volta interrotta la sollecitazione esterna. In caso contrario, quando si ha una deformazione permanente più o meno evidente, i materiali si definiscono *plastomeri*.

### ***Emulsione***

Stato fisico tipico dei prodotti dispersi in acqua. Le resine non sono solubili in acqua, ma si possono disperdere in essa creando, appunto, delle emulsioni che hanno il tipico colore bianco lattiginoso.

### ***EP - resine epossidiche***

Le **resine epossidiche** sono polimeri termoindurenti con reazione a freddo.

Il formulato è normalmente costituito da una resina base (componente A) e da un'indurente (componente B), i quali, miscelati accuratamente nel rapporto d'uso indicato dal produttore, si solidificheranno, dando origine ad uno strato vetrificato lucido.

### ***Fase solvente***

Si dice per quei prodotti che presentano solventi nella loro formulazione.

### ***Finiture***

Prodotti in grado di realizzare uno spessore medio compreso tra 40 µm ÷ 100 µm; spesso indicano i prodotti utilizzati in ultima mano.

### ***Fluido***

Si definisce fluido un materiale (generalmente costituito da una sostanza o da una miscela di più sostanze) che si deforma illimitatamente se sottoposto a uno sforzo di taglio, indipendentemente dall'entità di quest'ultimo. È un particolare stato della materia che comprende principalmente i liquidi e gli aeriformi.

### ***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 aggregato; è generalmente espressa in [mm], ad esempio: 0,06 ÷ 0,25 vuol dire che la carica è composta da granuli che hanno diametro minimo 0,06 mm e massimo 0,25 mm.

### ***Idrorepellente (Trattamento)***

Trattamento protettivo principalmente destinato alle superfici verticali. Un liquido a contatto con una superficie idrorepellente assume la tipica forma a goccia e scivola senza bagnarla. L'utilizzo di trattamenti idrorepellenti su superfici orizzontali, quali le pavimentazioni, non può garantire l'assenza di assorbimento del liquido che ristagna per lungo tempo e sul quale possono anche agire sollecitazioni meccaniche o pressioni di varia natura che ne favorirebbero la penetrazione nel sottofondo. Attenzione, non è quindi detto che una **superficie idrorepellente sia anche impermeabile**.

### ***Indurente***

Uno dei componenti che costituiscono una resina epossidica o poliuretanica.

### **Lettere dell'alfabeto greco**

In questo documento si fa uso di alcune lettere dell'alfabeto greco che rappresentano diverse grandezze fisiche. Di seguito elenchiamo quelle di nostro maggiore interesse:

$\alpha$	<i>alfa</i>	coefficiente di dilatazione termico volumetrico.
$\lambda$	<i>gamma</i>	coefficiente di dilatazione termico lineare.
$\Delta$	<i>delta</i>	indica una differenza tra due valori della grandezza fisica rappresentata dal simbolo che la segue. Es. $\Delta T$ rappresenta la differenza tra due valori diversi di temperatura.
$\nu$	<i>ni</i>	viscosità cinematica.
$\rho$	<i>ro</i>	usata per indicare sia la resistività sia la densità.
$\tau$	<i>tau</i>	tensioni tangenziali, ad esempio sforzi di taglio.
$\mu$	<i>mu</i>	Indica un milionesimo della grandezza che segue, es. $\mu\text{m}$ indica un milionesimo di metro, ossia un millesimo di millimetro.
$\Omega$	<i>omega</i>	Ohm, unità di misura della resistenza elettrica

---

### **Monomero**

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. Consiste nella diffusione di un liquido di una soluzione a più bassa concentrazione di soluti verso un'altra soluzione a concentrazione maggiore. Le soluzioni sono separate da una membrana semi-permeabile, cioè permeabile al liquido ma impermeabile ai soluti. Questo passaggio esercita una pressione sulla membrana detta pressione osmotica.

---

### **PMMA - Polimetilmetacrilato**

Composto chimico formato da polimeri del metacrilato di metile. Presenta caratteristiche di elevata trasparenza. Nei rivestimenti in resina trova impiego essenzialmente perché è possibile modificarne il tempo di indurimento mediante apposito 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 a una quantità di prodotto ben definita.

Il pot-life dipende dalla temperatura e dalla massa. Aumenta all'aumentare della temperatura e della massa e viceversa. Il pot-life deve essere utilizzato come valore di confronto. Esso, infatti, indica la vita utile di una definita quantità di prodotto resinoso, a temperatura e grado di umidità standard ( $+23^{\circ}\text{C}$ ;  $50\% \text{UR}$ ), 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, diluenti o tixotropizzanti modifica il pot-life di un prodotto.

---

### **Preparazione della superficie di posa**

Operazione atta all'eliminazione di eventuali impedimenti alla buona adesione, nonché alla realizzazione del corretto profilo in base agli spessori del rivestimento da applicare.

---

### **Primer**

Formulato resinoso, atto a svolgere più funzioni: promotore d'adesione, fondo sigillante turapori, consolidante corticale. Vengono utilizzati formulati in fase solvente, idrodispersi o a contenuto totale di solidi.

---

### **Punto di rugiada o dew point**

La temperatura di rugiada,  $t_d$  (in  $^{\circ}\text{C}$ ) è la temperatura alla quale, per un determinato valore di UR, si osserva la comparsa delle prime goccioline di condensa.

Può indicare anche il valore della temperatura alla quale l'aria, per raffreddamento a pressione costante, diventa satura di vapore.

---

### **PUR - resine poliuretatiche**

Composti chimici formati da uno o due componenti da miscelare prima dell'uso. Si differenziano principalmente in aromatici e alifatici. Rispetto alle resine epossidiche possono presentare maggiore elasticità e migliori resistenze agli UV (poliuretatiche alifatiche).

---

### **Rapporto di impiego**

Indica le percentuali esatte in volume o in peso del componente base e del componente indurente da impiegare per ottenere 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**

Capacità di un materiale di assorbire energia di deformazione elastica. I materiali che presentano bassa resilienza sono detti *fragili*.

---

### **Reticolazione**

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

---

### **Soluzioni**

Miscela omogenea di due o più specie chimiche. Le soluzioni possono essere liquide, solide, gassose.

---

### ***Superficie di posa***

Identifica il piano sul quale verrà applicato il rivestimento (calcestruzzo, legno, acciaio ecc.), ma anche la superficie dei vari strati intermedi su cui applicare lo strato successivo.

Nella pratica quotidiana è in uso chiamare tali superfici “supporto” – termine che invece si riferisce a un altro elemento costituente il pavimento (vedi supporto) – o “sottofondo”, che risulta più appropriato.

---

### ***Supporto***

S'intende per supporto l'insieme degli strati sottostanti alla piastra portante di un pavimento e non – come spesso si usa dire – la superficie di posa (vedi). Nel pavimento contro terra il supporto può comprendere: massiciata, 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 prestare attenzione 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, legami che non possono rompersi per effetto del riscaldamento. Il riscaldamento 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 con sé gli strati di liquido immediatamente adiacenti. La viscosità è una grandezza che dipende dalla temperatura. Essa aumenta con il diminuire della temperatura e viceversa.

---

### ***VOC***

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

---

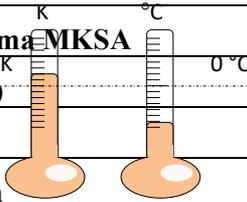
## 4 SISTEMI DI MISURA

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

Le tabelle indicano le unità base del SI.

Unità di misura	Simbolo	Grandezza misurata
metro	<b>m</b>	lunghezza
kilogrammo	<b>kg</b>	massa
secondo	<b>s</b>	tempo
ampere	<b>A</b>	intensità della corrente elettrica
kelvin	<b>K</b>	temperatura
Mole	<b>mol</b>	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
 $273,15 \text{ K}$ $t \text{ (}^\circ\text{C)}$	$T \text{ (K)} \text{ (} 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K)}$
$1 \text{ kg}_f$	$10 \text{ N}$
$1 \text{ atm}$	$10^4 \text{ Pa}$
$10 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 10 \text{ atm}$ $0,3^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$	$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$

### Simboli

**t** temperatura [ $^\circ\text{C}$ ] espressa in gradi centigradi

**T** temperatura [K] espressa in Kelvin

**U.R.** umidità relativa dell'aria [%]

**p** pressione [ $\text{N/mm}^2$ ] o [MPa]

**d** densità [ $\text{kg/dm}^3$ ] o [ $\text{kg/l}$ ]

**s** spessore rivestimento [mm] o [ $\mu\text{m}$ ] micrometri (nella pratica quotidiana chiamati semplicemente *micron*, pari a 1/1000 di mm)

**Rs** resistività superficiale, pari a  $W/L$  o a  $\rho/s$ , dove  $W$  è la larghezza e  $L$  la lunghezza,  $s$  lo spessore,  $\rho$  la resistività [ $\Omega$ ]

**v** viscosità [cps] (centipoise)

**$\lambda$**  coefficiente di dilatazione termica lineare [ $\text{K}^{-1}$ ]

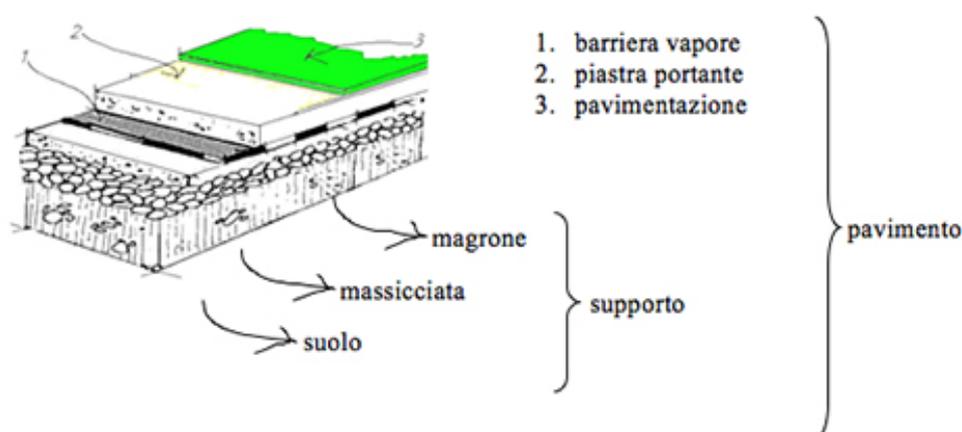
## 5 CLASSIFICAZIONE E DEFINIZIONE DEI SISTEMI RESINOSI CONTINUI

### 5.1 Premessa

Il pavimento è l'insieme costituito dal supporto, dalla piastra portante e 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 continuo".

Gli elementi che costituiscono un pavimento contro terra (non sempre sono presenti tutti) sono raffigurati in figura.



I rivestimenti resinosi rappresentano una tipologia esecutiva di pavimentazione, cioè lo strato protettivo e di usura del pavimento.

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

L'indurimento dei materiali avviene per reazione chimica degli stessi tra loro (es. resine polimetilmetacrilati) o con specifici indurenti (es. resine epossidiche e poliuretaniche) anche contemporaneamente a reazione con leganti idraulici (es. composti poliuretano-cemento ed epossicemento) o con l'umidità dell'aria (alcune resine poliuretaniche).

I componenti che costituiscono un formulato resinoso, normalmente identificati con i nomi "base" e "indurente" – ma a cui si possono aggiungere anche altri materiali reattivi quali il cemento –, devono essere intimamente miscelati tra loro, in rapporti ben definiti, prima dell'uso, in maniera che la reazione avvenga in modo completo, omogeneo e 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 a seconda di come viene realizzato e dei 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:

- **sistemi incorporati**, quelli che non formano uno strato superficiale apprezzabile, e che quindi vengono assorbiti dal supporto;
- **sistemi riportati**, quelli in grado di formare uno strato superficiale più o meno spesso e variabile tra 0,150 mm ÷ 10 mm (raramente oltre).

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: impregnazione “semplice” e impregnazione “a saturazione”

Sono essenzialmente trattamenti tesi a migliorare le caratteristiche della superficie di posa, come indicato nella norma UNI 8297.

Si impiegano prodotti ad alto potere penetrante in fase solvente o in dispersione acquosa, scelti in relazione al grado di penetrazione e saturazione delle porosità superficiali desiderati e alla compatibilità con l'eventuale strato successivo.

Con l'impregnazione cosiddetta “semplice” i pori e le capillarità sono rivestiti internamente, ma non risultano completamente riempiti. Non vi è alcuna pellicola apprezzabile sulla superficie e l'aspetto estetico, in modo particolare quando si usano formulati epossidici, evidenzia un imbrunimento superficiale, detto “effetto bagnato”. La superficie è caratterizzata da un marcato effetto idrorepellente.

Con l'impregnazione cosiddetta “a saturazione” il trattamento viene invece eseguito con più strati e/o più in profondità, determinando il parziale o totale riempimento delle porosità superficiali. La pellicola risulta sottilissima e difficilmente valutabile, discontinua e non uniforme. Rende la superficie cromaticamente non omogenea, con macchie più o meno scure e più o meno lucide, a seconda del grado di assorbimento della resina e dell'uniformità dell'eventuale pellicola superficiale che si dovesse formare.

Va ancora sottolineato che nonostante tale tipo di impregnazione sia comunemente chiamata “a saturazione”, essa in realtà non garantisce il completo riempimento delle porosità della superficie dei sottofondi trattati.

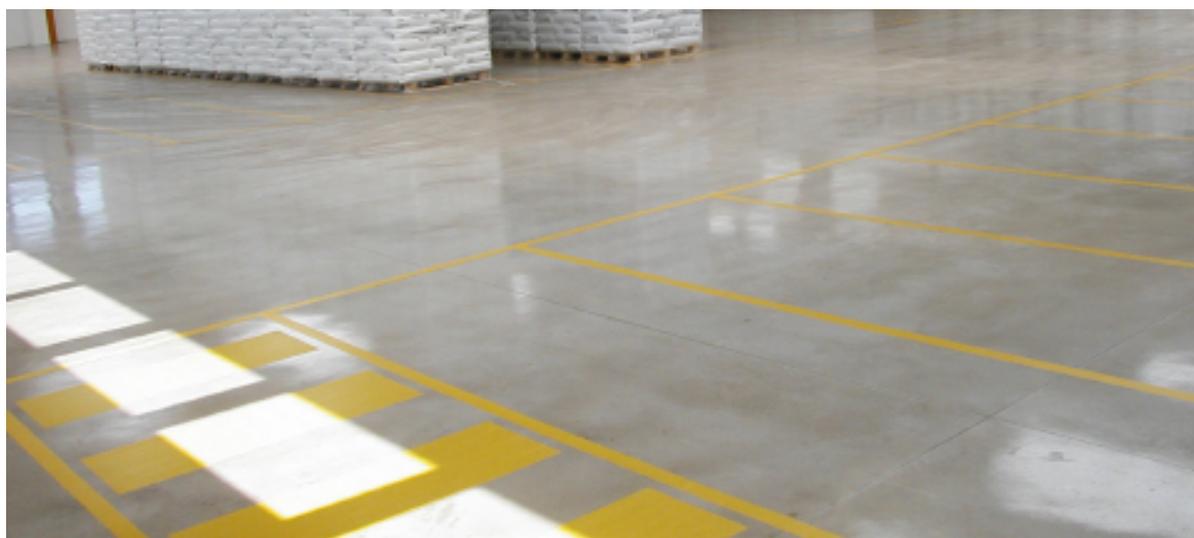
L'impregnazione ha la funzione di promuovere l'adesione di eventuali successivi strati di rivestimento e/o di migliorare le caratteristiche meccaniche superficiali consolidando la parte corticale della superficie di posa e rendendola così meno permeabile ai liquidi in genere.

L'Impregnazione è in ogni caso un “trattamento superficiale” realizzato mediante l'applicazione di un unico prodotto, il più delle volte su superfici cementizie, generalmente trasparente, liquido e a bassa viscosità.

<i>Trattamento di primerizzazione</i>	La superficie è pronta a ricevere altri strati resinosi.
<i>Trattamento antipolvere</i>	La superficie presenta una ridotta attitudine a sfarinarsi per attrito, riducendo conseguentemente la formazione di polvere
<i>Riduzione dell'assorbimento di liquidi [*]</i>	La superficie assorbe meno facilmente, temporaneamente, liquidi come acqua o oli. Il trattamento non può essere considerato in alcun modo un trattamento di impermeabilizzazione.
<i>Trattamento di consolidamento</i>	Lo strato corticale è più coeso. Eseguito nel caso di superfici poco compatte, con una penetrazione fino ad alcuni millimetri di profondità, in relazione alla porosità della superficie.

(\*) I lavaggi riducono e annullano nel tempo la riduzione dell'assorbimento dei liquidi.

### Esempi di superfici impregnate



La scheda riassume le caratteristiche di un trattamento impregnante.

<b>IMPREGNAZIONE</b>	
<b>Riferimento normativo</b>	<b>UNI 10966:2007 punto 4.3.1 UNI EN 1504-2</b>
<b>Spessore</b>	Penetra nei pori superficiali. Solo in caso di più strati applicati in successione fino a completa saturazione della superficie, forma una sottilissima pellicola, difficilmente valutabile.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Riduzione dell'assorbimento di liquidi (*), facilità di pulizia anche con detergenti, consolidamento corticale, primerizzazione per l'applicazione di ulteriori strati, contenimento dello sfarinamento superficiale (effetto antipolvere).
<b>Aspetto estetico</b>	Normalmente opaco/satinato, possono evidenziarsi chiazze più o meno lucide per il diverso assorbimento. Evidenzia le microfessure superficiali, ad esempio le cosiddette fessure a ragnatela, oltre a diverse tonalità di colore o gradi di ruvidità della superficie, che si accentuano per "l'effetto bagnato".
<b>Campi di impiego</b>	Trattamento antipolvere, consolidamento supporti poco compatti, primerizzazione, locali con destinazione d'uso con traffico leggero. Trattamento iniziale di grandi superfici dove il rapporto prezzo/prestazioni è favorevole.
<b>Natura prodotti</b>	Prodotti molto fluidi: resine epossidiche, generalmente in fase solvente o emulsione acquosa; resine poliuretatiche idroindurenti in fase solvente. Prodotti inorganici.
<b>Preparazione della superficie di posa</b>	Carteggiatura o levigatura..
<b>Applicazione</b>	A spruzzo o rullo. L'applicazione a rullo è consigliata per favorire la penetrazione del prodotto. Per alcuni prodotti è possibile l'applicazione con macchina lavapavimenti.
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.
<b>Esempi di prestazioni minime secondo UNI EN 1504-2 per gli impregnanti</b> (per le descrizioni dettagliate dei seguenti requisiti si veda la norma stessa)	
<b>Resistenza all'abrasione secondo EN ISO 5470-1</b>	Almeno 30% di miglioramento rispetto a un campione dello stesso sottofondo non impregnato (prova eseguita in conformità alla norma 1504-2 per gli impregnanti) – Abrasimetro Taber - mola H22 – 1000 g – 1000 giri
<b>Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua secondo EN 1062-3</b>	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$
<i>Per la tipologia e la classificazione di ulteriori requisiti prestazionali si deve fare riferimento alla UNI EN 1504-2 e/o alla UNI EN 13813.</i>	
<i>NOTA: (*) Per i sistemi a impregnazione i dati relativi alla resistenza all'abrasione, all'assorbimento e alla permeabilità sono poco significativi per l'intrinseca disomogeneità del trattamento in opera e per i limitati spessori coinvolti, e ancor più in presenza di stati precedentemente applicati superficialmente, ad esempio uno spolvero di cemento. Questo salvo verifiche preliminari con prove appropriate.</i>	

## 5.3 Sistemi resinosi riportati

La classificazione dei “sistemi resinosi riportati” in relazione al loro spessore finale si basa sulla considerazione che lo spessore è uno dei parametri che influenzano la *durata* del rivestimento.

La durata di un rivestimento resinoso è infatti influenzata dalle caratteristiche tecniche del rivestimento, dal suo spessore, dalla natura e consistenza della superficie di posa, dalle condizioni ambientali durante l’utilizzo, dalla tipologia e intensità del traffico su di esso agente, dalla presenza o meno di agenti aggressivi e di possibili cause di degrado degli strati sottostanti ecc.

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

- sistemi pellicolari;
- sistemi multistrato;
- sistemi autolivellanti;
- sistemi di malta resinosa.

### 5.3.1 Sistemi pellicolari

Sistemi resinosi, normalmente colorati, in grado di formare pellicola superficiale con spessori generalmente compresi tra 150  $\mu\text{m}$  e 1000  $\mu\text{m}$  (1 millimetro).

A loro volta si possono suddividere in:

- sistemi pellicolari a film sottile;  $s = 150 \mu\text{m} \div 300 \mu\text{m}$
- sistemi pellicolari a film spesso;  $s = 300 \mu\text{m} \div 1000 \mu\text{m}$

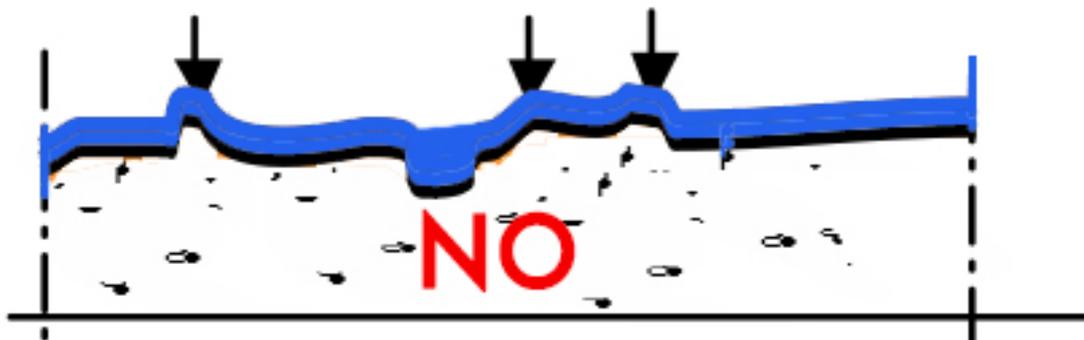
Richiedono generalmente l’applicazione di un primer sul supporto.

Lo spessore finale può essere ottenuto con un solo strato applicando prodotti ad alto contenuto di solidi o 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.

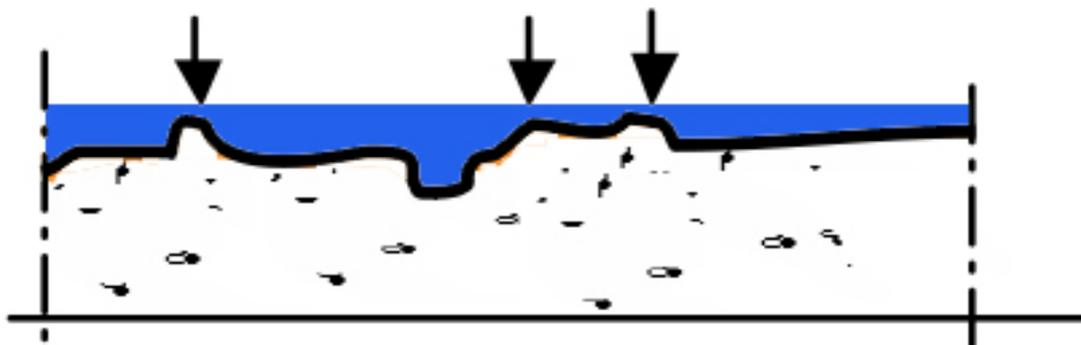
#### 5.3.1.1 Sistemi pellicolari a film sottile ( $s = 150 \mu\text{m} \div 300 \mu\text{m}$ )

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”.

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



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 ( $s = 300 \mu\text{m} \div 1000 \mu\text{m}$ )

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 anche essere ottenute con uno stesso formulato resinoso.

Gli spessori variano da un minimo di circa  $300 \mu\text{m}$  a un massimo di  $1 \text{ mm}$ . Spesso per la realizzazione di tali sistemi vengono impiegati prodotti autolivellanti o comunque ad alto contenuto di solidi, non inferiore a  $85-90\%$  in volume. Si utilizzano sia prodotti epossidici sia prodotti poliuretanicici o epossipoliuretanicici. La loro scelta è dettata, oltre che da specifiche richieste prestazionali, anche da considerazioni in merito alla loro elasticità e alla conseguente attitudine ad assecondare, entro determinati limiti più o meno marcati, i movimenti del supporto. Per l'ottimizzazione dei costi applicativi è opportuno privilegiare la tecnica 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.

Di seguito le schede che riassumono le caratteristiche di un sistema pellicolare sottile e di uno spesso.

<b>PELLICOLARE A FILM SOTTILE</b>	
<b>Riferimento normativo</b>	<b>UNI 10966:2007 punto 4.3.2 UNI EN 1504-2</b>
<b>Spessore secco</b>	Fino a 300 µm.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	<p>Scarsa impermeabilizzazione.</p> <p>Facilità di pulizia con buona resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, buona uniformità cromatica e contenimento dello sfarinamento (proprietà antipolvere).</p> <p>Discrete proprietà di resistenza meccanica. Scarsa o modesta resistenza chimica per la non perfetta impermeabilità del sistema.</p>
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, lucido, opaco, liscio, satinato, ruvido. Riproduce le imperfezioni superficiali.
<b>Campi di impiego</b>	Trattamento antipolvere, colorato, in locali con presenza di normale traffico gommato e moderato traffico con muletti. Generalmente su supporti cementizi nuovi lisci (elicotterati).
<b>Preparazione della superficie di posa</b>	Levigatura o carteggiatura..
<b>Natura prodotti</b>	<p>Resine epossidiche o poliuretaniche fluide in fase solvente o in emulsione acquosa.</p> <p>Resine poliuretaniche mono o bi componenti in fase solvente o in emulsione acquosa.</p>
<b>Applicazione</b>	A rullo o spruzzo con gli idonei presidi di protezione personale e verso terzi.
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.
<b>Esempi di prestazioni minime secondo UNI EN 1504-2</b> (per le descrizioni dettagliate dei seguenti requisiti si veda la norma stessa)	
<b>Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua secondo EN 1062-3</b>	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$
<b>Resistenza allo scivolamento, metodo del pendolo secondo EN 13036-4</b>	<p>&gt; 40 a secco, per pavimentazioni di Classe II (interne asciutte).</p> <p>&gt; 40 ad umido, per pavimentazioni di Classe I (interne in presenza di acqua).</p> <p>La scelta del tipo più idoneo di Classe deve essere fatta a livello progettuale considerando le reali condizioni di utilizzo della pavimentazione una volta in esercizio.</p>
<i>Per la tipologia e la classificazione di ulteriori requisiti prestazionali si deve fare riferimento alla UNI EN 1504-2 e/o alla UNI EN 13813.</i>	

<b>PELLICOLARE A FILM SPESSO</b>	
<b>Riferimento normativo</b>	<b>UNI 10966:2007 punto 4.3.3 UNI EN 1504/2</b>
<b>Spessore secco</b>	Tra 300 µm – 1000 µm.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Impermeabilizzazione. Facilità di pulizia con buona resistenza ai frequenti lavaggi e ai detersivi, buona uniformità cromatica e contenimento dello sfarinamento (proprietà antipolvere). Buone proprietà di resistenza meccanica. Buona resistenza chimica a sostanze non particolarmente aggressive.
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, lucido, opaco, liscio, satinato, ruvido.
<b>Campi di impiego</b>	Locali con presenza di normale traffico gommato e moderato traffico con muletti. Generalmente su supporti cementizi nuovi lisci (elicotterati).
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche o poliuretaniche fluide senza solventi o ad alto contenuto di solidi.
<b>Preparazione della superficie di posa</b>	Levigatura.
<b>Applicazione</b>	A rullo, o spatola a lama diritta o dentata, racla, con successiva distensione del prodotto ancora fresco con rullo.
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detersivi opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detersivo col rivestimento.
<b>Esempi di prestazioni minime secondo UNI EN 1504-2</b> (per le descrizioni dettagliate dei seguenti requisiti si veda la norma stessa)	
<b>Resistenza all'abrasione Metodo BCA, secondo UNI EN 13892/4</b>	Classe AR1 o più resistente (ad esclusione dei sistemi elastici).
<b>Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua secondo EN 1062-3</b>	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$
<b>Resistenza allo scivolamento, metodo del pendolo secondo EN 13036-4</b>	> 40 a secco, per pavimentazioni di Classe II (interne asciutte). > 40 ad umido, per pavimentazioni di Classe I (interne in presenza di acqua). La scelta del tipo più idoneo di Classe deve essere fatta a livello progettuale considerando le reali condizioni di utilizzo della pavimentazione una volta in esercizio.
<b>Per la tipologia e la classificazione di ulteriori requisiti prestazionali si deve fare riferimento alla UNI EN 1504-2 e/o alla UNI EN 13813.</b>	

### 5.3.2 Sistemi resinosi multistrato

La terminologia “multistrato” deriva dalla tecnica realizzativa del sistema.

Tali rivestimenti sono infatti ottenuti mediante l’applicazione di uno o più prodotti, in vari strati, intervallati da semine a saturazione, o rifiuto, di quarzo o altri tipi di aggregati. Lo spessore finale varia in relazione al tipo di prodotto impiegato, al numero di strati eseguiti, alla granulometria e quantità del quarzo seminato.



L’uso di prodotti vernicianti applicati 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 maggiori, 2,5 mm÷3,5 mm, è opportuno l’impiego di prodotti autolivellanti applicati a spatola.

La granulometria del quarzo impiegato per la semina a rifiuto (le più comunemente utilizzate sono 0,06÷0,25 mm; 0,1÷0,5 mm; 0,3÷0,9 mm e solo in casi particolari 0,7÷1,2 mm) incide sullo spessore finale del rivestimento e sul grado di ruvidità, e quindi sulla caratteristica antiscivolo della superficie. Il grado di ruvidità è anche influenzato dalla tecnica di posa dell’ultimo strato di resina; l’applicazione con spatola d’acciaio liscia comporta una maggior quantità di materiale e minore ruvidità, mentre l’applicazione diretta a rullo può ridurre il consumo di materiale ed esaltare il grado di ruvidità.



*Esempi di diversi gradi di ruvidità ottenuti seminando lo stesso tipo di sabbia, ma applicando quantità diverse di materiale nell’ultima mano (prima e seconda immagine) o seminando sabbia di granulometria maggiore (terza immagine).*

Un minor consumo di materiale può influenzare il potere coprente del colore dell'ultimo strato.

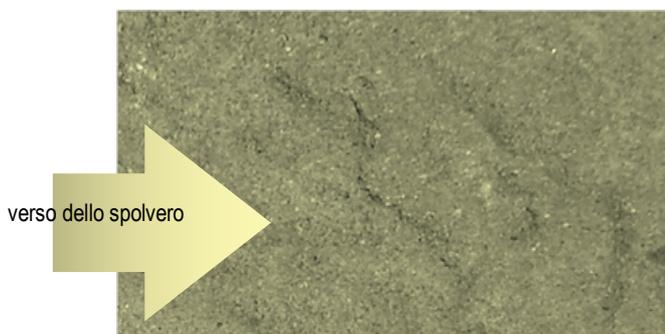
In funzione del sistema e del relativo ciclo di applicazione, la semina di quarzo può essere fatta "leggera", ovvero con una quantità di inerte tale da non nascondere tutto il primer, o "a saturazione", detta anche "a rifiuto", in cui invece la quantità di inerte ricopre praticamente l'intera superficie, talvolta con un voluto "eccesso" di consumo per una copertura totale al 100%.

**Nota**

*Lo spolvero, o semina, 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.*



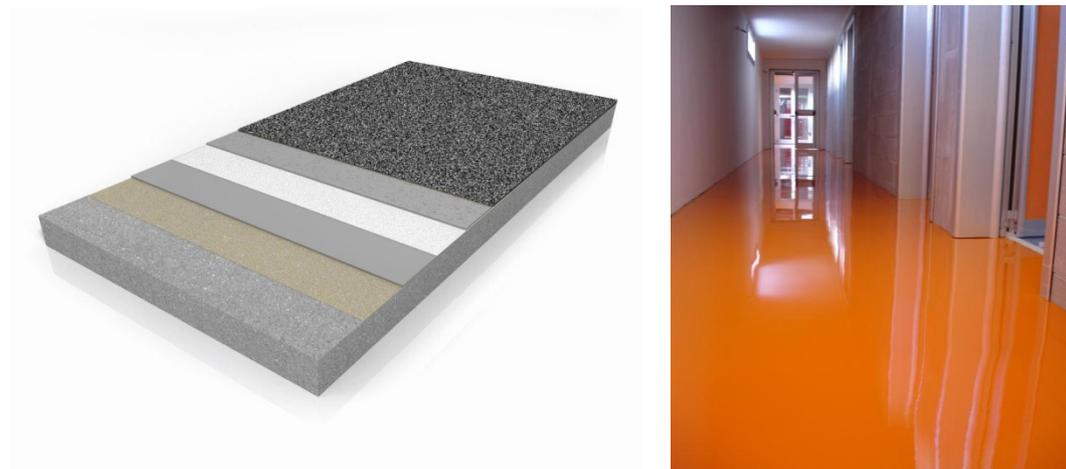
*Altrimenti, a indurimento avvenuto la superficie resinosa si presenterà ondulata nella zona di impatto, con creste dure createsi in conseguenza dello spostamento della resina sotto l'azione cinetica dello spolvero.*



**effetto "onda" per errato spolvero**

<b>MULTISTRATO</b>	
<b>Riferimento normativo</b>	<b>UNI 10966:2007 punto 4.3.5 - UNI EN 1504/2 e UNI EN 13813</b>
<b>Spessore secco</b>	Almeno 1,5 mm.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Impermeabilità, facilità di pulizia con ottima resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, uniformità cromatica, ottime caratteristiche meccaniche e di resistenza all'usura e chimica.
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, lucido, opaco, satinato, liscio, ruvido.
<b>Campi d'impiego</b>	Locali con presenza di traffico particolarmente intenso di veicoli gommati e muletti.
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche, poliuretaniche o polimetilmetacrilati.
<b>Preparazione della superficie di posa</b>	Pallinatura o levigatura.
<b>Applicazione</b>	Spatola a lama diritta o racla, con interposti spolveri a saturazione di quarzo.(*)
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.
<b>Esempi di prestazioni minime secondo UNI EN 1504-2</b> (per le descrizioni dettagliate dei seguenti requisiti si veda la norma stessa)	
<b>Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua secondo EN 1062-3</b>	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$
<b>Resistenza allo scivolamento, metodo del pendolo secondo EN 13036-4</b>	> 40 a secco, per pavimentazioni di Classe II (interne asciutte). > 40 ad umido, per pavimentazioni di Classe I (interne in presenza di acqua). La scelta del tipo più idoneo di Classe deve essere fatta a livello progettuale considerando le reali condizioni di utilizzo della pavimentazione una volta in esercizio.
<b>Resistenza a compressione secondo EN 12190</b>	Classe I $\geq 35 \text{ N/mm}^2$ per traffico con ruote di poliammide Classe II $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ per pavimenti trafficati da ruote di acciaio
<i>Per la tipologia e la classificazione di ulteriori requisiti prestazionali si deve fare riferimento alla UNI EN 1504-2 e/o alla UNI EN 13813.</i>	

### 5.3.3 Sistemi resinosi autolivellanti



Sistemi colorati che presentano una superficie molto omogenea e continua.

Gli spessori variano da 2 mm a un massimo che raramente supera i 4 mm. Tali spessori si realizzano con un'unica stesura del prodotto resinoso utilizzando spatola dentata, preferibilmente con denti triangolari, spatola liscia o racla.

La definizione “autolivellante” del prodotto deriva dalla sua proprietà di livellarsi sui segni lasciati dall'attrezzo di posa.

La superficie può essere resa più resistente al graffio con uno spolvero di corindone (o altri spolveri specifici) sulla superficie ancora fresca, con grado di saturazione variabile anche in relazione all'estetica finale.

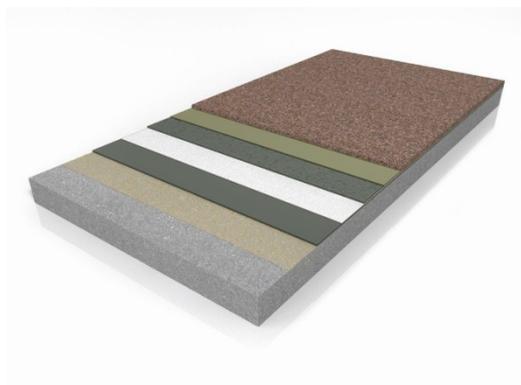
#### Note

*La superficie di posa deve essere planare. A volte, per ottenere la planarità, è necessario eseguire uno o più strati di rasature preliminari, eventualmente intervallati da spolveri di quarzo, che consentiranno di evitare, in caso di superfici particolarmente porose, anche antiestetici crateri (vedi soffiature).*

*Lo spolvero di corindone (o altri materiali specifici) sui sistemi autolivellanti è una tecnica operativa che richiede personale esperto e addestrato all'uso di tale tecnica, altrimenti si rischia di ottenere risultati del tutto insoddisfacenti.*

<b>AUTOLIVELLANTE</b>	
<b>Riferimento normativo</b>	<b>UNI 10966: 2007 punto 4.3.4 - UNI EN 1504/2 e UNI EN 13813</b>
<b>Spessore secco</b>	Almeno 2,0 mm.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Impermeabilità, facilità di pulizia con ottima resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, uniformità cromatica, ottime caratteristiche estetiche, meccaniche, resistenza all'usura e chimica.
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, lucido, opaco, liscio con pregio estetico.
<b>Campi di impiego</b>	Locali con traffico gommato anche intenso, industria alimentare, tessile, chimica, show-room, negozi, locali commerciali.
<b>Applicazione</b>	Con spatola dentata o liscia e rullo frangibolle.
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche, poliuretaniche o polimetilmetacrilati.
<b>Preparazione della superficie di posa</b>	Pallinatura.
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.
<b>Esempi di prestazioni minime secondo UNI EN 1504-2</b> (per le descrizioni dettagliate dei seguenti requisiti si veda la norma stessa)	
<b>Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua secondo EN 1062-3</b>	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$
<b>Resistenza allo scivolamento, metodo del pendolo secondo EN 13036-4</b>	> 40 a secco, per pavimentazioni di Classe II (interne asciutte). > 40 ad umido, per pavimentazioni di Classe I (interne in presenza di acqua). La scelta del tipo più idoneo di Classe deve essere fatta a livello progettuale considerando le reali condizioni di utilizzo della pavimentazione una volta in esercizio.
<b>Resistenza a compressione secondo EN 12190</b>	Classe I $\geq 35 \text{ N/mm}^2$ per traffico con ruote di poliammide Classe II $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ per pavimenti trafficati da ruote di acciaio
<i>Per la tipologia e la classificazione di ulteriori requisiti prestazionali si deve fare riferimento alla UNI EN 1504-2 e/o alla UNI EN 13813.</i>	

### 5.3.4 Sistemi a malta resinosa



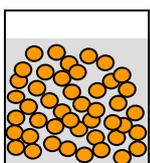
Sistemi con un'elevata resistenza ai carichi e all'usura.

Gli spessori realizzati variano da 5 mm a 10 mm, talvolta oltre.

Si applicano con staggia e vengono compattati e lisciati manualmente o meccanicamente con macchinario a pale rotanti (frattazzatrice meccanica, detta anche "elicottero").

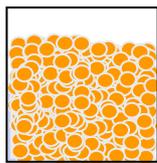
La malta per realizzare tali sistemi è ottenuta impastando resina liquida con inerti, generalmente quarziferi, in curva granulometrica idonea, in rapporti tali che gli impasti ottenuti siano stendibili mediante staggia e regoli.

Il rapporto resina/inerte deve essere tale da permettere "il rotolamento" dei granelli di inerti durante la posa, e questo si ottiene quando la quantità di liquido è quella strettamente necessaria a ricoprire la superficie.



**fig. a**

poca carica,



**fig. b**

rapporto **resina/carica** giusto,



**fig. c**

rapporto **resina/carica** giusto,

La malta compattata e indurita risulta di norma troppo porosa per garantire impermeabilità ai liquidi. Vengono quindi realizzate due o più rasature superficiali di saturazione con formulato resinoso fluido.

La realizzazione di una semina di quarzo tra gli strati di rasatura è utile per conferire una finitura antiscivolo al sistema.

<b>MALTA RESINOSA</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Riferimento normativo</b>	<b>UNI 10966:2007 punto 4.3.6 UNI EN 1504/2 e UNI EN 13813</b>
<b>Spessore secco</b>	5÷10 mm.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Impermeabilità, facilità di pulizia con ottima resistenza agli urti, ai frequenti lavaggi e ai detergenti, uniformità cromatica, resistenza all'usura, meccanica e chimica.
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, lucido, opaco, liscio, ruvido.
<b>Campi di impiego</b>	Locali con traffico intenso, industria alimentare, tessile, chimica, meccanica, metallurgica.
<b>Applicazione</b>	Mediante regoli e staggia, compattata e lisciata con lisciatrice meccanica (elicottero).
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche, poliuretatiche o metacrilati.
<b>Preparazione della superficie di posa</b>	Scarifica o energica pallinatura.
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.
<b>Esempi di prestazioni minime secondo UNI EN 1504-2</b> (per le descrizioni dettagliate dei seguenti requisiti si veda la norma stessa)	
<b>Resistenza all'abrasione metodo BCA, secondo UNI EN 13892/4</b>	Classe AR1 o più resistente (a esclusione dei sistemi elastici).
<b>Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua secondo EN 1062-3</b>	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$
<b>Resistenza allo scivolamento, metodo del pendolo secondo EN 13036-4</b>	> 40 a secco, per pavimentazioni di Classe II (interne asciutte). > 40 ad umido, per pavimentazioni di Classe I (interne in presenza di acqua). La scelta del tipo più idoneo di Classe deve essere fatta a livello progettuale considerando le reali condizioni di utilizzo della pavimentazione una volta in esercizio.
<b>Resistenza a compressione secondo EN 12190</b>	Classe I $\geq 35 \text{ N/mm}^2$ per traffico con ruote di poliammide Classe II $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ per pavimenti trafficati da ruote di acciaio
<i>Per la tipologia e la classificazione di ulteriori requisiti prestazionali si deve fare riferimento alla UNI EN 1504-2 e/o alla UNI EN 13813.</i>	

Note:

1) La sdruciolevolezza di una pavimentazione dipende da svariati fattori, tra questi certamente la rugosità superficiale del sistema resinoso applicato, ma anche dalle lavorazioni effettuate durante l'uso, dai prodotti presenti normalmente o occasionalmente sul pavimento.

Per tale motivo il valore di 40 inserito nelle tabelle deve essere inteso come "livello indicativo di tendenziale pericolosità"; maggiore sarà tale valore, minori saranno i problemi legati alla sdruciolevolezza del pavimento.

*Per tale motivo si consiglia di valutare con attenzione tale aspetto anche e soprattutto in relazione agli inquinanti presenti, dato che le prove secondo norma vengono eseguite con sola acqua.*

*Nel caso di pavimentazioni all'esterno, la UNI EN 1504-2 indica un valore >55 nella prova con il metodo del pendolo, Classe III.*

*Si evidenzia inoltre che il valore determinato sul pavimento nuovo realizzato, a causa dell'uso e della conseguente abrasione superficiale, potrà diminuire nel tempo.*

*Si raccomanda quindi di predisporre delle verifiche programmate in relazione alle specifiche condizioni esistenti.*

*2) La resistenza a compressione secondo EN 12190 si riferisce ai valori del prodotto confezionato in laboratorio; i valori reali del prodotto realizzato in opera, date le differenti modalità applicative e condizioni ambientali, sono in genere inferiori.*

## 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 e 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 poliuretanicici si caricano elettricamente per effetto dell'uso e del transito di mezzi e persone.

Per particolari applicazioni o per specifiche destinazioni d'uso dei locali quali, ad esempio, sale operatorie, industrie produttrici di componentistica elettronica, camere bianche, dove 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 esplosive con l'aria, e dispone affinché ogni azienda individui tali aree.

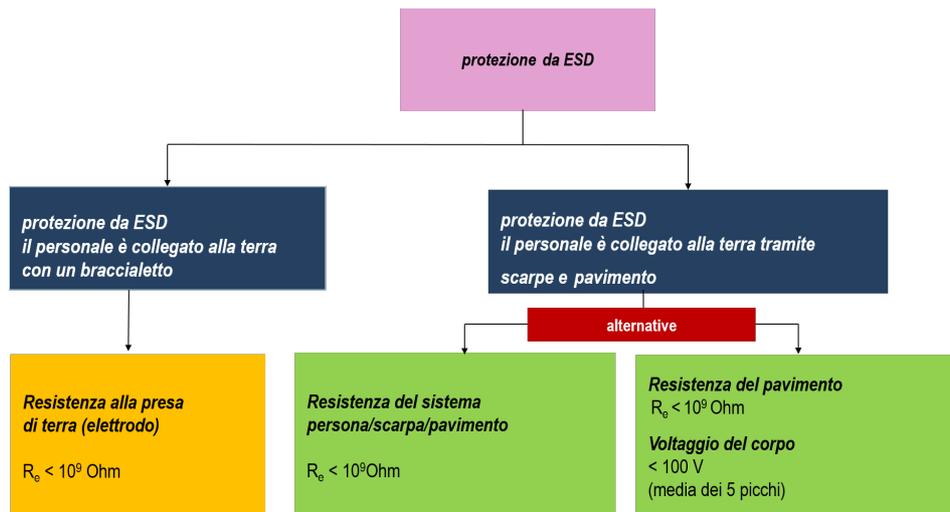
La EN 1504/2 inserisce due classi prestazionali per i sistemi resinosi antistatici, utilizzando come metodo di prova per la valutazione della resistenza a terra la UNI EN 1081.

<b>Comportamento antistatico secondo EN 1504-2</b>	<b>Metodo di prova secondo UNI EN 1081</b>	Classe I: $10^4 < Re < 10^6 \Omega$ (esplosivi)
		Classe II: $10^6 < Re < 10^8 \Omega$ (esplosione di sostanze pericolose)

Nelle aziende elettroniche, o dove si producono o si assemblano dispositivi sensibili alle cariche elettrostatiche, può essere richiesto che la superficie del pavimento soddisfi particolari requisiti

imposti dalle norme ANSI/ESD STM97.1 e ANSI/ESD STM97.2 in cui si richiede che, qualora il personale operante in tali ambienti sia connesso alla presa di terra solo attraverso le scarpe antistatiche e la pavimentazione, la resistenza alla presa di terra totale del sistema “persona/scarpa conduttiva/pavimentazione” sia compresa tra 75 KOhm e 35 MOhm o, in alternativa, che una persona che cammini con scarpe antistatiche sulla superficie del pavimento non assuma una carica maggiore di 100 Volt (media dei 5 picchi misurati nel test) contemporaneamente a una  $R_e < 10^9$  Ohm.

Qualora il personale operante su tali aree sia invece collegato alla presa di terra con l’apposito braccialetto, allora è sufficiente avere  $R_e < 10^9$  Ohm.



Tali aree vengono individuate e indicate con cartelli come quello di seguito riportato:



Altra normativa che può essere considerata di 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 mano a mano che l'umidità relativa aumenta il fenomeno va sempre più diminuendo fino a non verificarsi praticamente più per  $UR > 75\%$ .

I rivestimenti antistatici vengono generalmente classificati, *per convenzione*, come segue:

- rivestimenti antistatici conduttivi: quando  $10^4 \Omega < Re < 10^6 \Omega$ ;
- rivestimenti antistatici dissipativi: quando  $10^6 \Omega < Re < 10^9 \Omega$ .
- rivestimenti isolanti: quando  $Re > 10^9 \Omega$ .

<b>SISTEMA RESINOSO ANTISTATICO PER ZONE ATEX</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Riferimento normativo</b>	<b>EN 1504-2 UNI EN 1081 classi I e II</b>
<b>Spessore secco</b>	1,5÷3 mm.
<b>Tipo di sistema</b>	Autolivellante, multistrato.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Antistaticità, conducibilità elettrica, impermeabilità, facilità di pulizia, resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, effetto antipolvere, resistenza meccanica e chimica.
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, liscio o ruvido.
<b>Campi di impiego</b>	Aree definite dalla Direttiva ATEX, depositi e lavorazioni di solventi, vernici, esplosivi, materiali infiammabili ecc.
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche o poliuretatiche.
<b>Preparazione della superficie di posa.</b>	Pallinatura o levigatura
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.

<b>SISTEMA RESINOSO ANTISTATICO PER AZIENDE ELETTRONICHE – ZONE EPA – PROTEZIONE DAL FENOMENO ESD</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Riferimento normativo</b>	<b>IEC 61340-4-1 ANSI/ESD STM97.1 e ANSI/ESD STM97.2</b>
<b>Spessore</b>	Film secco 1,5÷3 mm.
<b>Tipo di sistema</b>	Autolivellante.
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Antistaticità, conducibilità elettrica, impermeabilità, facilità di pulizia, resistenza ai frequenti lavaggi e ai detergenti, effetto antipolvere, resistenza meccanica e chimica.
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, liscio.
<b>Campi di impiego</b>	Sale operatorie, industrie chimiche, elettroniche, camere bianche.
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche o poliuretatiche.
<b>Preparazione della superficie di posa.</b>	Pallinatura o levigatura
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.

### 5.4.2 Sistemi resinosi con alta resistenza chimica

Un rivestimento resinoso continuo generalmente presenta una buona resistenza alle aggressioni chimiche, ma se questo è un requisito specifico occorre prevedere l'uso di sistemi adatti: la scelta di opportuni prodotti può infatti migliorare la specifica resistenza in relazione alla destinazione d'uso dei locali in cui è posizionato il pavimento.

Il rivestimento che ha l'obiettivo di aumentare la resistenza chimica di un pavimento deve essere impermeabile, perché in caso contrario non potrebbe svolgere alcuna azione protettiva (attenzione, non è detto che un rivestimento impermeabile sia sempre caratterizzato da buone resistenze chimiche).

Trattandosi di superfici sottoposte a usura, per i pavimenti si dovrà considerare in genere uno spessore minimo del rivestimento di 800  $\mu\text{m}$ .



L'aggressione chimica da parte di una sostanza può avvenire in modi diversi e provocare deterioramenti più o meno gravi. Rientra nella normalità, nel caso di sostanze particolarmente aggressive, che il rivestimento subisca scolorimento o viraggi di colore, purché non si abbia un evidente calo delle prestazioni e delle resistenze generali del sistema resinoso.

È importante ricordare che anche sostanze normalmente utilizzate nell'uso quotidiano (candeggina, anticalcare ecc.) o anche alimentari (bevande a base di cola, bibite, succhi di frutta, caffè, vino ecc.) possono provocare corrosione o alterazioni cromatiche del rivestimento.

Si deve tenere presente che l'aggressione chimica sulla superficie di una pavimentazione è fortemente influenzata, oltre che dalla natura, dalla concentrazione e temperatura della sostanza aggressiva, anche dai seguenti fattori:

- tempo di contatto;
- presenza di altre sostanze in miscela che possono aumentarne il potere aggressivo;
- contemporanea presenza di stress meccanici (es. urti, transito di mezzi ecc.);
- contemporanea presenza di shock termici.

È inoltre buona norma rimuovere al più presto possibile l'aggressivo chimico che sia venuto a contatto col rivestimento resinoso.

Non basta la corretta scelta del formulato resinoso a garantire l'idonea 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 può determinare il danneggiamento del rivestimento.

<b>SISTEMA RESINOSO CON ALTA RESISTENZA CHIMICA</b>		
<b>Caratteristica</b>	<b>Descrizione</b>	
<b>Normativa</b>	UNI EN 1504/2 che divide in classi di resistenza chimica sulla base della UNI EN 13259 (attacco chimico severo)	
<b>Spessore secco</b>	Almeno 800 µm.	
<b>Tipo di sistema</b>	Multistrato, autolivellante, malta resinosa.	
<b>Proprietà conferite alla superficie</b>	Alta resistenza a sostanze chimiche aggressive, impermeabilità.	
<b>Aspetto estetico</b>	Colorato, liscio o ruvido.	
<b>Campi di impiego</b>	Locali dove possono verificarsi versamenti di sostanze chimiche aggressive.	
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche, poliuretano-cemento, polimetilmetacrilati.	
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.	

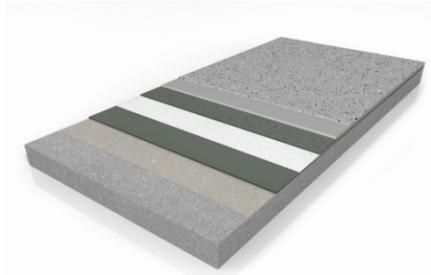
### 5.4.3 Sistemi resinosi decorativi

Nell'ambito dei sistemi resinosi continui l'uso del termine "decorativo" (spesso si usa anche l'aggettivo "architettonico") si riferisce alla funzionalità principale con cui viene realizzato il rivestimento e quindi anche alla destinazione d'uso dei locali. Si tratta di rivestimenti quindi in genere utilizzati per usi residenziali, espositivi commerciali (show room), o per particolari esigenze (stage teatrali, ...).

In questi casi la pavimentazione si caratterizza, oltre che per le sue qualità di durabilità, manutenzione, pulizia, per la sua valenza "estetica" che è in grado di valorizzare un ambiente abbellendolo, ornandolo.

Non si parla quindi di sistemi resinosi decorativi quando è prevista una destinazione d'uso in ambito industriale, dove il tipo di sollecitazione è di natura diversa.

La valutazione del design è molto soggettiva e dettata da scelte e gusti personali in merito ai locali e agli spazi da pavimentare. Così, un rivestimento monocromatico del tutto simile a quello realizzato in un locale industriale può assumere un alto pregio decorativo. In questo caso è 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 al variare della natura del formulato resinoso impiegato e, ovviamente, a seconda della finalità artistica e decorativa della pavimentazione.

Per tali scopi vengono impiegate resine acriliche, epossidiche e poliuretaniche.

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 all'esecuzione manuale.**

Occorre inoltre tenere presente che, per quanti accorgimenti protettivi possano essere adottati, non è possibile escludere del tutto l'eventualità che alcuni inquinanti, anche in quantità molto limitata, possano essere presenti sul rivestimento a fine applicazione.

Si dovrà inoltre tenere conto del fatto che la normale usura della superficie dovuta all'utilizzo della pavimentazione potrà modificare in parte il grado di lucentezza, o creare graffi, o modificare sensibilmente l'aspetto, anche in modo non uniforme o in particolari aree.

<b>SISTEMA RESINOSO DECORATIVO</b>		
<b>Caratteristica</b>	<b>Descrizione</b>	
<b>Spessore secco</b>	2÷10 mm.	
<b>Tipo di sistema</b>	Multistrato, autolivellante, malta resinosa lucidata con dischi abrasivi con granulometria variabile.	
<b>Denominazione dei rivestimenti più comuni</b>	“Nuvolato”, “Spatolato”, “Terrazzo veneziano”, “Policromia”, “Autolivellante trasparente con inserti” ecc.	
<b>Aspetto estetico</b>	<b>nuvolato</b>	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.
	<b>spatolato</b>	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 i rilievi delle spatolate e i graffi, in modo più o meno evidente.
	<b>Terrazzo</b>	Riprendono l’antica tecnica del terrazzo veneziano realizzato in cemento, sostituendo il legante cementizio con un legante epossidico o polimetilmetilmetacrilato.
	<b>policromia</b>	Accoppiamento omogeneo di più colori utilizzando formulati autolivellanti stesi a spatola a rasare o colati.
	<b>con inserti</b>	Rivestimenti ottenuti con l’impiego di chip, quarzi colorati ceramizzati, inserti vari (oggetti metallici, vegetali, pietre naturali, teli, fotografie, giornali ecc.). Gli inserti vengono “congelati” in un letto di resina generalmente epossidica, trasparente incolore, poco ingiallente.
<b>Campi di impiego</b>	Locali commerciali, edilizia civile.	
<b>Natura prodotti</b>	Resine epossidiche, poliuretaniche, polimetilmetacrilati, acriliche.	
<b>Pulizia</b>	Lavaggio con detergenti opportuni in base al tipo di sporco da rimuovere. Si consiglia sempre di effettuare un test di compatibilità del detergente col rivestimento.	

## 5.4.4 Altri sistemi resinosi speciali

Particolari sistemi resinosi possono essere richiesti in ambienti con caratteristiche particolari

### 5.4.4.1 Parcheggi esterni o multipiano

Possono essere richiesti sistemi resinosi elastici, in grado di fare ponte su minimi movimenti di fessure del supporto (*crack-bridging property*) migliorando così la protezione contro le infiltrazioni di acqua nella soletta. Tale caratteristica è molto importante in quelle zone in cui si usano sali antigelo, che veicolati dall'acqua potrebbero penetrare nel sottofondo e, dato l'elevato contenuto di cloruri, aggredire i ferri di armatura.



Il produttore deve dichiarare la classe di *crack-bridging* del sistema resinoso proposto, come prescritto dalla UNI EN 1504-2, secondo EN 1062-7. Bisognerà specificare se trattasi di *crack-bridging statico* o di *crack-bridging dinamico*, più severo, e la temperatura a cui è stata rilevata la classe, che, salvo eventuali particolari richieste, di solito è a +20°C, a -10°C e a -20°C. Le temperature più basse simulano condizioni più critiche.

Si noti che la classe di *crack-bridging* è riferita all'intero sistema resinoso e non a un singolo strato che lo compone.

In funzione del tipo d'uso previsto e della collocazione ambientale, la prescrizione dovrebbe prendere in considerazione altri requisiti:

- Adesione al supporto (UNI EN 1542)
- Compatibilità termica (UNI EN 13687/1, in particolare nei casi di parcheggi esterni)
- Coefficiente di assorbimento capillare (UNI EN 1062/3)
- Per le coperture carrabili, resistenza allo scivolamento/strisciamento: Classe III (UNI EN 13036/4 - prova ad umido per le superfici esterne)
- Resistenza all'impatto (UNI EN ISO 6272. Classe I, Classe II o Classe III)
- Resistenza agli agenti atmosferici artificiali (UNI EN 1062/11, in particolare nei casi di parcheggi esterni)
- Resistenza all'abrasione (UNI EN ISO 5470/1 oppure meglio UNI EN 13892/4 (BCA). Classi di usura AR6 ... AR0,5)
- Classe di reazione al fuoco (UNI EN 13501/1: Cfl-S1 oppure Bfl-S1)

#### 5.4.4.2 Camere bianche

Si definiscono tali quei locali che, per motivi di produzione o sicurezza, devono avere bassissimi livelli di inquinanti nell'aria quali pulviscolo, particelle sospese, molecole di composti organici, batteri ecc. In tali ambienti si svolge un rigido controllo della quantità di tali inquinanti, oltre ad altri parametri quali la temperatura e l'umidità relativa. I sistemi resinosi utilizzati nelle camere bianche devono ridurre al minimo l'apporto di inquinanti dell'aria sotto forma di molecole, dette anche AMC (*Airborne Molecular Contaminants*) secondo UNI EN ISO 14644-8, e numero e dimensione delle particelle rilasciate in sospensione nell'aria, qualora soggetti a frizione, secondo UNI EN ISO 14644-1.



## 6 I MATERIALI REATTIVI IMPIEGATI

### 6.1 I leganti organici

Tra i vari leganti organici sintetici, quelli più largamente utilizzati nei sistemi usati per i rivestimenti di pavimenti industriali e civili sono:

- resine epossidiche (EP), termoindurenti, reazione di poliaddizione base e indurente;
- resine poliuretatiche (PUR), termoindurenti, reazione di poliaddizione base e indurente;
- polimetilmetacrilati (PMMA), termoplastiche, reazione di polimerizzazione mediante catalizzatore.

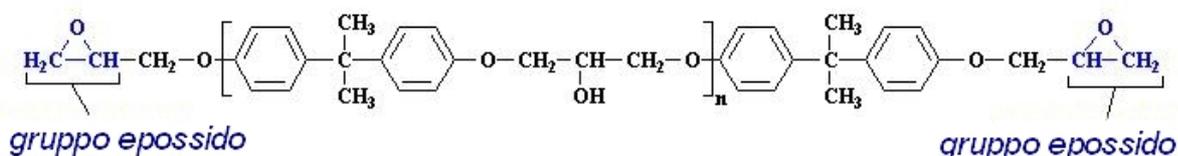
Si possono utilizzare anche sistemi misti EP-PUR.

Va ricordato che si intendono *termoplastici* quei materiali che si possono scaldare e rimodellare più volte e che dopo raffreddamento riacquistano le loro caratteristiche iniziali, mentre vengono definiti *termoindurenti* quei materiali che, una volta avvenuta la polimerizzazione, non possono essere rimodellati incrementandone la temperatura. Un riscaldamento eccessivo di un materiale termoindurente ne provocherebbe anzi la carbonizzazione.

#### 6.1.1 I leganti epossidici (EP)

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

La formula chimica di una resina epossidica bifunzionale, cioè con due gruppi funzionali agli estremi della catena è:



Questi gruppi funzionali reagiscono a freddo con gli atomi di idrogeno attivi dell’indurente; quest’ultimo può essere costituito da prodotti facenti parte delle classi delle poliammine (alifatiche, cicloalifatiche, aromatiche ecc.), dei poliammidi, degli addotti di ammine, dei polisolfuri ecc.

Il prodotto della reazione presenta una struttura reticolata tridimensionale altamente stabile. Il composto derivante presenta quindi caratteristiche meccaniche e chimiche completamente diverse dai prodotti di partenza. Variando opportunamente l’indurente, si ottengono resine epossidiche indurite con diverse caratteristiche chimico-fisiche, pur partendo dalla stessa base.

I gruppi funzionali e gli atomi di idrogeno attivi devono essere in numero uguale. Ciò significa che base e indurente devono essere presenti in quantità ben definite che tengano conto del numero delle parti reattive presenti in entrambi.

Di conseguenza, questi prodotti sono normalmente venduti con quantità precise di base e indurente. Inoltre deve essere chiaramente indicato il rapporto tra la quantità dell’uno e dell’altro materiale da miscelare insieme. Tale rapporto, chiamato *rapporto d’impiego* o *di miscelazione*, deve essere sempre rispettato quando si miscelano i due componenti.

Le resine epossidiche presentano un’ottima adesione su un’ampia varietà di materiali, una buona resistenza chimica a gran parte delle sostanze e una resistenza condizionata agli acidi. Presentano

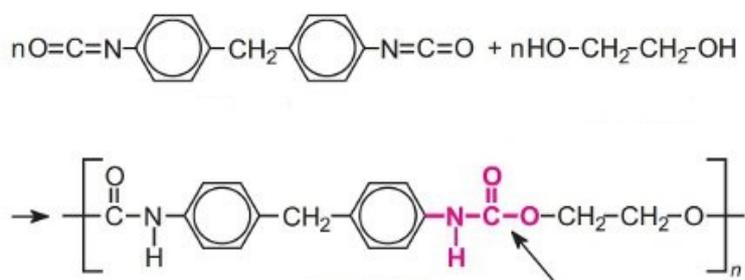
bassa sensibilità all'acqua ed è possibile, con particolari resine e indurenti, ottenere l'adesione sia su supporti umidi sia su strutture in acciaio o calcestruzzo sommerse.

Le caratteristiche di una EP possono riassumersi in:

- buona resistenza a gran parte delle sostanze chimiche;
- resistenza condizionata alle sostanze acide;
- ottima adesione su diversi materiali (acciaio, calcestruzzo, conglomerati cementizi, pietre naturali, legno);
- buona resistenza meccanica agli urti e all'usura;
- minimo ritiro durante la reazione di indurimento.

### 6.1.2 I leganti poliuretanicici (PUR)

Si identifica con il termine “poliuretaniche” l'insieme di sostanze sintetiche caratterizzate dal gruppo di legami chimici denominati “uretanicici” e schematicamente rappresentabili con:



*Legame chimico uretanico; molecola resina poliuretanicca.*

La loro sintesi ha come base la reazione tra un poliisocianato e un prodotto che presenta gruppi ossidrilici (-OH) quali, ad esempio, gli alcoli polivalenti, detti “polioli”.

Dato che le resine poliuretanicche sono producibili in un'ampia varietà di diverse formulazioni, le loro caratteristiche chimico-fisiche peculiari possono essere:

- durezza;
- elasticità;
- elevata resistenza all'abrasione;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- resistenza chimica;
- resistenza alla luce ecc.

Possono essere derivate da isocianati aromatici o alifatici. I primi, gli aromatici, hanno una bassa resistenza alle radiazioni UV e tendono pertanto a sfarinare e a ingiallire se sottoposte a tale azione. Le resine poliuretanicche alifatiche, invece, hanno una buona resistenza ai raggi UV.

Come polioli vengono generalmente utilizzati sia i poliesteri sia i polieteri. Alcuni prodotti sono formulati in maniera tale da polimerizzare e indurire, una volta applicati, grazie alla reazione che avviene con l'umidità presente nell'aria. Tale categoria di resine poliuretanicche viene quindi definita “igroindurente”.

I prodotti possono essere autolivellanti, vernici, finiture, sigillanti in cartucce, in fase solvente o in emulsione acquosa.

Presentano una buona adesione su vari tipi di supporto. Quando impiegati su calcestruzzo, sia come finiture sia come autolivellanti, è spesso richiesta l'applicazione di uno strato di fondo epossidico, poiché le resine poliuretaniche sono molto sensibili all'umidità.

L'isocianato presenta la stessa reattività chimica con l'acqua e con gli alcoli. La reazione con l'acqua porta alla formazione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) 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. L'anidride carbonica liberata può comportare formazione di schiuma, bollicine ecc.

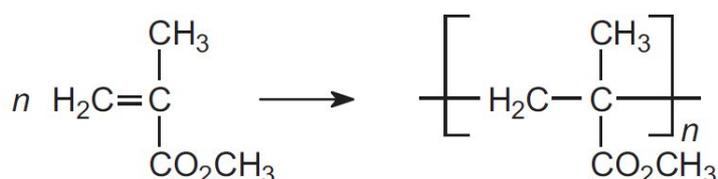
La sensibilità all'acqua delle resine poliuretaniche richiede che durante l'applicazione venga fatta molta attenzione alla presenza di umidità nel supporto, nell'aria e nelle cariche eventualmente aggiunte.

### 6.1.3 I leganti epossipoliuretanicici

Sono prodotti cosiddetti “modificati”, ottenuti miscelando, in vari rapporti, leganti epossidici e leganti poliuretanicici. I prodotti risultanti presentano caratteristiche intermedie rispetto ai prodotti di partenza, a seconda della percentuale di questi ultimi 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.

### 6.1.4 I leganti polimetilmetacrilici

Sono resine termoplastiche ottenute per polimerizzazione del metacrilato di metile. La formula di base più generale è:



Polimerizzano per azione di un catalizzatore, in genere perossido di benzoile al 50% (formula abbreviata PBO). La velocità di reazione può essere modificata (rallentata o accelerata) variando la quantità di catalizzatore aggiunto. Il pot-life delle miscele è comunque abbastanza breve e richiede pertanto squadre di posa qualificate.

Il prodotto è instabile e di conseguenza 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 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.

## 6.2 Leganti ottenuti da prodotti organici e cemento

Sono formulati ottenuti mediante miscelazione di leganti organici in emulsione acquosa (epossidici o poliuretanici) con cemento.



Sono definiti, molto semplicemente, con i termini *epossi-cemento* o *poliuretano-cemento*. I prodotti così ottenuti presentano caratteristiche chimico-fisiche particolari; ciò è vero soprattutto per i poliuretano-cemento, la cui resistenza chimica e agli shock termici fa sì che siano ampiamente utilizzati nelle aziende chimiche e alimentari.

## 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 su cui applicare il rivestimento resinoso, in luogo del più appropriato “superficie di posa” in quanto, come specificato al par. 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, di “superficie di posa” si identifica la superficie sulla quale sarà posato il rivestimento resinoso o i vari strati che in sequenza compongono il rivestimento stesso.

Con l’espressione “preparazione delle superfici di posa” si indicano 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 fornire una superficie compatta, asciutta, esente da inquinanti chimici, 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 la possano compromettere. 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 e rigonfiamenti.

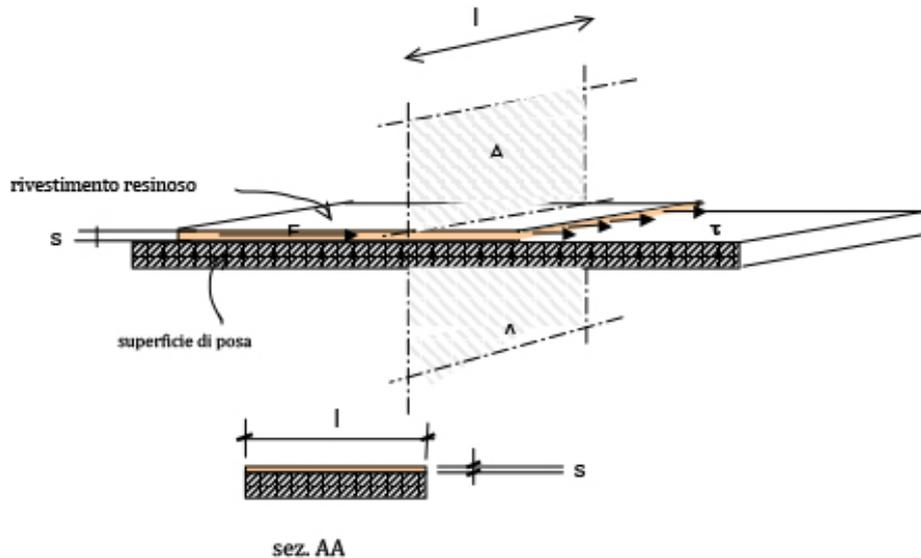
In ambito edile industriale o civile, diversi sono stati i materiali con i quali sono stati realizzati i rivestimenti dei pavimenti e che, quindi, costituiscono le possibili superfici di posa sulle quali dover realizzare un rivestimento resinoso: legno, piastrelle, gres, clinker, calcestruzzo ecc. La natura della superficie di posa è un fattore fondamentale per la scelta della metodologia esecutiva e/o delle attrezzature necessarie per la preparazione, oltre ad altre importanti informazioni quali:

- operazione da eseguirsi in luogo all’interno o all’esterno;
- restrizioni di qualsiasi tipo in termini di livelli di rumorosità, vibrazioni, esalazioni o smaltimento dei residui di lavorazione;
- lavoro da eseguirsi su piani intermedi e quindi con eventuali limiti di peso o di attrezzature da utilizzare;
- presenza di altri rivestimenti resinosi o strati corticali poco compatti o poco aderenti;
- condizioni della superficie di posa;
- presenza di adeguata fonte di energia elettrica per far funzionare i macchinari;
- 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, e 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.

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, dalle 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 grandi saranno gli sforzi di scorrimento.



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

$$a = s \times l$$

da cui:

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

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 ( $l = 1 \text{ m}$ ), 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; viceversa, prodotti poco elastici, anche a parità di spessore, eserciteranno sulla superficie di contatto tensioni più elevate.

È importante conoscere tali variabili quando si progetta o si applica un sistema resinoso. Attraverso la conoscenza di tutte queste informazioni e delle caratteristiche dei vari sistemi resinosi 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.

## La superficie di posa

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

La tabella sottostante riporta alcune importanti caratteristiche generali della superficie e degli strati interni del sottofondo che devono essere misurati e valutati nei seguenti casi:

- prima dell’esecuzione del rivestimento, per la scelta più corretta del ciclo da proporre e della relativa preparazione;
- a rivestimento realizzato, in caso insorgano contestazioni o difformità impreviste.

**Tab. 7.1 Caratteristiche generali delle superfici di posa e fattori di scelta**

<b>Prima della realizzazione del rivestimento</b>	
<b>Relative alla superficie</b>	<b>Relative agli strati interni</b>
potere assorbente	grado d'umidità
planarità	coefficiente di dilatazione termica
friabilità	temperatura
rugosità	porosità, capillarità
inquinamento	presenza o meno della barriera vapore
resistenza a trazione	coesione
	modulo elastico
<b>Dopo la realizzazione del rivestimento</b>	
<b>Relative alla superficie</b>	<b>Relative agli strati interni</b>
destinazione d'uso	degrado
presenza continua d'acqua o liquidi in genere	cedimenti e assestamenti
presenza di sostanze chimiche aggressive	fessurazioni
frequenza di lavaggi	
azioni meccaniche di abrasione, impatti ecc.	
shock termici	

La resistenza superficiale, espressa dalla resistenza meccanica dello strato corticale, è indicativa del rischio che, nelle condizioni di esercizio, questo strato possa provocare 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.

<b>Resistenza superficiale Pull-off test (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Livello di resistenza superficiale</b>	<b>Livello di rischio distacchi</b>
$0,9 \leq R \leq 1,0$	Moderato/medio	<b>Alto</b> per rivestimenti in esterno o con alte escursioni termiche; <b>Moderato</b> per rivestimenti in interni con spessore $s > 1$ mm
$1,0 \leq R \leq 1,5$	Medio/buono	<b>Moderato</b> per rivestimenti in esterni; <b>Moderato</b> per sistemi in interno in “malta resinosa”
$1,5 \leq R$	Buono/alto	<b>Rischio molto limitato</b>

Le condizioni del sottofondo si possono valutare in due modi:

- **valutazione visiva.** È un tipo di valutazione rapido e non distruttivo, che dà una prima idea sulle condizioni di salute del sottofondo. Si dovranno valutare visivamente lo stato di integrità superficiale, la presenza di inquinanti, crepe, macchie di umidità, cedimenti del sottofondo ecc. Si possono inoltre eseguire alcune semplici e veloci prove per avere un'idea del grado di coesione degli strati interni, quali far rotolare sulla superficie una biglia di acciaio o trascinare sulla superficie un oggetto metallico pesante. Un cambio netto di rumore causato dall'attrezzo o dalla biglia potrebbe indicare zone in cui il sottofondo presenta distacchi o delaminazione dagli strati sottostanti.
- **valutazione strumentale.** Qualora la valutazione visiva o le prime prove empiriche dovessero fornire qualche dubbio sulla qualità del sottofondo è opportuno procedere con prove e analisi più precise e approfondite, di tipo strumentale. Le più utilizzate sono le prove di pull-off, per valutare la resistenza a strappo del sottofondo, prove di misurazione dell'umidità con igrometro a carburo e prelievo di campioni cilindrici (carotaggio) per analizzare gli strati interni del sottofondo.

L'umidità degli strati costituenti la superficie di posa può essere valutata con opportune prove non distruttive, purché il sistema di misurazione e la strumentazione utilizzata siano opportunamente validati. In caso di dubbio è opportuno procedere 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 3,5-4% (salvo diversa e precisa prescrizione del produttore dei sistemi resinosi). Quando il grado di umidità supera tale valore è necessario intervenire utilizzando prodotti traspiranti o sistemi specifici per sottofondi umidi.

Le fessurazioni eventualmente presenti devono essere stuccate e riparate, dopo averne appurato la natura e la causa, valutando con attenzione quale sia la probabilità di eventuali deformazioni residue del sottofondo.

Nel caso di rivestimenti preesistenti, l'eventuale strato di finitura deve essere aderente al supporto. Parti non perfettamente aderenti devono essere rimosse.

Le sostanze contaminanti eventualmente presenti sulla superficie possono essere di varia natura e devono essere completamente rimosse prima della posa del sistema resinoso:

- lattime di cemento;
- oli, grassi;
- tracce o residui di pitture o vernici;
- adesivi;
- sostanze chimiche di varia natura;
- siliconi e disarmanti;
- sangue, sostanze organiche.

## 7.2 La preparazione della superficie di posa

Le metodologie di preparazione delle superfici di posa possono essere classificate in relazione alla quantità di superficie asportata e alla relativa modalità di realizzazione.

Nella tabella che segue vediamo una classificazione delle metodologie di preparazione in funzione del tipo di azione applicata.

Abrasiono	Getto	Percussione
-----------	-------	-------------

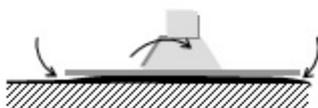
Azione abrasiva superficiale di nastri, dischi, mole	Azione sulla superficie di getti d’acqua, materiali abradenti o miscele di essi	Azione di utensili, rotanti o non, che “martellano” la superficie di posa asportandone lo strato corticale
Carteggiatura	Idrolavaggio	Scarifica
Molatura o levigatura	Pallinatura	

**Tab. 7.2 Classificazione metodologie di preparazione**

### 7.2.1 Carteggiatura

Tattamento eseguito con carteggiatrici orbitali (monospazzole). Possono essere impiegati dischi o tazze che utilizzano come abrasivo il carburo di silicio o corindone, ma anche carte e reti abrasive.

L’azione, che coinvolgerà strati molto superficiali (pochi  $\mu\text{m}$ ), sarà tanto più completa e omogenea quanto più planare sarà la superficie. Spesso i macchinari sono predisposti per l’utilizzo con idonei sistemi d’aspirazione. Questo trattamento richiede un’attenta pulizia finale.



**Carteggiatrice orbitale**, può comportare la presenza di alcune zone non carteggiate in quanto il disco rigido poggia sulle creste della superficie, non agendo nelle zone depresse.

Le carteggiatrici orbitali sono semplici da manovrare, ma hanno il limite di lasciare aree depresse non abrase. Se il disco abrasivo è fissato su un supporto rigido, che quindi poco si adatta alla non planarità della superficie da trattare, produce un’azione abrasiva più marcata sulle parti rialzate lasciando praticamente non trattate le zone avvallate.

Tale problema può essere parzialmente risolto, ma non del tutto eliminato, inserendo tra il disco trascinatore e il disco abrasivo del materiale comprimibile o utilizzando dischi abrasivi spessi e deformabili.

Le zone non carteggiate possono indurre distacchi, soprattutto 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcestruzzo</li> <li>• Resina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bassa formazione di polveri</li> <li>• Facilità esecutiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scarsa incisione</li> <li>• Possibile presenza di zone non trattate</li> <li>• Richiede pulizia finale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impregnazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Film sottile</li> </ul>

## 7.2.2 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 o con sistema "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 consentono la preparazione di superfici con un elevato grado di pulizia senza incrementare in maniera eccessiva la rugosità superficiale, permettendo così l'applicazione di sistemi pellicolari a basso spessore su superfici in calcestruzzo. Permettono inoltre la sistemazione della planarità di superfici trattate con macchinari a percussione.

**Tab. 7.4 Molatura o levigatura**

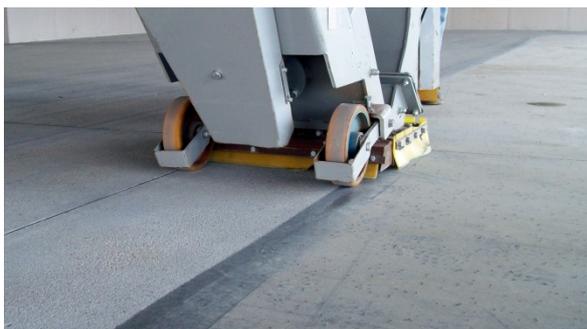
Superficie di posa	Vantaggi	Svantaggi	Suggerito per sistemi	Accettato per sistemi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcestruzzo</li> <li>• Resina</li> <li>• Pietra naturale</li> <li>• Ceramica</li> <li>• Gres</li> <li>• Klinker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finiture uniformi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

### 7.2.3 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 mediante un giro forzato. La polvere risultante dalla lavorazione viene convogliata, sempre dal sistema d'aspirazione, in un apposito raccogliatore per lo smaltimento successivo, mentre la graniglia abrasiva ritorna nella turbina. Il profilo dell'irruvidimento superficiale è determinato dalla dimensione della graniglia impiegata, dalla quantità proiettata sulla superficie e dalla velocità di avanzamento del macchinario. L'operatore valuta e definisce tali variabili agendo sull'attrezzatura, utilizzando la sua esperienza e professionalità.

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 agendo 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;
- la 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 per la preparazione delle superfici più utilizzata e da più tempo impiegata nel settore. 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'attrezzatura utilizzata deve essere ben mantenuta e in perfetto stato di efficienza. 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcestruzzo</li> <li>• Resina</li> <li>• Pietra naturale</li> <li>• Ceramica</li> <li>• Gres</li> <li>• Klinker</li> <li>• Acciaio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitatissima formazione di polveri durante l'esecuzione</li> <li>• Possibilità di regolare il grado di rugosità</li> <li>• Sicura eliminazione delle parti incoerenti superficiali</li> <li>• Ottima velocità esecutiva</li> <li>• Utilizzabile in ambienti limitrofi ad aree lavorative</li> </ul>	Non utilizzabile su superfici bagnate e resilienti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multistrato</li> <li>• Autolivellante</li> <li>• Malta resinosa</li> <li>• Autolivellante di PUR-cemento</li> </ul>	Film spesso

## 7.2.4 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.



Su un tamburo multi-albero vengono montati utensili liberi di ruotare sugli alberi stessi; il tamburo ruota facendo impattare gli utensili sulla superficie della pavimentazione. Tale azione comporta l’asportazione di uno strato superficiale della pavimentazione, la cui profondità può essere regolata grazie ad apposite leve presenti sull’attrezzatura.



Le attrezzature consentono di eseguire, secondo le esigenze, sia interventi di semplice abrasione sia di asportazione di più alti spessori (anche 7÷8 mm per passata, in relazione alla durezza della superficie, al peso e alla potenza dell’attrezzatura e alla velocità di avanzamento). Possono eseguire scanalature, ad esempio a ridosso di giunti ammalorati, raggiungendo profondità fino a 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 di indurenti, 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 mediante spazzolatura dei materiali di risulta sia, successivamente, tramite aspirazione delle polveri.

**Tab. 7.6 Scarifica**

Superficie di posa	Vantaggi	Svantaggi	Suggerito per sistemi	Accettato per sistemi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcestruzzo</li> <li>• Resina</li> <li>• Pietra naturale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilità di regolare la profondità di lavoro</li> <li>• Possibilità di rimuovere rivestimenti anche spessi</li> </ul>	Richiede pulizia finale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malta resinosa</li> <li>• Autolivellante e massetto di poliuretano-cemento</li> </ul>	Autolivellanti

<b>TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PREPARAZIONI</b>									
	1.a	1.b	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	impregnazione semplice	impregnazione a saturazione	rivestimento a film sottile	rivestimento a film spesso	rivestimento multistrato	rivestimento autolivellante	rivestimento a malta	rivestimento autolivellante ad alte resistenze	rivestimento a massetto ad alte resistenze
CARTEGGIATURA									
LEVIGATURA									
PALLINATURA									
SCARIFICA									

### Note

A volte per ottenere la migliore preparazione, sia in termini di risultato che di velocità di esecuzione, è opportuno intervenire con due tecnologie in abbinamento.

### Esempi:

- Scarifica più levigatura: quando si devono rimuovere rivestimenti a spessore per poi riapplicare rivestimento di spessore più ridotto.
- Levigatura più pallinatura: quando si vogliono velocizzare interventi su sottofondi molto duri quali gres o klinker e contemporaneamente ottenere una buona preparazione tra le fughe delle piastrelle.

A volte non è possibile intervenire con la tecnologia più idonea per questioni di inaccessibilità con le attrezzature dell'area di lavoro o per particolari condizioni del sottofondo.

### Esempio:

Levigatura o scarifica su aree molto ristrette, o con limiti di sopportazione di pesi, rampe fortemente inclinate ecc.

## 7.3 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 a eventuali operazioni preliminari o successive ai trattamenti stessi, come:

- lavaggio e/o sgrassaggio della superficie, eventuali decerature;
- rimozione di rivestimenti esistenti;
- asportazione di strati ammalorati o in distacco;
- correzione di quote;
- completamento delle operazioni di preparazione nelle zone difficili o impossibili da raggiungere con attrezzature progettate per grandi superfici;
- pulizia finale della superficie con aspiratori elettrici al fine di rimuovere accuratamente polveri e inquinanti presenti.



### 7.3.1 Idrolavaggio

È un trattamento di pulizia con o senza detersivi 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 la corretta preparazione atta a rendere la superficie idonea per l'adesione del rivestimento resinoso.

### 7.3.2 Rimozioni di rivestimenti e/o strati superficiali esistenti, 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 quelli precedentemente descritti non è in grado di rimuovere. L'operazione è necessaria anche quando è già presente un rivestimento e la sua adesione al sottofondo non è tale da permettere direttamente l'applicazione del nuovo sistema o quando è necessario correggere preliminarmente la planarità mediante asportazione di strati superficiali.



### 7.3.2.1 Rimozioni, correzioni di quote

Operazioni di asportazione di rivestimenti esistenti o di strati incoerenti o in distacco. L'apparecchiatura normalmente 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 fino a 15 mm per passata. La superficie viene incisa in profondità e dopo il trattamento presenta grosse scanalature create dagli utensili. Generalmente dopo la fresatura si rende necessario un ulteriore intervento di preparazione della superficie, prima della posa del rivestimento resinoso, col fine di ridurre la scabrosità superficiale.

La fresatura può essere eseguita su superfici in calcestruzzo, resina e autolivellanti cementizi e presenta il vantaggio di poter asportare anche alti spessori. Limitazioni sono la dimensione e il peso del macchinario, e la necessità di pulizia preliminare prima di eseguire qualsiasi altra fase lavorativa.

### 7.3.2.2 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 al tipo di collante, con una limitata formazione di polveri; consente inoltre di evitare gravosi danneggiamenti della sottostante superficie che comporterebbero ulteriori opere di risanamento.

## 7.4 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 polveri. I trattamenti di preparazione sono in grado di risolvere, come visto, le varie problematiche riguardanti lo stato e la consistenza delle superfici, e sono provvisti di sistema di aspirazione che in generale assolve la funzione di preservare l'attrezzatura e di tutelare la sicurezza e l'igiene in cantiere. Il sistema di aspirazione incorporato non è però in grado di eliminare ogni traccia di polveri fini ed è pertanto necessario, prima della posa del sistema resinoso, eseguire un'ulteriore pulizia fine della superficie mediante aspiratori elettrici professionali di adeguata potenza e capacità. 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.

## 8 LA SCELTA DEI SISTEMI

### 8.1 La caratterizzazione di un sistema resinoso

Un sistema resinoso dovrà essere scelto e caratterizzato in base alle esigenze specifiche richieste. Non esiste infatti un sistema che possa andar bene sempre, a prescindere dalle esigenze, non ultime quelle relative ai costi.

Occorre ricordare che le prestazioni assolvibili dai rivestimenti derivano proprio dal tipo di rivestimento adottato, quindi scegliere sistemi che non assolvono i compiti loro affidati è estremamente sconsigliabile e deleterio.

Nella tabella che segue vengono riportate le caratteristiche principali dei sistemi “standard” più comunemente realizzati. L’indicazione dei vari parametri delle caratteristiche prestazionali fornisce un’informazione base utile a procedere verso un’adeguata scelta del rivestimento nonché delle sue modalità applicative.

Simbolo	Parametro	Descrizione
<i>S</i>	SL = sollecitazione leggera	Traffico pedonale leggero. Occasionale traffico di veicoli con ruote in gomma. Abitazioni civili.
	SM = sollecitazione media	Traffico pedonale continuo, frequente con muletti e occasionale con trans-pallets con ruote dure. Locali pubblici.
	SP = sollecitazione pesante	Traffico continuo con muletti e trans-pallets con ruote dure. Possibili impatti.
	SPM = sollecitazione molto pesante	Pesantemente sollecitato da traffico con ruote dure, cingoli ecc. Frequenti e costanti impatti.
<i>S</i>	Spessore [ $\mu$ m] o [mm]	Spessore del rivestimento finito dopo indurimento.
<i>R<sub>UV</sub></i>	Resistenza ai raggi UV no – sfarinamento, ingiallimento si – buona, sfarinamento e ingiallimento ridotti	Se “si”, il rivestimento è applicabile in esterno o comunque sotto l’azione dei raggi UV (tra parentesi viene indicata la natura del legante idoneo).
<i>R<sub>chim.</sub></i>	Resistenza chimica: no – nessuna l – limitata, solo cadute occasionali e rimozione rapida b- buona e – elevata	Resistenza all’azione corrosiva o disgregatrice prodotta da sostanze chimiche.
<i>AS</i>	Aspetto finale: U = uniforme N = non uniforme cui va aggiunto: 1 = lucido 2 = satinato 3 = opaco	Effetto estetico finale, grado di uniformità cromatica e/o di aspetto superficiale correlato al grado di brillantezza. Per alcuni sistemi, esempio i decorativi, il grado di non uniformità dell’aspetto è una caratteristica voluta.
<i>P</i>	PF = Facilità di pulizia	Rivestimento di facile pulizia e igienicità.
	APF = Alto grado di pulizia e igiene	Rivestimento di facile pulizia e igienicità, ottenibili anche con mezzi e sistemi intensi e frequenti.
<i>R</i>	Conducibilità elettrica p = possibile np = non possibile	Caratteristica di conducibilità elettrica del rivestimento.

Tab. 8.1 Legenda

Tab. 8.2 Sistemi resinosi “standard”

Tipo	Nome	Descrizione d'uso sintetica	Caratteristiche							
			S	s	R <sub>UV</sub>	R <sub>chim.</sub>	AS	P	R	
1	1 <sup>a</sup>	Impregnazione semplice.	Unico strato con funzione di primerizzazione.	-	-	no	no	N	-	np
	1 <sup>b</sup>	Impregnazione a saturazione.	Applicato in due o più strati per consolidamento superficiale.	SL	100 150 µm	no	no	N	PF	np
2	Rivestimento pellicolare film sottile.	Applicato in due o più strati, colorato EP o PUR.	SL SM	150 300 µm	sì PUR	l	U 123	PF	np	
3	Rivestimento pellicolare film spesso.	Applicato in due o più strati, colorato EP o PUR.	SM	300 1500 µm	sì PUR	b	U 123	PF	p	
4	Rivestimento multistrato.	Applicato in due o più strati, colorato con interposto spolvero di quarzo.	SM SP	2 -3 mm	sì PUR	b	U 23	PF	p	
5	Rivestimento autolivellante.	Applicato a spatola dentata, colorato, in grado di autolivellarsi.	SL	2 - 4 mm	sì PUR	b	U 123	AP F	p	
6	Rivestimento a malta (EP, PUR, PMMA).	Sistema fortemente caricato con aggregati, steso con staggia ed elicoterato, successivamente rasato per saturarne i pori.	SM SP	5- 10 mm	sì PUR	b	U 23	AP F	p	
7	Rivestimento autolivellante PUR-Cemento.	Sistema applicato a spatola o racla dentata, colorato, in grado di livellarsi.	SP SMP	4-6 mm	no	e	U 23	AP F	p	
8	Rivestimento a malta PUR-Cemento.	Sistema ad alto spessore a finitura antiscivolo, applicato a racla o spatola.	SMP	6-10 mm	no	e	N 23	AP F	p	

## 9 APPLICAZIONE DEI SISTEMI RESINOSI

### 9.1 L'importanza dello scambio d'informazioni

L'adeguatezza dei requisiti prestazionali definiti nei capitoli precedenti può essere ottenuta e garantita solo se tutti i ruoli decisionali coinvolti nell'esecuzione del rivestimento e nell'accettazione del contratto d'appalto hanno una chiara cognizione delle caratteristiche e dei limiti prestazionali che il sistema resinoso che si andrà a 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 e comprensibile nel contratto d'appalto sottoscritto dalle parti.

In particolare, quando l'oggetto dei lavori è un sistema resinoso decorativo o con 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 ha realizzato. In altre parole, la corretta esecuzione dei lavori in conformità al progetto e alle decisioni concordate e sottoscritte con il Committente, compresi 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 fino alla consegna e l'igiene e la sicurezza dei luoghi di lavoro.

### 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 in cantiere, 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 per 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 deve essere adeguata e consentire al posatore di assicurare la conformità ai requisiti qualitativi dei rivestimenti. I materiali devono essere controllati e adeguatamente immagazzinati, seguendo le prescrizioni fornite dai produttori. Il Committente deve assicurare le richieste condizioni di stoccaggio in cantiere. È importante che si instauri un'ampia consultazione fra le parti interessate, compresi gli esecutori di attività in subappalto. Il coinvolgimento dell'utilizzatore finale – in genere non professionalmente qualificato per la gestione degli aspetti tecnici, ma interessato alla funzionalità, anche estetica, 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 ambientali, 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 (salvo diverse specifiche del produttore), né può essere effettuata all'esterno in caso di avverse condizioni meteorologiche (eccessivo caldo, pioggia, neve, vento).

È consigliabile per l'applicatore, o suo incaricato, compilare durante tutte le fasi di posa la "Scheda Processo Esecutivo", di cui rilascerà una copia al Committente al momento della consegna dei lavori. La scheda sarà completata nella parte relativa alla manutenzione ordinaria e conservata con cura. Questa documentazione, non strettamente necessaria per piccoli interventi ma comunque sempre suggerita anche in tali situazioni, permetterà in caso di contestazione di avere una tracciabilità di quanto realizzato e della cadenza con cui sono stati eseguiti, o meno, gli interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.

## 9.3 Le condizioni ambientali

La temperatura e l'umidità dell'aria e del sottofondo 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 a impedirlo nella maggior parte dei casi. Temperature prossime o superiori a +30 °C accelerano il processo di indurimento in modo tale da rendere a volte 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 la pedonalità potrebbe essere critica anche dopo 16÷18 ore dall'applicazione. Nel periodo estivo, invece, i tempi si riducono notevolmente, col rischio però di problemi durante la posa in caso di elevata temperatura ambientale, quali ad esempio la riduzione del tempo di applicabilità con conseguente indurimento del prodotto quando questo si trova ancora nel contenitore e non si è avuto tempo sufficiente per posarlo. Le temperature più elevate riducono anche i tempi di attesa minimi e massimi tra i vari strati del sistema.

Prestare attenzione 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 ideali 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 indicativi(\*) di variazione delle tempistiche di posa in funzione della temperatura

Intervallo di temperatura della superficie di posa e dell'ambiente per l'applicazione	$10\text{ °C} \leq t_s \leq 30\text{ °C}$	
Tempo di sovrapposibilità	$10\text{ °C} \leq t_s \leq 20\text{ °C}$	18 ÷ 24 ore
	$20\text{ °C} \leq t_s \leq 30\text{ °C}$	8 ÷ 16 ore
Incremento (+) o riduzione (-) % del pot-life (*)	$10\text{ °C} \leq t_a \leq 20\text{ °C}$	+ 20% + 40%
	$20\text{ °C} \leq t_a \leq 30\text{ °C}$	- 20% - 40%

(\*) *Attenzione: i tempi variano anche in relazione al tipo di formulato e al grado di umidità relativa ambientale.*

### 9.3.2 L'umidità

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

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

Conseguenza principale di un'eccessiva umidità dell'aria è la condensa, o rugiada, del vapore acqueo sulla superficie di posa, in quantità più o meno evidente, in relazione alla temperatura della superficie e del grado di umidità. La presenza di tale strato "inquinante", non sempre visibile, può determinare mancanza di adesione tra gli strati, alterazioni delle caratteristiche meccaniche e chimiche del prodotto steso, difetti estetici quali sbiancamenti, formazione di bollicine sui prodotti PUR (causa la formazione di CO<sub>2</sub> come già visto al capitolo 6.3) ecc.

Affinché si possa scongiurare la presenza di rugiada sulla superficie su cui eseguire il rivestimento resinoso o su cui applicare un ulteriore strato, è necessario che la temperatura della superficie sulla quale si deve applicare la resina sia maggiore di almeno 3 °C della temperatura di rugiada  $t_d$ , anche detta "dew point".

In questo caso l'operatore può eseguire con sufficiente tranquillità la posa (relativamente alla possibile presenza di condensa sul supporto), in quanto tale scarto 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  $t_d$  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	$20\% \leq UR \leq 80\%$
Valori della temperatura della superficie di posa ( $t_s$ ) per evitare condensa	$t_s \geq t_d + 3 \text{ °C}$

### 9.3.3 Sottofondi umidi o con risalite di umidità – il fenomeno dell'osmosi

I sistemi resinosi sono normalmente impermeabili sia ai liquidi che al vapore acqueo. Questa loro caratteristica può creare qualche inconveniente qualora vengano direttamente applicati su sottofondi cementizi umidi o con risalite capillari di umidità.

In questi casi è molto probabile che si verifichi il fenomeno di distacco del rivestimento, più o meno grave, causato dalla formazione di numerose bolle, rigonfie di acqua in pressione. Il fenomeno fisico che causa questo problema non è ancora stato del tutto accertato con assoluta chiarezza, ma è molto probabile che sia innescato dalla presenza di pressioni osmotiche che si vengono a formare all'interfaccia tra il sottofondo cementizio e il rivestimento resinoso. Le pressioni osmotiche possono raggiungere valori ben superiori alla coesione del sottofondo cementizio, causando così il distacco e successivo rigonfiamento di piccole singole porzioni di rivestimento. Va precisato che una volta innescato il primo punto di distacco, si sospetta che la pressione successiva per far crescere di dimensioni le bolle non debba più avere necessariamente valori elevati, in quanto il successivo sollevamento dello strato resinoso avverrebbe più per *peeling* che per trazione diretta. È quindi probabile che alla diffusione del fenomeno su ampie parti di superfici possano contribuire anche pressioni di valori minori, quali quelli raggiungibili con le semplici risalite capillari.



Il fenomeno della “sbollatura” dei rivestimenti resinosi si verifica sui sistemi fino a 2-3 mm massimi di spessore, o anche più nel caso dei sistemi elastici. Può presentarsi con qualche sporadica bolla sparsa sulla superficie o molto più intensamente e diffusamente interessando complete aree di pavimentazione fino a compromettere seriamente la funzionalità del rivestimento.



Il fenomeno di osmosi avviene quando si ha presenza di:

1. Acqua nel sottofondo cementizio, oltre un certo valore percentuale, nella quale sono disciolti numerosi sali
2. Un rivestimento resinoso impermeabile ai liquidi e al vapore acqueo, applicato in superficie
3. Una specifica interiezione all'interfaccia tra sistema resinoso e sottofondo cementizio chiamata “barriera semipermeabile”.

L'umidità presente in un sottofondo cementizio, prima della posa del sistema resinoso, può essere dovuta ai processi lavorativi che vi si svolgono (es. pavimentazione lavata tutti i giorni) o può derivare da una non completa maturazione del getto cementizio di pavimentazioni appena realizzate. In quest'ultimo caso si ha anche una fortissima presenza di alcali disciolti. L'umidità è misurabile con opportuni igrometri, sia elettronici con sensori a contatto, sia reattivi (es. igrometro a carburo). Il valore massimo normalmente accettato è il 4% in peso, salvo diversa indicazione del produttore.

Nel caso dell'umidità di risalita capillare, invece, non si ha la possibilità di verificarne la presenza con un semplice igrometro. L'umidità di risalita può essere in equilibrio con l'ambiente, cioè tanta ne risale e tanta ne evapora, ma comincerebbe ad accumularsi sotto il rivestimento resinoso una volta che questo abbia coperto l'intera superficie della pavimentazione. Il metodo a oggi utilizzato per valutare la presenza di umidità di risalita è quello del foglio di politene, secondo ASTM D 4263, che ha il pregio di essere facile e veloce da eseguire ma non può prevedere eventuali diversi

comportamenti stagionali delle risalite di umidità. Nel caso quindi si tema che il risultato del test, pur se negativo, non dia ampi margini di sicurezza di assenza di umidità di risalita capillare anche per il futuro, allora si dovrà valutare una soluzione di sistema resinoso compatibile con i fondi umidi come spiegato più avanti.

Per applicare un rivestimento impermeabile ai liquidi e al vapore acqueo, entro certi limiti di spessore, è condizione necessaria che il sottofondo non contenga più umidità di quanta non ne possa tollerare il rivestimento e che non ci sia presenza di risalita capillare di umidità.



Affinché il fenomeno di osmosi, e di conseguente formazione delle bolle, non abbia luogo è sufficiente eliminare una delle tre cause prima citate. Ad esempio, in caso di sottofondi umidi e/o in presenza di umidità di risalita, l'utilizzo di specifici formulati con buona permeabilità al vapore acqueo e/o che interferiscano con la formazione di una membrana semi-permeabile impedisce la formazione di bolle.

## 9.4 L'indurimento dei materiali

Il sistema resinoso, una volta ultimate le operazioni di posa, deve essere lasciato indurire secondo le prescrizioni del produttore. Salvo formulati particolarmente rapidi quali i PMMA, in genere sono necessari 1-3 giorni di indurimento e maturazione a +15 °/+20 °C prima che il sistema resinoso raggiunga resistenze sufficienti a sopportare un traffico pedonale o leggere sollecitazioni meccaniche, e da 3 a 7 giorni, sempre a +15 °/+20 °C, per raggiungere le massime resistenze chimiche e meccaniche. Prima di porre il sistema resinoso a contatto con liquidi, per qualsiasi motivo, è opportuno attendere che esso abbia raggiunto le sue resistenze massime.

Fatta esclusione per i PMMA, che possono indurire anche fino a -25 °C, l'indurimento dei prodotti al di sotto dei +10 °C risulta particolarmente lento e vi è il rischio che la reticolazione dei formulati resinosi avvenga irreversibilmente in maniera incompleta, con conseguente perdita di prestazioni finali anche nel caso in cui la temperatura dovesse infine rialzarsi. L'indurimento a basse temperature è inoltre particolarmente difficile e complicato in caso di elevata umidità relativa dell'aria, per valori maggiori del 75-80%, in cui la quasi certa formazione di condensa comporterebbe sbiancamenti e opacizzazione della superficie e ridotte prestazioni finali del sistema resinoso.

## 9.5 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 comincia la reazione chimica tra base e indurente; il prodotto rimane lavorabile per un tempo limitato, dopodiché comincia la sua fase di indurimento e non è più applicabile.

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 pericolose 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. 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 prevede:

- 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 è 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 d'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 e 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 sul 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 a 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 richiesta, 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, e inoltre formare e informare i suoi dipendenti sui pericoli legati all'uso dei prodotti e sul comportamento da tenere in caso di incidenti, e fornirli di presidi idonei alla protezione personale.

## 9.6 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 stesso. 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, cioè l'arco temporale entro il quale saranno garantite le prestazioni richieste in base alla tipologia di sistema, alla destinazione d'uso e alle sollecitazioni presenti.

Un sistema resinoso necessita di manutenzione ordinaria, quale ad esempio lavaggi e pulizia, cerature, piccole riparazioni localizzate ecc., in modo che mantenga inalterate il più a lungo possibile le prestazioni iniziali. Nel caso di sistemi resinosi decorativi si deve accettare, perché caratteristica intrinseca della tipologia di soluzione, che siano visibili i segni della normale usura da utilizzo del pavimento.

Gli interventi di manutenzione straordinaria, ad esempio l'applicazione di nuovi strati di finitura superficiali, si rendono necessari quando l'usura o il degrado conseguenti all'utilizzo del pavimento sono tali per cui il sistema resinoso non fornisce più alcune prestazioni marginali, rimanendo però inalterate le prestazioni minime essenziali per le quali il sistema era stato progettato. Prolungare eccessivamente i tempi di intervento per la manutenzione straordinaria può portare a un eccessivo degrado del sistema, fino a renderlo inadatto allo scopo per il quale era stato realizzato. In tal caso i costi successivi di manutenzione possono essere tali da rendere più consigliabile, e/o tecnicamente realizzabile, il rifacimento totale.

La velocità con cui si degrada un sistema resinoso dipende da innumerevoli fattori, tra cui intensità e frequenza del traffico pedonale e di mezzi, tipo di ruote utilizzate, velocità e peso dei mezzi, temperatura di utilizzo, presenza di liquidi, shock termici, urti, abrasioni ecc.

Maggiori saranno le sollecitazioni, più frequenti e ravvicinati dovranno essere gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Si possono idealmente suddividere gli ambienti in cui vengono realizzati i sistemi resinosi in funzione dell'intensità e della frequenza delle sollecitazioni a carico della pavimentazione:

- locali interni con traffico leggero e ruote gommate, assenza di sostanze corrosive, senza azioni usuranti, con frequenza lavaggi normale. Abitazioni civili;
- 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. Locali pubblici;

- 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.);
- applicazioni in esterni.

## 10 VERIFICHE PRESTAZIONALI E CRITERI DI ACCETTAZIONE

### 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 a una o più fasi esecutive;
- *collaudo*, se effettuata a lavori completati e per verificare la rispondenza di quanto realizzato con quanto riportato negli accordi contrattuali, nei limiti definiti dai criteri d'accettazione;
- *verifica tecnica*, se effettuata dopo che il rivestimento è stato utilizzato: 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 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);
- prestazioni del ciclo applicato (nella verifica tecnica).

La *verifica prestazionale parziale o temporanea* viene eseguita direttamente dal Committente o da un suo tecnico delegato, e ha lo scopo di controllare la qualità dei prodotti e la loro rispondenza a quanto riportato in contratto, le quantità impiegate e quindi gli spessori ottenuti, il rispetto dei tempi esecutivi e delle norme di igiene, 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 rispetto agli accordi contrattuali sottoscritti.

I rivestimenti resinosi sono considerati un manufatto artigianale e di conseguenza 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 destinazione d'uso (locali industriali, commerciali, abitazioni) e dalle caratteristiche prestazionali primarie che lo qualificano (resistenza chimica, resistenza meccanica, funzionalità, impermeabilità, estetica 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 relazione 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 non sono difetti o errori esecutivi se le scelte del tipo di sistema e dei relativi prodotti da utilizzare sono state fatte in base alle richieste prestazionali valutate in funzione dei dati e delle informazioni raccolte dall'applicatore, o da un suo incaricato, insieme all'utilizzatore finale o a un suo rappresentante (progettista, general contractor ecc.). A tale scopo si rivelerebbe utile per l'applicatore adottare lo specifico formulario "Modulo di Raccolta delle Informazioni di Cantiere" che dovrà essere compilato e controfirmato insieme all'utilizzatore finale o a un suo rappresentante.

I criteri di accettazione sono anche un valido strumento preliminare per la scelta e la valutazione del sistema più idoneo a ogni specifica situazione. Ad esempio, il fatto che nei criteri d'accettazione sia indicato che un certo sistema non può garantire l'impermeabilità non significa che il Committente debba accettare il rivestimento così com'è; dovrà invece valutare tale caratteristica ed eventualmente richiedere soluzioni alternative che soddisfino quella proprietà nel caso fosse necessaria per il suo utilizzo.

Per i sistemi "impregnazione" i criteri di accettazione sono riportati solo per il sistema "impregnazione a saturazione", in quanto "l'impregnazione semplice" è un trattamento della superficie abbastanza limitato e per il quale non è possibile definire criteri di accettazione, tenuto anche conto che in genere viene utilizzato 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 e i criteri di accettazione assumono la specificità di limiti minimi prestazionali in mancanza dei quali il sistema non è accettabile.

<b>IMPREGNAZIONE A SATURAZIONE</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Criterio di accettazione</b>
<b>Spessore</b>	Non è un parametro da verificare, in quanto non valutabile
<b>Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale</b>	Il trattamento riduce l'assorbimento di liquidi e conferisce una migliore resistenza allo sfarinamento (anti-polverosità). Si percepisce l'effetto estetico tipo "bagnato". Non può essere richiesta omogeneità estetica superficiale, poiché il trattamento mette in evidenza microfessure e differenze di colorazione della superficie del sottofondo. A causa del diverso assorbimento della superficie possono essere presenti aree più lucide e aree opache.
<b>Pulizia</b>	Il rivestimento consente una più agevole pulizia per effetto del ridotto assorbimento di liquidi; si tenga tuttavia conto che possono rimanere alcune tracce di sporco per la presenza di porosità non perfettamente chiuse che possono assorbire inquinanti.

<b>PELLICOLARE A FILM SOTTILE</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Criteri di accettazione</b>

<b>Spessore</b>	Fino a 300 µm
<b>Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale</b>	<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 un'iniziale impermeabilità, che con l'uso si ridurrà fino a non essere più garantita.</p> <p>Il rivestimento può usurarsi nel tempo per il ridotto spessore, ma non sono ammissibili distacchi, rigonfiamenti (bolle), soffiature, vaiolature, cavillature.</p> <p>Il colore deve essere uniforme.</p> <p>Il rivestimento, per il ridotto spessore, non può nascondere tutte le imperfezioni della superficie di posa.</p>
<b>Pulizia</b>	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. L'usura causa opacizzazione del rivestimento.

<b>PELLICOLARE A FILM SPESSO</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Criteri di accettazione</b>
<b>Spessore</b>	Compreso tra 300 µm÷1000 µm
<b>Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale</b>	<p>La superficie deve presentarsi, in particolare per i sistemi a più alto spessore, omogenea e con uniformità cromatica. I prodotti in emulsione acquosa possono dare diversi gradi di brillantezza o opacità a seconda delle condizioni ambientali durante la posa e l'indurimento. Possono essere visibili i giunti di contrazione della superficie se non sono 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 spessore di almeno 500 µm). Resistenza all'abrasione. Non sono accettabili distacchi, rigonfiamenti (bolle), soffiature, cavillature, vaiolature.</p>
<b>Pulizia</b>	La pulizia deve essere agevole in particolare per i sistemi lisci lucidi. Per tali sistemi sono accettabili effetti legati alla graffiatura e opacizzazione per usura delle parti particolarmente trafficate.

<b>MULTISTRATO</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Criteri di accettazione</b>
<b>Spessore</b>	Maggiore di 1,5 mm
<b>Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale.</b>	<p>La superficie finita, con diversi gradi di rugosità, deve essere uniforme e può presentare lievi e sporadici segni di spatolata o di rullate della mano di finitura. L'incremento della rugosità migliora le caratteristiche antiscivolo.</p> <p>Resistenza all'abrasione e agli urti. Non devono essere visibili i giunti statici di contrazione della superficie di posa, salvo che 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.</p> <p>Sono accettabili leggere impronte di spatolate, più o meno visibili in funzione del colore e dell'angolo della luce incidente.</p>
<b>Pulizia</b>	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'incremento della rugosità superficiale.

<b>AUTOLIVELLANTE</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Criteri di accettazione</b>
<b>Spessore</b>	Maggiore di 2,0 mm
<b>Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale.</b>	<p>Superficie lucida o opaca, omogenea senza difformità cromatica o discontinuità superficiali evidenti, salvo nel caso di rivestimenti decorativi in cui le discontinuità estetiche siano volute e appositamente realizzate. Bassa resistenza al graffio, in particolare i sistemi epossidici. Resistenza agli urti.</p> <p>Non devono essere visibili i giunti statici di contrazione della superficie di posa, salvo che 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.</p> <p>Sono accettabili leggere impronte di spatolate, più o meno visibili in funzione del colore e dell'angolo della luce incidente.</p>
<b>Pulizia</b>	Facilmente pulibili, decontaminabili e sanificabili.

<b>MALTA RESINOSA</b>	
<b>Caratteristica</b>	<b>Criteri di accettazione</b>
<b>Spessore</b>	Spessore secco maggiore di 5 mm
<b>Proprietà conferite alla superficie e aspetto estetico finale</b>	Impermeabilità, facilità di pulizia con ottima resistenza agli urti, ai frequenti lavaggi e ai detergenti, uniformità cromatica, resistenza all'usura, meccanica e chimica. Resistenza all'abrasione. Con opportuni accorgimenti, è possibile eseguire leggere correzioni di planarità. Colorato, lucido, opaco, liscio o ruvido.
<b>Pulizia</b>	Facilmente pulibili, decontaminabili e sanificabili. La pulizia deve essere garantita da opportuna saturazione delle porosità superficiali del massetto di malta resinosa ed più agevole in particolare per i sistemi con bassa rugosità superficiale.

Note:

1) La pulizia di una pavimentazione in resina dipende da molteplici fattori, dal sistema utilizzato, dal tipo di sporco, dalla frequenza dei lavaggi, dalla adeguata programmazione della manutenzione ordinaria e straordinaria.

2) Le bruciature del sistema resinoso causate dallo slittamento delle ruote dei carrelli che provocano forti innalzamenti delle temperature superficiali, lasciano spesso segni scuri sulla superficie, a volte anche a rilievo, generalmente permanenti. Non possono essere rimosse dalle operazioni di pulizia. Vedere Capitolo 10.4

## 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, nel caso siano riconducibili ai limiti definiti dai criteri di accettazione, renderebbero opportuno verificare se al momento della scelta del tipo di rivestimento l'applicatore e l'utilizzatore finale, o loro rappresentanti, abbiano raccolto tutte le informazioni necessarie durante le prime fasi o durante la compilazione del formulario "Modulo di Raccolta delle Informazioni di Cantiere".

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 in volume del prodotto, secondo la relazione:

$$S_m = \delta \times \xi \times [(Q/A)/ds]$$

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 m<sup>2</sup> realizza uno spessore di 1 mm.
- $\xi$  è un fattore numerico che tiene conto del contenuto in solidi in volume del prodotto, se il prodotto è senza sostanze volatili (100% in solidi),  $\xi = 1$ ;
- $s_t$  è lo spessore teorico espresso in mm;  $s_t = [(Q/A)/ds]$  con  $\xi = 1$  e  $\delta = 1$
- **Q** è la quantità in kg di prodotto applicato (al lordo dell'eventuale carica);
- **A** è l'area della superficie trattata espressa in m<sup>2</sup>;
- **ds** è la densità espressa in kg/l o kg/dm<sup>3</sup>;
- se il prodotto non è 100% in solidi,  $\xi \neq 1$ . Quindi per ottenere lo spessore finale è necessario moltiplicare il valore ottenuto con la [1] per la percentuale in volume del contenuto di solidi presenti;
- $\delta$  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  $\delta$  sono riportati in tabella relativamente all'uso della carica (quarzo o marmo).

**Valori di  $\delta$  in relazione alla densità del prodotto**

densità prodotto [kg/l o kg/dm <sup>3</sup> ]	<i>r = rapporti in peso resina/carica</i>				
	<i>r = 1/0,5</i>	<i>r = 1/1</i>	<i>r = 1/2</i>	<i>r = 1/10</i>	<i>r = 1/12</i>
1,0	$\delta = 0,79$	$\delta = 0,69$	$\delta = 0,59$	$\delta = 0,44$	$\delta = 0,43$
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  $\delta$  quando si semina quarzo a saturazione è valutabile in relazione alla densità del prodotto applicato.

Nella tabella che segue vengono forniti alcuni valori di  $\delta$  in relazione alla densità dei prodotti. I valori di  $\delta$  sono stati desunti da applicazioni pratiche su prodotti di varia densità.

**Valori di  $\delta$  in relazione alla densità del prodotto per spolvero a saturazione**

densità prodotto [kg/l o kg/dm <sup>3</sup> ]	$\delta$
1,0	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 m<sup>2</sup> 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:

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

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

**Esempio 2**

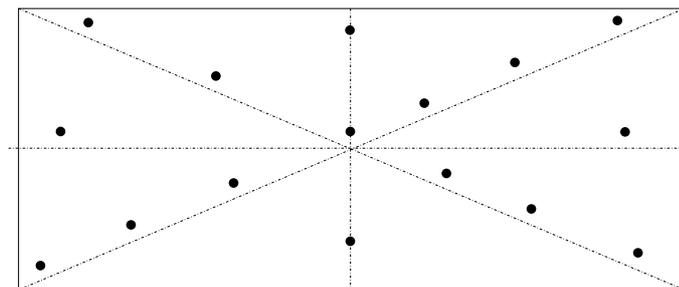
Su una superficie di 200 m<sup>2</sup> sono stati applicati 100 kg di prodotto, al 100% in solidi, con densità 1,30 kg/l, e dopo la rasatura, sul prodotto ancora fresco, si è seminato a saturazione quarzo granulometria 0,06÷0,25. Quale spessore si è realizzato?

Applicando la [1] abbiamo:

$$s_m = [(100/200)/1,30] \times \delta \quad \text{dalla tabella per } d=1,3 \text{ kg/l } \delta = 1,54 \text{ quindi} \quad s_m = \mathbf{0,590 \text{ mm}}$$

In mancanza di dati certi e attendibili in merito ai consumi dei singoli prodotti impiegati per la realizzazione del rivestimento, e a una distribuzione sufficientemente omogenea degli stessi sulla superficie, 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 carote devono avere sia diametro sia profondità di almeno 20 mm.



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

$s_m$  = spessore medio valutato [mm]

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

$n_i$  = numero dei prelievi eseguiti (almeno 5)

Eseguire 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, calcolato o misurato, non deve risultare minore dello spessore concordato contrattualmente ( $s_c$ ) con uno scostamento del -10%.  
 **$s_m \geq s_c - 10\%$**
- In nessun punto di misura ( $s_{pm}$ ), nel caso di rivestimento con spessori concordati maggiori di 2 mm, lo scostamento dal valore definito contrattualmente deve eccedere le seguenti tolleranze:
  - per i rivestimenti autolivellanti: spessore rilevato mai minore del -50% di  $s_c$   
 **$s_{pm} \geq s_c - 50\%$**
  - per rivestimenti a malta: spessore rilevato mai minore del -25% di  $s_c$   
 **$s_{pm} \geq s_c - 25\%$**

Eventuali zone con spessori maggiori di quello contrattualmente definito non devono influire negativamente sulla planarità e/o sulle pendenze della superficie richieste.

### 10.3.2 Vizi e/o difetti di un rivestimento finito

I vizi e i difetti delle pavimentazioni resinose possono interessare superfici puntuali e limitate o superfici ampie, a seconda delle reali condizioni operative e di contorno. L'aspetto quantitativo, oltre che qualitativo, deve essere considerato come elemento determinante per la classificazione del vizio o del difetto.

In tabella vengono elencati alcuni difetti (quelli più comuni), come si presentano, le probabili cause.

**Tabella difetti/cause dei rivestimenti finiti**

<b>Definizione</b>	<b>Aspetto visivo</b>	<b>Cause</b>
Sfiammature.	Chiazze di colore o di tonalità tali da creare un aspetto finale macchiato o a strisce, a volte poco evidente, a volte 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 a inquinamenti della superficie di posa o dell'ambiente 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 si verifica, il difetto è dovuto a inquinamento della superficie di posa, dell'ambiente 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, durante le fasi di posa e indurimento, specialmente delle resine epossidiche. Le ammine dell'indurente, reagendo con la CO <sub>2</sub> dell'aria e in presenza d'umidità, formano in superficie uno strato opaco sul quale si ha scarsa adesione.
Marcata evidenziazione delle rullate.	Si evidenziano marcatamente le varie rullate e in particolare le zone di sovrapposizione del prodotto (riprese). L'uniformità del colore, l'impronta del rullo e dei sormonti fanno scartare l'ipotesi di sfiammature.	Il fenomeno è più evidente per le finiture all'acqua e per le finiture opache o satinare. 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 oppure uno scarso spessore applicato. Anche un'applicazione non corretta, ad esempio evitando di incrociare il verso della rullata in ogni singola mano, può causare evidenti segni di rullature.

<i>Definizione</i>	<i>Aspetto visivo della superficie</i>	<i>Cause</i>
Scarsa distensione.	Per prodotti di finitura, l'aspetto tipico è una goffratura a buccia d'arancia superficiale (a meno che non sia una caratteristica voluta e dichiarata dal produttore) e l'evidenziazione delle rullate. Per prodotti ad alto spessore applicati a spatola diritta o dentata, si evidenziano le varie riprese e/o i segni dei denti della spatola.	Le cause possono essere essenzialmente due: <ul style="list-style-type: none"> <li>— prodotto mal formulato, poco fluido o disomogeneo;</li> <li>— prodotto applicato con temperature ambientali e soprattutto della superficie di posa troppo alte, e quindi con indurimento troppo rapido che non consente una corretta distensione, o troppo basse, e quindi con prodotto eccessivamente viscoso.</li> </ul>
Bassa tendenza a rilasciare l'aria.	Presenza in superficie di tanti piccoli crateri, fori a testa di spillo, molto ravvicinati, spesso a chiazze.	Ridotta capacità di alcuni additivi a rilasciare l'aria inglobata durante la miscelazione; l'aria resta bloccata in superficie sotto forma di piccole bollicine. Temperatura del supporto troppo bassa.
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 adeguato, in quanto non ha saturato completamente la porosità del sottofondo. Il fenomeno si manifesta su superfici particolarmente porose. L'aria contenuta nei pori, anche per effetto del riscaldamento della resina durante l'indurimento, risale verso la superficie 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 possono manifestarsi anche dopo 1-2 mesi. Possono presentarsi come rigonfiamenti di media e ampia grandezza, lesioni, distacchi del rivestimento con o senza asportazione di parte della zona corticale della superficie di posa.	<p><b>a) Senza asportazione di parte del supporto</b>  In questi casi la causa più probabile è la non perfetta, o assente, preparazione della superficie di posa, con conseguente presenza di sostanze o altri elementi che hanno compromesso l'adesione (vedi § 7.3)</p> <p><b>b) Con presenza di parte del supporto in adesione con il rivestimento</b>  In questi casi si evidenzia un possibile cedimento della parte corticale del sottofondo, conseguenza di scelte errate della tipologia del sistema (con relative tensioni non sostenibili), o preparazione della superficie di posa non adeguata, o sottofondo non dotato delle minime resistenze meccaniche richieste.</p>

<b>Definizione</b>	<b>Aspetto visivo della superficie</b>	<b>Cause</b>
Rigonfiamenti per osmosi (*).	Si manifestano di solito dopo mesi, anche dopo il primo anno, dall'applicazione e spesso in corrispondenza della prima variazione termica di riscaldamento della pavimentazione (inizio primi caldi, riscaldamento locali). Altro aspetto caratterizzante è rappresentato dalla loro grandezza; il diametro varia da 2,5÷3 mm fino a un massimo di 20÷25 mm. Sono spesso molto dure, difficili da rompere e presentano all'interno un liquido giallognolo/bruno.	Causa unica la presenza eccessiva d'acqua nel supporto, di solito dovuta a: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ assenza di barriera vapore;</li> <li>✓ canalizzazioni, tubazioni, rotte da cui fuoriesce acqua;</li> <li>✓ presenza di barriera vapore, ma o lacerata o non ben applicata con sormonti che lasciano passare l'umidità;</li> <li>✓ risalite capillari di umidità dal sottofondo;</li> <li>✓ vecchio sottofondo umido in conseguenza di contatti con acqua quando in esercizio;</li> <li>✓ nuovi sottofondi non completamente stagionati.</li> </ul>
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 2-3 mm. Le lesioni possono interessare solo il rivestimento o anche la superficie di posa.	La verifica deve stabilire se le lesioni sono nate nel supporto o viceversa. Nel caso interessino solo il rivestimento, la causa principale possono essere le sollecitazioni che si trasmettono all'interfaccia superficie di posa e rivestimento, generalmente dovute a deformazioni termiche per shock termici o eccessivi sbalzi di temperatura
Bruciature/usura con ruote piene.	Presenza sul rivestimento in modo casuale di aree concave corrose di larghezza di circa 5÷7 cm	Effetto della "molatura" delle ruote motrici di muletti. Si produce quando la ruota motrice del muletto non ha la perfetta aderenza col pavimento e pertanto slitta. Ciò avviene quando i carichi non sono equilibrati sulle forche, o per manovre troppo rapide (sgommate). La ruota gira a vuoto e per attrito surriscalda la superficie che si indebolisce e per azione meccanica (rotazione) viene asportata lasciando l'aspetto tipico concavo di larghezza pari alla larghezza della ruota o poco più. Vedasi per un approfondimento il paragrafo 10.4.
Macchie da pneumatici nuovi.	Presenza di macchie, normalmente giallo-brune, sulla superficie del rivestimento resinoso quando viene a contatto prolungato con pneumatici nuovi. La macchia riporta l'esatta sagoma del battistrada del pneumatico.	Il fenomeno è causato dalla migrazione di plastificanti e nerofumo dalla mescola del pneumatico, in particolar modo quando è nuovo, alla superficie del rivestimento. La macchia è spesso molto difficile da togliere. Non tutti i formulati resinosi si macchiano allo stesso modo.

(\*) L'impiego di sistemi resinosi traspiranti permeabili al vapore o di sistemi resinosi che includono anche alcune tipologie di prodotti epossici-cementizi consente interventi su supporti cementizi nuovi o con elevata presenza di umidità, e interventi riparatori di precedenti applicazioni interessate dal fenomeno osmotico.

## 10.4 Il problema delle bruciatura da frizione delle ruote

### 10.4.1 La temperatura di transizione vetrosa

Una proprietà tipica e caratteristica dei polimeri amorfi è la “temperatura di transizione vetrosa”, generalmente rappresentata con  $T_g$ . Questo valore indica la temperatura al di sotto della quale il polimero si comporta da solido rigido e vetroso. Al di sopra di essa il materiale assume un comportamento più morbido e gommoso.

Il valore di  $T_g$  può cambiare drasticamente da un materiale all'altro; si va da alcune decine di gradi sotto lo zero per alcuni elastomeri fino ad alcune centinaia di gradi sopra zero per altri polimeri. Lo stesso tipo di materiale può avere  $T_g$  diverse in base a come è avvenuto il suo processo di polimerizzazione.

In linea di massima, quindi, polimeri che devono avere caratteristiche di flessibilità, morbidezza, deformabilità ecc. possiedono  $T_g$  molto più bassa della temperatura ambiente; sul fronte opposto, polimeri che devono essere caratterizzati da elevate prestazioni meccaniche e di rigidità devono avere  $T_g$  molto più elevata della temperatura ambiente. È questo il caso, ad esempio, delle resine epossidiche.

Quando una resina epossidica raggiunge la sua  $T_g$ , che nel caso dei formulati per rivestimenti di pavimentazioni è dell'ordine del centinaio di gradi centigradi, comincia a evidenziare un decadimento delle prestazioni meccaniche. Essendo un polimero termoindurente non è rimodellabile e ogni sollecitazione meccanica che dovesse avvenire in questa fase potrebbe danneggiare la struttura macro e microscopica del polimero. Inoltre se il materiale dovesse scaldarsi troppo si spezzerebbero i suoi legami chimici con conseguente carbonizzazione.

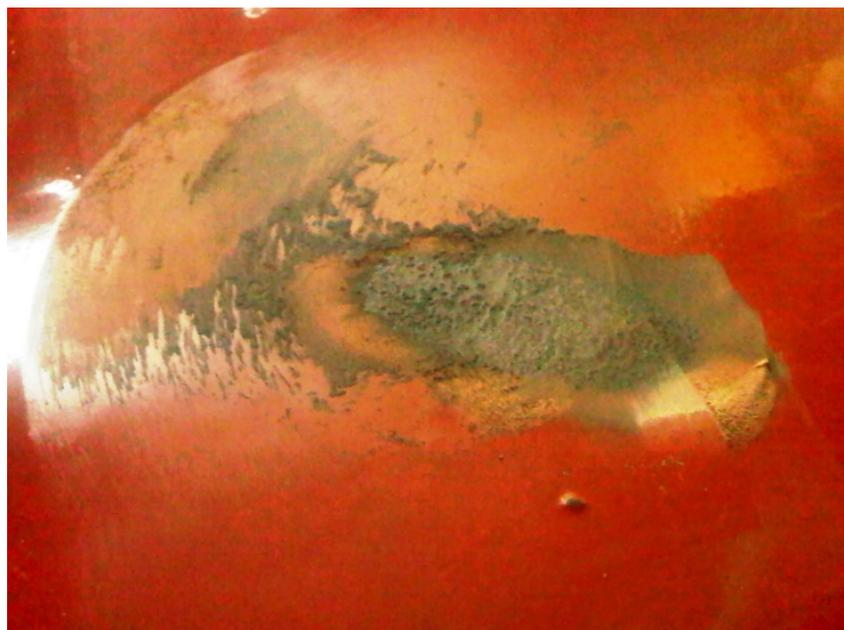
Una volta raffreddatosi il materiale, il danno sarebbe permanente con conseguente perdita irreversibile di prestazioni e resistenze.

### 10.4.2 La bruciatura dei sistemi resinosi causata dalla frizione delle ruote

Che due corpi solidi si riscaldino sfregandosi l'uno con l'altro è un fatto noto che non necessita di alcuna ulteriore spiegazione. La temperatura che raggiungono i due corpi è proporzionale al calore sviluppato che a sua volta dipende da tanti fattori, quali la durezza reciproca dei materiali, la scabrosità delle superfici, il coefficiente di attrito tra le stesse, la velocità a cui avviene la frizione, il carico per unità di superficie, ecc.

Lo sfregamento delle ruote gommate o di teflon dei muletti o dei transpallet sulla superficie di un rivestimento resinoso è una situazione molto frequente e il conseguente innalzamento di temperatura è quindi tanto maggiore quanto maggiori sono il carico gravante abbinato alla velocità di rotazione e l'eventuale movimento di torsione della ruota stessa, oltre ad altri fattori meno rilevanti.

In situazioni estreme, ad esempio quando sulla ruota motrice e sterzante grava un peso di molti quintali e la stessa gira velocemente da ferma in fase di partenza, si raggiungono temperature sulla superficie del sistema resinoso di elevata entità, ben superiori alla  $T_g$  del materiale costituente il rivestimento. Per quanto si tratti di un fenomeno di breve durata, il decadimento delle prestazioni meccaniche del polimero causato dal forte e improvviso riscaldamento associato all'aggressione meccanica della ruota volvente o sterzante comporta una rimozione di parte di rivestimento che nei casi più lievi si manifesta con graffi superficiali e nei casi più drastici con l'asportazione in profondità del rivestimento resinoso che apparirà anche di colore nerastro per l'avvenuta carbonizzazione dei suoi legami chimici. Il nero che rimane sulla superficie è anche causato dall'altrettanto rapido consumo della gomma della ruota, e non è raro vedere gomma e resina fondersi tra loro una volta raffreddata l'area.



I successivi lavaggi della pavimentazione possono in parte rimuovere i segni neri, ma difficilmente si potrà avere una pulitura perfetta della superficie.

Le bruciature da gomme non possono essere riconducibili a carenza di qualità dei materiali utilizzati, indipendentemente dal fatto che si tratti di resine epossidiche o poliuretatiche o polimetilmetacrilato o a errori di posa degli stessi. Sono causate da un evento fisico che coinvolge molti fattori diversi, non tutti perfettamente controllabili, e quando si verificano le dovute condizioni ambientali e di utilizzo della pavimentazione è inevitabile che il fenomeno avvenga.

Si possono tuttavia adottare opportuni accorgimenti, che coinvolgono tutte le parti interessate, utili ed efficaci per ridurre drasticamente il problema:

- modifica e/o calibrazione della parte elettronica dei carrelli elevatori che comanda la velocità della ruota in fase di partenza, programmandola perché avvenga senza una rapida e brusca rotazione della ruota motrice;
- corretta disposizione e distribuzione dei carichi sui carrelli elevatori;
- adottare uno stile di guida e movimentazione dei carrelli elevatori che non sia brusco;
- scegliere e usare materiali di finitura del sistema resinoso tra i più resistenti e meno soggetti al fenomeno;
- attendere il completo indurimento del rivestimento prima di utilizzarlo;
- utilizzare ruote in gomma bianca;
- eseguire la regolare manutenzione dei carrelli elevatori;
- mantenere pulita la superficie del pavimento.



## 10.5 Le macchie da ritenzione di sporco

Un fenomeno analogo, o comunque correlato, alla bruciatura del rivestimento in conseguenza della frizione delle ruote è la formazione e ritenzione di macchie superficiali di sporco, soprattutto sui rivestimenti a base di poliuretano-cemento, in conseguenza di una scarsa o inadeguata manutenzione ordinaria e semplice pulizia della superficie. Va ricordato che un sistema resinoso è per sua natura impermeabile o poco assorbente, pertanto ogni traccia di sporco, polvere, particelle di varia natura ecc. deve essere rimossa mediante opportuni e adeguati sistemi di pulizia e lavaggio della superficie (vedi in proposito Cap. 11). Sporco, polveri, sostanze chimiche aggressive, grassi, sostanze organiche ecc., possono essere sollecitati dalle ruote di carrelli elevatori, traffico pedonale, veicoli vari, ecc. L'abrasione sulla superficie del rivestimento sarà maggiore e lo sporco, grazie alla combinata azione meccanica delle ruote, potrà penetrare in micro graffi superficiali o, in alcuni casi, nelle micro porosità dello strato resinoso, penetrandovi a formare chiazze più scure poi difficili da rimuovere.

Una frequente e corretta pulizia della pavimentazione riduce drasticamente la formazione di macchie di sporco.

## 10.6 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.), anche nella "Scheda processo esecutivo".

La verifica tecnica deve includere:

- 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, e il giudizio conclusivo sulla qualità del rivestimento per quanto attiene alla scelta dei materiali e del tipo di rivestimento, sull'esecuzione e sulla sua rispondenza ai requisiti prestazionali richiesti e riportati nei documenti oggetto dell'appalto.

### 10.6.1 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 a occhio nudo da una distanza di 1,5 m entro la quale è possibile il rilievo delle imperfezioni contestabili, fermi restando i criteri di accettazione citati al par. 10.2.1**

### 10.6.2 La verifica dell'adesione

Inizialmente la verifica può essere condotta in modo qualitativo mediante l'uso di una barra metallica da appoggiare sul rivestimento; mediante la variazione di rumore durante lo strisciamento sulla superficie è possibile verificare la presenza di distacchi incipienti.

Nel caso di dubbi si potrà ricorrere a una valutazione analitica dell'adesione che deve essere eseguita con una prova puntuale distruttiva utilizzando un Adhesion Tester secondo ASTM D 4541



Si deve verificare che dopo lo strappo del dolly la rottura sia sempre di tipo *coesivo* (*distacco del rivestimento con parte del sottofondo*) e che tale presenza di parte della superficie di posa (a), aderente alla superficie del dolly, sia maggiore del 50% della superficie del dolly (A):  $a \geq 0,5 A$ .

## 10.7 Altre caratteristiche e prestazioni richiedibili

Un sistema resinoso può presentare caratteristiche fisiche e chimiche diverse a seconda di come viene realizzato e dei 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.

Il grado di finitura superficiale può essere liscio o marcatamente ruvido per conferirgli proprietà antiscivolo. Può essere elettricamente isolante o conduttivo.

### 10.7.1 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 sono costituiti da sostanze particolarmente corrosive. Il degrado può avvenire attraverso l'uso quotidiano di detergenti o semplicemente per la permanenza continua di acqua sulla superficie.

La resistenza chimica di un rivestimento dipende dalla natura della sostanza aggressiva, dalla sua concentrazione, dalla sua temperatura e dal tempo di contatto con la superficie del rivestimento.

Un rivestimento resinoso è chimico resistente quando garantisce continuità e protezione in ogni punto in cui viene applicato. Deve pertanto essere costituito da uno strato continuo di adeguato spessore. Poiché i pavimenti sono soggetti a frequenti movimentazioni di mezzi e persone, che potrebbero localmente degradare o graffiare o incidere la superficie, un rivestimento resinoso che debba anche garantire protezione chimica non può avere uno spessore secco finito inferiore a 0,8 mm.

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**.

<b>Parametri essenziali</b>	<b>Resistenza chimica</b>	
	<b>Collaborativa-migliorativa</b>	<b>Protettiva diretta</b>
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 $s \geq 800 \mu\text{m}$
Aspettativa di durata	2 anni, con monitoraggio, comunque in funzione delle reali condizioni d'utilizzo.	5 anni, con monitoraggio, comunque in funzione delle reali condizioni d'utilizzo.
Fasi applicative che potrebbero compromettere la resistenza chimica	Non corretta e/o completa miscelazione e condizioni di temperatura e umidità del supporto non idonee.	Non corretta e/o completa miscelazione e condizioni di temperatura e umidità del supporto non idonee.
Rispetto del tempo di completo indurimento	Fondamentale per l'ottenimento della effettiva resistenza chimica in fase di esercizio.	Fondamentale per l'ottenimento della effettiva resistenza chimica fase di esercizio.

### 10.7.2 Resistenza alla temperatura

La temperatura può influire sui sistemi resinosi non solo durante la fase applicativa, ma anche dopo che gli stessi sono stati applicati e perfettamente induriti. I formulati resinosi utilizzati per i rivestimenti di pavimentazioni, esclusi alcuni prodotti misti organico-cementizi (vedi cap. 6.2), cominciano a perdere le loro prestazioni generalmente a partire dai  $+60^{\circ}/+80^{\circ}\text{C}$ .

Nel settore delle pavimentazioni ciò accade molto di rado e in zone limitate. Ne sono esempio i locali dove possono verificarsi sversamenti di liquidi molto caldi o ambienti con pavimentazioni prossime a fonti di calore come, ad esempio, forni o caldaie. Un sistema resinoso trova limitazioni applicative anche nel caso di basse temperature, come nelle celle frigorifere.

Può accadere che la variazione di temperatura sia molto forte ma limitata nel tempo, ad esempio la caduta accidentale di acqua bollente o lavaggi effettuati con vapore in pressione a più di +100°C. In questo caso il rivestimento resinoso sarà sottoposto a una repentina variazione di temperatura (shock termico) che indurrà una brusca variazione dimensionale dello stesso.

La temperatura massima di esercizio o dello shock termico è in realtà anche funzione della tipologia di sistema realizzato, dello spessore, dell'inerzia termica, del tipo e quantità di cariche utilizzate ecc. Alcuni sistemi, ad esempio quelli realizzati con formulati poliuretano-cementizi, grazie alla loro proprietà di inerzia, modulo elastico e alto spessore realizzato, possono sopportare temperature di esercizio e shock termici fino a +100°C e oltre.

### 10.7.3 Dilatazioni termiche

La deformazione di una sostanza per effetto della temperatura viene determinata mediante la formula:

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

dove:

$\lambda$  = coefficiente di dilatazione termica lineare [ $K^{-1}$ ]\*;

L = lunghezza [ m ]

$\Delta L$  = variazione di lunghezza [m]

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

*\* talvolta il simbolo  $\lambda$ , soprattutto nel mondo delle pavimentazioni, viene sostituito dal simbolo  $\alpha$ , anche se quest'ultimo dovrebbe indicare, più correttamente, il coefficiente di dilatazione volumetrica.*

#### Valori di $\lambda$ per alcune sostanze

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

### 10.7.4 Colore, brillantezza, aspetti generali del grado di finitura

Il colore dei prodotti resinosi viene ottenuto con l'aggiunta di pigmenti direttamente nella base o nel formulato neutro 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, se i prodotti non sono stati specificamente formulati, sfarinamento e quindi opacizzazione superficiale.

Si tenga altresì presente che la superficie del rivestimento resinoso può virare di colore a seguito del contatto con sostanze chimiche; questo fenomeno è spesso un fatto isolato e non è necessariamente indice di un'avvenuta aggressione chimica.

I rivestimenti resinosi di pavimentazioni si possono graffiare. La presenza di graffi sulla superficie del rivestimento resinoso e conseguente opacizzazione a seguito dell'usura dovuta all'utilizzo è quindi un fatto del tutto normale.

Qualora, a seguito di azioni meccaniche particolarmente severe, il graffio dovesse attraversare tutto lo spessore del rivestimento (si parla in questo caso di incisione) si dovrà intervenire quanto prima con una riparazione localizzata per evitare che attraverso tale lesione possano infiltrarsi nel sottofondo liquidi o sostanze aggressive, sporco e batteri ecc.

L'eventuale strato di finitura di un sistema resinoso, normalmente applicato a rullo, presenta uno spessore secco variabile tra 40  $\mu\text{m}$  e 100  $\mu\text{m}$ .

L'applicazione dello strato di finitura può conferire alla superficie del rivestimento caratteristiche più elevate di resistenza chimica e/o all'abrasione, migliorandone la facilità di pulizia e sanificazione e l'aspetto estetico finale.

L'applicazione a rullo della finitura può essere causa dei classici segni visibili delle "rullate". Per ridurre e limitare tale effetto 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 e riduce i segni dei sormonti dei vari passaggi del rullo.

### 10.7.5 Proprietà antiscivolo

La superficie di un sistema resinoso può essere liscia o con vari gradi di rugosità. Passando da superficie liscia a rugosa, e quindi antisdrucciolevole, 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, non dà indicazioni definite in merito. 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 antisdrucciolevoli."*

Inoltre il **D.M. 14, giugno, 1989 n. 236, art. 8, punto 8.2.2**: *"Per pavimentazione antisdrucciolevole 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 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 antinfortunistiche**

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

Una prova molto semplice e veloce da eseguire è quella del pendolo, secondo la norma UN EN 13036-4, che misura l’attrito opposto dalla superficie del pavimento all’oscillazione di un particolare pendolo su cui viene montato un pattino di gomma che sarà la parte sfregante sul pavimento. Tale prova si può realizzare sia su superfici bagnate sia asciutte. Lo strumento è facilmente trasportabile in cantiere, pertanto risulta estremamente comodo e pratico in quanto si possono avere i reali valori del rivestimento in opera.



Di seguito viene riportata una tabella di classificazione secondo UNI EN 1504-2 in funzione del valore del pendolo rilevato secondo UNI EN 13036-4, di cui si dovrà tenere conto relativamente alla destinazione d’uso prevista della pavimentazione.

**Test al pendolo – EN 13036-4 – classi di resistenza allo scivolamento**

Resistenza allo scivolamento o strisciamento	Tipo e locazione superficie	Classificazione
> 40	Interna umida	Classe I
> 40	Interna asciutta	Classe II
> 55	Esterna umida	Classe III
Oppure in conformità a regolamentazioni nazionali.		

Va sottolineato che la EN 1504-2 prescrive i sopra elencati valori minimi, ma ai fini pratici nei casi reali valori inferiori a quelli indicati, ma con uno scarto irrisorio, non sono segno di sostanziali scostamenti del grado di scivolosità della superficie.

### 10.7.6 Proprietà antistatica, conducibilità elettrica

Nel caso di sistemi resinosi antistatici la misurazione del valore di resistenza elettrica opposta dal rivestimento alla presa di terra, detta “Resistance to Earth” e indicata con  $R_e$ , può essere rilevata anche in cantiere, a lavori ultimati, con apposita strumentazione che consenta rilievi in conformità a IEC 61340-4-1.

I valori devono essere misurati tra la superficie del rivestimento, su cui verrà posizionato un elettrodo, alla presa di terra più vicina, cui verrà collegato il secondo cavetto.

I risultati ottenuti devono riportare il valore in Ohm della  $R_e$  e il voltaggio cui sono stati ottenuti, 10 V o 100 V.



### 10.8 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 dall'esigenza di architetti, progettisti, utilizzatori, committenti, di personalizzare 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 e un'ampia gamma di soluzioni. Non va dimenticato che i sistemi resinosi decorativi possono essere soggetti a traffico pedonale o di mezzi. Pertanto l'aspetto estetico della superficie potrebbe subire sensibili modifiche derivanti dalla naturale e normale usura cui è sottoposta la pavimentazione. Questo fatto non costituisce un difetto del sistema resinoso (vedi par. 10.4.4). L'applicazione di cere protettive o l'adozione di adeguati sistemi di pulizia, atti spesso e rimuovere semplicemente la polvere o altre micro particelle che potrebbero avere effetto abrasivo sulla superficie del pavimento, aiutano a ridurre il degrado dell'aspetto estetico.

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 se queste imperfezioni siano da ritenersi veramente tali o se invece sono semplicemente particolari e voluti dettagli di finitura e colorazione superficiali atti a conferire uno specifico aspetto estetico o decorativo, pertanto facenti parte della componente realizzativa del sistema stesso.

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, e, soprattutto, **un campione che dia un'idea del risultato finale, approvato e sottoscritto dal committente, e quest'ultimo dovrà comunque tenere in considerazione tutte le dovute possibili varianti sul risultato finale dovute alla manualità e all'influenza delle condizioni ambientali durante la posa dei materiali in sito.**

# 11 LA MANUTENZIONE ORDINARIA

Affinché un rivestimento conservi nel tempo le caratteristiche meccaniche e funzionali è determinante che l'applicatore fornisca al committente un piano di manutenzione con la descrizione degli interventi necessari.

Il piano di 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 interventi necessari per mantenere intatte le caratteristiche prestazionali primarie del rivestimento.

## 11.1 La pulizia della pavimentazione

Il più semplice e basilare metodo di manutenzione consiste nella pulizia del rivestimento.

La pulizia deve avvenire con frequenza tale per cui la superficie del pavimento sia pienamente usufruibile e godibile sotto ogni suo aspetto, sia tecnico sia estetico.

La polvere e i detriti depositatisi sulla superficie possono avere un elevato potere abrasivo, soprattutto se c'è passaggio di mezzi e persone. La rimozione di polvere e detriti sulla superficie è un'operazione che si deve fare giornalmente mediante spazzoloni, stracci, motoscope, aspiratori industriali, ecc.

Le operazioni di lavaggio della pavimentazione devono essere eseguite ogni qualvolta sia possibile e/o si renda necessario. Utilizzare detergenti compatibili con il tipo di sporco da rimuovere abbinati a macchine di lavaggio dotate di dischi rotanti che possono montare spazzole di setola o dischi di spugna abrasivi, stracci, spazzoloni, ecc. L'attrezzatura utilizzata deve essere idonea con l'estensione e il tipo di superficie da lavare, le tempistiche a disposizione, l'organizzazione aziendale, ecc. Si usano in genere detergenti neutri, ma per alcuni tipi di sporco si rende necessario l'utilizzo, con tutte le dovute attenzioni, di detergenti acidi o basici. L'utilizzo di solventi, detergenti abrasivi, acidi o alcali o ossidanti particolarmente forti o concentrati, o comunque sostanze aggressive o concentrate in genere potrebbe scolorire o macchiare la superficie del rivestimento.

Le superfici molto ruvide vengono preferibilmente lavate utilizzando dischi con installate spazzole di setola. Si consiglia di non usare spazzole metalliche o con setole troppo dure.

Le superfici opache tendono a trattenere di più lo sporco, e possono quindi richiedere più cura nelle operazioni di pulizia e lavaggio.

L'utilizzo di specifiche cere aiuta e facilita le successive operazioni di pulizia ordinaria. I prodotti ceranti devono essere riapplicati generalmente dopo alcune settimane, previa rimozione dei propri residui con specifici deceranti.

Per rimuovere tracce più ostinate, incrostazioni, ecc. è possibile, alcune volte all'anno, eseguire le operazioni di lavaggio utilizzando dischi di spugna contenenti polvere fine di diamante o similare.

In alcuni casi, soprattutto nelle aziende alimentare, si utilizzano frequenti operazioni di pulizia sommaria e generale, prima dei lavaggi abituali, con getti in pressione di acqua anche calda. Questa operazione è possibile solo se il rivestimento resinoso è stato progettato per sopportare tale azione meccanica e/o eventuali sbalzi o shock termici.

Di norma i risultati migliori si ottengono distribuendo sulla superficie da pulire il detergente opportunamente preparato, lasciandolo poi agire per alcuni minuti. Si passerà quindi all'azione

meccanica di pulizia utilizzando le macchine e gli attrezzi prima citati. La durezza delle setole delle spazzole o dei dischi abrasivi deve essere studiata in funzione del tipo di rivestimento da pulire.

Per ultimo si sciacqua la pavimentazione rimuovendo le tracce residue di detergente e di sporco.

Le operazioni di lavaggio e pulizia del pavimento devono seguire le prescrizioni del fornitore dei detergenti e/o delle attrezzature utilizzate.

Le operazioni di lavaggio e pulizia devono essere eseguite nei tempi dovuti che tali operazioni richiedono per essere correttamente eseguite. Una pulizia eseguita troppo di fretta non darà mai risultati ottimali.

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.

Al fine di mantenere il pavimento pulito e privo di polvere, si possono quindi riassumere come esempio generale le seguenti operazioni di manutenzione generale:

### **Pulizia regolare**

La pulizia regolare, a seconda della quantità di sporco, deve essere eseguita con frequenza giornaliera o settimanale. La rimozione di sporco (polvere, ecc) è fatta con macchine e detergente specifico.

### **Pulizia intermedia**

La pulizia intermedia viene effettuata con specifiche macchine "lavasciuga" per rimuovere delicatamente lo sporco aderente. Aree di piccole dimensioni possono essere pulite con straccio bagnato e detergente specifico.

### **Pulizia di base**

La pulizia di base deve essere inclusa nel piano di manutenzione. Deve essere effettuata almeno 1/2 volte l'anno, in funzione del livello di sporco.

La rimozione dell'eventuale strato cerante deteriorato deve essere effettuata meccanicamente utilizzando tamponi abrasivi o spazzole in combinazione con un idoneo detergente decerante. Striature e macchie possono essere preferibilmente rimosse con una pasta di pulizia (mai con solvente). Quando questo passaggio è finito, il pavimento deve essere lavato con acqua pulita.

## **11.2 La manutenzione straordinaria**

La *manutenzione ordinaria* ha lo scopo di mantenere le caratteristiche prestazionali essenziali del rivestimento. La *manutenzione straordinaria*, invece, prevede lavori di riparazione o di modifica del rivestimento resinoso a seguito di danni subiti dal rivestimento e cambiamenti della sua destinazione d'uso.

È opportuno prevedere ispezioni periodiche, almeno una volta all'anno, con le quali stabilire quali debbano essere le eventuali aree di rivestimento che possono necessitare di manutenzione straordinaria. È sconsigliato attendere troppo tempo prima di eseguire gli opportuni interventi di manutenzione. Non solo perché si possono mettere a rischio le prestazioni e la funzionalità del rivestimento, ma anche perché più tardi si aspetta e maggiore e più grave potrebbe presentarsi il danno da riparare, con conseguenti maggiori oneri di tempo ed economici per la sistemazione.

## 12 ALLEGATI

# ALL. A – MODULO RACCOLTA DATI

Compilato da ..... Data .....

Dati del cantiere: Ragione sociale e indirizzo .....

Indirizzo del cantiere (se diverse) .....

Tel. .... e-mail .....

Persona di riferimento .....

**Informazioni sul sottofondo**

Sottofondo nuovo o da realizzare       Sottofondo esistente (età) .....

Tipo di sottofondo (es. cls, gres, piastrelle, pietre, .....

Finitura del cls (es. quarzato, staggiato, .....

Presenza di antieaporante o altro trattamento (specificare se .....

Superficie da trattare m<sup>2</sup> .....  Divisione in lotti (specificare) .....

Interasse tra i giunti m .....  Pavimento in esterno .....

**Condizioni del sottofondo**

Inquinanti (specificare) .....

Crepe, buche o cedimenti       Corrosione o abrasioni superficiali .....

Giunti rotti       Piastrelle in distacco (%superficie) .....

Massetto da demolire e rifare       Sottofondo cedevole o friabile .....

La planarità e le pendenze devono essere ripristinate/modificate:

Planarità: specificare le .....

Pendenze: specificare le .....

Presenza di barriera al vapore       Presenza di vespaio aerato o pavimento su solaio .....

Sottofondo umido o con risalite di umidità (capillare o vapore, no battente idrostatico) .....

Ulteriori note .....

**Condizioni di esercizio e prestazioni richieste**

Destinazione d'uso .....

Contatto con liquidi (specificare) .....

Presenza di grassi o oli       Altri inquinanti (specificare) .....

Aggressioni chimiche (specificare sostanza, temperatura, tempo di contatto, concentrazione) .....

.....

Aggressioni da liquidi caldi (natura e temperatura) .....

Urti (da cosa?) .....  Abrasioni (da cosa?) .....

Traffico di: .....  Transpallets .....

Muletti       Altri mezzi (specificare) .....

Conducibilità elettrica (specificare valori) .....

Elasticità       Colore richiesto .....

Richieste gusce parete-pavimento       Richiesta anche resinatura delle pareti .....

Tipo e frequenza dei lavaggi .....

Rispondenza a specifiche norme o direttive (specificare con precisione) .....

.....  Classe antiscivolosità .....

Ulteriori caratteristiche prestazionali richieste dal committente .....

.....

Periodo e tempi a disposizione per la realizzazione del rivestimento .....

.....

E' stato suggerito un ciclo? Quale? .....

Altre informazioni utili .....

**Firma del compilatore** ..... **Firma del cliente** .....

## ALL. B - SCHEDA PROCESSO ESECUTIVO

### PARTE A

Committente:	
Ubicazione cantiere:	

### RIVESTIMENTO

- 1<sup>a</sup> – Impregnazione semplice
- 1<sup>b</sup> – 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 [ m<sup>2</sup> ] .....

### PARTE B

**OPERATORI COINVOLTI** - Una stessa persona fisica può svolgere più funzioni.

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

## PARTE C

### *NATURA DELLA SUPERFICIE DI POSA, METODOLOGIA DI PREPARAZIONE INTERVENTI PRELIMINARI, MATERIALI, SISTEMA.*

- Calcestruzzo nuovo
- Calcestruzzo vecchio
- Piastrelle (gres, klinker, monocottura, ecc.)
- Acciaio
- Legno
- Altro (specificare)

Data	Descrizione intervento	operatore

### PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI POSA

Data di ultimazione della preparazione della superficie di posa: .....

### MATERIALI IMPIEGATI

Ditta fornitrice			
Nome commerciale	n. lotto	Quantità prevista Kg/m <sup>2</sup>	Quantità impiegata Kg/m <sup>2</sup>

### FASI ESECUTIVE

Data	Breve descrizione	t <sub>s</sub> [°C]	t <sub>A</sub> [°C]	UR [%]	t <sub>d</sub>

t<sub>s</sub> = temperatura superficie di posa; t<sub>A</sub> = temperatura ambiente; UR = grado di umidità ambientale;

t<sub>d</sub> = temperatura di condensa o punto di rugiada

## PARTE D

## CRITERI D’ACCETTAZIONE DEL RIVESTIMENTO FINITO

Sistema resinoso scelto	
Spessore [ mm]	
Aspetto estetico	<input type="checkbox"/> lucido <input type="checkbox"/> opaco <input type="checkbox"/> satinato <input type="checkbox"/> ruvido <input type="checkbox"/> liscio
Decorativo	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Colore	<input type="checkbox"/> monocromatico <input type="checkbox"/> policromo
Prestazioni richieste	Fare riferimento al Modulo di Raccolta delle Informazioni di Cantiere
Altro	Es. giunti, stuccature, spatolate, pulibilità, ecc. ecc. ecc.

**ALL. C - TABELLA DEI PUNTI DI CONDENSA**

Temperatura ambiente $t_a$ °C	UR - grado di umidità relativa 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

## 13 CONPAVIPER

### 13.1 Chi è CONPAVIPER

CONPAVIPER è l'Associazione Italiana Sottofondi, Massetti e Pavimentazioni e Rivestimenti Continui.

L'Associazione nasce dalla fusione di CON.PAV.I. e AIPER nel 2003 ed è un Ente Giuridico Riconosciuto, registrato presso la Prefettura di Roma.

CONPAVIPER aderisce a FEDERBETON, Federazione di Settore associata effettiva di Confindustria, e quindi attraverso la Federazione partecipa, insieme a Confindustria e a tutti gli altri Associati della stessa, al processo di sviluppo della Società italiana, contribuendo all'affermazione di un sistema imprenditoriale innovativo, internazionalizzato, sostenibile, capace di promuovere la crescita economica, sociale civile e culturale del Paese.

Nel rispetto della ripartizione dei ruoli e delle prestazioni all'interno del sistema confederale, CONPAVIPER è una libera associazione delle imprese che operano nei seguenti comparti:

- Pavimentazioni continue in Calcestruzzo, tra cui le Pavimentazioni Industriali
- Rivestimenti continui con materiali a base Resinosa
- Sottofondi e Massetti di supporto per Pavimentazioni

CONPAVIPER non ha natura commerciale e non persegue scopo di lucro.

CONPAVIPER è autonoma, apartitica e indipendente da ogni condizionamento esterno. Orienta ed ispira i propri comportamenti organizzativi e le proprie modalità di funzionamento al Codice etico e dei valori associativi di Confindustria.

CONPAVIPER è socia UNI ed è guidata da un Presidente eletto ogni quattro anni, e un Consiglio generale di imprenditori e manager del settore eletti con cadenza biennale.

### 13.2 Perché iscriversi al CONPAVIPER

#### 13.2.1 La difesa del settore

*Nel duro confronto quotidiano con chi legifera, con chi definisce le regole del mercato, con chi produce le norme tecniche è fondamentale porsi con un'Associazione forte, sia da un punto di vista delle risorse economiche che della rappresentatività industriale.*

*Ecco perché è importante essere Soci di CONPAVIPER: per poter avere una voce come categoria, degli strumenti di difesa e di relazione, per avere le risorse per poter comunicare, fare lobby, seguire lo sviluppo delle leggi e delle norme.*

*Non fare parte della propria associazione industriale è un atto di resa, e un voler lasciare il proprio destino ad altri.*

*Far parte di CONPAVIPER è una scelta logica: si investe per poter essere forti all'interno di un settore, e si prende coscienza dell'importanza di fare parte dell'Associazione che lo rappresenta.*

#### 13.2.2 Una Rappresentanza democratica a difesa dei Valori

*CONPAVIPER è governata da 3 documenti Statutari: lo STATUTO, l'ANTI TRUST PROGRAM e il CODICE DEONTOLOGICO. Un Collegio di Probiviri, eletto dai soci ha lo scopo di verificare il rispetto da parte dei soci dello Statuto e del codice deontologico.*

***Questo perché CONPAVIPER vuole rappresentare solo chi sta nel mercato rispettando le regole, chi ha fatto della specializzazione e della competenza gli elementi chiave della propria politica aziendale, chi crede nell'importanza dell'esperienza e della conoscenza.***

*Fare parte di CONPAVIPER è un segno al mercato, è una testimonianza del proprio impegno al rispetto delle regole, della propria specializzazione e competenza.*

*Il nostro compito, come associazione, è che il marchio risulti non solo diffuso attraverso i documenti e codici CONPAVIPER, ma sia un segnale di serietà: per questo ci siamo dotati di regole serie e trasparenti.*

*CONPAVIPER sta completando un sistema di documenti di riferimento per arrivare a una scelta di campo:*

- *Il rispetto di Codici e Norme specifici di settore*
- *L'uso di materiali a norma di legge*
- *Il riferimento a Capitolati e Contratti trasparenti e completi*
- *L'uso di personale con patentino di qualifica*

*Con decisione unanime dei Soci presa con l'Assemblea Straordinaria del 2016 – completato il quadro normativo di riferimento – potranno mantenere l'iscrizione al CONPAVIPER solo le aziende che rispetteranno questi principi.*

### **13.2.3 I Diritti dei Soci CONPAVIPER**

Ecco i principali diritti dei soci CONPAVIPER:

- esercitare tutti i diritti statutari, a cominciare dal poter esprimere il proprio voto in assemblea o potersi candidare per una carica associativa;
- poter abbinare al proprio logo, alla propria carta intestata, al proprio sito aziendale, ai propri documenti tecnici e commerciali il marchio “SOCIO CONPAVIPER”
- essere presente sul sito [CONPAVIPER.ORG](http://CONPAVIPER.ORG)
  - con una scheda aziendale finalizzata alla promozione dell'azienda stessa;
  - con un proprio BANNER aziendale (con il link al proprio sito) sul sito [CONPAVIPER.ORG](http://CONPAVIPER.ORG) finalizzata alla promozione dell'azienda;
- poter pubblicare sul sito [CONPAVIPER.ORG](http://CONPAVIPER.ORG) le proprie news commerciali;
- ricevere i servizi Associativi finalizzati alla promozione dell'azienda;
- ricevere le circolari informative CONPAVIPER;
- ricevere una rassegna stampa quotidiana dedicata alle costruzioni;
- poter partecipare alle sezioni, alle commissioni e gruppi di lavoro organizzati da CONPAVIPER;
- poter partecipare agli eventi organizzati da CONPAVIPER;
- poter porre all'Associazione i propri quesiti tecnici;
- ricevere i documenti tecnici predisposti da CONPAVIPER;
  - poter ricevere i documenti tecnici predisposti da CONPAVIPER personalizzati con il proprio logo;
- poter ricevere l'elenco degli associati
- utilizzare la convenzione con UNI per l'abbonamento a costo ridotto per la visione delle norme;
- godere delle altre convenzioni CONPAVIPER.

**Viale Giovanni Amendola 46**

**00185 Roma**

**tel.: 06 62270411 – fax: 06 5915408 – mail: [segreteria@conpaviper.org](mailto:segreteria@conpaviper.org)**

**[www.conpaviper.org](http://www.conpaviper.org)**