



ORDINE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI VERONA



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza, della digitalizzazione e della sostenibilità delle opere

Sala Convegni Palazzo della Gran Guardia

Piazza Bra 1, Verona

Giovedì 22 Giugno 2023 | 9:30 – 19:00

Col patrocinio di



REGIONE DEL VENETO



Green Building Council Italia



ASSOCIAZIONE INFRASTRUTTURE SOSTENIBILI

Partners tecnici

Media Partner



Con il contributo incondizionato di:



Riqualificazione strutturale e durabilità delle opere d'arte



Dott. Ing. Fabrizio Tomaro

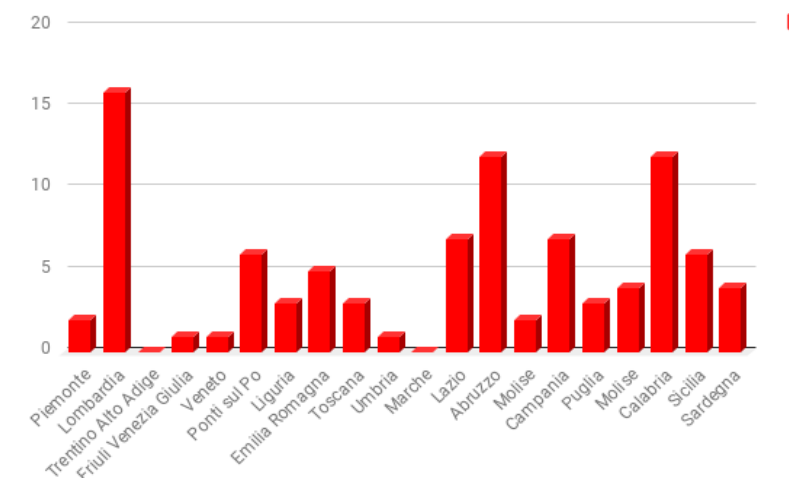
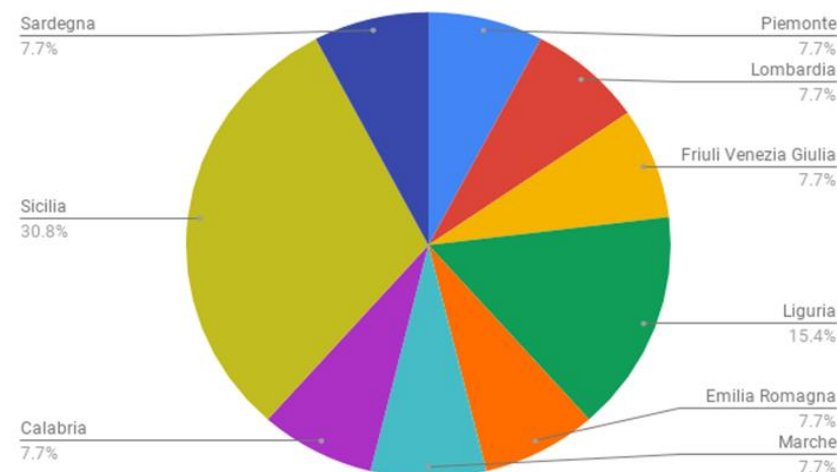
Ufficio Tecnico G&P Intech

22 Giugno 2023 h. 18:20 – 18:40

Danni e crolli di viadotti per incuria e mancanza di manutenzione



Alcune situazioni sulla rete stradale nazionale



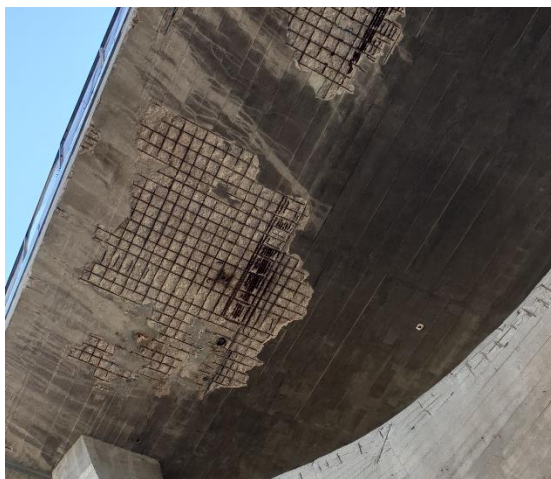
Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Attività del gruppo G&Pintech

SETTORE INFRASTRUTTURE

Ripristino del degrado
delle strutture in c.a.



Rinforzo strutturale di ponti e viadotti
con tecnologia FRP



Rinforzo strutturale delle gallerie
con tecnologia SRG



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Attività del gruppo G&Pintech



**Riqualificazione,
protezione e
rinforzo delle
infrastrutture**



Riqualificazione del c.a.: azioni e cause di degrado del calcestruzzo e dell'acciaio

- Corrosione da carbonatazione (XC)
- Corrosione da cloruri (XD e XS per acqua di mare)
- Azione gelo/disgelo e azione dei sali disgelanti (XF)
- Attacco chimico (XA)

Classi esposizione: UNI 11104

- Azione di dilavamento dell'acqua (smaltimento acque ponti §5.1.2.3 –NTC18)
- Fessurazioni per stati di coazione (variazioni termiche, ritiro, cedimenti...)
- Fessurazioni per stati di sollecitazione maggiori a quelli previsti in sede progettuale

Diventano problematiche per porosità elevata e copriferro insufficiente



Ripristino del cemento armato – modalità d'intervento

Valutazione dello stato di deterioramento

Mappatura del calcestruzzo esistente, con determinazione dei fenomeni di corrosione dell'acciaio di rinforzo, profondità di carbonatazione, resistenza di adesione della superficie del calcestruzzo.



Preparazione delle superfici

Rimozione dello strato superficiale di calcestruzzo carbonatato e/o debolmente adeso, a bassa resistenza, per ottenere una superficie ruvida in grado di supportare uno strato di malta per la riparazione.



Ripristino del cemento armato – modalità d'intervento

Pulizia ferri di armatura

Pulizia della superficie dei ferri mediante spazzolatura a secco e/o sabbiatura.



Applicazione di passivanti sulle armature

Applicazione di **passivante protettivo bicomponente** sui ferri d'armatura. In presenza di forti riduzioni delle sezioni d'acciaio, valutare la possibilità di integrare l'armatura esistente.



Ripristino del cemento armato – modalità d'intervento

Iniezioni di resine

- Sigillatura delle lesioni (fino a 3 mm circa) con **stucco epossidico**;
- Inserimento degli iniettori ogni 50 cm circa;
- Esecuzione dell'iniezione con resina epossidica fluida **RESIN INJECT SF**.



Ricostruzione delle sezioni

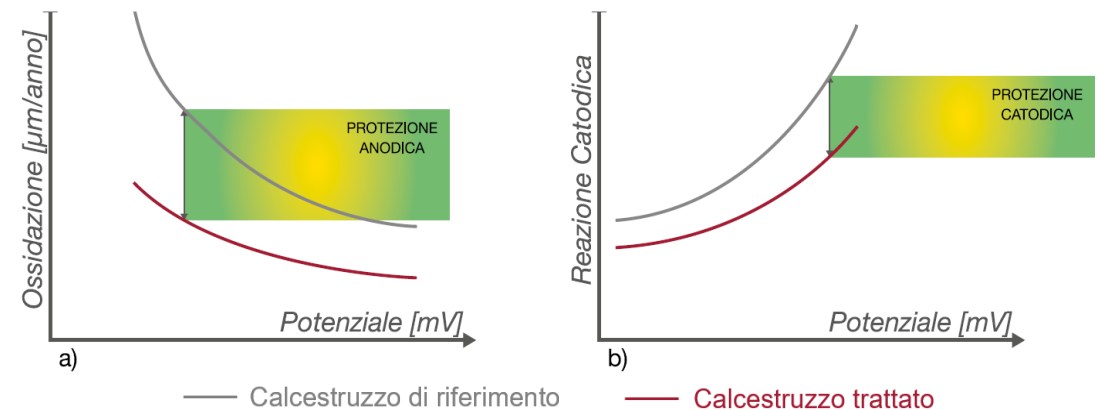
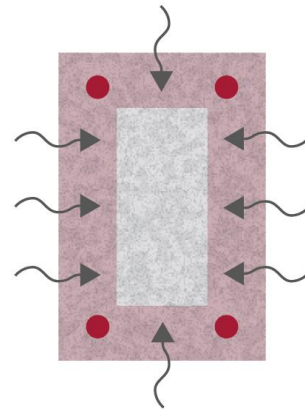
- **Eventuale** applicazione di **primer** per migliorare l'adesione;
- Malta cementizia **monocomponente**, fibrorinforzata, antiritiro, tixotropica in classe R4 ai sensi della UNI EN 1504-3;
- In alternativa malta cementizia **bicomponente**, per una migliore adesione al supporto;
- Per spessori fino a circa 6-7 cm possibilità di impiegare **malte colabili** entro cassero, additivate anche con inerti.



Ripristino del cemento armato – modalità d'intervento

Applicazione di rasanti e/o vernici anticarbonatanti

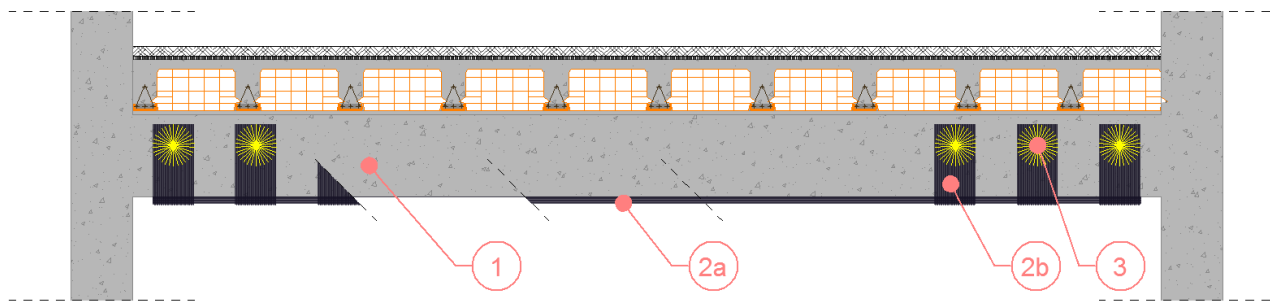
- Rasatura con **rasante polimerico** bicomponente a basso spessore;
- **Vernice metacrilica RESINCOLOR**;
- In alternativa vernice bicomponente poliuretanic a maggiore elasticità **RESINLAST S**;
- **Protezione catodica - anodica** con inibitore di corrosione, in grado di penetrare fino alle armature interne grazie alla tensione di vapore delle sue molecole.



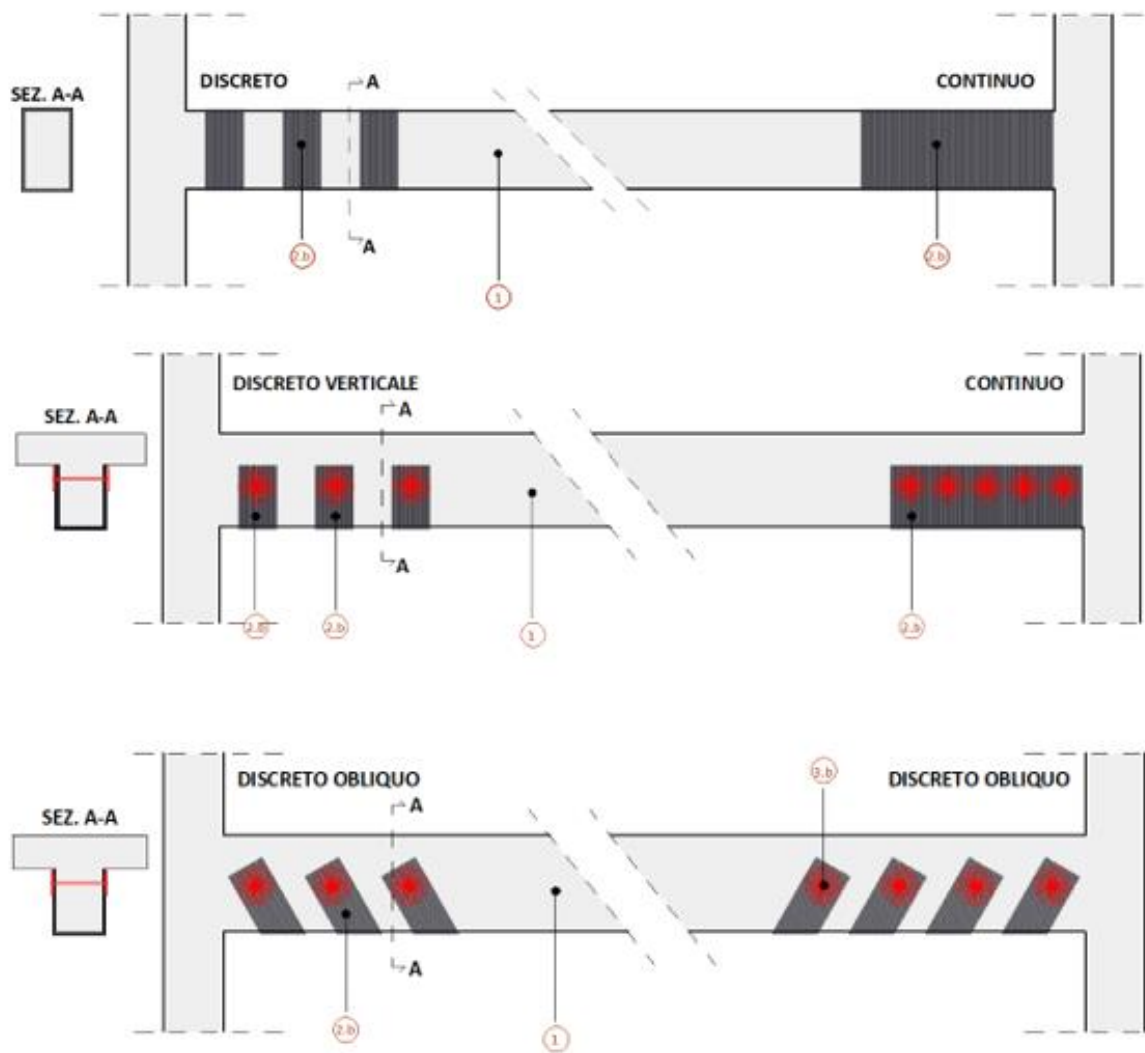
Rinforzo a flessione e taglio con FRP - SRP System di travi da ponte in c.a.

FASI DI APPLICAZIONE:

1. Trattamento e pulizia della superficie esistente con rimozione dell'intonaco e degli strati incoerenti e arrotondamento degli spigoli ($r = 2,5$ cm). Se necessario consolidamento delle superfici con malta cementizia e **regolarizzazione** della **superficie** con adesivo epossidico in pasta;
2. Applicazione del **primer epossidico**, quindi stesura della resina epossidica **per l'incollaggio** e **l'impregnazione** del **tessuto** o delle **lamelle CFK in fibra di carbonio** o del **tessuto in acciaio galvanizzato** ad altissima resistenza, avendo cura di stenderlo bene eliminando eventuali bolle d'aria.
 - a) Tessuto o lamella longitudinale per rinforzo a flessione.
 - b) Tessuto trasversale per rinforzo a taglio e per evitare il distacco d'estremità.
3. Installazione dei **connettori** a fiocco in **fibra di aramide** per il carbonio e dei connettori in **trefoli di acciaio galvanizzato** per l'acciaio;
4. Protezione.



 FRPsofTware



IMPORTANTE

L'ancoraggio con connettori è **molto importante** nella configurazione «U-WRAP» e ne migliora l'efficacia.

FRPsofTware

Riqualificazione e rinforzo con FRP System - PONTE SUL BACCHIGLIONE (VI)



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Rinforzo: FRP System ALLARGAMENTO 3^a CORSIA A14 - CATTOLICA - FANO



**Sono stati rinforzati oltre 30 viadotti e sottopassi
Impiegati oltre 15.000 m di lamelle e 1.000 mq di tessuto**



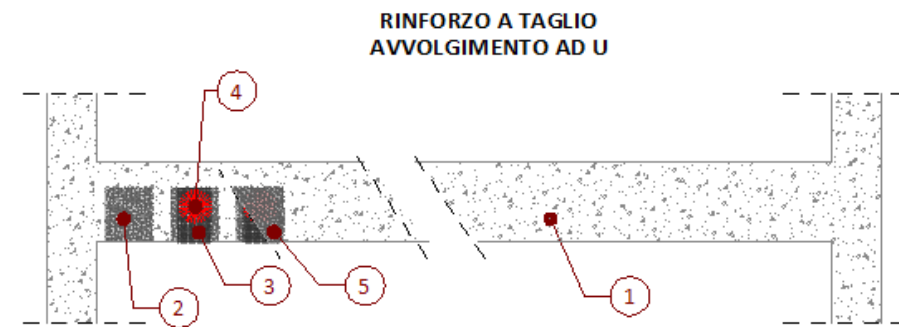
Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Rinforzo a flessione e taglio con FRCM - SRG System di travi da ponte in c.a.

FASI DI APPLICAZIONE:

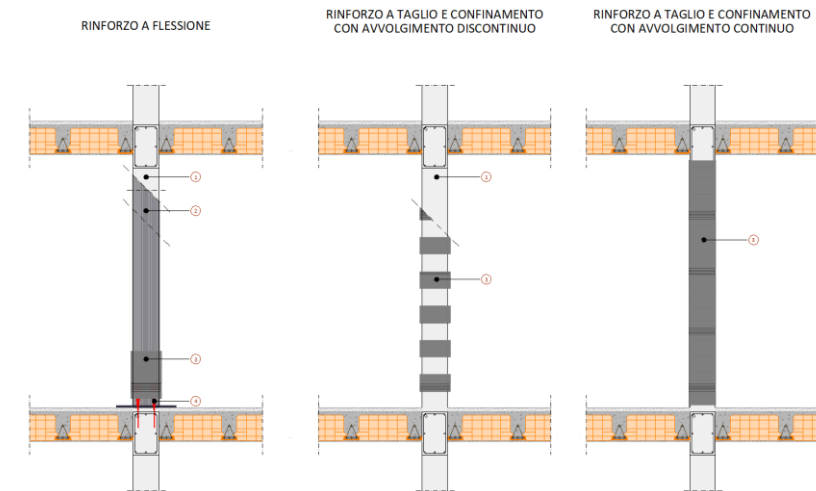
1. **Trattamento e pulizia** della **superficie esistente** con rimozione dell'intonaco e degli strati incoerenti e **arrotondamento degli spigoli** ($r = 2,5$ cm). Ripristino delle armature eventualmente ossidate con **passivante protettivo** e ricostruzione delle sezioni ammalorate di cls con **malte cementizie**;
2. Stesura del primo strato di **malta cementizia bicomponente**;
3. Applicazione del rinforzo con **reti bidirezionali in fibra di carbonio** da 220 g/m^2 o con **tessuti in acciaio galvanizzato** da 2200 g/m^2 ;
4. Installazione dei **connettori a fiocco** in **fibra di aramide** per il carbonio e dei connettori in **trefoli di acciaio galvanizzato** per l'acciaio;
5. Applicazione del secondo strato di **malta cementizia bicomponente** a ricoprire completamente il rinforzo.



Rinforzo a flessione, taglio e confinamento con FRP - SRP System di pile da ponte in c.a

FASI DI APPLICAZIONE:

1. Preparazione del supporto con ripristino delle armature mediante **inibitore di corrosione** e ricostruzione delle superfici con **malte cementizie**;
2. Applicazione del **primer epossidico** e del rinforzo a flessione con tessuti in fibra di carbonio impregnati in situ con **adesivo epossidico RESIN 75** o con tessuti in acciaio galvanizzato impregnati in situ con **adesivo in pasta RESIN 90**;
3. Applicazione di strisce di tessuto impregnate in situ con **resina epossidica**, in avvolgimento discontinuo o continuo per il rinforzo a taglio e a confinamento del pilastro;
4. Per il miglioramento dell'ancoraggio, è possibile disporre i connettori a fiocco.
5. Protezione.



Riqualificazione e rinforzo con FRP System – Viadotto della Scafa ROMA - FIUMICINO



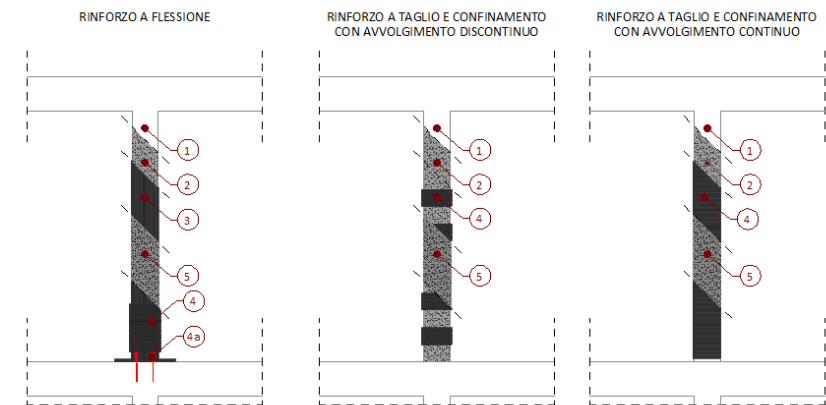
Confinamento pile con tessuto in carbonio da 300 g/m² in Classe 210C



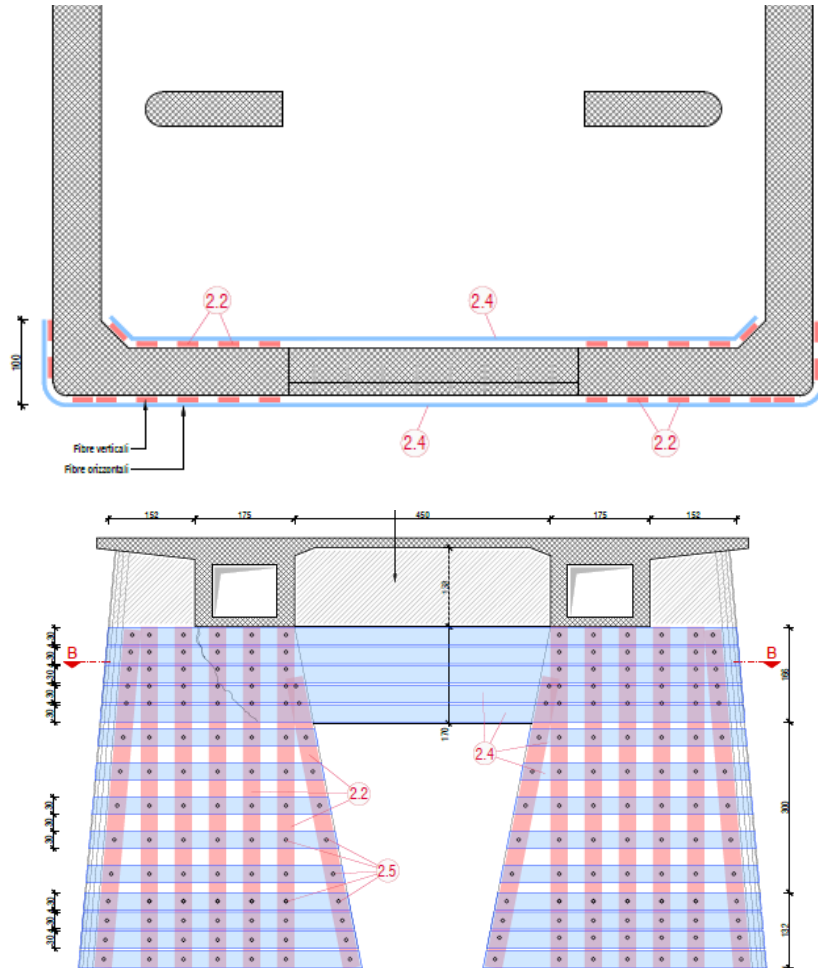
Rinforzo a flessione, taglio e confinamento con SRG System di pile da ponte in c.a.

FASI DI APPLICAZIONE:

1. Preparazione del supporto con ripristino delle armature mediante **passivante protettivo** e ricostruzione delle superfici con **malte cementizie monocomponenti o bicomponenti**;
2. Stesura del primo strato di **malta cementizia bicomponente**;
3. Applicazione del rinforzo con **tessuti in acciaio galvanizzato** da 2200 g/m² per il rinforzo a flessione delle pile in c.a.;
4. Applicazione di strisce di tessuto in avvolgimento continuo e discontinuo per il rinforzo a taglio e confinamento. Per il miglioramento dell'ancoraggio flessionale, è possibile disporre i connettori a fiocco;
5. Stesura del secondo strato di **malta cementizia bicomponente**.



Riqualificazione e rinforzo con SRG System – Ponte di San Giuliano – Mestre (VE)



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

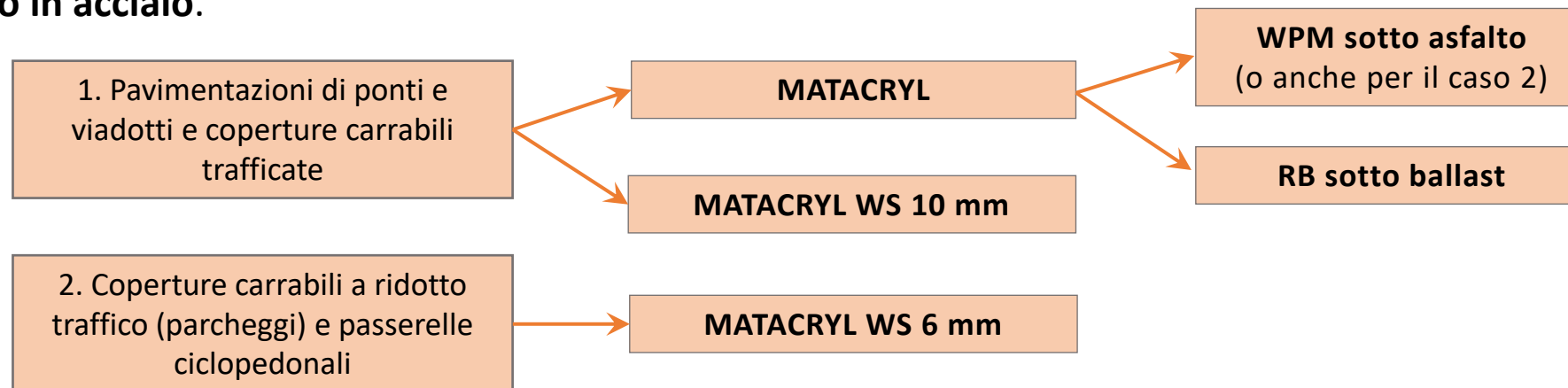
Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

**Pavimentazioni
impermeabili
resilienti**



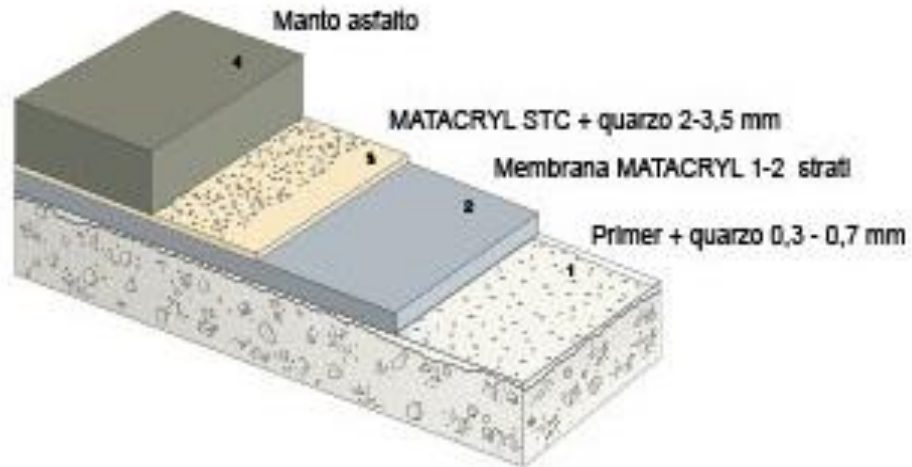
Impermeabilizzazioni MATACRYL System

I sistemi impermeabilizzanti **MATACRYL SYSTEM** realizzano una **protezione di elevatissima durabilità (> 50 anni)** per strutture di **ponti in c.a. o in acciaio**.



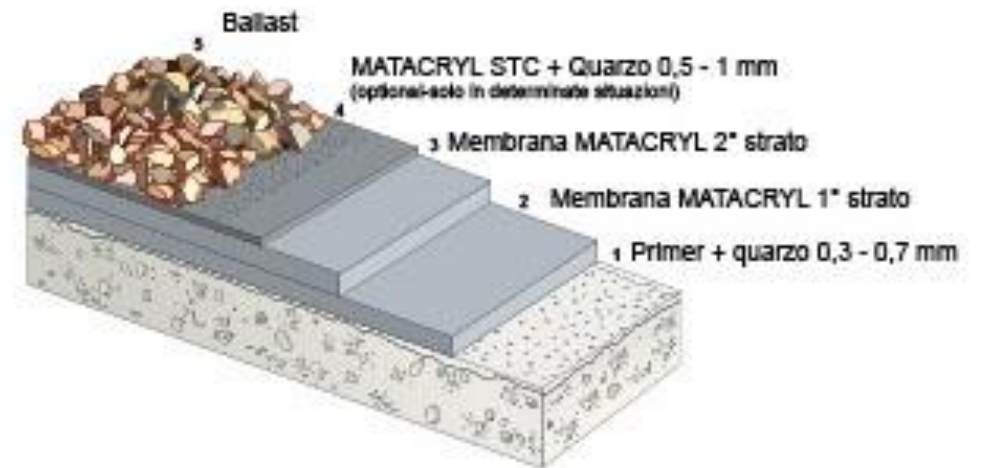
Cicli applicativi

Ciclo di impermeabilizzazione sotto asfalto



WPM sotto asfalto

Ciclo di impermeabilizzazione sotto ballast



RB sotto ballast

Vantaggi tecnici e caratteristiche del sistema impermeabilizzante

- Bassi spessori 3-4 mm;
- Elevata adesione, resistenza meccanica, chimica e all'abrasione;
- Assenza di giunti, sistema continuo;
- Elevatissima durabilità (> 50 anni);
- Assenza di manutenzione.

Proprietà	Valore	Norma di riferimento
Durezza Shore A a 1 h	> 60	IRHD NFP 98285 (France)
Durezza Shore A a 3 h	> 85	
Resistenza alla trazione a 20°C	10 N/mm ²	ISO 527 (Germany)
Resistenza alla trazione a -20°C	24 N/mm ²	
Allungamento a 20°C	>300%	ISO 527 (Germany)
Allungamento a -20°C	>110%	
Abrasione a 1000 cicli	64 mg	ISO 7784-2 (Germany)
Adesione al calcestruzzo	3,4 N/mm ² (rottura coesiva)	NFP 98282 (France)
Adesione all'acciaio (dopo invecchiamento accelerato)	4 N/mm ²	SV 99.2 (Danmark) (Dir. Tec. delle Strade DK)

Proprietà	Valore	Norma di riferimento
Crack-brindging a 23°C	> 8 mm	BPG (Germany)
Crack-brindging a -30°C	> 5 mm	VTT 2632 (Finland) (Dir. Tec. delle Strade FIN)
Resistenza al punzonamento statico	Approvato	ETAG 005 part 1 n 5,3,3,2,2 TR007 secondo norme tecniche (Germany)
Resistenza al punzonamento dinamico	Approvato	ETAG 005 part 1 n 5,3,3,2,2 TR000 secondo norme tecniche (Germany)
Resistenza al punzonamento sotto ballast	Nessuna rottura dopo 2 milioni di cicli di carico	SNCF (France) (Dir. Tec. Grandi Opere Ferrovie Francesi)
Cicli di verifica a rottura a -10,+23,+40 °C	Nessuna rottura della membrana	Norme HAPAS Metodo BBA (England) (Dir. Tec. Autostrade Inglesi)
Resistenza punzonamento sotto ballast	Approvato secondo norma	Metodo A.R.E.M.A. (USA- Canada)
Resistenza a pressione d'acqua negativa, test a 3 bar	Nessuna permeazione	Metodo Taylor-Woodrow n. 7166 (England)
Permeabilità allo ione cloro	< 0,04%	Norme HAPAS metodo BBA (England)

Le caratteristiche tecniche rispondono alle specifiche riportate nel capitolato generale di appalto delle opere civili del Gruppo Ferrovie dello Stato (Italferr RFI).

Vantaggi OPERATIVI del sistema impermeabilizzante

- **Velocità applicativa a spruzzo**, con possibilità di applicazione manuale;
- **Applicabilità a basse temperature $< 0^{\circ}\text{C}$** ed in presenza di umidità ($< 6\%$);
- **Indurimento in profondità rapido (120 min)**;
- **Applicabilità totalmente a freddo**;
- **Facilità di riparazione e sovracopertura**;
- **Resistente a ricoprimenti con temperature fino a 250°C** (conglomerato bituminoso)



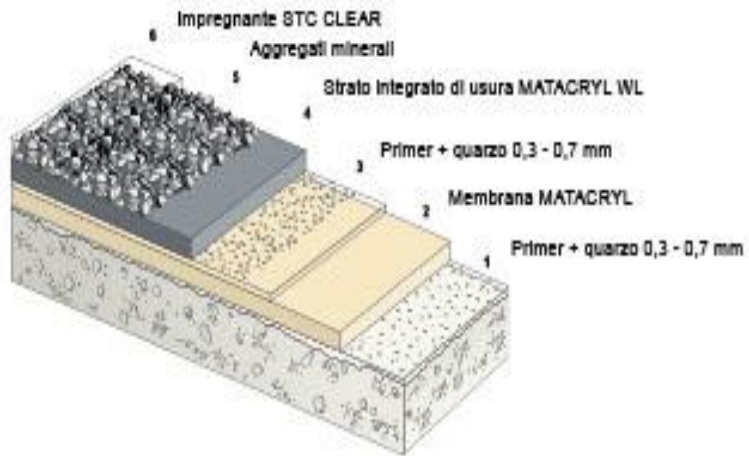
MATACRYL WS pavimentazione carrabile a basso spessore

Innovativa pavimentazione resiliente a basso spessore (6-10 mm) per ponti, viadotti stradali/autostradali, passerelle ciclopedonali, coperture trafficate e parcheggi in calcestruzzo e metallo di elevata resistenza all'usura e durabilità a base di resine metacriliche modificate applicate anche in presenza di umidità e a $T < 0^{\circ}\text{C}$.



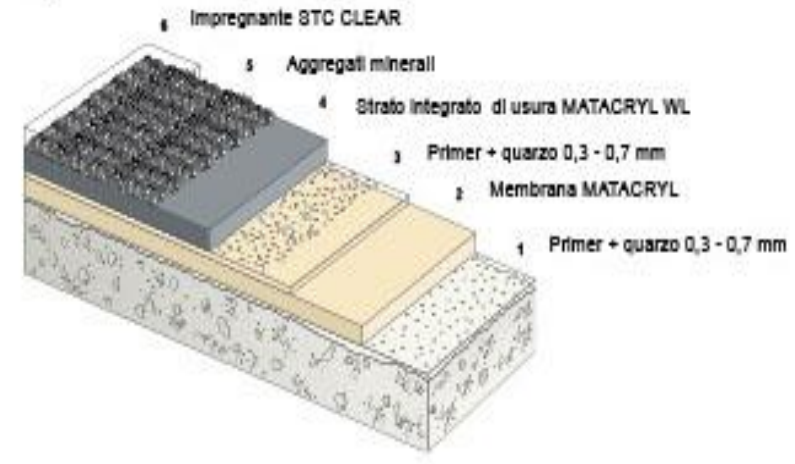
Cicli applicativi

pavimentazione carrabile di ponti, viadotti stradali e autostradali, coperture trafficate - spessore 10 mm



Ciclo di applicazione da 10 mm per ponti e viadotti di elevata trafficabilità

pavimentazione di passerelle ciclopedonali, coperture adibite a parcheggio - spessore 6 mm



Ciclo di applicazione da 6 mm per passerelle ciclopedonali e coperture a parcheggio

Vantaggi tecnici e caratteristiche del sistema

Il sistema presenta sostanzialmente le medesime caratteristiche del MATACRYL WPM / RB, a cui sono da aggiungere le seguenti per lo strato di usura con i relativi vantaggi:

- **Pavimentazione completa e impermeabilizzazione con bassi spessori (6-10 mm);**
- **Pesi ridotti del 90% rispetto ai convenzionali manti di asfalto;**
- **Superiore resistenza all'abrasione e all'usura rispetto ai manti di asfalto di 10 anni**

Proprietà	Valore	Norma di riferimento
Assorbimento d'acqua	0,45%	Gost 12801-98
Resistenza a compressione	60 N/mm ²	Gost 10180-78
Resistenza a flessotrazione	16 N/mm ²	Gost 10180-78
Resistenza all'usura VSN 27-76	0,07 g/cm ²	VSN 27-76
Fattore di adesione ϕ	0,51-0,54	VSN 27-76
Resistenza a fatica a T=-16°C con prove dinamiche cicliche a flessione	3500-4000	Metodo GP RosdorNII (rif. prove su asfalto 100-180 Metodo GP RosdorNII)
Durabilità in ambiente aggressivo	> 10 anni	Gost 9.401-91, method 6

Il sistema è referenziato e collaudato in tutto il mondo da 20 anni.

MATACRYL System su ponti a lastra ortotropia

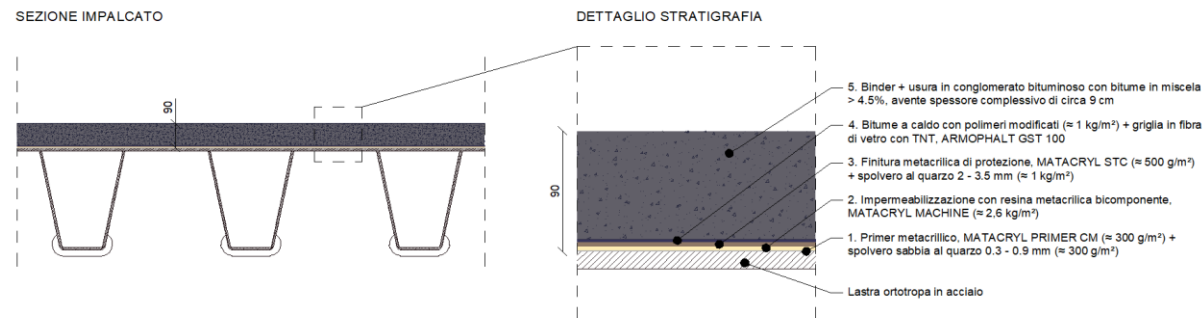
PROBLEMA

I convenzionali sistemi di usura in asfalto su lastra ortotropia presentano elevati pesi (180 kg/m^2), scarsa compatibilità con l'acciaio, resistenza e durabilità (2-3 anni) e nessuna protezione corrosiva della struttura portante.

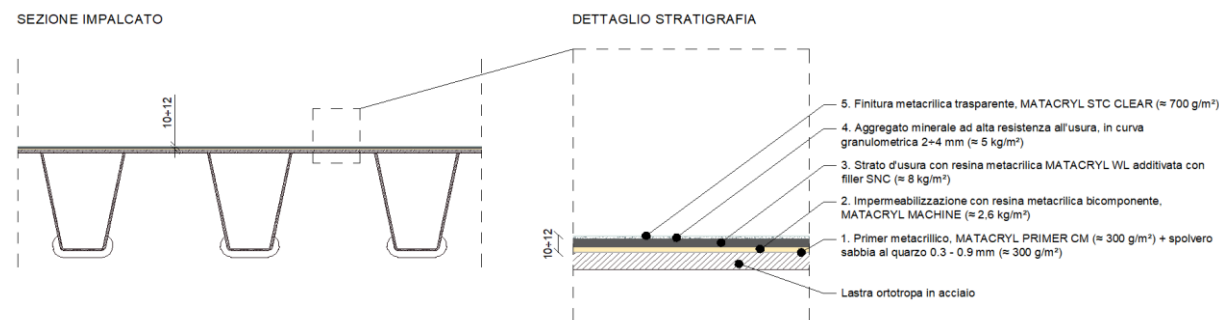
SOLUZIONE

Il rivoluzionario sistema MATACRYL, in particolare nella versione WS 10-12 mm, rappresenta la soluzione ottimale essendo una pavimentazione leggera (20 kg/m^2) altamente protettiva e deformabile con elevata adesione, durabilità e resistenza all'usura (> 10 anni), e facilmente ripristinabile nelle manutenzioni.

Il sistema MATACRYL WS ha superato con successo severi test e collaudi in oltre 20 anni di impiego in Nord Europa, Russia e in Nord America e in climi particolarmente rigidi (fino a -50°C).



MATACRYL WPM sotto asfalto



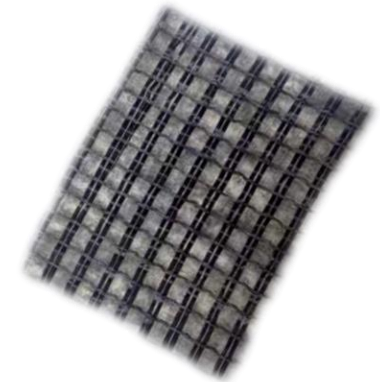
MATACRYL WS da 10 mm

Griglie in vetro apprettate a TNT per il rinforzo di asfalti

Le griglie, **posizionate al di sotto del manto stradale nuovo o in rifacimento, conferiscono durabilità ed efficienza** notevolmente superiori rispetto ai manti tradizionali, migliorando la qualità della transitabilità e riducendo i costi di manutenzione di almeno 2,5 volte. Sono particolarmente indicate **per traffico intenso pesante e climi rigidi**.

VANTAGGI DEL SISTEMA:

- **Eccellente** adesione interstrato;
- **Resistente** contro le deformazioni strutturali **sotto carichi ciclici intensi**;
- Impedisce la fessurazione riflessa con conseguente maggiore qualità e **riduzione dei costi di manutenzione**;
- Impiego di **ridotti spessori di asfalto**;
- **Semplicità e rapidità di posa in opera**



Mediamente consente 2,5 manutenzioni in meno rispetto ad una pavimentazione stradale tradizionale

Ponte di Concordia Sagittaria (VE)



Impermeabilizzazione dell'impalcato metallico del ponte -
Aprile 2015

Nuovo ponte sul Po - Piacenza



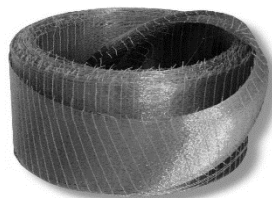
Realizzazione della pavimentazione delle piste ciclopedonali
spessore 6 mm - Nov.-Dic. 2010

**Rinforzo strutturale
delle gallerie
con tecnologia SRG**



Riqualificazione strutturale con tecnologia SRG System

I tessuti in acciaio UHTSS sono impiegati ormai da tempo nel rinforzo di strutture e infrastrutture, sia nella loro versione che ne prevede l'applicazione con una matrice organica (resina) formando i rinforzi così detti SRP, sia **nell'alternativa con una matrice inorganica (malta) dando origine ai rinforzi SRG (Steel Reinforced Grout)**. Molti sono ormai gli esempi di rinforzi di strutture come ponti, viadotti o volte di gallerie che hanno consentito di migliorare notevolmente sicurezza statica e sismica.



STEEL-NET G 220



CONNETTORI SFIX G10



RESIN 90



MALTA CONCRETE
ROCK V2

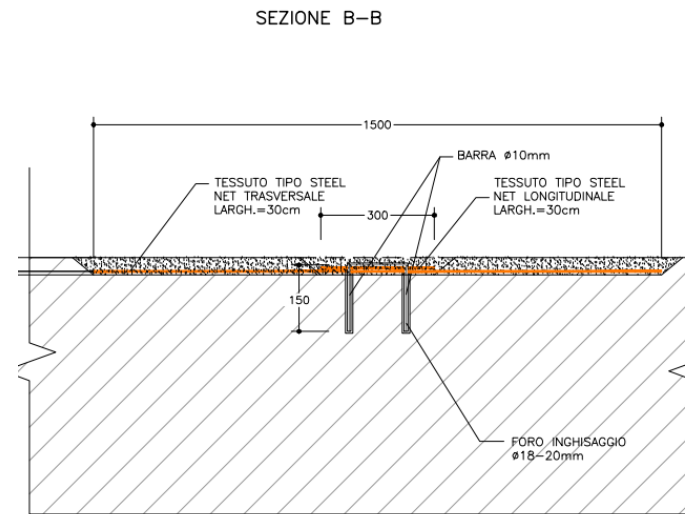
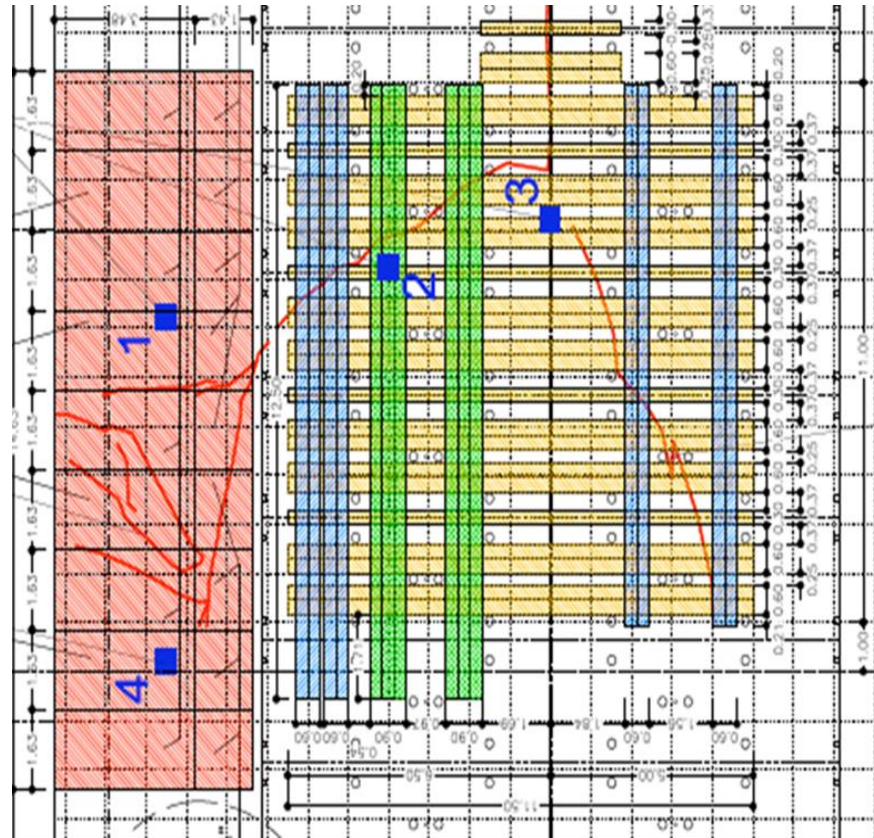
Gallerie autostrada A1 Bologna-Firenze



Consolidamento delle gallerie Castello e del Colle sulla tratta autostradale A1 Bologna-Firenze e della galleria di base lungo la variante di Valico.

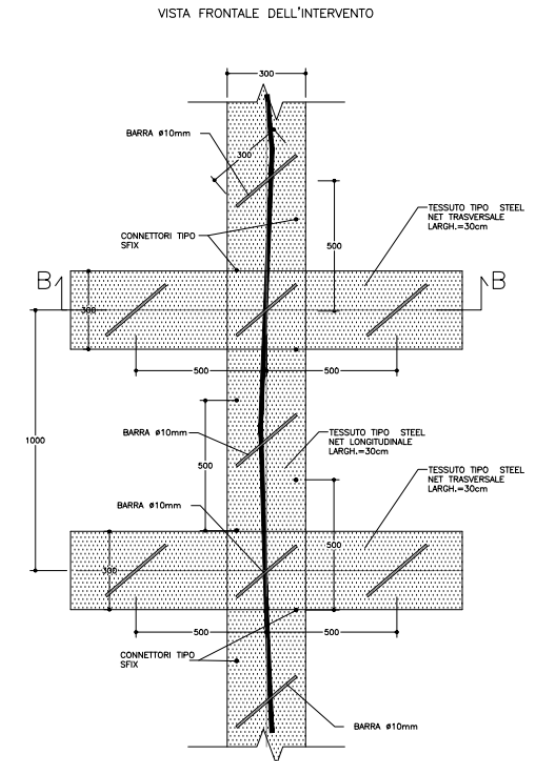


Gallerie autostrada A1 Bologna-Firenze - Schemi di intervento con sistema SRG



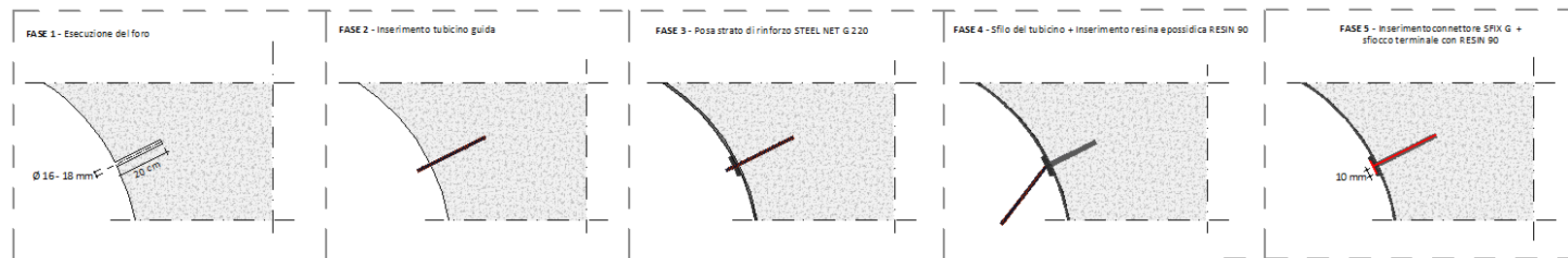
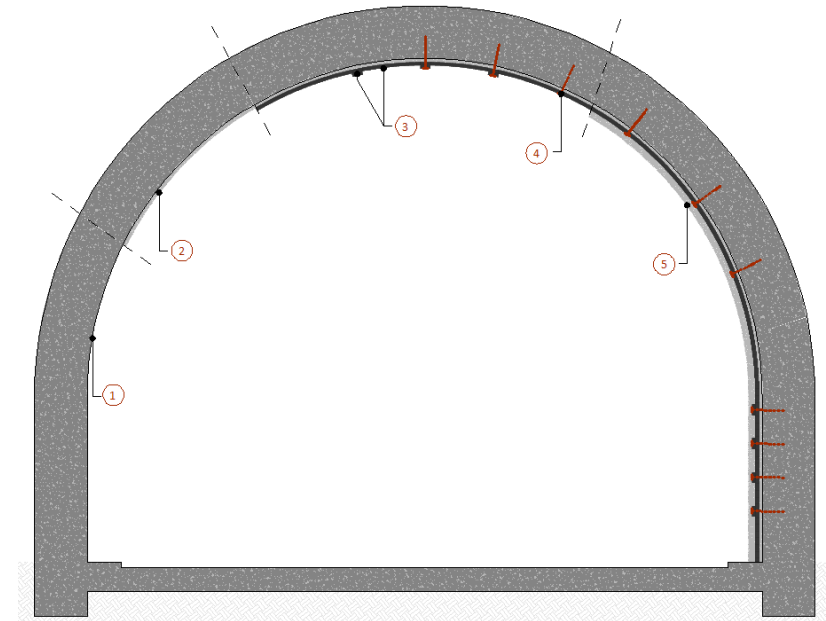
LEGENDA

- STEEL NET: direzione trasversale (direttrice)
- STEEL NET: direzione longitudinale (generatrice)
- DOPPIO STRATO STEEL NET: direzione longitudinale (generatrice)



Protocollo applicativo rinforzo SRG

1. Rimozione strato di cls, pulizia delle superfici da rinforzare e ripristino di eventuali volumetrie mancanti con malte cementizie;
2. Realizzazione del primo strato di **malta cementizia bicomponente**, in classe R4, per uno spessore pari a circa 5-10 mm;
3. Posizionamento dello strato di **tessuto in acciaio galvanizzato UHTSS**, avente grammatura pari a 2200 g/m^2 , nella malta fresca avendo cura di impregnarlo perfettamente ed evitando la formazione di rughe o bolle;
4. Installazione dei **connettori in trefoli di acciaio galvanizzato**, mediante perforazione del rivestimento in calcestruzzo ed iniezione di **adesivo epossidico in pasta** per la sigillatura degli elementi di connessione;
5. Applicazione dello strato finale di **malta cementizia bicomponente**.

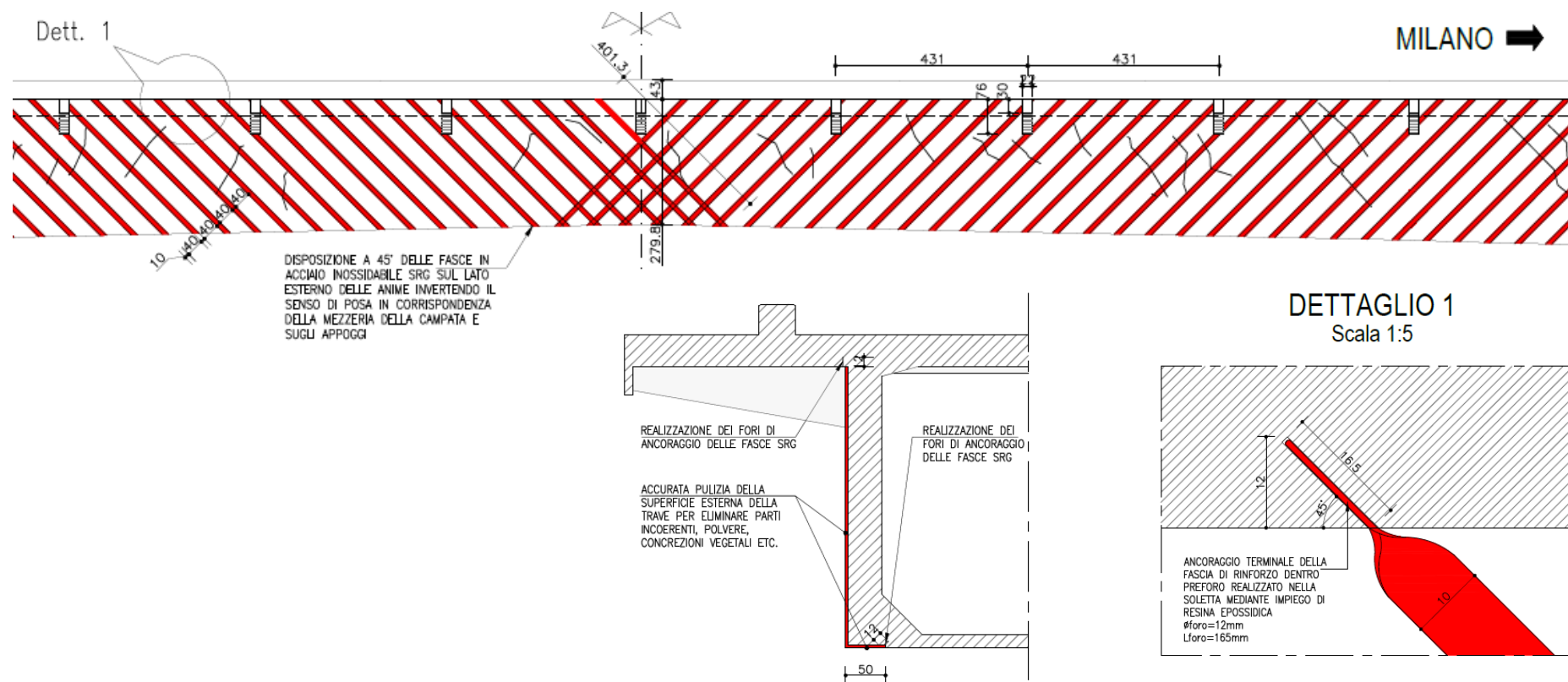


Case history

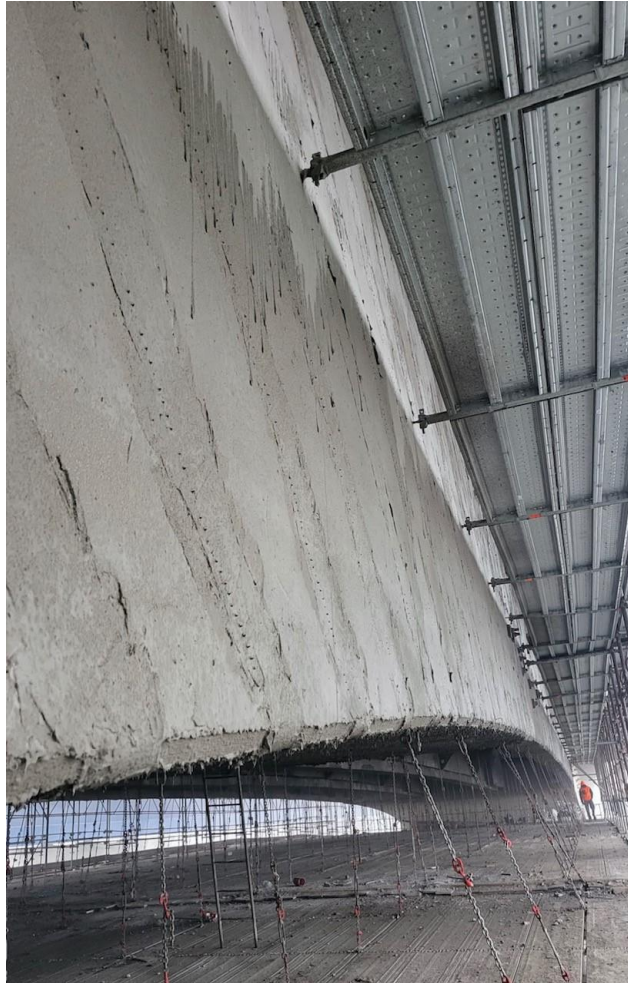


Ponte sul Po – Autostrada A7 Milano Serravalle

Rinforzo delle superfici esterne delle anime delle travi, esposte all'ambiente esterno e quindi maggiormente soggette ad aggressioni di tipo ambientale, con fasce di **tessuto in acciaio galvanizzato da 2200 g/m²** immerse in matrice inorganica cementizia.



Ponte sul Po – Autostrada A7 Milano Serravalle



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Galleria ANAS Monte Barro - Lecco

Lavori di manutenzione straordinaria all'interno della galleria Monte Barro, sulla statale 36 "del Lago di Como e dello Spluga", in provincia di Lecco. Gli interventi consistono nel ripristino e nel risanamento delle strutture interne della galleria con tecnologia SRG.



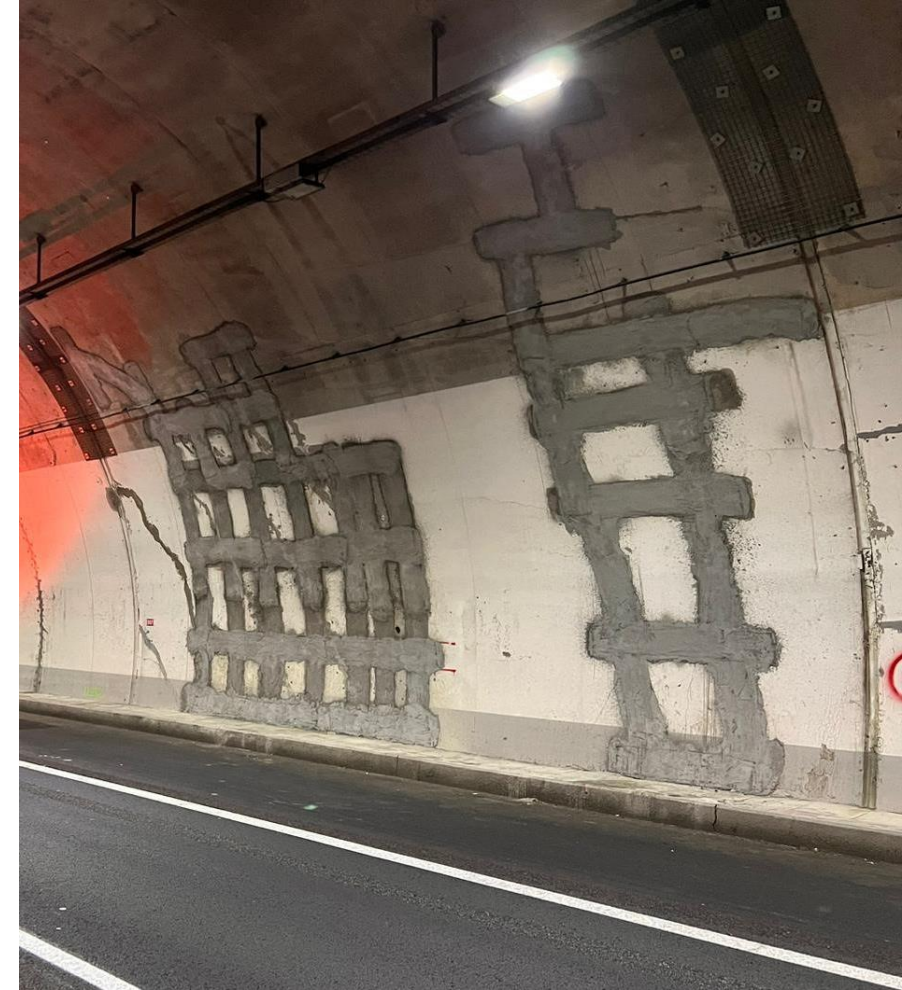
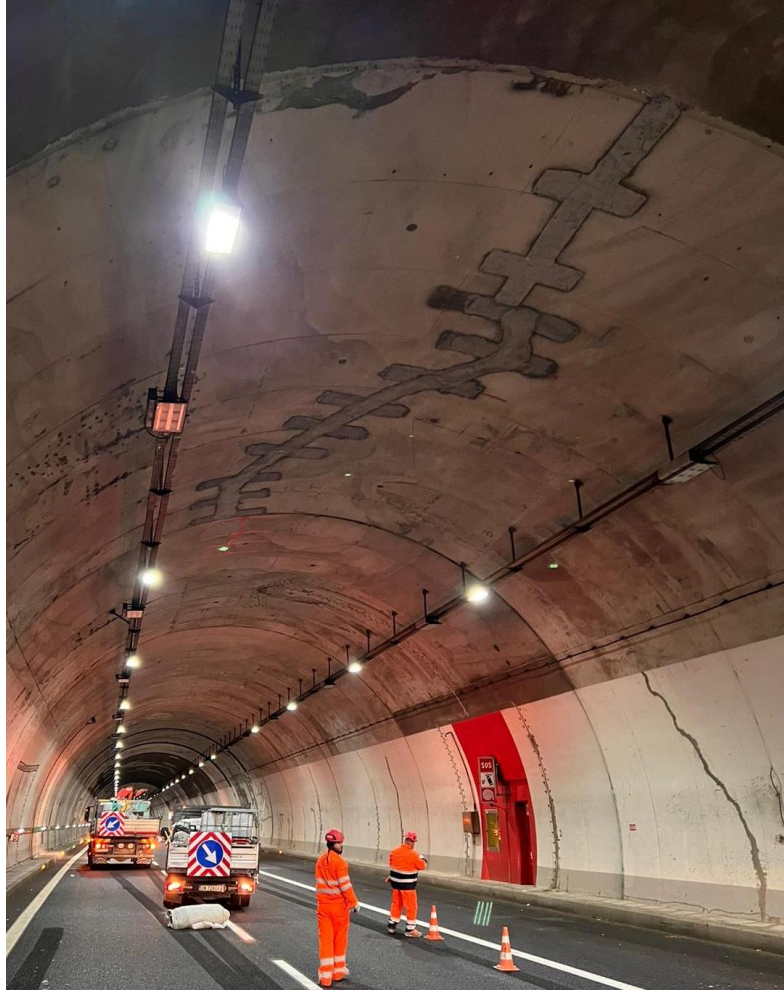
Dettagli degli interventi - Galleria ANAS Monte Barro - Lecco



Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Dettagli degli interventi – Gallerie Bottoli e Larnano – Variante di Valico



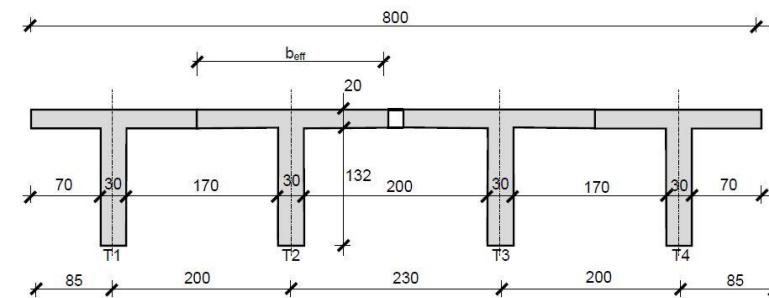
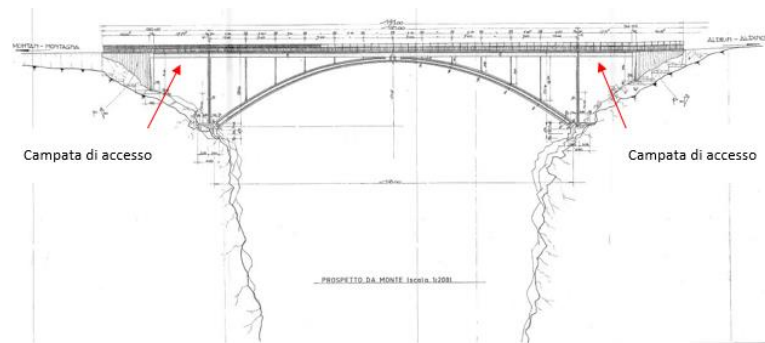
Patrimonio storico e infrastrutture viarie

Le nuove sfide della Pubblica Amministrazione nel segno della conservazione, della sicurezza e della durabilità delle opere

Consulenza progettuale su viadotto ad arco a via superiore a Bolzano



PROSPETTO VIADOTTO DA
MONTE



GEOMETRIA TRAVI
LONGITUDINALI

Consulenza progettuale su viadotto ad arco a via superiore a Bolzano





ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DI VERONA
E PROVINCIA



ORDINE
DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI VERONA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Grazie per l'attenzione

e-mail: tecnico1@gpintech.com

Agenzia per Verona: Sig. Giacomo Tramacere

e-mail: giacomo@tramacere.eu

telefono: **393 9437917**

