 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico K (Manufatti) <b>Scheda tecnica elementi costruttivi</b> Materiali da costruzione - Calcestruzzo	<b>22 001-14140</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Sistemi di protezione delle          superfici - Generalità</b>	Versione 1.04 01.01.2020
Divisione infrastruttura stradale I		Pagina 1 di 6

## 1. Basi principali

- SN EN 1504
  - *Teil 1:* Definitionen
  - *Teil 2:* Oberflächenschutzsysteme für Beton
  - *Teil 9:* Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen
  - *Teil 10:* Anwendung von Stoffen und Systemen auf der Baustelle, Qualitätsüberwachung der Ausführung
- SIA Empfehlung 162/5 *Erhaltung von Betontragwerken (abrogata)*
- SIA Norm 269/2 *Erhaltung von Tragwerken – Betonbau*

## 2. Principi generali

I sistemi di protezione delle superfici (in seguito denominati OS) non sono equivalenti ad un copriferro sufficientemente spesso e compatto. Tali sistemi OS non dovrebbero essere impiegati in maniera generale su nuovi manufatti quale protezione preventiva. Essi non possono essere utilizzati su nuovi manufatti quale provvedimento atto a ridurre il valore del copriferro.

Per le superfici in calcestruzzo sottoposte in maniera duratura ad azioni di degrado (a causa delle condizioni ambientali), l'applicazione di un sistema OS può permettere di aumentare la durabilità.

Per la scelta di un sistema di protezione della superficie idoneo sono determinanti in particolare i seguenti criteri<sup>1</sup>:

- Funzione della parte d'opera
- Zone sottoposte all'azione dei sali di disgelo
- Sollecitazioni meccaniche
- Permeabilità al vapore acqueo
- Capacità di superamento delle fessure
- Durabilità del sistema OS

Inibitori sono da evitare.

## 3. Definizioni




**Impregnazione idrofobica (H):** trattamento del calcestruzzo finalizzato ad ottenere una superficie idrorepellente. I pori e le capillarità sono rivestiti internamente, ma non riempiti. Non vi è formazione di alcuna pellicola sulla superficie del calcestruzzo. Composti attivi possono essere, per esempio, i silani, i silossani o il litio.



**Impregnazione (I):** trattamento del calcestruzzo finalizzato a ridurre la porosità superficiale e a rinforzare la superficie. I pori e i capillari sono parzialmente o totalmente riempiti. Leganti possono essere, per esempio, i polimeri organici.

<sup>1</sup> Peter Haardt, Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach, (2009) - Schutz und Instandsetzung, im Regelungsbereich der ZTV-ING

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico K (Manufatti) <b>Scheda tecnica elementi costruttivi</b> Materiali da costruzione - Calcestruzzo	<b>22 001-14140</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Sistemi di protezione delle          superfici - Generalità</b>	Versione 1.04 01.01.2020
Divisione infrastruttura stradale I		Pagina 2 di 6



**Rivestimento (C)** : trattamento finalizzato ad ottenere uno strato protettivo continuo sulla superficie del calcestruzzo. Lo spessore varia generalmente tra 0,1 mm e 5,0 mm. I leganti possono essere, per esempio, polimeri organici, resine epossidiche (EP), resine poliuretaniche (PUR), resine acriliche (AY), polimeri con cemento o dispersioni polimeriche con cemento idraulico modificato.

## 4. Procedimento da seguire per una protezione efficace delle superfici in calcestruzzo (nell'ambito di un risanamento)

Di seguito sono riportate le fasi chiave per la progettazione e l'esecuzione di un sistema di protezione delle superfici in calcestruzzo efficace:

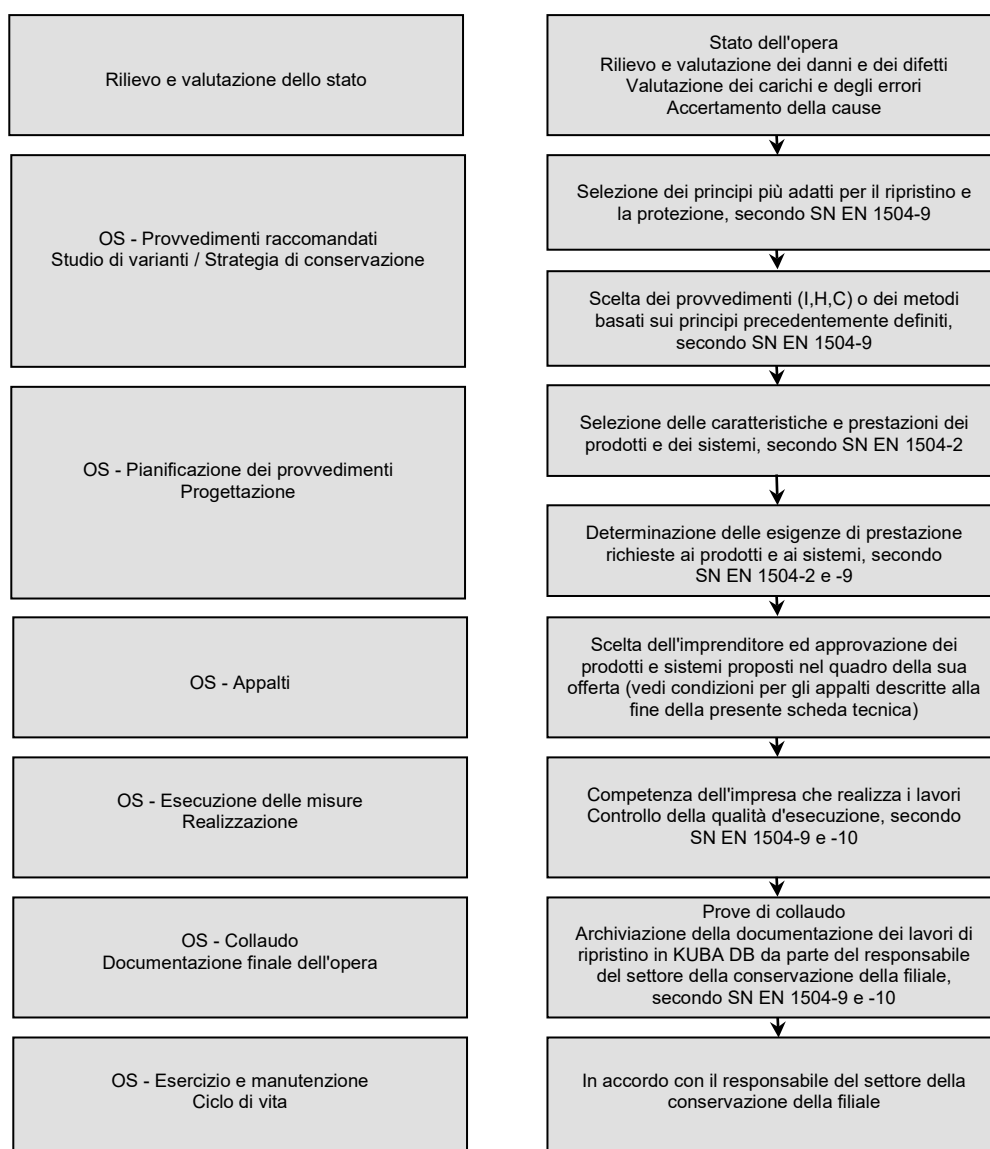


Tabella 1 – Fasi di un progetto di ripristino mediante sistemi di protezione delle superfici.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico K (Manufatti) <b>Scheda tecnica elementi costruttivi</b> Materiali da costruzione - Calcestruzzo	<b>22 001-14140</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Sistemi di protezione delle          superfici - Generalità</b>	Versione 1.04 01.01.2020
Divisione infrastruttura stradale I		Pagina 3 di 6

## 5. Caratteristiche e requisiti per sistemi di protezione delle superfici

Le caratteristiche prestazionali dei procedimenti secondo SN EN 1504-9 sono definiti nella tabella 1 della SN EN 1504-2. I requisiti prestazionali possono essere ricavati dalle seguenti tabelle:

- Impregnazione idrofobica (H): SN EN 1504-2, tabella 3
- Impregnazione (I): SN EN 1504-2, tabella 4
- Rivestimento (C): SN EN 1504-2, tabella 5

## 6. Principi di base e rispettivi procedimenti OS

La seguente tabella riassume i principi di base e i rispettivi procedimenti per la protezione del calcestruzzo secondo SN EN 1504-9:

Principi relativi ai danni nel calcestruzzo		Procedimento rispettivo		Materiali di base per i prodotti Soluzioni, emulsioni, dispersioni, paste
1	<b>Protezione contro la penetrazione di sostanze            (Protection against ingress – PI)</b> Barriera contro la penetrazione di sostanze che favoriscono la corrosione (ad esempio: acqua, liquidi, vapore, gas, agenti chimici e biologici)	1.1	Impregnazione idrofobica	Silani, silossani, silicone, litio
		1.2	Impregnazione	Polimeri organici, acrilati, ecc.
		1.3	Rivestimento	EP, PUR, AY, soluzioni polimeriche, ecc.
2	<b>Regolazione del regime idrico del calcestruzzo            (Moisture control MC)</b> Regolazione e mantenimento dell'umidità del calcestruzzo entro una determinata fascia di valori	2.1	Impregnazione idrofobica	Silani, silossani, silicone, litio
		2.2	Impregnazione	Polimeri organici, acrilati, ecc.
		2.3	Rivestimento	EP, PUR, AY, soluzioni polimeriche, ecc.
5	<b>Aumento della resistenza agli agenti fisici            (Increasing physical resistance PR)</b> Aumento della resistenza contro il degrado fisico o meccanico	5.1	Rivestimento	EP, PUR, AY, soluzioni polimeriche, ecc.
		5.2	Impregnazione	Polimeri organici, ecc.
6	<b>Resistenza agli agenti chimici            (Resistance to chemicals RC)</b> Aumento della resistenza contro il degrado dovuto all'azione di agenti chimici	6.1	Rivestimento	EP, PUR, AY, soluzioni polimeriche, ecc.
		6.2	Impregnazione	Polimeri organici, ecc.
8	<b>Aumento della resistenza elettrica del calcestruzzo            (Increasing resistivity IR)</b> Aumento della resistenza elettrica del calcestruzzo	8.1	Impregnazione idrofobica	Silani, silossani, silicone, litio
		8.2	Impregnazione	Polimeri organici, ecc.
		8.3	Rivestimento	EP, PUR, AY, soluzioni polimeriche, ecc.

Tabella 2 – Principi di base e rispettivi sistemi di protezione delle superfici (H, I, C)

Sono elencati unicamente i principi di base con i rispettivi sistemi di protezione delle superfici. Le caratteristiche e i requisiti prestazionali dei singoli prodotti e sistemi vanno scelti rispettivamente definiti sulla base delle norme SN EN 1504-2 e -10.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico K (Manufatti) <b>Scheda tecnica elementi costruttivi</b> Materiali da costruzione - Calcestruzzo	<b>22 001-14140</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Sistemi di protezione delle          superfici - Generalità</b>	Versione 1.04 01.01.2020
Divisione infrastruttura stradale I		Pagina 4 di 6

## 7. Confronto tra le norme attualmente in vigore e quelle precedenti

La seguente tabella riporta, in lingua tedesca, un confronto dei provvedimenti più correnti secondo la norma SN EN 1504-2 (e insieme a questa la norma SIA 269/2), attualmente in vigore, e le norme precedenti (SIA 162/5, rispettivamente RiLi DAfStB<sup>2</sup>).

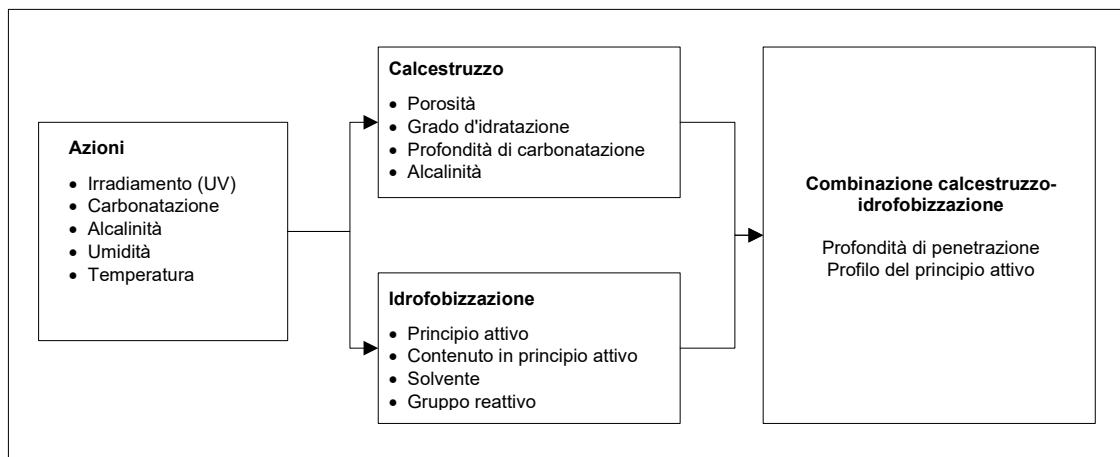
Verfahren/ Anwendung	Exposition / Einwirkungen / Risse Verfahren	Bisherige Bezeichnung nach RiLi DAfStB bzw. SIA 162/5
Hydrophobierende Imprägnierung (H)	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: keine Chlorideinwirkung Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 1.1, 2.1 und 8.1	OS 1 Hydrophobierung für bedingten Feuch- teschutz bei vertikalen und geneigten, frei bewitterten Betonbauteilen.
Imprägnierung (I)	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: keine Chlorideinwirkung Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 1.2, 2.2, 5.2 6.2 und 8.2	OS 2 Imprägnierung für bedingten Feuchte- schutz bei vertikalen und geneigten frei bewitterten Betonbauteilen.
Beschichtung (C) mit erhöhter Dichtheit	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: keine Chlorideinwirkung bis Sprühbereich (mit Aus- gleichsspachtelung) Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 1.3, 2.3 und 8.3	OS 2 und OS 4 Beschichtung (mit/ohne Ausgleichs- spachtelung) mit erhöhter Dichtigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flä- chen. Für frei bewitterte Betonbauteile (guter Abfluss gewährleistet) auch im Sprühbereich von Tausalzen, wenn Untergrund rissfrei ist.
Beschichtung (C) mit geringer Rissüberbrü- ckung	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: Sprühbereich Risse: oberflächennahe Risse Verfahren: 1.3, 2.3 und 8.3	OS 5a und 5b Beschichtung mit geringer Rissüber- brückungsfähigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flächen. Für frei bewit- terte Betonbauteile mit oberflächen- nahen Rissen auch im Sprühbereich von Tausalzen.
Beschichtung (C) mit erhöhter Rissüberbrü- ckung	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: Spritz- und Sprühbereich Risse: oberflächennahe und /oder Trennrisse Verfahren: 8.3	OS 9 Beschichtung mit erhöhter Rissüber- brückungsfähigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flächen. Für frei bewit- terte Betonbauteile mit oberflächen- nahen Rissen und/oder Trennrissen auch im Sprüh- und Spritzbereich von Tausalzen.
Beschichtung (C) mit mechanischer bzw. chemischer Wider- standsfähigkeit	Exposition befahrbar, mechanisch stark belastete Flächen Chlorid, ...: chemische Einwirkungen Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 5.1 und 6.13	OS 8 Chemisch widerstandsfähige Be- schichtung für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen.
Beschichtung (C) mit erhöhter statischer Rissüberbrückung und mechanischer bzw. chemischer Wider- standsfähigkeit	Exposition planmässige mechanische Beanspruchung Chlorid,...: Spritz- und Sprühbereich Risse: oberflächennahe und/oder Trennrisse Verfahren: 5.1 und 6.1	OS 13 Beschichtung mit nicht dynamischer Rissüberbrückungsfähigkeit für begeh- und befahrbare, mechanisch belastete Flächen.
Beschichtung (C) mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückungsfä- higkeit und mechani- scher bzw. chemischer Widerstandsfähigkeit.	Exposition planmässige mechanische Beanspruchung Chlorid, ..: Spritz- und Sprühbereich Risse: oberflächennahe und/oder Trennrisse Verfahren: 5.1 und 6.1	OS 11 Beschichtung mit erhöhter dynami- scher Rissüberbrückungsfähigkeit für begeh- und befahrbare, mechanisch belastete Flächen.

<sup>2</sup> Steiger A., (2008) : Betoninstandsetzungen im Baualltag und Konsequenzen der Normenreihe SN EN 1504 auf Auftragsabwicklungen in der CH: Oberflächenschutz für Beton: Definierte anwendungsorientierte Leistungsmerkmale, Anforderungen und Konformität,

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico K (Manufatti) <b>Scheda tecnica elementi costruttivi</b> Materiali da costruzione - Calcestruzzo	<b>22 001-14140</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Sistemi di protezione delle          superfici - Generalità</b>	Versione 1.04 01.01.2020
Divisione infrastruttura stradale I		Pagina 5 di 6

## 8. Idrofobizzazione (H) di superfici in calcestruzzo

I fattori che influiscono sulla durabilità di un'idrofobizzazione di una superficie in calcestruzzo possono essere rappresentati come segue:



Particolare attenzione va posta all'umidità del calcestruzzo e dell'aria, le quali vanno sempre verificate prima dell'applicazione del prodotto di idrofobizzazione. La verifica si effettua tramite un misuratore elettrico d'umidità, quindi in maniera non distruttiva. L'umidità del calcestruzzo va determinata fino ad una profondità di 4 cm (posizione dell'armatura).

I parametri più importanti per una idrofobizzazione efficace sono:

- Umidità del calcestruzzo: da 1,5 a 3,0 %
- Temp. del calcestruzzo: da 8°C a 25°C
- Umidità relativa dell'aria: mass.75 %


L'applicazione non andrebbe eseguita con valori di umidità relativa dell'aria superiori al 75%.

Nell'ambito di lavori di ricerca<sup>3</sup> sono stati studiati un numero limitato di fattori di influenza.

I risultati indicano per il momento che, grazie ad un alto contenuto di principio attivo unitamente ad una alta profondità di penetrazione, è possibile raggiungere una buona stabilità ai raggi ultravioletti (UV).

Ove possibile, utilizzare impregnanti a basso contenuto di COV (composti organici volatili). Per ridurre le emissioni è preferibile la modalità di applicazione a spazzole e rulli anziché a spruzzo.

<sup>3</sup> T. Büttner, M. Raupach – Institut für Bauforschung, RTW Aachen, Deutschland – Hydrophobierungen auf Betonoberflächen – Dauerhaftigkeitsbetrachtungen und zerstörungsfreie Prüfung (2009)

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico K (Manufatti) <b>Scheda tecnica elementi costruttivi</b> Materiali da costruzione - Calcestruzzo	<b>22 001-14140</b>
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC <b>Ufficio federale delle strade USTRA</b>	<b>Sistemi di protezione delle superfici - Generalità</b>	Versione 1.04 01.01.2020
Divisione infrastruttura stradale I		Pagina 6 di 6

## 9. Controllo della qualità e valutazione della conformità

La normativa SN EN 1504, parte 8 regola i controlli di qualità, la valutazione della conformità (prova iniziale), la marcatura e il contrassegno CE dei prodotti e dei sistemi.

Per adempiere alla certificazione di conformità 2+ (secondo SN EN 1504-2) dei prodotti per la protezione e la riparazione del calcestruzzo, i seguenti requisiti minimi devono essere soddisfatti.

Compiti	
Produttore	Controllo interno della produzione
	Prove iniziali
Ente di certificazione	Prima ispezione dell'officina e dei controlli interni di produzione
	Sorveglianza continua, valutazione e approvazione dei controlli interni di produzione

Il produttore ha l'obbligo di rilasciare una dichiarazione di conformità e contrassegnare tutti i prodotti con il **contrassegno CE**.

## 10. Appalto dei sistemi di protezione delle superfici

Al fine di ottenere un sistema di protezione delle superfici efficace, nell'appalto vanno definiti e specificati in modo chiaro i seguenti aspetti:

- I sistemi di protezione delle superfici non possono essere specifici ad un prodotto.
- I principi di protezione devono essere definiti in modo univoco.
- Caratteristiche e requisiti prestazionali secondo SN EN 1504-2.
- Esposizione, azioni, fessure, condizioni climatiche.
- Descrizione del sottofondo. Descrizione dei lavori di preparazione del sottofondo (es. provvedimenti di pulizia, protezione dall'azione diretta delle intemperie).
- Informazioni sull'apertura delle fessure esistenti o ulteriormente prevedibili.
- Definizione mirata dei controlli di qualità e loro attuazione rigorosa, elaborazione minuziosa ed approvazione del piano dei controlli (si veda SN EN 1504-10).
- Esigere la consegna di attestati e referenze.
- Definizione delle competenze e responsabilità.

Può essere impiegato solo personale istruito e vanno rispettate scrupolosamente tutte le norme per la protezione del personale e per la sicurezza sul lavoro della SUVA come pure quelle del produttore del materiale, e le vigenti direttive per la protezione dell'ambiente.