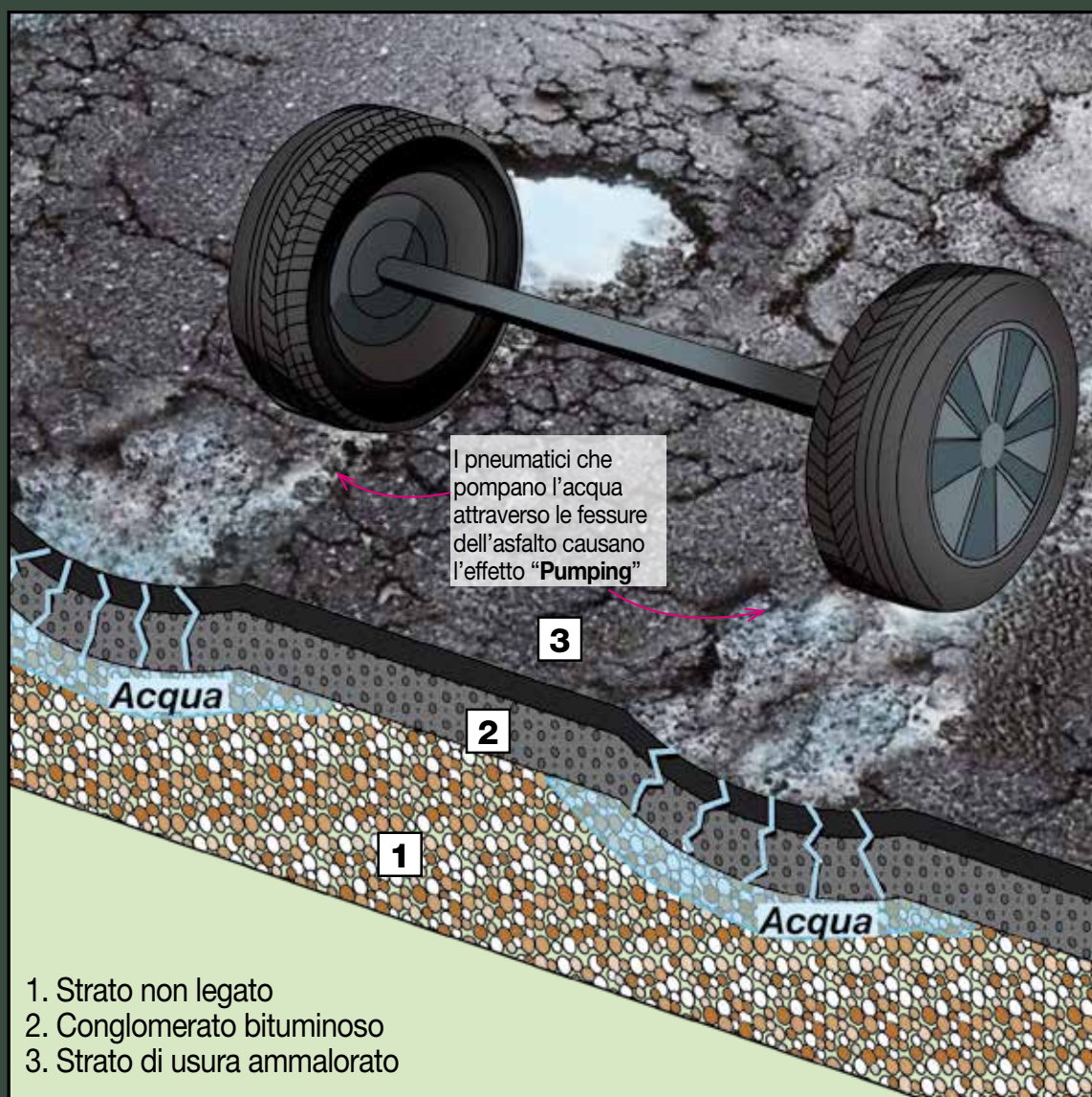


Rifacimenti stradali e nuove pavimentazioni con **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING**



INTRODUZIONE

Il continuo incremento del trasporto su strada produce un inevitabile processo di degrado delle pavimentazioni stradali. Conseguentemente, i rilevanti problemi di manutenzione che ne derivano assumono la portata di una vera e propria emergenza per le ripercussioni che si hanno sia in termini economici sia in riferimento alla sicurezza stradale.

Meccanismi di degrado della pavimentazione stradale

I principali meccanismi di degrado della pavimentazione stradale si possono riassumere nei seguenti punti:

- **fessurazioni da fatica**
- **ormaiamento**
- **fessurazioni di riflessione**

Il primo è segnalato da una diffusa ragnatela di fessure che interessano la superficie stradale e si manifesta quando la pavimentazione è soggetta a cicli di carico ripetuti.

L'ormaiamento è rappresentato da solchi longitudinali in corrispondenza del maggior passaggio delle ruote ed è dovuto ad un accumulo di deformazioni permanenti che può essere originato da una deformazione plastica degli strati legati oppure dal cedimento degli strati non legati.

Un tipico esempio di fessurazione di riflessione è rappresentato dalle fessure che si

manifestano sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso delle piste aeroportuali in corrispondenza dei giunti tra le piastre in calcestruzzo sottostanti, originate dal cedimento differenziale delle stesse sotto il pesante carico delle ruote degli aerei.

Il ripristino della portanza

Il ripristino della portanza nelle sovrastrutture stradali esistenti rappresenta la più diffusa causa di intervento a tutti i livelli, dalle autostrade alla viabilità urbana gestita da enti locali.

Di norma si provvede alla manutenzione di una pavimentazione stradale attraverso la realizzazione di uno o più strati (generalmente in conglomerato bituminoso) previa rimozione mediante fresatura del materiale esistente ammalorato.

L'esigenza di ottimizzare i costi di intervento, abbinata alle difficoltà che di norma si incontrano nella rimozione completa delle sovrastrutture ed alla necessità di non violare le quote esistenti del piano viabile, hanno determinato nel tempo crescente interesse e consenso nei riguardi della applicazione di sistemi di rinforzo sotto forma di reti di varia natura.

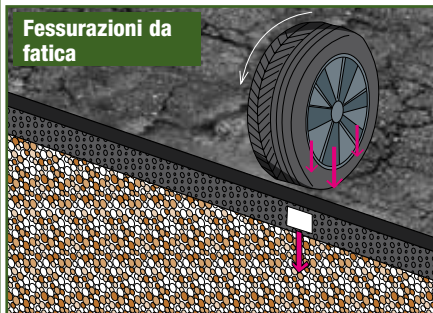
Una conferma in tal senso è rappresentata dai numerosi progetti di ricerca a livello internazionale (es. RILEM TC SIB-237/TG4) attualmente in corso. Tali iniziative risultano tutte orientate a fornire, in chiave scientifica, risposte sulle potenzialità ed i benefici derivanti dall'applicazione di elementi di rinforzo nei confronti dei principali meccanismi di degrado delle pavimentazioni stradali. Esiste, infatti, un consenso unanime nel ritenere che, attraverso il corretto impiego di sistemi di rinforzo, si possa ottenere **una riduzione dei costi grazie al prolungamento della vita utile** delle pavimentazioni stradali.

L'effetto pumping

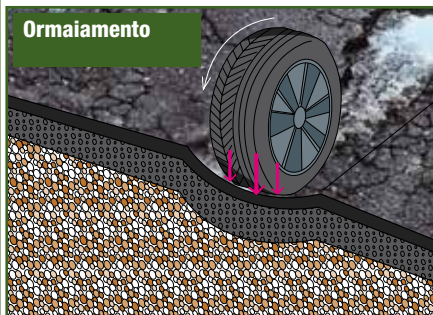
Sulla base delle esperienze già maturate e dell'analisi delle problematiche richiamate, si è ritenuto di concepire un **geocomposito ad alte prestazioni** in grado di aggiungere alla **funzione di rinforzo** conferita da una rete in fibra di vetro, anche la funzione di **tenuta all'acqua (anti-pumping)** assicurata da una geomembrana. Nella pratica, infatti, è stato osservato che le fessure degli strati legati producono un decadimento accelerato della pavimentazione a causa dell'infiltrazioni di acqua negli strati non legati sottostanti. Il passaggio dei veicoli causa, in particolare, la risalita di acqua e materiale fine (**effetto pumping** - Figura 1), determinando il progressivo collasso della struttura portante ed il conseguente cedimento del piano stradale. **L'impiego di questa nuova generazione di geocompositi ad alte prestazioni persegue l'obiettivo di consentire il dimensionamento di una nuova stratigrafia della pavimentazione stradale orientata a consentire sia un risparmio nello spessore degli strati legati, sia la realizzazione una struttura più performante e più durevole.**

Principali meccanismi di dissesto nelle pavimentazioni flessibili

Fessurazioni da fatica



Ormaiamento



Fessurazioni di riflessione

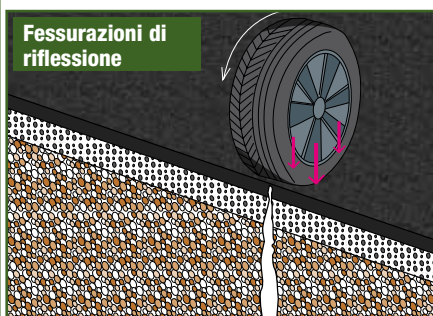
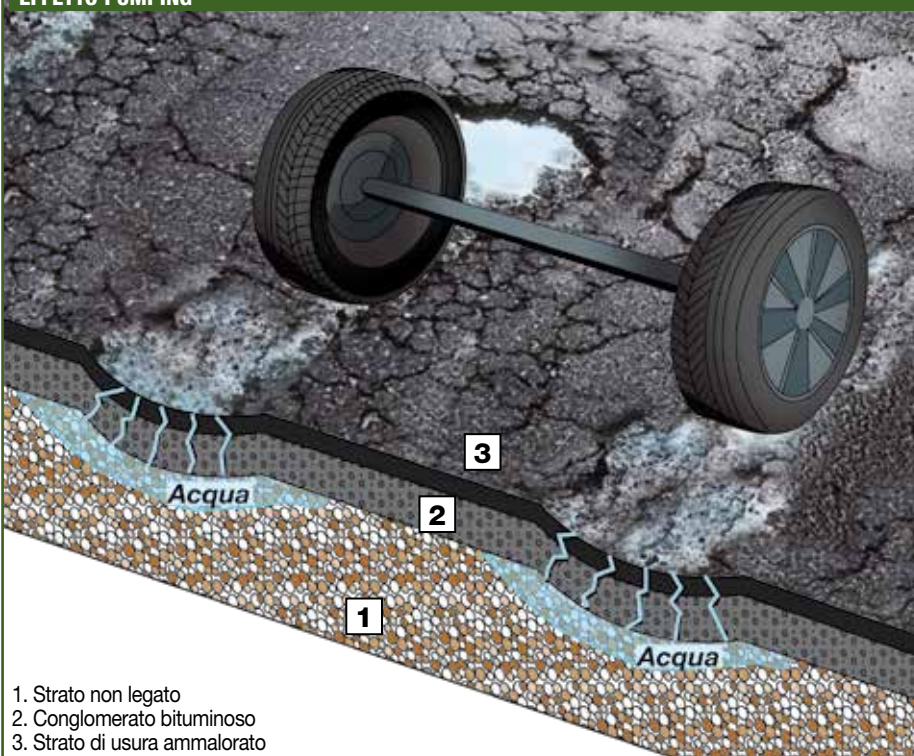


Figura 1.
EFFETTO PUMPING



1. Strato non legato
2. Conglomerato bituminoso
3. Strato di usura ammalorato

La ricerca

La società INDEX, al fine di ottimizzare le caratteristiche di un geocomposito ad alte prestazioni ha finanziato un progetto di ricerca sperimentale svolto sotto la responsabilità del prof. Francesco Canestrari dell'Università Politecnica delle Marche (Ancona, Italia).

In tale studio sono state indagate, fra le varie alternative disponibili, la composizione della miscela bitume distillato-polimero della geomembrana, la tipologia e posizione della rete di rinforzo in fibra di vetro. In particolare, l'indagine di laboratorio ha avuto come obiettivo la caratterizzazione delle prestazioni di diversi geocompositi attraverso l'analisi prestazionale di un sistema bistrato, confezionato con un tradizionale conglomerato bituminoso chiuso caratterizzato dalla presenza di diversi tipi di interfaccia. Le variabili analizzate hanno permesso di valutare l'influenza dovuta alla diversa tipologia di interfaccia (al variare delle caratteristiche fisiche, geometriche e dimensionali della rete in fibra di vetro, della geomembrana e/o della modalità di posa in opera) attraverso l'impiego di protocolli di prova avanzati in grado di investigare il comportamento a taglio (Figura 2) a flessione dinamica (Figura 3) e statica (Figura 4) del sistema bituminoso bistrato.

L'obiettivo della sperimentazione, condotta sulla base delle apparecchiature di ultima generazione richiamate, è stata orientata a valutare il beneficio derivante dall'utilizzo di un geocomposito in una pavimentazione, attraverso la valutazione congiunta delle seguenti prestazioni:

- resistenza nei confronti della fessurazione di riflessione e delle sollecitazioni di trazione indotte per flessione nella sovrastruttura;
- verifica del mantenimento di adeguati livelli di continuità a taglio all'interfaccia.

Sulla base dei risultati conseguiti nel corso della sperimentazione è stato possibile prevedere il livello prestazionale per i prodotti investigati nel caso di applicazioni stradali in vera grandezza.

Sintesi dei principali risultati sperimentali

Il geocomposito emerso dalla ricerca e denominato **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** può essere considerato a tutti gli effetti come l'unione sinergica fra una geogriglia e una geomembrana SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer).

La geomembrana impermeabilizzante protegge gli strati sottostanti dall'infiltrazione dell'acqua e quelli sovrastanti dal fenomeno del pumping impedendo la risalita di acqua e di materiale fine causato dal "pompaggio" dovuto al traffico veicolare. Essa inoltre inibisce il fenomeno di riflessione delle fessure e la fessurazione termica.

Riguardo la **funzione di SAMI** si sottolinea il fatto che le ricerche in campo condotte da Mr. Monismith, uno dei massimi esperti mondiali di strade, hanno portato alla conclusione che uno strato di usura di 5 cm posato su di una membrana elastomerica SAMI di 2,5 mm, spessore coincidente con quello di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING**, stesa su una vecchia pavimentazione fessurata corrisponde ad uno strato di usura di 19 cm. Si è stabilito che uno strato di usura di 5 cm posato senza SAMI su di una vecchia pavimentazione fessurata, riflette le crepe in superficie dopo meno di 2 anni mentre dallo stesso strato con SAMI ci si può aspettare una durata di più di 10 anni.

La **geogriglia di rinforzo** contribuisce all'assorbimento delle tensioni e deformazioni indotte all'interno della pavimentazione dai carichi vei-

Figura 2. Piastre bistrato preparate con roller compactor e dispositivo astra (UNI/TS 11214)

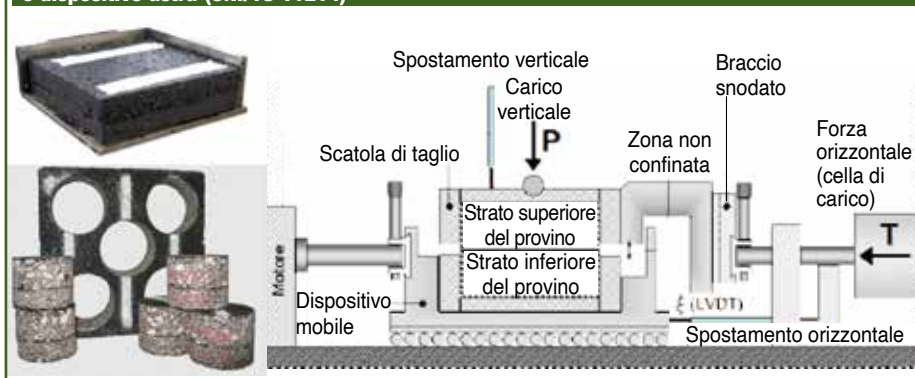


Figura 3. Sistema dinamico flessionale



Figura 4. Sistema statico flessionale



colari ed ambientali riducendo lo stato tenso-deformativo dei singoli strati che compongono la sovrastruttura prolungando di conseguenza la vita utile della pavimentazione.

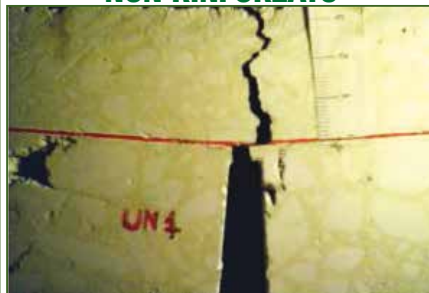
Anti-Reflective Cracking Test

Il test dimostra la resistenza di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** alla propagazione delle fessure di riflessione (Figura 5).

Figura 5. Anti-Reflective Cracking Test



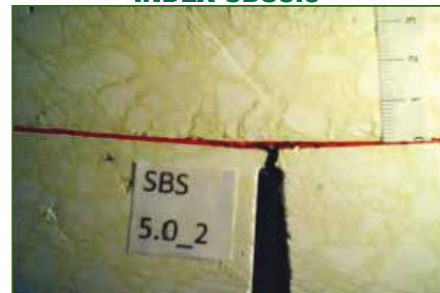
NON RINFORZATO



1.000 Cicli

Pavimentazione non rinforzata dopo 1000 cicli di carico

INDEX SBS5.0



12.600 Cicli

Pavimentazione rinforzata con AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TPV ancora integra dopo 12600 cicli di carico

Esperienze USA

Ogni anno nelle strade statunitensi vengono applicati più di 80 milioni di m² di asphalt interlayer di vario tipo (materiali per il rinforzo delle strade) e l'associazione statunitense AIA (Asphalt Interlayer Association) dei produttori prevede le seguenti tipologie:

• PAVING FABRIC

Tessuti non tessuti di diversa natura, generalmente poliestere e polipropilene, del peso minimo di 140 g/m² che viene saturato ed incollato con bitume in opera fino a costituire una membrana impermeabile che viene poi pavimentata con conglomerato bituminoso.

• PAVING MAT

Tessuto non tessuto ibrido costituito da una rete in fibra di vetro e tessuto non tessuto di poliestere del peso di 140 g/m² ad elevata stabilità dimensionale fino a 250°C ca. che viene saturato ed incollato con bitume in opera fino a costituire una membrana impermeabile che viene poi pavimentata con conglomerato bituminoso.

• PAVING REINFORCING GRIDS

Geogriglia ad alto modulo non impermeabile posta in opera per autoadesione, se munita di una spalmatura di adesivo oppure per incollaggio con bitume caldo se è accoppiata ad un tessuto leggero, che viene poi pavimentata con conglomerato bituminoso.

• WATERPROOFING COMPOSITE GRIDS

Geogriglia ad alto modulo accoppiata ad un tessuto impermeabilizzato in opera con bitume caldo che viene poi pavimentata con conglomerato bituminoso.

• STRIP MEMBRANES (Autoadesive)

- Medium Duty

Tessuto per pavimentazioni preimpregnato con bitume elastomerico autoadesivo da incollare alla pavimentazione per strisce su giunti e fessure o intero per impermeabilizzare gli impalcati stradali che viene poi pavimentata con conglomerato bituminoso.

- Heavy Duty

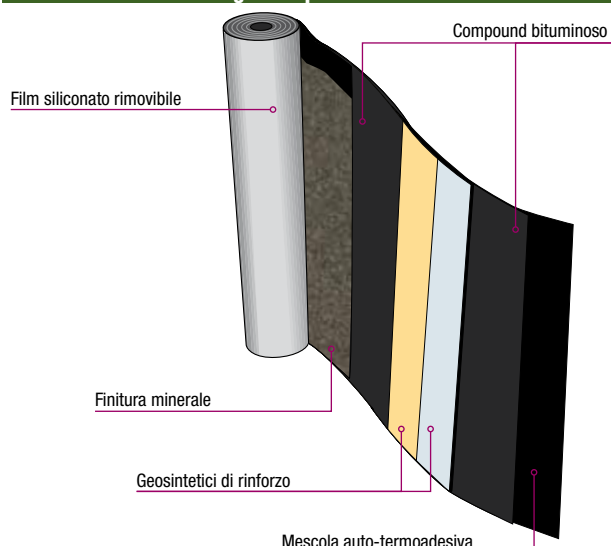
Tessuto composito ad alta resistenza per pavimentazioni preimpregnato con bitume elastomerico autoadesivo come sopra.

Caratteristiche peculiari

del geocomposito AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP

AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING è autoadesivo e la forza di adesione aumenta con il calore della pavimentazione bituminosa che vi viene stesa sopra. Inoltre l'adesione si rafforza nel tempo sotto l'azione del traffico e della irradiazione solare. La membrana viene stesa a secco e, dopo aver asportato il foglio siliconato che ne protegge la faccia inferiore, l'incollaggio definitivo al piano di posa è determinato dalle successive operazioni di stesura e costipamento a caldo della pavimentazione di conglomerato bituminoso. Il calore dello strato carrabile attiva ulteriormente le proprietà adesive della mescola speciale che riveste la faccia inferiore della membrana a contatto con il piano di posa determinandone l'incollaggio. La faccia inferiore di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** è spalmata con una mescola autotermodesiva hot melt a base di elastomeri e resine tackificanti, elastica anche a bassa temperatura, che è protetta da un film siliconato pelabile. La faccia superiore della membrana è protetta con un fine strato minerale che in fase di posa consente un ottimale traffico di cantiere ma che poi, durante la stesura dell'asfalto caldo sovrastante, si incorpora nella membrana garantendo una completa adesione fra gli strati. Sulla faccia superiore, per una larghezza di 70 mm ca. vicino al bordo della stessa, viene prevista una fascia di sormonto protetta da un film plastico.

Sezione schematica del geocomposito

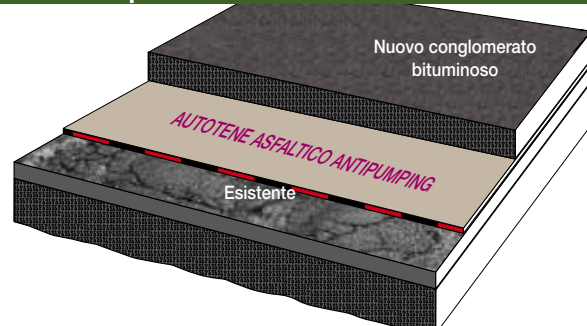


AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING è totalmente riciclabile nel ciclo di lavorazione del conglomerato bituminoso stesso e viene facilmente asportato durante le operazioni di fresatura dello strato di usura.

La faccia superiore del geocomposito è compatibile con tutti i tipi di conglomerato bituminoso stesi a caldo mentre la faccia inferiore della stessa aderisce:

- su vecchie superfici di conglomerato
- su superfici di conglomerato fresate
- su superfici di conglomerato fresco
- su superfici di conglomerato riciclato stese a freddo (vedi a pag. 12)

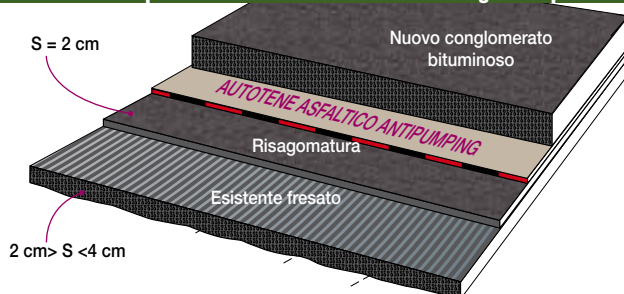
Posa su vecchia pavimentazione esistente



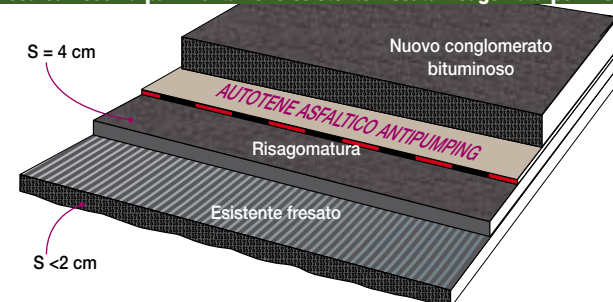
Posa su vecchia pavimentazione esistente fresata



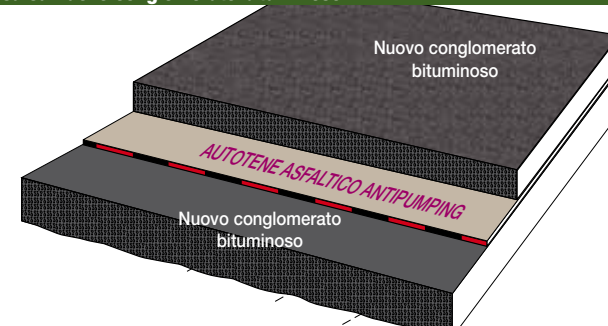
Posa su vecchia pavimentazione esistente fresata risagomata per 2 cm



Posa su vecchia pavimentazione esistente fresata risagomata per 4 cm



Posa su nuovo conglomerato bituminoso



GUIDA ALL'ANALISI DELLA PAVIMENTAZIONE ESISTENTE

Mentre le operazioni di posa su strade di nuova costruzione sono più semplici, la geomembrana viene posata su strati di conglomerato lisciato e fresco dove non necessita il primer e la pavimentazione nuova, se correttamente progettata per il traffico che deve ricevere, costituisce una base solida, nel caso dei rifacimenti stradali, prima di procedere, è necessario provvedere ad una serie di valutazioni, alcune indicate di seguito, ma che in alcuni casi è opportuno siano supportate da alcuni saggi in opera per analizzare la composizione e le condizioni della vecchia pavimentazione.

L'approccio AIA

L'AIA segnala che:

"Fabric Interlayer Systems will only be successful if placed on stable pavements. Many pavements with alligatored fatigue cracks are structurally adequate. Badly broken pavements that deflect under load are not candidates for an Interlayer System and should be removed and replaced."

I Sistemi di Tessuto Interstrato avranno successo solo se posizionati su pavimentazioni stabili. Molte pavimentazioni con fessurazioni da fatica a pelle di coccodrillo sono idonee dal punto di vista strutturale. Le pavimentazioni con brutte rotture, che invece si inflettono sotto carico, non possono supportare un Sistema Interstrato e debbono essere rimosse e sostituite.

Lo stesso, come vedremo di seguito, nel caso sia presente una coccodrillatura con distacco delle scaglie della pavimentazione oppure sia rilevabile una diffusa rimonta

Coccodrillatura leggera su fondo stabile, strutturalmente adeguata



Coccodrillatura profonda che si stacca a scaglie, strutturalmente inadeguata



di parti fini del sottofondo non legato che segnala un difetto di portanza della fondazione stradale.

L'AIA riguardo l'idoneità e la preparazione del piano di posa raccomanda la rimozione profonda della pavimentazione esistente per le zone e nei casi sottodescritti.

Rimuovere e sostituire le zone che:

- deflettono sotto l'azione dei carichi
- manifestano una fessurazione a pelle di coccodrillo;
- evidenziano un fenomeno diffuso di pumping: affioramenti diffusi di parti fini.

Cause del degrado

Il Quaderno Tecnico n. 17 Volume V di ANAS a pag. 124 stabilisce che le cause del degrado per le FESSURE RAMIFICATE (a pelle di coccodrillo) è:

"Essenzialmente riconducibile a fenomeni di fatica causati dal transito del traffico veicolare. Si sottolinea che le fessurazioni da fatica sono di tipo "bottom-up", vale a dire che si sviluppano dal basso verso l'alto. Infatti, a seguito del transito dei veicoli sulla pavimentazione, quest'ultima subisce tensioni cicliche di trazione e compressione (vedi figura).

Il comportamento della sovrastruttura stradale nel momento del passaggio della ruota può essere assimilato per semplicità a quello di una trave appoggiata su due punti e caricata in mezziera. La struttura tenderà ad inflettersi con lo sviluppo delle massime tensioni di trazione alla base degli strati legati. Poiché il conglomerato è un materiale con scarsa resistenza a trazione, a seguito delle continue sollecitazioni del traffico, pur essendo la forza applicata inferiore alla resistenza a rottura del materiale, nel tempo tenderà a deteriorarsi fino all'innescarsi della fessura che si propagerà dalla base sino in superficie. Ciò è dovuto al fatto che ad ogni ciclo di carico la sollecitazione produce nel materiale una dissipazione di energia che si traduce in una conseguente progressiva diminuzione di resistenza fino alla rottura. Uno stato fessurativo diffuso è quindi sempre segno che gli strati in conglomerato bituminoso sono totalmente compromessi.

Pertanto, in caso di fessurazione ramificata, la rimozione del solo strato di usura o di pochi centimetri del pacchetto non è sufficiente a risolvere il problema. Le fessurazioni si riproporrebbero in breve tempo sul nuovo strato di conglomerato (fessurazioni di riflessione). Quando le fessurazioni diventano interconnesse e ravvisabili a vista sulla superficie stradale hanno ormai attraversato tutti gli strati in conglomerato bituminoso. Se le fessure ramificate si manifestano dopo 15

– 20 anni dalla realizzazione dell'intero pacchetto, la pavimentazione è quasi certamente giunta alla fine della vita utile a causa del fenomeno della fatica, senza che siano necessariamente compromessi, in modo grave, lo strato di fondazione ed il sottofondo. Gli interventi manutentivi devono necessariamente contemplare il rifacimento di tutto il pacchetto in conglomerato o il rifacimento di uno spessore limitato solo previa fresatura e interposizione di un geocomposito (n.d.r. vedi Anti-Reflective Cracking Test di AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING) in grado di assorbire gli sforzi di trazione evitando la fessurazione di riflessione".

Viceversa, se la pavimentazione ha pochi anni di vita (meno di 10) e lo stato fessurativo è associato a consistenti avvallamenti, è certamente dovuto alla scarsa portanza della fondazione e/o del sottofondo (materiali plastici, sensibili all'acqua). In tal caso, bisognerà prevedere interventi di risanamento profondo che includano anche azioni riabilitative degli strati profondi non legati.

Fessurazione "bottom-up" e stato fessurativo associato della pavimentazione



L'approccio ANAS

Più preciso e puntuale l'approccio ANAS che nel **Capitolato Speciale di appalto del 2011 - Allegato C**, fornisce delle indicazioni progettuali per il ripristino delle pavimentazioni esistenti e riporta dei sistemi di analisi visiva dello stato della pavimentazione per poi procedere con degli schemi di intervento di risanamento di massima preconfezionati, anche se non esime il progettista da una analisi strumentale più accurata e da una più adeguata progettazione. Nel capitolato di appalto ANAS del 2011 Allegato C – Parte IV, sono previste delle soluzioni progettuali per le:

- **Riparazioni superficiali di soccorso "RSS"**
- **Ricostruzione e rafforzamento delle pavimentazioni esistenti classificabili come:**
 - Risanamenti superficiali **"RS"**
 - Risanamenti profondi **"RP"**
 - Soluzioni progettuali per le nuove pavimentazioni **"NC"**

Nel caso dei risanamenti delle pavimentazioni esistenti si dovrà tener conto del tipo di traffico "TGM" (traffico giornaliero medio) che percorre la strada ed è necessario valutare attentamente lo stato del degrado delle stesse al fine di stabilire l'intervento più adeguato.

Analisi visiva dello stato di degrado della pavimentazione da risanare

Si deve stabilire se la pavimentazione è sfondata e necessita di un risanamento profondo **"RP"** fino agli strati di fondazione dopo la completa demolizione della pavimentazione esistente, con parziale o totale riutilizzo dei materiali rimossi, oppure se l'intervento si può limitare agli strati legati della pavimentazione (risanamento superficiale **"RS"**).

Un valido supporto può essere costituito dalle immagini riportate nell'Allegato C del capitolato speciale di appalto ANAS del 2011 "che rappresentano gli sfondamenti, le fessure definite pesanti e le fessure definite leggere, come più frequentemente si presentano sulle pavimentazioni stradali ammalorate".

Nell'Allegato C si ricorda che: "In generale la decisione di effettuare i risanamenti profondi dipende dalla diffusione degli sfondamenti nei singoli tratti stradali; sarà anche necessario effettuare alcuni sondaggi così come indicato nelle Norme Tecniche; Tali sfondamenti saranno individuati con criteri visuali, l'uso di misure di portanza verrà effettuato nei casi di non chiara definizione".

Indicazioni operative per il progetto

In mancanza di misure di portanza con conseguente individuazione di tratti omogenei, la scelta del tipo di intervento si fa individuando il tratto degradato e poi:

- se prevalgono gli sfondamenti per più del 30%: **"RP1"**
- se prevalgono le fessure pesanti per più del 30%: **"RS1"**
- se prevalgono le fessure leggere per più del 40%: **"RS2"**

Lo sfondamento è evidenziato dalla risalita del limo; le fessure pesanti sono accompagnate da sconfigurazioni del piano visibile; le fessure leggere non hanno sconfigurazioni del piano visibile.

Combinazioni diverse dei tre tipi di degrado vanno valutate di volta in volta; se quelli dello stesso tipo sono concentrati e continui la scelta è agevole; con degradi diversi distribuiti a macchia di leopardo, la scelta sarà dettata da motivi di disponibilità economica.

Comunque negli interventi di tipo **"RS"**, gli sfondamenti localizzati vanno trattati separatamente prima dell'intervento corrente bonificando i sottofondi con materiale granulare non legato o con materiale fresato.

Sfondamenti, fessure pesanti e le fessure leggere

Sfondamenti



Fessure pesanti



Fessure leggere



Fonte: Capitolato di appalto ANAS del 2011 Allegato C – Parte IV

GUIDA ALLA SCELTA DELL'INTERVENTO

I dati esposti sono dati medi indicativi relativi alla produzione attuale e possono essere cambiati e aggiornati da INDEX Spa in qualsiasi momento senza preavviso e a sua disposizione. I suggerimenti e le informazioni tecniche fornite rappresentano le migliori conoscenze di INDEX Spa riguardo le proprietà e le utilizzazioni del prodotto. Considerate le numerose possibilità di impiego e la possibile interferenza di elementi da noi non dipendenti non ci assumiamo responsabilità in ordine ai risultati. L'Acquirente è tenuto a stabilire sotto la propria responsabilità l'idoneità del prodotto all'impiego previsto.

Premessa

Il posizionamento di AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING nelle stratigrafie indicate di seguito è riferito alle stratigrafie indicate nell'Allegato C di ANAS, ciò non toglie che il geocomposito possa essere posizionato diversamente per altre diverse soluzioni tecniche tenendo comunque sempre presente che:

- Lo spessore residuo dei vecchi strati in conglomerato bituminoso (anche a seguito della fresatura) su cui si posa il geocomposito deve essere almeno pari a 4 cm.
- Nel caso in cui non fosse possibile rispettare le condizioni precedentemente elencate (anche semplicemente rimuovendo e sostituendo e/o regolarizzando con conglomerato bituminoso a caldo le zone eventualmente non idonee), il geocomposito può essere applicato solamente previa realizzazione di un nuovo strato di risagomatura ($D_{max} = 10 \text{ mm}$) in conglomerato bituminoso di spessore pari ad almeno 2 cm nel caso siano sufficienti a ristabilire lo spessore minimo di 4 cm, oppure di uno strato di conglomerato di 4 cm, di granulometria superiore, nel caso lo spessore residuo sia insufficiente.
- Il posizionamento del geocomposito almeno al di sotto dello strato di binder è la soluzione minima che si dovrebbe sempre realizzare, sia perché questo esplica al meglio la funzione di resistenza ai carichi flessionali, senza il rischio di scorrimenti del geocomposito rispetto al suo piano di posa a causa degli elevati sforzi tangenziali presenti in prossimità della superficie di rotolamento, sia per preservarlo da successive opere di fresatura dello strato di usura.
- Il posizionamento del geocomposito immediatamente al di sotto dello strato di usura, specialmente quando è posato su di una superficie fresata, va valutato con attenzione ed eseguito con cura particolare in condizioni atmosferiche favorevoli e comunque lo spessore del conglomerato sovrastante (a compattazione ultimata) deve essere di almeno 4 cm.
- La prescrizione di uno spessore minimo di 4 cm si riferisce chiaramente alle situazioni che presentano le minori criticità possibili mentre per interventi maggiormente problematici (in termini di carichi di traffico, velocità, condizioni della pavimentazione, etc.) tale spessore deve essere adeguatamente incrementato (rinforzo posizionato almeno sotto lo strato di binder).

Le stratigrafie di risanamento "RS" e "RP" ANAS

Nell'Allegato C, ANAS delega agli Uffici Tecnici dei Compartimenti, tenendo conto delle condizioni locali, le soluzioni di progetto basate sia sul giudizio visivo dello stato superficiale della pavimentazione da risanare sia con sistemi strumentali auspicando che sempre più frequentemente vengano utilizzate misure strumentali.

Si definiscono inoltre le caratteristiche dei tipi di intervento come:

- Dimensionamento delle stratigrafie di intervento con mezzi razionali di calcolo utilizzando curve di fatica specifiche per calcolare la vita utile dell'intervento.
- Per ridurre l'impatto ambientale e ridurre i costi si prescrive il massimo riutilizzo dei materiali fresati e altri materiali marginali disponibili sul luogo dell'intervento valutati e verificati nei calcoli di durata a fatica.
- Definizione dei criteri di lavorazione che tengano conto le problematiche di applicazione pratica su strade in esercizio. Gli spessori previsti saranno correlati alle necessità di portanza e alla realizzabilità connessa con le tecniche impiegate.
- Impiego generalizzato di bitumi modificati per incrementare la durata con certezza del risultato.
- Definizione dei metodi di verifica prestazionali sui singoli materiali, sulle miscele e sulle lavorazioni complete assegnando per queste ultime livelli prestazionali delle caratteristiche superficiali e delle caratteristiche profonde misurabili ad Alto Rendimento.

La parte oggetto della presente trattazione riguarda i risanamenti superficiali, i risanamenti profondi e le nuove pavimentazioni.

Criteri generali delle soluzioni di intervento proposte

Si dovrà considerare come importante premessa che le stratigrafie proposte da ANAS e le relative alternative proposte da INDEX SpA sono tutte condizionate dai seguenti punti descritti al punto 5.1 "Criteri generali delle soluzioni di intervento proposte" all'Art. 5 dell'allegato C:

- per gli **"RP"** (risanamenti profondi) le fondazioni sono realizzate mediante il riciclaggio a freddo, con bitume schiumato, della fondazione esistente, (con aggiunta di cemento per le resistenze iniziali) o, in alternativa, mediante la realizzazione di uno strato in misto cementato. Nel caso di fondazione in misto cementato si tenga presente che aumentano gli oneri per la rimozione degli strati esistenti ed i tempi di realizzazione dell'opera, dovendo attendere il livello minimo di maturazione prima di realizzare gli strati superiori e quindi questa soluzione va adottata solo quando le caratteristiche dei materiali in situ non si prestano alla schiumatura e richiedono quindi una rimozione.
- Gli strati di conglomerato bituminoso sovrastanti prevedono sempre l'impiego a caldo di bitumi modificati con elastomeri ed un parziale utilizzo di materiale riciclato, oppure, l'impiego di emulsioni bituminose con materiale riciclato fino al 100% mescolati a freddo.
- L'impiego del bitume "tal quale" (TQ), senza aggiunta senza aggiunta di modifiche comporterebbe una forte riduzione della vita utile della pavimentazione di almeno il 30%, rispetto a quanto riportato negli schemi **"RP"** ed **"RS"**.
- L'impiego di bitume modificato è particolarmente importante negli strati di base.
- Lo strato di usura potrà essere realizzato con usura drenante sempre su tutta la carreggiata e sempre con bitume modificato hard, ma solo per stratigrafie con durate di almeno 5 milioni di assi da 12 t, altrimenti andrà realizzata una usura chiusa da 3 cm o altre miscele indicate nelle norme tecniche.
- Nel caso di risanamenti superficiali **"RS"** si è ipotizzata la presenza di uno spessore complessivo di conglomerato bituminoso esistente di almeno 20 cm, per spessori inferiori occorre valutare le condizioni del sottofondo o passare ad una soluzione tipo RPC.
- Alla base della nuova pavimentazione della zona risanata, nel caso di fresatura, è sempre prevista la stesa di una mano di attacco con bitume modificato hard.
- Nei risanamenti di tipo superficiale si prevede sempre l'impiego di conglomerati bituminosi confezionati a caldo e con bitumi modificati.
- Lo strato di usura potrà essere realizzato in copertura sull'intera carreggiata in caso di carreggiata unica e corsia opposta in cattive condizioni. Lo strato di usura verrà invece realizzato nel caso se non si giudica necessario, o possibile, realizzarlo su tutta la carreggiata. La necessità o la possibilità verrà giudicata a seconda delle condizioni della corsia adiacente, danneggiata o meno, delle quote, dei sovrappassi, dell'impatto sul traffico, ecc.
- Le soluzioni proposte e le durate previste risultano valide nel rispetto delle ipotesi qui riportate e potranno essere garantite solamente attraverso il rispetto delle Norme Tecniche

prestazionali che dovranno essere allegate ai contratti di appalto. Nelle Norme Tecniche sono fornite le prescrizioni di progetto ed i criteri di valutazione dei materiali da impiegare nonché i livelli prestazionali richiesti alle nuove pavimentazioni tutti misurabili ad Alto Rendimento.

Di seguito riportiamo le stratigrafie di risanamento "RS" previste da ANAS.

I risanamenti superficiali "RS" hanno lo scopo di rinforzare pavimentazioni non completamente degradate, ovviamente non possono garantire una durata equivalente rispetto agli interventi profondi, ma comportano un minore impegno economico a fronte di minori durate da prendere in considerazione nei progetti.

Gli "RP" sono realizzati mediante la fresatura degli strati più superficiali della pavimentazione esistente e possono prevedere anche la realizzazione dello strato di usura in copertura, con conseguente innalzamento delle quote; anche per questa tipologia di intervento si prevedono

no soluzioni di differente durata da utilizzare in funzione delle diverse tipologie di traffico circolante.

I risanamenti superficiali sono suddivisi in due tipologie:

- tipo "RS1" da prevedere nel caso di pavimentazione molto degradata (superficie molto fessurata, sconfigurata, rappezzata frequenti, presenza di risalita di limi);
- tipo "RS2" da prevedere nel caso di pavimentazione semplicemente fessurata senza sconfigurazioni della superficie.

Per entrambe vengono poi proposte tre soluzioni con materiali analoghi, diversi solo negli spessori in funzioni del traffico circolante, vedi schema seguente.

I risanamenti superficiali ripristinano la parte superiore del pacchetto (massimo 15 cm) e intervengono anche per cause diverse da quelle connesse ai ripristini di portanza, tra le quali si segnalano:

- evidenza di ammaloramenti solo superficiali;
- impossibilità di chiusura al traffico per i periodi

necessari ai "RP";

- interventi che dovranno durare solo per un periodo limitato;
- risanamenti che investano aree poco estese.

In alcuni di questi casi gli spessori potranno essere ridotti rispetto a quelli indicati, in caso di variazioni di forte entità sarà necessario il ricalcolo delle curve di riferimento per il controllo prestazionale della portanza.

Risanamenti superficiali - RS1 e RS2			
	A 0.65 milioni di assi 12 t TGM = 5.500	B 0.40 milioni di assi 12 t TGM = 3.000	C 0.20 milioni di assi 12 t TGM = 1.500
RS1 Pavimentazione con fessure pesanti	Soluzione RS1A		
	Soluzione RS1B		
	Soluzione RS1C		
	Usura chiusa 3 cm	Usura chiusa 3 cm	Usura chiusa 3 cm
	CB di base-binder soft 10 cm	CB di base-binder soft 8 cm	CB di base-binder soft 6 cm
	5	5	5
	10	10	10
	15	15	15
RS2 Pavimentazione con fessure leggere	Soluzione RS2A		
	Soluzione RS2B		
	Soluzione RS2C		
	Usura chiusa 3 cm	Usura chiusa 3 cm	Usura chiusa 3 cm
	CB di base-binder soft 9 cm	CB di base-binder soft 7 cm	CB di base-binder soft 4 cm
	5	5	5
	10	10	10
	15	15	15

Le stratigrafie di risanamento superficiale "RS" con AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP

• TRAFFICO PESANTE "A"

Nel caso di traffico pesante su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con fessure pesanti, nell'ipotesi che lo spessore dello strato di conglomerato esistente dopo fresatura sia di **almeno 4 cm**, la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:

- Fresatura profonda 9 cm
- Strato di risagomatura ($D_{max} = 10$ mm) in conglomerato bituminoso di spessore pari ad almeno 2 cm a sigillatura delle fessure pesanti
- Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
- Stesura di uno strato di binder di spessore pari ad almeno 4 cm
- Stesura di uno strato di usura di almeno 3 cm di spessore

• TRAFFICO MEDIO "B"

Nel caso di traffico medio su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con fessure leggere, nell'ipotesi che lo spessore dello strato di conglomerato esistente dopo fresatura sia

di **almeno 4 cm**, la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:

- Fresatura profonda 7 cm
 - Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
 - Stesura di uno strato di binder di spessore pari ad almeno 4 cm
 - Stesura di uno strato di usura di almeno 3 cm di spessore
- Nel caso di traffico medio su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con fessure pesanti, nell'ipotesi che lo spessore dello strato di conglomerato esistente dopo fresatura sia di **almeno 4 cm**, la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:
- Fresatura profonda 7 cm
 - Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
 - Stesura di uno strato di binder di spessore pari ad almeno 4 cm
 - Stesura di uno strato di usura di almeno 3 cm di spessore

• TRAFFICO LEGGERO "C"

Nel caso di traffico leggero su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con fessure leggere, nell'ipotesi che lo spessore dello strato

di conglomerato esistente dopo fresatura sia di **almeno 4 cm**, la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:

- Fresatura profonda 4 cm
 - Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
 - Stesura di uno strato di usura di almeno 4 cm di spessore
- Nel caso di traffico leggero su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con fessure leggere dove lo spessore del conglomerato bituminoso sottostante è **inferiore a 4 cm, ma superiore a 2 cm** la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:
- Fresatura profonda 6 cm
 - Strato di risagomatura ($D_{max} = 10$ mm) in conglomerato bituminoso di spessore pari ad almeno 2 cm
 - Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
 - Stesura di uno strato di usura di almeno 4 cm di spessore

Nel caso di traffico leggero su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con fessure leggere dove lo spessore del conglomerato bituminoso sottostante è **inferiore a 2 cm** la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:

- Fresatura profonda 8 cm
- Stesura di conglomerato bituminoso di spessore pari ad almeno 4 cm
- Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
- Stesura di uno strato di usura di almeno 4 cm di spessore

Nel caso di traffico leggero su pavimentazione **priva di cedimenti strutturali e con fessure pesanti**, nell'ipotesi che lo spessore dello strato di conglomerato esistente dopo fresatura **sia di**

almeno 4 cm, la soluzione minimale ipotizzabile, valida anche se lo spessore del conglomerato bituminoso sottostante è **inferiore a 4 cm ma superiore a 2 cm**, è la seguente:

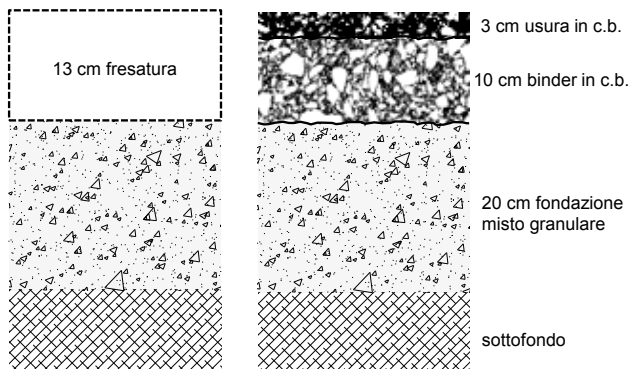
- Fresatura profonda 6 cm
- Strato di risagomatura ($D_{max} = 10$ mm) in conglomerato bituminoso di spessore pari ad almeno 2 cm
- Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
- Stesura di uno strato di usura di almeno 4 cm di spessore

Nel caso di traffico leggero su pavimentazione **priva di cedimenti strutturali e con fessure pesanti** dove lo spessore del conglomerato bituminoso sottostante è **inferiore a 2 cm** la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:

- Fresatura profonda 8 cm
- Stesura di conglomerato bituminoso di spessore pari ad almeno 4 cm
- Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
- Stesura di uno strato di usura di almeno 4 cm di spessore

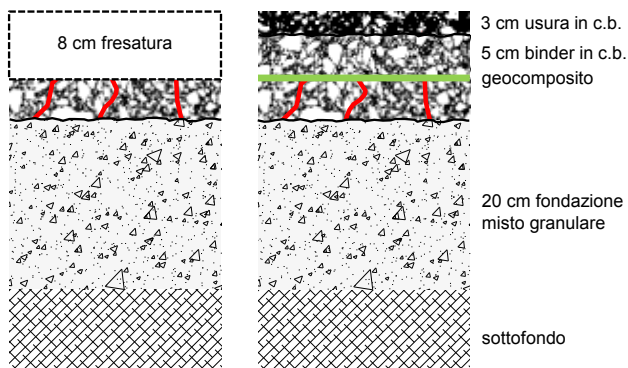
Risanamento superficiale ANAS: tipologia RS1-A

Stato Modificato 5N



Durata Soluzione 5N =
3,3 milioni di assi standard da 8,2 t

Stato Modificato 5R



Durata Soluzione 5R =
5,3 milioni di assi standard da 8,2 t

Riepilogo

5R → 5,3 milioni ESAL da 8,2 t = 1,0 milioni ESAL da 12 t

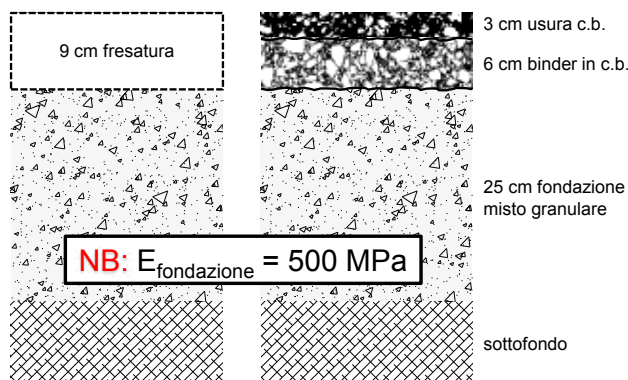
5 cm in meno (su 13) di fresatura e conglomerato bituminoso tradizionale

Incremento del 60% della Vita Utile
+ beneficio derivante dall'effetto impermeabilizzante antipumping
+ benefici ambientali

Prof. Ing. Canestrari e PhD Ing. Stimilli
24 febbraio 2017 - Asphaltica 2017

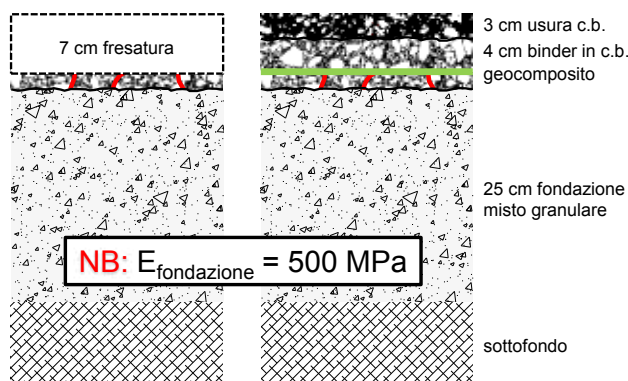
Risanamento superficiale ANAS: tipologia RS1-C

Stato Modificato 8N



Durata Soluzione 7N =
0,9 milioni di assi standard da 8,2 t

Stato Modificato 8R



Durata Soluzione 7R =
2,4 milioni di assi standard da 8,2 t

Riepilogo

8R → 8,5 milioni ESAL da 8,2 t = 1,5 milioni ESAL da 12 t

2 cm in meno (su 9) di fresatura e conglomerato bituminoso tradizionale

Incremento del 190% della Vita Utile
+ beneficio derivante dall'effetto impermeabilizzante antipumping
+ benefici ambientali

Prof. Ing. Canestrari e PhD Ing. Stimilli
24 febbraio 2017 - Asphaltica 2017

I risanamenti profondi "RP" e le nuove pavimentazioni "NC"

Conforme l'Allegato C di ANAS, i risanamenti profondi "RP" assicurano la riclassificazione in alta durata delle pavimentazioni esistenti; essi comportano una completa demolizione della pavimentazione esistente, con parziale o totale riutilizzo dei materiali rimossi. Tali interventi sono previsti dove la pavimentazione si presenta particolarmente ammalorata e dove si vogliono garantire durate elevate in funzione del traffico effettivamente circolante.

Esistono tre categorie di "RP" a seconda del traffico "TGM"; ognuna di esse è suddivisa a sua volta in tre tipologie a seconda dei materiali usati (vedi schemi) tutte di durata equivalente; la scelta dei materiali e della tecnica conseguente dipenderà dalle condizioni locali (impianti, cave, disponibilità di materiali, pavimentazione esistente). Ricordiamo comunque che per la realizzazione delle fondazioni le tecniche più affidabili sono quelle connesse ai riciclaggi a freddo, essendo i risultati con il misto cementato più variabili con le condizioni del cantiere di fabbricazione.

Le usure sia drenanti che chiuse potranno essere variate per motivi di opportunità locale, comunque da dichiarare, usando in alternativa solo i tipi riportati nelle Norme Tecniche.

Risanamenti profondi - RPA e RPB						
RP-A 18 milioni di assi 12 t TGM = 50.000	Soluzione RP-A1		Soluzione RP-A2		Soluzione RP-A3	
	Usura drenante 4 cm	5	Usura drenante 4 cm	5	Usura drenante 4 cm	
	CB di binder soft 5 cm	10	CB di binder soft 7 cm	10	CB di binder soft 6 cm	
	CB di base hard 14 cm	15	CB di base freddo con emulsione 20 cm	15	CB di base hard 14 cm	
		20		20		
		25		25		
		30		30		
	Schiumato 25 cm	35	Schiumato 25 cm	35	Misto cementato 25 cm	
		40		40		
		45		45		
50		50				
55		55				
				Trattamento del sottofondo		
RP-B 10 milioni di assi 12 t TGM = 28.000	Soluzione RP-B1		Soluzione RP-B2		Soluzione RP-B3	
	Usura drenante 4 cm	5	Usura drenante 4 cm	5	Usura drenante 4 cm	
	CB di binder soft 6 cm	10	CB di binder soft 7 cm	10	CB di binder soft 6 cm	
	CB di base hard 13 cm	15	CB di base freddo con emulsione 20 cm	15	CB di base hard 14 cm	
		20		20		
		25		25		
		30		30		
	Schiumato 20 cm	35	Schiumato 20 cm	35	Misto cementato 20 cm	
		40		40		
		45		45		
50		50				
						Trattamento del sottofondo

NB: le curve di controllo della portanza sono riportate nelle Norme Tecniche - art. 10.4

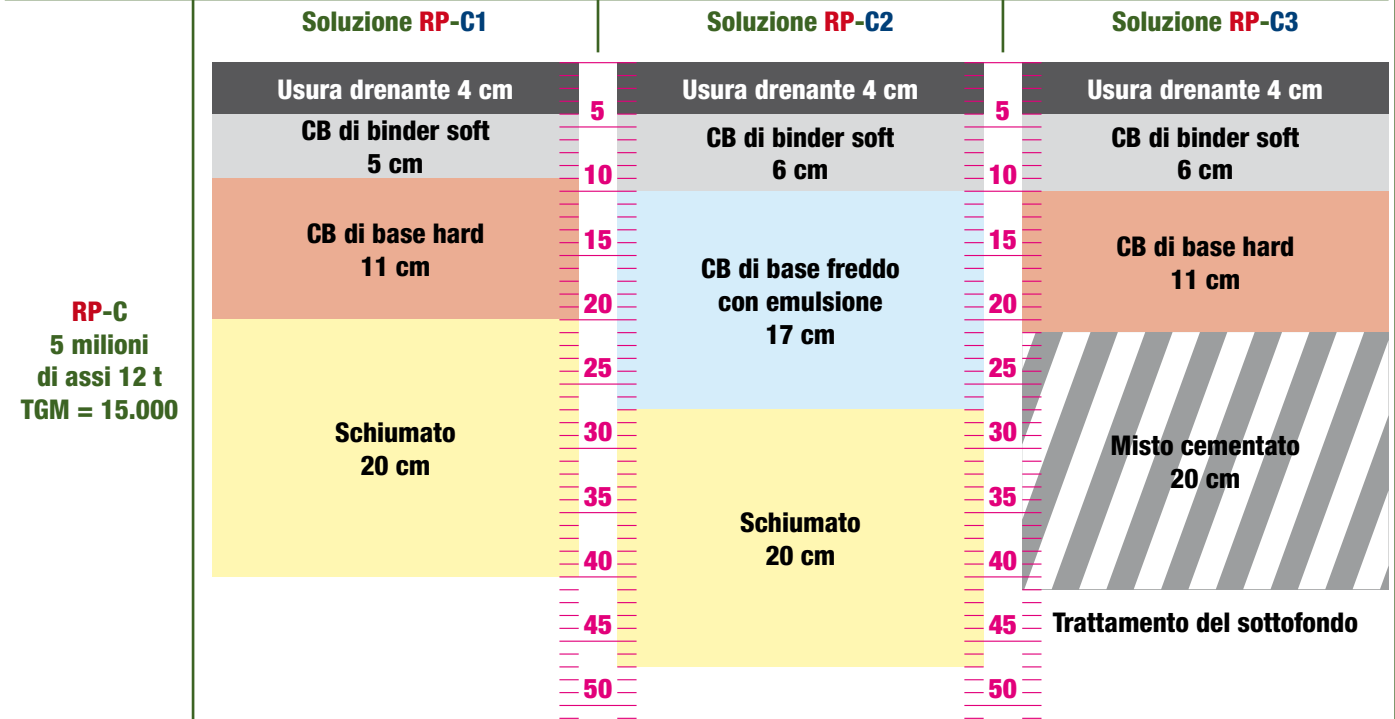
(continua)

NB: le curve di controllo della portanza sono riportate nelle Norme Tecniche - art. 10.4

(continua)

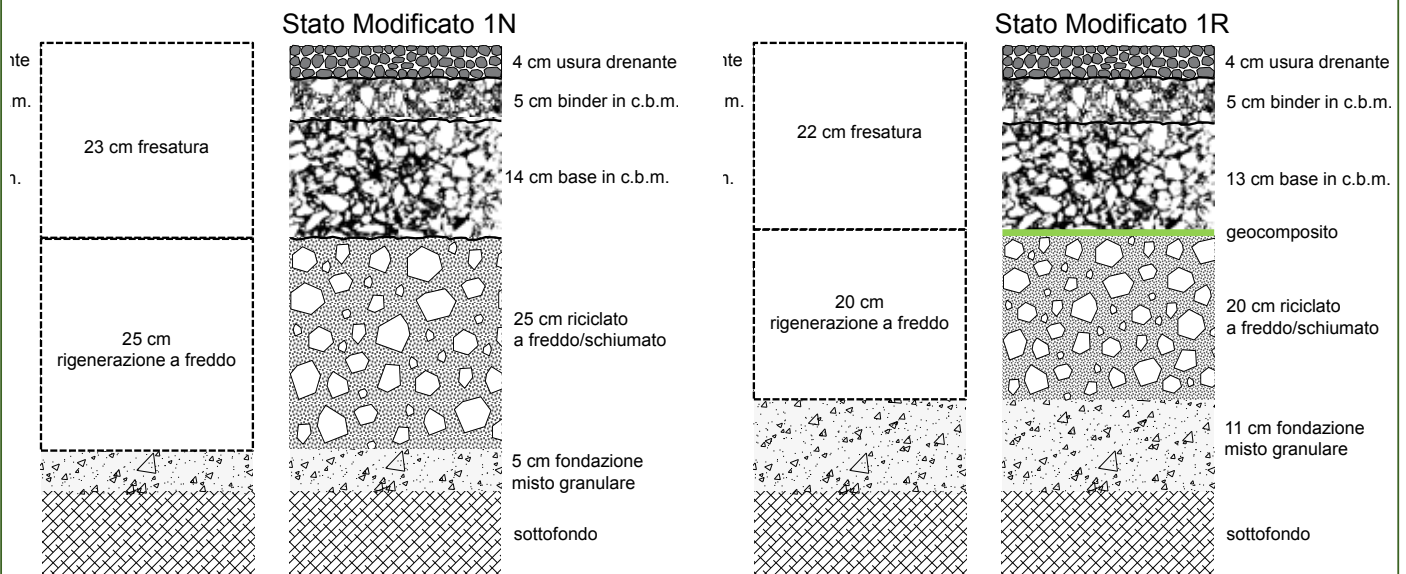
Risanamenti profondi - RPC

(segue)



NB: le curve di controllo della portanza sono riportate nelle Norme Tecniche - art. 10.4

Risanamento superficiale ANAS: tipologia RP-A1



Durata Soluzione 1N =
130 milioni di assi standard da 8,2 t

Durata Soluzione 1R =
160 milioni di assi standard da 8,2 t

Riepilogo

1R → 160 milioni ESAL da 8,2 t = 30 milioni ESAL da 12 t

6 cm in meno di fresatura
1 cm in meno (su 23) di conglomerato bituminoso modificato
5 cm in meno (su 25) di riciclato a freddo schiumato

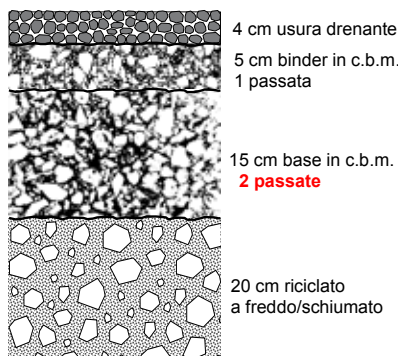
Incremento del 23% della Vita Utile
 + beneficio derivante dall'effetto impermeabilizzante antipumping
 + benefici ambientali

Prof. Ing. Canestrari e PhD Ing. Stimilli
 24 febbraio 2017 - Asphaltica 2017

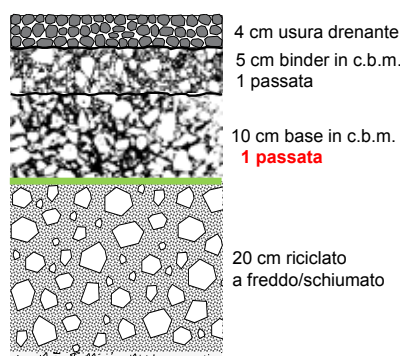
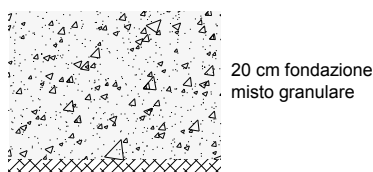
Nel caso di realizzazione di nuove pavimentazioni "NC", quindi probabilmente senza materiale da riciclare, vanno utilizzate preferibilmente le tipologie di pavimentazione descritte nelle figure seguenti che prevedono uno strato di fondazione in schiumato miscelato in sito o premiscelato in impianto (alternativa da preferire ai misti cementati), preceduto da uno strato in misto granulare, oltre agli strati in conglomerato bituminoso realizzati a caldo sempre con l'utilizzo di bitume modificato. La diversa composizione degli spessori dei vari strati costituenti l'intervento rendono indicativamente la soluzione "NC-1" idonea in presenza di rilevante traffico tipo autostradale con % di veicoli commerciali fino al 20%, mentre la soluzione "NC-2" può essere idonea in presenza di rilevante traffico tipo strade extraurbane con % di veicoli commerciali fino al 10%. Disponendo del "TGM" (Traffico Giornaliero Medio) e della percentuale dei veicoli commerciali è possibile calcolare il traffico in termini di passaggi di assi equivalenti da 12 t e conseguentemente scegliere la soluzione di intervento più idonea. Potranno essere adottate soluzioni di intervento differenti rispetto a quelle indicate, sia per gli spessori che per le tipologie dei materiali impiegati, tuttavia, dovranno essere adottati i materiali e le tipologie di lavorazione contemplati nelle Norme Tecniche e comunque, attraverso il CSS di Cesano, andranno definite le curve di controllo specifiche per la verifica della portanza valutata attraverso l'indicatore prestazionale IS300. In alternativa allo strato di usura drenante, anche in funzione delle effettive condizioni locali, è possibile realizzare una usura chiusa in conglomerato bituminoso sempre con bitume modificato hard e conforme alle tipologie riportate nelle Norme Tecniche, in questo caso non sono previste variazioni sulle curve di controllo. Le caratteristiche dei materiali da utilizzare sono riportate in specifici paragrafi delle Norme Tecniche a cui si rimanda, per ciascuno di essi è poi assegnata una specifica voce nell'Elenco Prezzi per la determinazione dei costi di intervento.

Nuove pavimentazioni - NC1 e NC2		
15 milioni di assi 12 t		5 milioni di assi 12 t
Soluzione NC-1		Soluzione NC-2
Usura drenante 4 cm		Usura drenante 4 cm
CB di binder soft 5 cm	5	CB di binder soft 4 cm
	10	
CB di base hard 15 cm	15	CB di base hard 10 cm
	20	
	25	
Schiumato miscelato in sito o premiscelato 20 cm	30	Schiumato miscelato in sito o premiscelato 20 cm
	35	
	40	
	45	
Misto granulare 20 cm	50	Misto granulare 15 cm
	55	
	60	
	65	

Risanamento superficiale ANAS: tipologia NC-A1



N = 140 milioni di assi standard da 8,2 t



R = 140 milioni di assi standard da 8,2 t

Riepilogo

4R → 140 milioni ESAL da 8,2 t = 27 milioni ESAL da 12 t

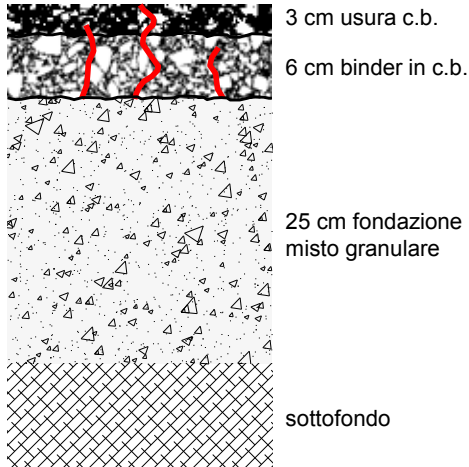
5 cm in meno (su 24) di fresatura e conglomerato bituminoso modificato
Maggior rapidità di intervento (ridotto n. di passate per compattare)

A parità di Vita Utile
 + beneficio derivante dall'effetto impermeabilizzante antipumping
 + benefici ambientali

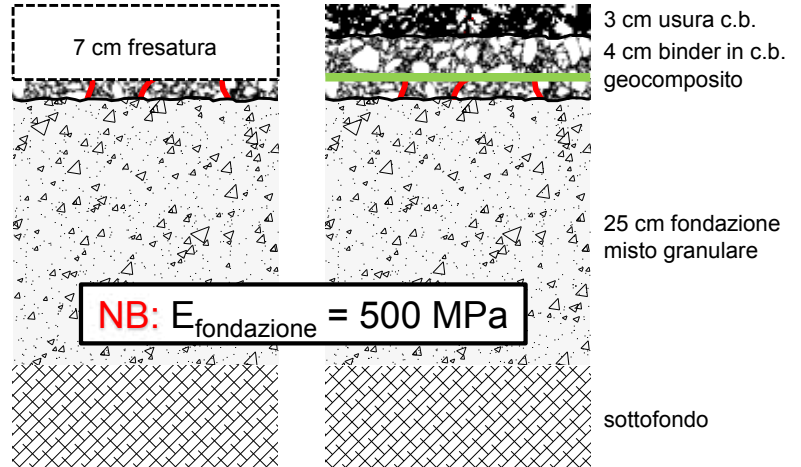
Prof. Ing. Canestrari e PhD Ing. Stimilli
 24 febbraio 2017 - Asphaltica 2017

Risanamento superficiale ANAS: alternativa alla tipologia RS1-C

Stato Attuale



Stato Modificato 8R



**Durata Soluzione 8R = 8,5 milioni di assi standard da 8,2 t
/1,75 milioni di assi anno = 5 anni di durata di vita**

Prof. Ing. Canestrari e PhD Ing. Stimilli
24 febbraio 2017 - Asphaltica 2017

Lavori eseguiti in luglio 2013
Via Sommacampagna - Quadrante Europa - **Verona**

Sopralluogo
giugno 2021
Dopo 8 anni



AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP nelle stratigrafie ANAS di risanamento profondo "RS" e nelle nuove pavimentazioni "NC"

In riferimento alle stratigrafie ANAS precedentemente riportate il posizionamento corretto di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** sia nel caso dei risanamenti profondi "RP" sia nel caso delle nuove pavimentazioni "NC" si situa al di sotto dello strato di binder.

Nel caso dei risanamenti profondi "RP-A2", "RP-B2" e "RP-C2" dove si prevede l'utilizzo del conglomerato bituminoso di base freddo con emulsione che costituiscono il piano di posa del geocomposito si sottolinea che in merito sono state eseguite delle prove di laboratorio che avvallano il posizionamento di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** su questi materiali ma non si dispongono ancora di sufficienti prove sul campo. In merito si riporta a seguire l'articolo riguardante le potenzialità applicative su strati riciclati a freddo.

POTENZIALITÀ APPLICATIVE

Potenzialità applicative del geocomposito

AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING su strati riciclati a freddo preparati con cemento ed emulsione bituminosa o bitume schiumato

Il geocomposito **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** è frutto della ricerca congiunta fra la società INDEX SpA e l'Università Politecnica delle Marche. Tale prodotto risulta costituito dall'unione sinergica fra una geogriglia di rinforzo in fibra di vetro ed una geomembrana bituminosa. Il geocomposito è progettato per mantenere le sue caratteristiche di impermeabilità anche dopo le operazioni di stesa e compattazione del conglomerato bituminoso sovrastante steso a caldo che permette l'attivazione dello strato auto-termo-adesivo di cui il geocomposito risulta dotato inferiormente.

Nella presente memoria è riportata una breve sintesi dei risultati ottenuti tramite studi sperimentali di laboratorio condotti presso l'Università Politecnica delle Marche, riguardanti l'applicazione del geocomposito al di sopra di strati riciclati a freddo.

Sperimentazione di laboratorio

La sperimentazione ha previsto la valutazione della resistenza a taglio e flessione di sistemi bistrato composti da uno strato inferiore in riciclato a freddo (40 mm) realizzato con aggregati di riciclo (75%), cemento (2%) ed emulsione bituminosa (i.e. 2.0% di bitume residuo) o bitume schiumato (2.5%), e uno strato superiore in conglomerato bituminoso a caldo (40 mm) tradizionale o modificato con polimeri SBS.

All'interfaccia è stato posizionato il geocomposito prevedendo due distinte configurazioni rinforzate: con o senza preliminare applicazione di una mano d'attacco in primer bituminoso (rispettivamente codificate con la sigla YY e VN) al fine di valutare appropriatamente le caratteristiche di adesione del geocomposito con strati in riciclato a freddo. Esse potrebbero infatti essere potenzialmente inibite dalle ridotte temperature di produzione e dal minor quantitativo di bitume presente in tali materiali. A titolo comparativo le prestazioni sono state valutate anche

su analoghe interfacce prive di rinforzo (EM). Le prove di taglio (Fig. 1) sono state eseguite mediante apparecchiatura ASTRA (UNI/TS 11214) con e senza applicazione di sforzo normale (i.e. 0.2 MPa) su provini cilindrici ($\phi = 95$ mm). Per la valutazione della resistenza a flessione, su provini prismatici sono state condotte prove flessionali statiche 3 Point Bending (3PB) e dinamiche 4 Point Bending (4PB). Tutte le prove sono state realizzate alla temperatura di 20°C. I campioni sono stati ricavati tramite carotaggio e/o taglio di lastre bistrato di spessore pari a 80 mm realizzate in laboratorio mediante compattatore a rullo.

Analisi dei risultati e conclusioni

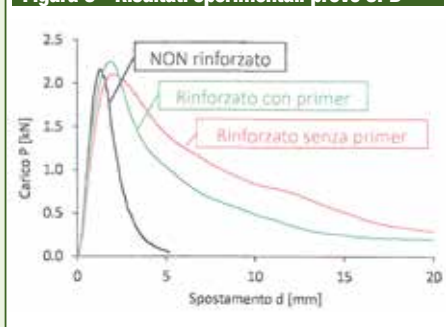
I dati acquisiti mostrano che i geocompositi a contatto con miscele riciclate a freddo esplicano con efficacia la propria funzione di rinforzo nonostante prestazioni assolute lievemente inferiori rispetto ad analoghi sistemi bistrato con solo conglomerato a caldo.

Riguardo la resistenza ai carichi flessionali, i risultati hanno confermato che il sistema di rinforzo manifesta principalmente la propria azione nel momento in cui la fessura arriva ad interessare l'interfaccia rinforzata, inibendone e/o ritardandone la propagazione nello strato (Fig. 2).

Infatti, si è notato che l'interposizione del rinforzo determina una maggiore duttilità dell'intero sistema, compensando effica-

cemente la spiccata fragilità delle miscele riciclate a freddo (correlata alla presenza del cemento) e garantendo una maggiore durabilità al pacchetto strutturale (Fig. 3). Data la natura fragile delle miscele riciclate a freddo che induce l'instaurarsi di una precoce e rapida fessurazione (anche non direttamente correlabile all'azione veicolare) il contributo fornito dal geocomposito in presenza di tali materiali potrebbe risultare addirittura esaltato. In tal senso, la presenza del geocomposito potrebbe anche garantire una fondamentale azione anti-risalta delle fessure (anti-reflective cracking) preservando gli

Figura 3 - Risultati sperimentali prove 3PB



Risultati sperimentali - Valori medi (in foto un provino con strato inferiore stabilizzato)



Figura 2 - Risultati sperimentali prove 4PB

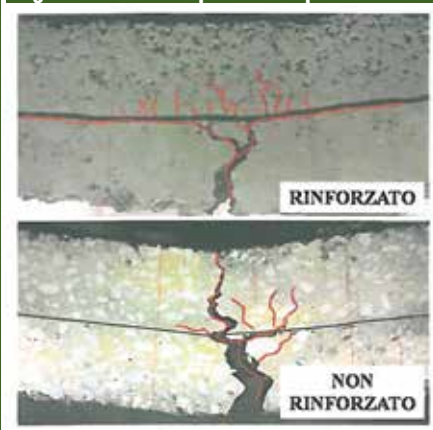
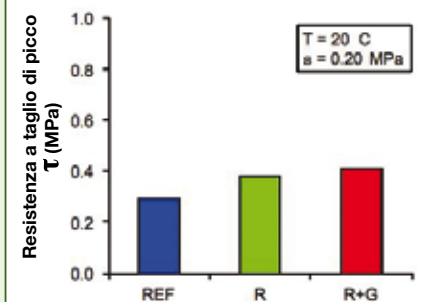


Figura 1 - Provini per prove ASTRA



(continua)

ALTRA TIPOLOGIA D'INTERVENTO

Una metodologia di intervento non codificata ma molto usata perché di minor costo economico e di notevole durata di vita utile è descritta qui di seguito.

Strada con fessure leggere, ma con sfondamenti localizzati

- fresatura totale di 3 cm e poi ulteriore fresatura localizzata solo degli sfondamenti di almeno 4 cm;
- pulizia;

- posa AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING solo negli sfondamenti;
- asfaltatura solo negli sfondamenti di 4 cm per livellare e asfaltatura totale di 3 cm sia sugli sfondamenti localizzati che sul resto della strada.

(segue)

strati bituminosi sovrastanti da fenomeni di degrado prematuro.

L'indagine ha inoltre dimostrato che l'applicazione di una mano d'attacco in primer bituminoso preventivamente alla messa in opera del geocomposito (in presenza di superfici di posa non fresate risagomate) non apporta sostanziali benefici prestazionali, ma rischia talvolta di penalizzare la risposta del sistema inibendo l'efficacia della membrana auto-termo-adesiva presente sulla faccia inferiore del geocomposito. Rappresenta pertanto una voce di costo eliminabile con ulteriori vantaggi indiretti di natura pratico-operativa durante le fasi di lavorazione in cantiere.

Per quanto riguarda la resistenza a taglio, va ricordato che le miscele riciclate a freddo costituiscono di norma strati profondi della pavimentazione (i.e. basi o sottobasi) che sono conseguentemente soggetti a sforzi tangenziali contenuti. In tal senso, nonostante i dati mostrino prestazioni a

taglio ridotte in presenza di riciclati a freddo (con valori della tensione tangenziale t comunque generalmente > 0.25 MPa nella configurazione standard) a causa delle temperature di lavorazione dei materiali in esame che non permettono lo sviluppo di ottimali proprietà adesive, è lecito ritenere che difficilmente si verificheranno criticità in termini di scorrimento tangenziale nelle interfacce che coinvolgono il riciclato a freddo. Al contempo, il contributo del rinforzo potrà essere totalmente dedicato alla resistenza alla fessurazione.

È importante, infine, sottolineare come non emergano sostanziali differenze prestazionali al variare della tipologia di riciclato a freddo (i.e. emulsione o bitume schiumato) a prescindere dalle caratteristiche del conglomerato a caldo sovrastante (modificato o tradizionale).

La scelta della tipologia di materiale degli strati abbinati al geocomposito può essere pertanto ricondotta esclusivamente a considerazioni di ordine economico-pratico determinate da esigenze e convenienze dello

specifico caso in esame.

I risultati confortanti acquisiti tramite l'indagine di laboratorio incentivano quindi l'opportunità di realizzare sperimentazioni in vera grandezza, supporto irrinunciabile per validare le potenzialità fin qui dibattute.

Rifacimento corsie "TELEPASS"



Dopo aver demolito il vecchio asfalto la pista viene ricoperta con uno strato di conglomerato riciclato a freddo



Le corsie sono attraversate da una trincea dove si alloggiavano gli impianti



Il conglomerato viene rimosso in corrispondenza della trincea dove si alloggia il canale prefabbricato



Il canale viene bloccato da un getto di cls



Stesura di AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP



Stesura a caldo di un conglomerato aperto



La saturazione delle porosità del conglomerato con una speciale malta cementizia BETON FLUID PRONTO ha lo scopo di aumentarne la portanza per sopportare il traffico pesante

VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO GIÀ REALIZZATE

STRADE COMPLETE

Settembre 2010 - Realizzazione con fresatura di 4 chilometri
Lavori di manutenzione straordinaria - S.P. Mareneve - CT

Per i primi due chilometri

1. Fresatura
2. Posa
ANTIPUMPING
3. Stesura asfalto



Per i successivi due chilometri

1. Fresatura
2. Stesura asfalto



**Sopralluogo
6 Febbraio 2013**



- i primi 2 km -
Senza AUTOTENE
ASFALTICO
ANTIPUMPING



**Sopralluogo
26 gennaio 2021**



- i secondi 2 km -
Con AUTOTENE
ASFALTICO
ANTIPUMPING



STRADE COMPLETE

Novembre 2013

Provincia di Verona - Trevenzuolo - S.P. 24

Situazione
esistente



1. Fresatura - 5 cm
2. Risagomatura - 1 cm
3. Posa ANTIPUMPING
4. Stesura asfalto - 4 cm

Dopo la rullatura ANTIPUMPING è stato
trafficato da finitrice cingolata
senza subire alcun danno né spostamenti



Confronto interessante

Novembre 2013

Nella foto si evidenzia che il tratto
di fronte alle scuole era stato rifatto
da poco, ma

senza ANTIPUMPING



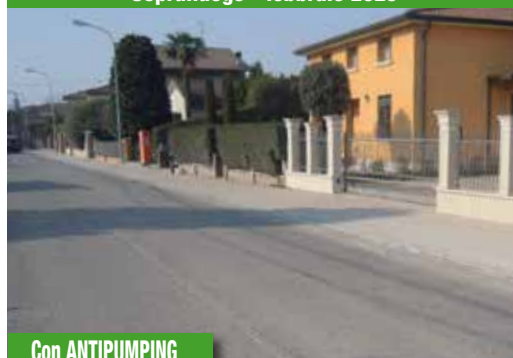
Senza ANTIPUMPING
Novembre 2015

Nella corsia di sinistra,
è stato necessario
ripristinare già una
volta l'asfalto

Nella corsia di destra,
dopo 2 anni
è distrutto

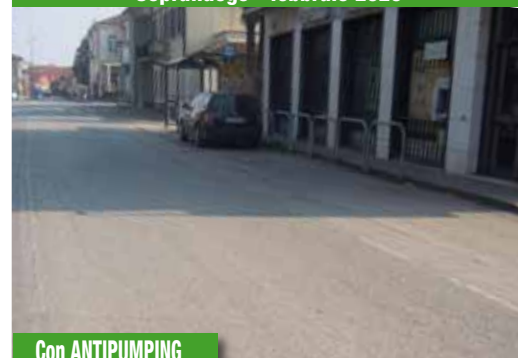
**Sopralluogo
febbraio 2020**

Sopralluogo - febbraio 2020



Con ANTIPUMPING

Sopralluogo - febbraio 2020



Con ANTIPUMPING

VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO GIÀ REALIZZATE

RAPPEZZI SALTUARI

Novembre 2012

S.P. 654R Val Nure - Località "Casoni di Gariga" - C. di Podenzano - PC

Situazione
esistente



1. Fresatura
2. Posa
ANTIPUMPING
3. Stesura asfalto



Sopralluogo
Novembre 2014



Sopralluogo
Novembre 2016



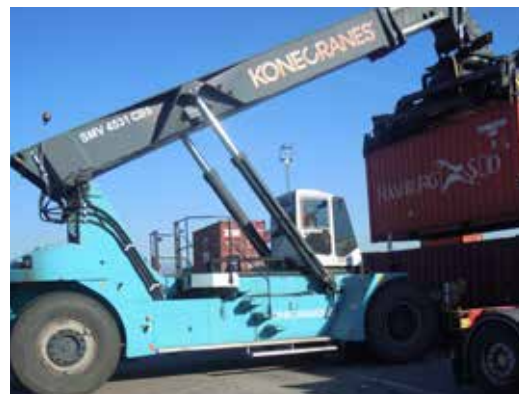
Strada completamente riasfaltata nel corso del 2017

RAPPEZZI SALTUARI

Marzo 2017

Interporto - Quadrante Europa/Quadrante Servizi - Verona

Situazione
esistente



Realizzazione
con 8 cm di asfalto
con ANTIPUMPING
e area di confronto
senza ANTIPUMPING

Area eseguita senza AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING



Area eseguita con AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING



Sopralluogo
Ottobre 2017

Area eseguita senza AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING



Senza ANTIPUMPING

Area eseguita con AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING



Con ANTIPUMPING

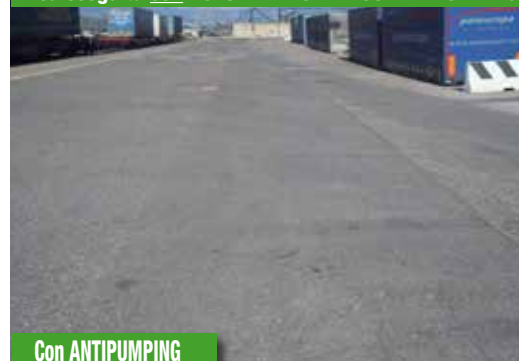
Sopralluogo
Dicembre 2020

Area eseguita senza AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING



Senza ANTIPUMPING

Area eseguita con AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING



Con ANTIPUMPING

VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO GIÀ REALIZZATE

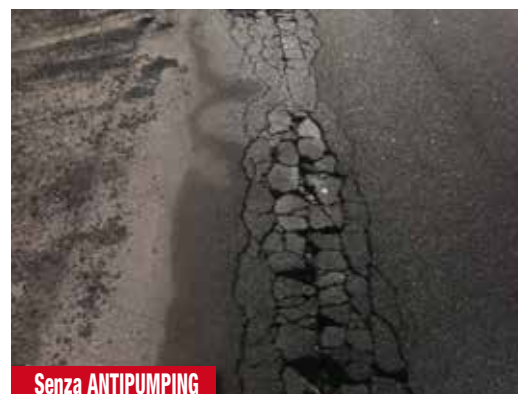
SCAVI

Aprile 2014

POSA DI SOTTOSERVIZI - Provincia di Varese

2012

Situazione esistente
6 mesi dopo
i lavori di posa di
sottoservizi



Giugno 2013

Lavori di ripristino
senza ANTIPUMPING

Fresatura di 7 cm d'asfalto
e ripristino con
4 cm di binder e 3 cm d'usura



**Sopralluogo
febbraio 2014**



Aprile 2014

Lavori di ripristino
con ANTIPUMPING

Fresatura di 7 cm d'asfalto
e ripristino con
4 cm di binder + 3 cm d'usura
e AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING



Sopralluogo febbraio 2018

Dopo il 1° ripristino senza A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da giugno 2013 a febbraio 2014 - 7 mesi



Senza ANTIPUMPING

Dopo il ripristino con A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da aprile 2014 a febbraio 2018 - 4 anni circa



Con ANTIPUMPING

Dopo il 1° ripristino senza A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da giugno 2013 a febbraio 2014 - 7 mesi



Senza ANTIPUMPING

Dopo il ripristino con A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da aprile 2014 a febbraio 2018 - 4 anni circa



Con ANTIPUMPING

Dopo il 1° ripristino senza A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da giugno 2013 a febbraio 2014 - 7 mesi



Senza ANTIPUMPING

Dopo il ripristino con A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da aprile 2014 a febbraio 2018 - 4 anni circa



Con ANTIPUMPING

Dopo il 1° ripristino senza A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da giugno 2013 a febbraio 2014 - 7 mesi



Senza ANTIPUMPING

Dopo il ripristino con A. A. ANTIPUMPING HE/TVP
da aprile 2014 a febbraio 2018 - 4 anni circa



Con ANTIPUMPING

VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO GIÀ REALIZZATE

PIAZZALI E PORTI



AEROPORTI



VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO GIÀ REALIZZATE

AUTOSTRADA - SUPERSTRADA



VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO GIÀ REALIZZATE

TRAMVIE - FERROVIE - INTERPORTI

Luglio 2015

Tramvia (Comune di Milano)

Situazione
esistente



Luglio 2015

Lavori di ripristino



**Sopralluogo
Dicembre 2019**



Con ANTIPUMPING



Con ANTIPUMPING

VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO GIÀ REALIZZATE

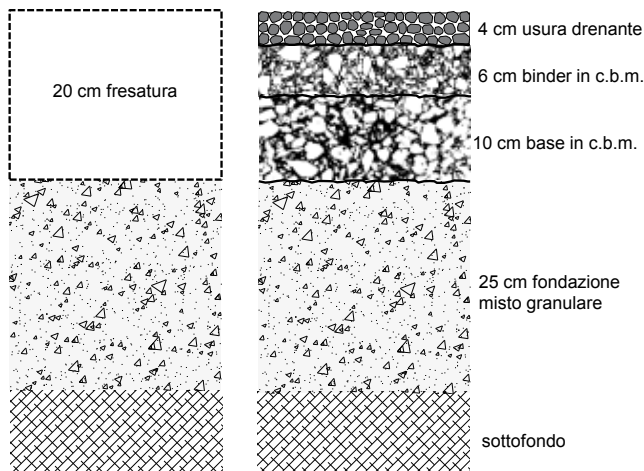
ORMAIAMENTI



POTENZIALI APPLICAZIONI PRATICHE

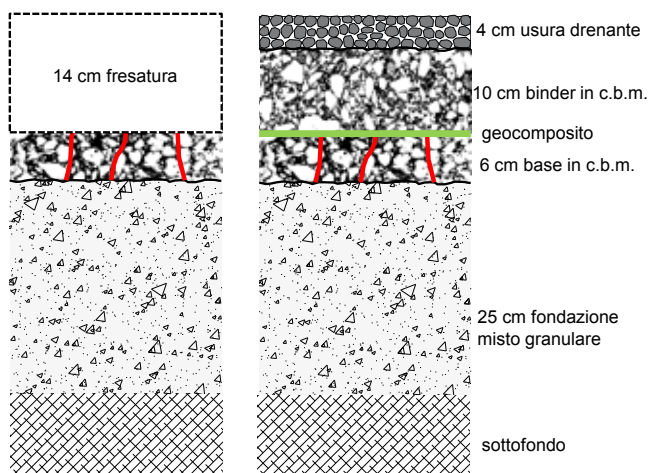
Tipologia "Serenissima" A31 diramazione da A4

Stato Modificato 2N



Durata Soluzione 2N =
11 milioni di assi standard da 8,2 t

Stato Modificato 2R



Durata Soluzione 2R =
12 milioni di assi standard da 8,2 t

Riepilogo

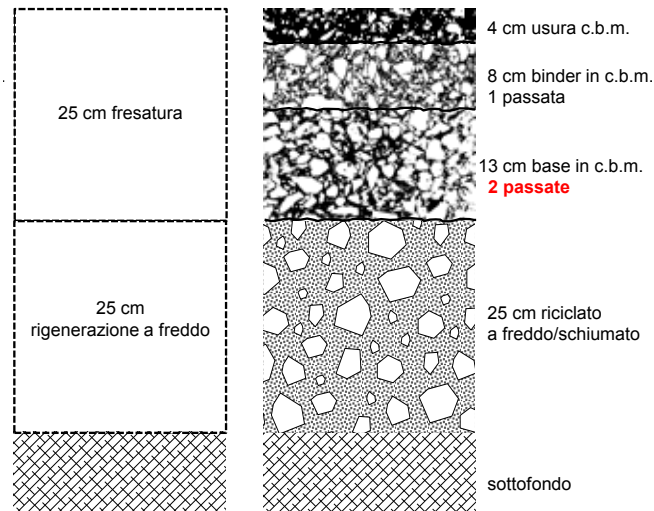
2R → 12 milioni ESAL da 8,2 t = 2,3 milioni ESAL da 12 t

6 cm in meno (su 20) di fresatura e conglomerato bituminoso modificato

Incremento del 9% della Vita Utile
 + beneficio derivante dall'effetto impermeabilizzante antipumping
 + benefici ambientali

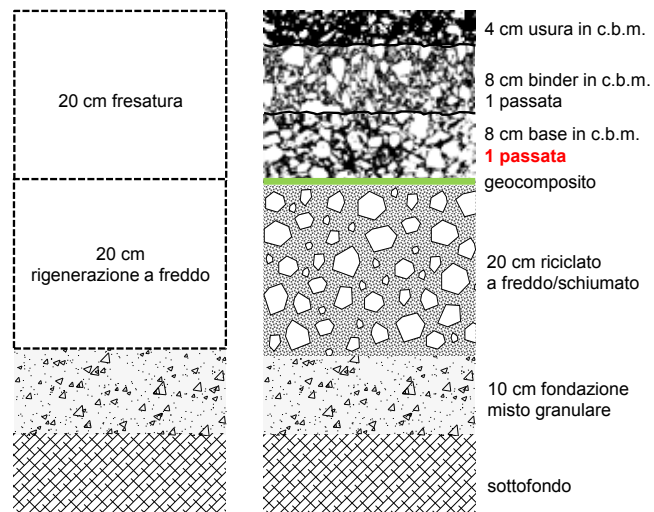
Tipologia "Transpolesana (SS 434)"

Stato Modificato 3N



Durata Soluzione 3N =
140 milioni di assi standard da 8,2 t

Stato Modificato 3R



Durata Soluzione 3R =
140 milioni di assi standard da 8,2 t

Riepilogo

3R → 150 milioni ESAL da 8,2 t = 28 milioni ESAL da 12 t

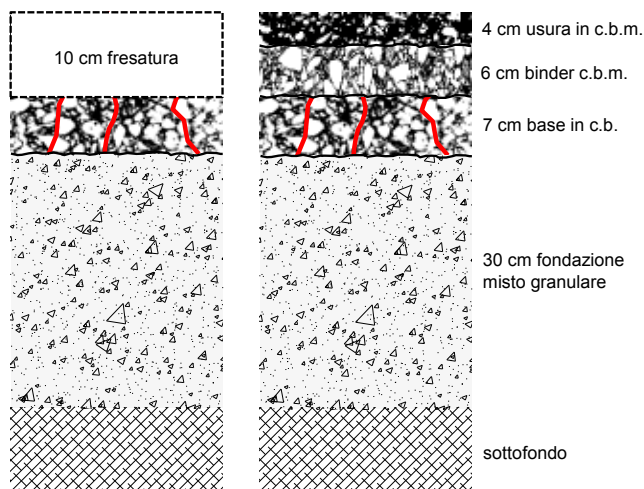
5 cm in meno (su 25) di fresatura e conglomerato bituminoso modificato
5 cm in meno (su 25) di riciclato a freddo schiumato
 Maggior **rapidità di intervento** (ridotto n. di passate per compattare)

A parità di Vita Utile
 + beneficio derivante dall'effetto impermeabilizzante antipumping
 + benefici ambientali

INTERVENTI GIÀ ESEGUITI

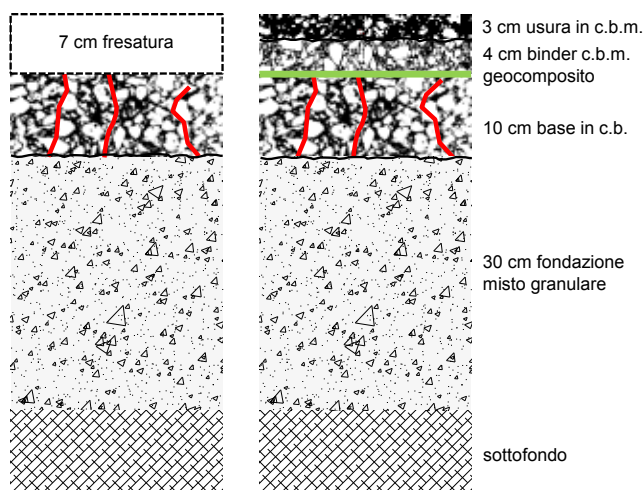
Tipologia di progetto ANAS tipo RA 11

Stato Modificato 6N



**Durata Soluzione 6N =
1,4 milioni di assi standard da 8,2 t**

Stato Modificato 6R



**Durata Soluzione 6R =
3,3 milioni di assi standard da 8,2 t**

Riepilogo

6R → 3,3 milioni ESAL da 8,2 t = 0,6 milioni ESAL da 12 t

**3 cm in meno (su 10) di fresatura e
conglomerato bituminoso modificato**

Incremento del 130% della Vita Utile
+ beneficio derivante dall'effetto impermeabilizzante antipumping
+ benefici ambientali

RICOPERTURE DI VECCHIE PAVIMENTAZIONI

ANAS (sempre allegato C - rif. 5.4.1) nel caso di ricoperture di pavimentazioni esistenti riporta quanto segue.

Nel caso si operi con semplici ricoperture di 5 cm (per carenze di budget) occorre tenere presente che le durate sarebbero di molto inferiori come riportato nella tabella a lato.

Si evince quindi che spesso è preferibile operare con soluzioni di maggior durata rispetto a quelle dettate dalle carenze budgetarie, perché interventi di durata troppo bassa darebbero luogo a tratti stradali sempre in cattive condizioni per eliminare le quali si dovrebbero ripetere più volte gli interventi minimi di cui si parla.

È preferibile quindi operare con soluzioni più durature riducendo eventualmente i tratti su cui si interviene e trattando gli altri con sistemi RSS.

AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP nelle ricoperture delle pavimentazioni esistenti

Le soluzioni tecniche previste di seguito con l'inserimento di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** intendono incrementare le durate ipotizzate con i semplici interventi di ricopertura.

Durate dei rafforzamenti con copertura 5 cm

	Fessurazioni pesanti			Fessurazioni leggere		
TGM	5.500	3.000	1.500	5.500	3.000	1.500
anni	<1	<1	1	<1	1.5	3

• TRAFFICO LEGGERO/MEDIO

Nel caso di traffico leggero/medio su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con **fessure leggere**, nell'ipotesi che lo spessore dello strato di conglomerato esistente sia di **almeno 4 cm**, la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:

- Pavimentazione esistente
- Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
- Stesura di uno strato di usura di spessore pari ad almeno 4 cm

Nel caso di traffico leggero/medio su pavimentazione priva di cedimenti strutturali e con **fessure pesanti**, nell'ipotesi che lo spessore dello strato di conglomerato esistente sia di **almeno 4 cm**, la soluzione minimale ipotizzabile è la seguente:

INTERVENTI DI MODESTE DIMENSIONI

- Pavimentazione esistente
- Sigillatura a caldo delle fessure pesanti con mastice bituminoso elastomerico **ROADBOND HE** o a freddo con **ROADBOND PUR**
- Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
- Stesura di uno strato di usura di almeno 4 cm di spessore

INTERVENTI DI GRANDI DIMENSIONI

Nel caso succitato la sigillatura con mastice bituminoso diventa troppo onerosa sia in termini di costi sia in termini di tempo e in tal caso l'alternativa è la seguente.

- Pavimentazione esistente
- Strato di risagomatura ($D_{max} = 10$ mm) in conglomerato bituminoso di spessore pari ad almeno 2 cm
- Posa di **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP**
- Stesura di uno strato di usura di almeno 4 cm di spessore

LA PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI POSA

AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING va sempre posato su di uno strato di conglomerato sufficientemente stabile di almeno 4 cm di spessore come indicato nei precedenti capitoli. Molte pavimentazioni specie di strade comunali dopo fresatura non presentano lo spessore richiesto per cui è preferibile, se le quote lo consentono, evitare la fresatura e provvedere ad una ricopertura della pavimentazione esistente dopo aver provveduto a risanare le buche e gli avvallamenti profondi. Le soluzioni minimali sono quelle previste nel capitolo riguardante le Ricoperture delle pavimentazioni esistenti.

La preparazione della superficie di posa

- Il primer (se necessario)
- La sigillatura delle fessure (se necessario)
- Le superfici fresate
- Buche e dislivelli
- La rullatura del geocomposito
- La stesa e la compattazione del conglomerato bituminoso

La funzione del primer

I primer accessori di posa del geocomposito sono **ECOVER ANTIPUMPING** e **INDEVER PRIMER E**, il primo è costituito da una emulsione bituminosa modificata con elastomeri mentre il secondo da una soluzione bituminosa in solvente modificata con elastomeri. In condizioni ambientali favorevoli, forte insolazione e temperatura superiore a 25°C, il tempo di asciugatura minimo per **INDEVER PRIMER E** è di 30', mentre il tempo di asciugatura di

ECOVER ANTIPUMPING è di 3 h. Il consumo per entrambi è di 250 g/m² ca. Su superfici in conglomerato bituminoso fresco e sui conglomerati riciclati a freddo il primer non va usato mentre sulle pavimentazioni esistenti se non sono troppo vecchie il primer, dopo una attenta pulizia, può essere evitato altrimenti in caso di dubbio è preferibile utilizzarlo.

Le superfici cementizie o in misto cementato vanno sempre trattate con primer.

Le superfici cementizie devono essere esenti da agenti antieaporanti (curing agents) e maturate da almeno 3 settimane.

Nel caso delle superfici fresate dove l'adesione è più problematica e dipende sia dal profilo della fresatura sia dall'accuratezza delle operazioni di pulizia si dovrà porre maggior attenzione alle condizioni ambientali in cui si opera.

Le prove di laboratorio, sia su provini prelevati in campo sia costruiti in laboratorio, condotte su **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** hanno dimostrato che lo Shear Rate di due strati di conglomerato separati da Autotene con e senza primer in emulsione, dopo un tempo di asciugatura di 3 h, sono simili, lo stesso se il conglomerato sottostante è fresato, anzi, se non si usano i primer specifici prescritti da **INDEX SpA** ma altri primer, si corre il rischio di non ottenere i valori di Shear Rate previsti. Come indicato nelle raccomandazioni di posa **AIA**, l'impiego del primer serve per incrementare l'adesione della "strip membrane" in "marginal conditions", cioè quando le condizioni ambientali non sono favorevoli e tendono a ridurre le proprietà adesive del geocomposito.

Tipico è il caso di posa in stagione fredda e/o umida, e si dovrà inoltre porre attenzione al

fatto che con il freddo il primer non potrà essere **ECOVER ANTIPUMPING** che essendo una emulsione all'acqua non asciuga nei tempi di posa previsti nei cantieri e si dovrà passare al tipo al solvente **INDEVER PRIMER E**.

Un'alternativa potrebbe essere quella di provvedere ad una risagomatura di 2 cm sulla quale non serve il primer ed inoltre ha anche la funzione di sigillare le crepe più grosse del vecchio pavimento.

La sigillatura delle fessure

Le superfici delle vecchie pavimentazioni sono spesso attraversate da fessure più o meno larghe e profonde.

Conforme a quanto prescritto dall'AIA:

"Cracks between 1/4" and 1/2" (0,6-1,27 cm) shall be filled with hot pour rubberized crack filler or other approved crack filler as specified by the Engineer. Wider cracks are to be repaired with a fine hot mix asphalt."

Le fessure fra 0,6÷1,3 cm vanno sigillate con la sigillatrice a caldo con sigillanti in bitume elastomero o altri sigillanti approvati dalla Direzione Lavori. Le crepe più larghe vanno riparate con un asfalto caldo fine (probabile si intenda fare una risagomatura fine di 2 cm).

Con la membrana **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING** vanno sigillate le fessure più larghe di 5 mm.

Opere di sigillatura a caldo in strade statunitensi prima della posa di un "Interlayer"



Nelle immagini seguenti si possono osservare le opere di sigillatura delle fessure in una strada di montagna in Svizzera prima della posa del geocomposito **AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING**.

Opere di sigillatura delle fessure in strada di montagna in Svizzera



Le fessure della pavimentazione dopo fresatura vengono sigillate e poi si procede con la posa del geocomposito e alla stesura dello strato di usura.



Le opere di sigillatura sono compatibili per lavori di rappezzatura di piccole dimensioni ma per lavori di grandi dimensioni, se le fessure sono larghe più di 5 mm e talmente diffuse su tutta la superficie da rendere improponibile una sigillatura, è più conveniente procedere con una risagomatura di 2 cm di spessore con conglomerato fine.

Le superfici fresate

La posa su superfici fresate è sempre critica perché spesso vengono adoperate delle frese che lasciano una superficie troppo rugosa ed il geocomposito si incolla solo sui rilievi e non nelle gole determinando una resistenza agli sforzi di taglio (shear) inferiore a quelli teorici studiati in laboratorio.

Come raccomanda il "Volume V" dei QUADERNI TECNICI dell'ANAS, si deve prestare molta attenzione alle attività di fresatura, controllando la profondità degli intagli lasciati dalla fresa. Come specificatamente prescritto dal Capitolato Anas, la profondità del solco (differenza tra cresta e gola) non deve superare i 5 mm, **altrimenti è onere dell'impresa provvedere alla sistemazione del piano di posa** (Demolizione delle pavimentazioni: "... La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera. Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0,5 cm ...").

Le prove di laboratorio ed i prelievi condotti sul campo hanno dimostrato che l'impiego del primer sulle superfici fresate non è strettamente necessario ma spesso si opera su superfici che non sono ben spazzolate o in condizioni ambientali non favorevoli.

La spazzolatura delle parti fresate va fatta in assenza di acqua.

Come si vede dalle foto di seguito, spesso si usano quantità di acqua eccessive che inibiscono l'adesione del geocomposito.



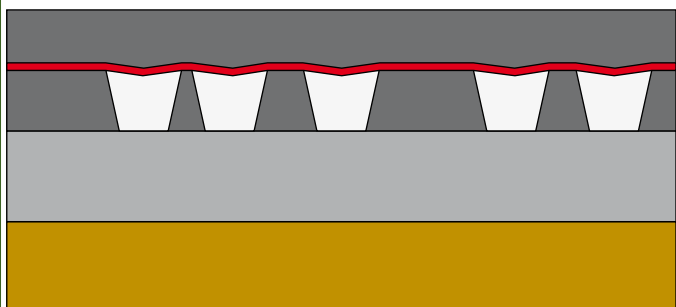
Per quanto riguarda il profilo della fresatura l'AIA raccomanda:

“Where grooves in milled pavements result in vertical surfaces, a levelling course will be required. When paving over a shoulder or other sharp edge, the surface should be ground down or a levelling course of asphalt mix used to smooth it out.”

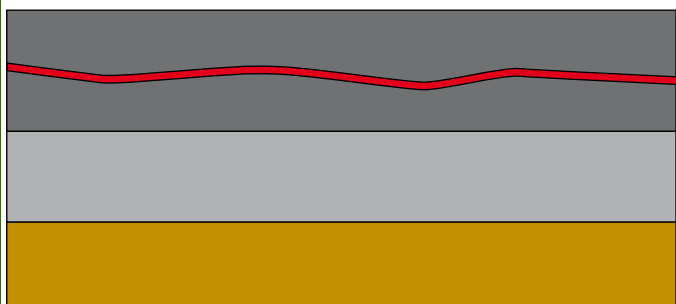
Sarà necessario uno strato di regolarizzazione/livellamento là dove si presentano, nelle superfici verticali, scanalature/solchi nelle pavimentazioni fresate. Quando si pavimenta sul margine della strada oppure su altro bordo spigoloso (spigolo vivo), la superficie dovrebbe essere levigata oppure dovrebbe essere usato uno strato di livellamento di conglomerato bituminoso per regolarizzarla

Se la geometria della fresatura è troppo profonda, con profilo non arrotondato ma a spigolo vivo, è necessario arrotondarla oppure si dovrà provvedere a stendere uno strato fine di risagomatura di 2 cm.

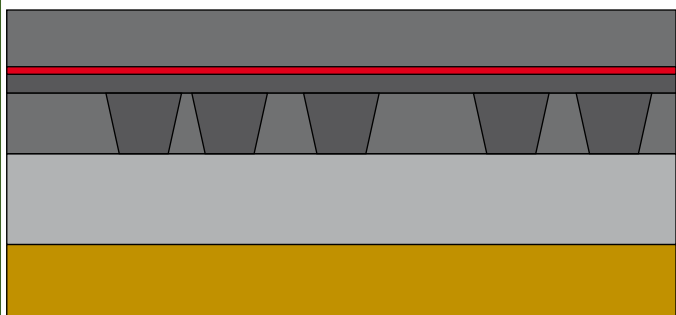
Fresatura troppo profonda e a spigolo vivo, la geomembrana non si adatta nelle gole e l'acqua ha modo di diffondere sotto la membrana



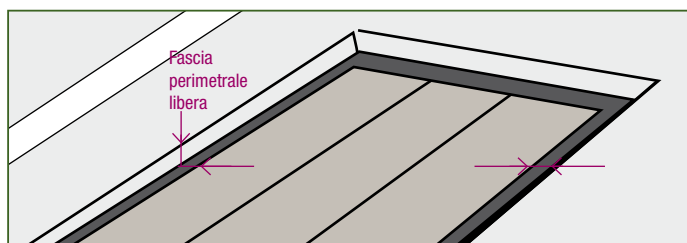
Fresatura arrotondata sulla quale la geomembrana si adatta meglio



La risagomatura consente di eliminare i vuoti e la membrana si incolla in totale aderenza sulla superficie di posa



La zona da fresare dovrà risultare corrispondente alla superficie che verrà coperta dalla membrana tenendo conto dei sormonti e di una fascia perimetrale libera di 5 cm che non verrà coperta ma trattata con primer bituminoso. La geomembrana perimetralmente per 5 cm ca. va tenuta staccata dalla zona fresata, in particolare nei punti dove lo spessore del conglomerato risulterà inferiore a 4 cm.



Buche e dislivelli

Le buche e le depressioni presenti sulla pavimentazione vanno riempite con conglomerato steso a caldo procedendo come illustrato di seguito. Le aree con forti dislivelli non vengono subito rivestite.



All'arrivo sul cantiere del conglomerato caldo per ristabilire la planarità si riempiono le buche, compattandole adeguatamente per evitare lo sfondamento della successiva pavimentazione, infine si completa il rivestimento delle zone che erano state lasciate indietro.



La rullatura del geocomposito

I prodotti autoadesivi (self adhesive, self stick adhesive) sono più correttamente definiti in inglese con il termine “Pressure Sensitive Adhesive” spesso abbreviato in PSA. Si chiamano così perché si incollano quando sono **pressati** sulla superficie su cui devono aderire ed il **grado di adesione dipende dalla pressione esercitata per applicare l'adesivo sulla superficie**.

Altri importanti fattori che influenzano l'adesione sono: il grado di lisciatura della superficie, la pulizia della superficie, la natura della superficie (energia superficiale), ecc.

Per i motivi succitati, a maggior ragione quando si posa in condizioni ambientali sfavorevoli o su superfici irregolari come quelle fresate, è necessario stabilizzare i fogli stesi con una rullatura per evitare che si muovano sotto le ruote della finitrice o dei mezzi di cantiere e si formino delle pieghe.



La rullatura va eseguita preferibilmente con un mezzo gommato che distende meglio la membrana sul piano di posa curando con attenzione il sormonto dei teli.



La stesa e la compattazione del conglomerato bituminoso

La stesa del conglomerato bituminoso deve avvenire ad una temperatura non inferiore a 140°C, preferibilmente superiore a 150°C, la compattazione dovrà essere realizzata a regola d'arte per raggiungere il corretto addensamento del conglomerato e confermare ulteriormente l'adesione del geocomposito.

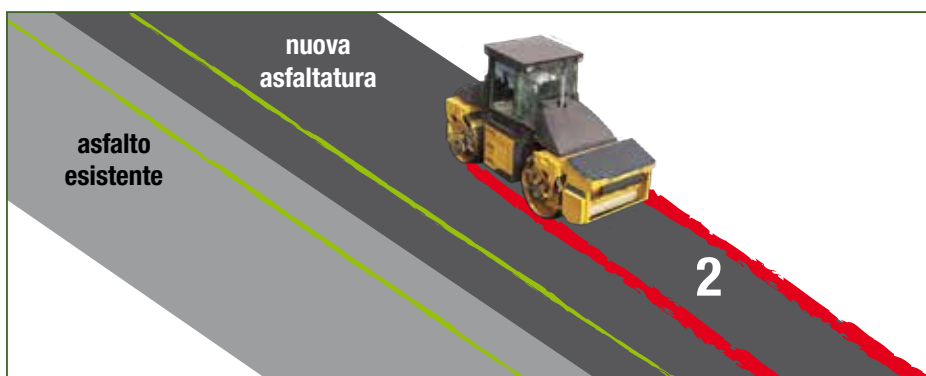
Al momento della compattazione la temperatura della miscela deve essere di circa 135°C con il bitume tal quale e di almeno 145°C con il bitume modificato.

La compattazione scorrettamente eseguita per risparmiare sul conglomerato ha come conseguenza non solo l'ammaloramento precoce dello stesso ma anche una adesione insufficiente del geocomposito.



1° passaggio.

Compattare a cavallo tra la corsia con nuova asphaltatura e la corsia già esistente



2° passaggio.

Compattare la zona vicino al bordo esterno.

3° passaggio.

Compattare la superficie centrale.



Raccomandazioni anas sulla compattazione del "Volume V" dei Quaderni Tecnici

ASPETTI PARTICOLARI NELL'ESECUZIONE DELLA COMPATTAZIONE

In caso di scarsa pre-compattazione da parte della vibrofinitrice, è buona norma effettuare la prima passata staticamente (per evitare lo spostamento del materiale). Come già precedentemente introdotto, l'ampiezza e la frequenza vanno scelte invece in base al tipo di conglomerato e allo spessore di posa. Si riportano di seguito una serie di utili raccomandazioni da verificare durante la compattazione:

- compattare i manti d'usura a bassa ampiezza ed alta frequenza;
- compattare strati di spessore pari o superiore a 8 cm inizialmente ad alta ampiezza e poi a bassa ampiezza;
- in caso di pendenze, compattare per vibrazione solo in salita e staticamente in discesa;
- in caso di pendenze e di utilizzo di rulli combinati, posizionare sempre le ruote a valle, per ottenere una trazione migliore;
- a temperature del conglomerato inferiori a 100 °C, compattare solamente in modo statico o per oscillazione, perché la compattazione a vibrazione presenta il pericolo di frantumazione degli aggregati o rottura dello scheletro minerale (fessure) e la distruzione del legame tra strati;
- controllare il corretto rapporto tra spessore di stesa e granulometria del conglomerato bituminoso. Se tale rapporto non viene rispettato può verificarsi una frantumazione dei granuli, riconoscibile dall'affioramento in superficie del colore degli aggregati del conglomerato (rapidamente identificabile in quanto tutti gli aggregati sono normalmente rivestiti di bitume nero). Lo spessore di stesa deve essere pari almeno al triplo della dimensione massima degli aggregati costituenti il conglomerato bituminoso.

FESSURE CAUSATE DAL RULLO

Le **fessure trasversali** create a causa della compattazione possono comparire nel conglomerato:

- quando il rullo spinge "un'onda" di materiale davanti a sé. Ciò avviene in caso di scarsa pre-compattazione da parte della vibrofinitrice e di un uso prematuro di rulli pesanti;
- quando la compattazione con il rullo è stata ritardata troppo, durante la posa di strati spessi, o se la superficie del conglomerato si raffredda troppo e troppo rapidamente a causa del vento o di eccessiva acqua spruzzata. In questo caso, la superficie si è raffreddata, ma la zona del nucleo è ancora calda. Il rullo distrugge questa "crosta" e compare la crepa.

Le **fessure longitudinali** create dalla compattazione possono comparire nel conglomerato a causa:

- degli sforzi di taglio della miscela, utilizzando rulli pesanti. In questo caso, la superficie si è raffreddata, ma la zona del nucleo è ancora calda. Il rullo distrugge questa "crosta" e compare la fessura. In particolare, questo effetto si presenta quando si inizia ad usare il rullo sul bordo più elevato in aree con pendenza trasversale. In questo caso non si può formare alcuna zona di appoggio su cui il rullo possa supportarsi;
- di difetti nel fondo stradale.

Le **fessure** sono elementi critici negli strati superficiali in quanto se non opportunamente sigillate vi possono penetrare acqua e sporcizia.

Se il conglomerato è sufficientemente caldo, queste fessure possono essere eventualmente sigillate mediante rulli gommati o combinati, grazie all'effetto d'impasto degli pneumatici.

A posteriori come previsto nel **Quaderno Tecnico n. 17 Volume V di ANAS**: "Qualora invece lo sgranamento avvenga localmente in corrispondenza del giunto longitudinale di stesa (per carenza di addensamento), si può sanare definitivamente il problema mediante sigillatura. Più dei nastri preformati, sono da preferire le tecniche che prevedono l'impiego di prodotti colabili a freddo all'interno delle fessure, previa un'accurata pulizia."

GIUNTI TRASVERSALI

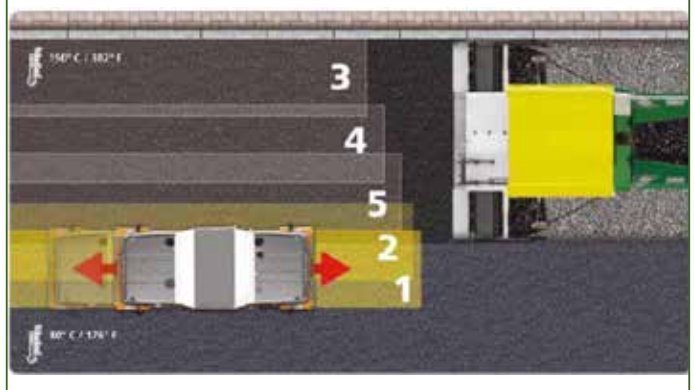
Per ripristinare al meglio la continuità longitudinale di lavorazioni eseguite in momenti differenti minimizzando la percezione del giunto trasversale, occorre adottare alcune precauzioni come nel seguito riportato. Disporre la compattazione dei giunti trasversali dal lato freddo con sovrapposizione di circa 10-20 cm del conglomerato caldo.

Non far passare sopra i giunti trasversali il rullo in direzione longitudinale o diagonale (solo in casi eccezionali, se reso necessario dalle condizioni del cantiere) poiché si formerebbe un'onda che non potrebbe essere più spianata. In seguito, evitare di far ripassare il rullo sul giunto.

GIUNTI LONGITUDINALI

Analogamente a quanto indicato per i giunti trasversali, occorre prestare particolare attenzione anche all'esecuzione dei giunti longitudinali creati tra passate parallele della vibrofinitrice. Durante la posa "caldo-su-freddo": far iniziare a compattare il giunto longitudinale dal lato freddo con sovrapposizione di circa 10-20 cm del conglomerato caldo. Compattare solo staticamente per non danneggiare il conglomerato freddo. Iniziare la compattazione della superficie restante sul lato più lontano dal giunto.

Passaggi del rullo per una corretta esecuzione dei giunti longitudinali



In caso di giunto longitudinale durante la posa "caldo-su-caldo": lasciare il giunto centrale (circa 15 cm) come si trova e compattarlo solo al termine.

Modalità di compattazione in funzione dello strato di conglomerato

	Base	Binder	Usura	Drenante	Microtappeti
Rullo	Rulli pesanti	Rulli medi	Rulli medi	Rulli leggeri e medi	Rulli medi
Ampiezza	Iniziare con ampiezza elevata	Ampiezza elevata	Bassa ampiezza	Bassa ampiezza	Nessuna
Passate	n. da medio a elevato di passate	n. medio di passate	n. medio di passate	n. medio-basso di passate	Basso n. di passate
Compattazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Statica o vibrazione	Solo per oscillazione o statica
Aspetti particolari	In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Materiale sensibile allo spostamento. Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente nelle prime due passate.	Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Evitare temperature eccessive, per evitare il trascinamento del bitume verso l'alto. Solo un basso numero di passate con vibrazione.	Usando la vibrazione, si formerebbero ondulazioni. Oscillazione in una sola direzione (verso la vibrofinitrice).

Durante la compattazione di strade con pendenza trasversale o curve, iniziare sempre sul lato più basso. Ciò crea un appoggio sul quale il rullo può supportarsi.

Nella passata finale, compattare staticamente dall'alto verso il basso per spianare ogni strisciata ancora presente nel conglomerato.

GIUNTI DI ADESIONE

I giunti di adesione sono le superfici di contatto che si formano durante la stesa in più strisciate parallele (giunzione longitudinale) o, in caso di interruzioni nella lavorazione di tratti continui, nella direzione ortogonale a quella di lavoro della vibrofinitrice (giunti trasversali o di ripresa).

Possono formarsi negli interventi di stesa con finitrici operanti in parallelo (stesa "caldo su caldo") o negli interventi di stesa che interessano solo il rifacimento di una semicarreggiata (stesa "caldo su freddo").

In tutti i casi essi rappresentano un punto di particolare attenzione in quanto deve essere garantito un collegamento durevole tra le due superfici per evitare che le acque superficiali penetrino nella pavimentazione. La realizzazione del giunto deve quindi rispettare specifici requisiti per assicurare il raggiungimento di un'adeguata superficie tra le due stese:

- superficie di contatto inclinata (70 - 80°);
- rugosità e porosità;
- assenza di polvere e di sporcizia;
- assenza di umidità e di sostanze che possono inibire l'adesione;
- rivestimento con legante sufficientemente denso (tramite spruzzatura di attivanti di

adesione o emulsione bituminosa). Inoltre, i giunti longitudinali nei vari strati della pavimentazione andrebbero sempre realizzati in modo che risultino sfalsati tra uno strato e l'altro e con facce di contatto oblique (vedi Figura).

Stesa "caldo su freddo"

Quando il conglomerato viene posato "caldo su freddo" significa che il conglomerato bituminoso caldo viene posto in opera accanto a un esistente strato di conglomerato bituminoso freddo. In tal caso la superficie di contatto deve essere preparata in modo adeguato: i bordi dello strato di conglomerato bituminoso freddo vanno rettificati e puliti per ottenere un'adesione ottimale tra i due strati. Il raggiungimento di una buona adesione sarà favorito da una superficie di contatto ruvida ricoperta di uno strato di legante sufficientemente spesso.

Durante la stesa della prima strisciata si deve conformare quindi correttamente la faccia del giunto (area di contatto). La faccia di contatto deve essere inclinata di 70 - 80° circa. In questo modo si ottiene una maggiore area di contatto rispetto a una faccia di contatto verticale.

La faccia obliqua può essere realizzata con un sagomatore di bordo montato sulla finitrice e/o con un rullo dotato di rulletto di pressione.

Occorre inoltre stendere la seconda strisciata con una leggera sovrapposizione (2 - 3 cm) e tenendo conto dello spessore di compattazione. Senza sovrapposizione o con una sovrapposizione limitata verrebbe a mancare del conglomerato in corrispondenza del giunto. Ne conseguirebbero una compattazione insufficiente e futuri ammaloramenti in corrispondenza della zona di passaggio tra le due strisciate.

Prima di iniziare la compattazione a mezzo di rulli, si raccomanda di spingere il conglomerato in eccesso nell'area della seconda strisciata. Inoltre, il tamburo di trazione deve essere rivolto verso la finitrice per prevenire che il materiale non rullato si accumuli davanti al tamburo. Come già precedentemente illustrato, ne conseguirebbero fessurazioni da compattazione trasversali alla carreggiata stradale. L'unica eccezione a questa regola si verifica quando si lavora su strade con

forte pendenza longitudinale.

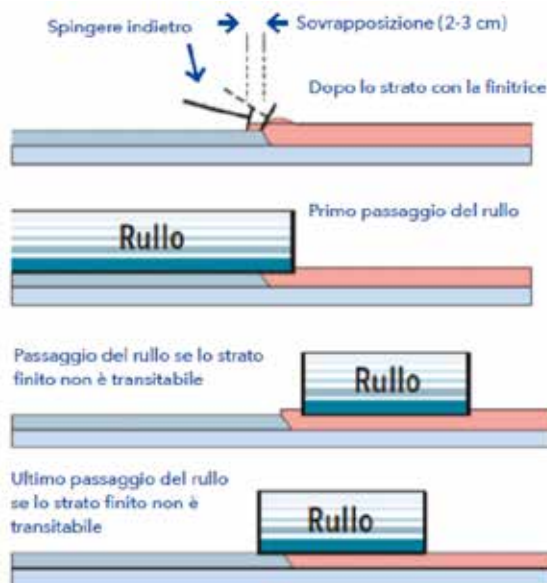
Modalità di realizzazione dei giunti longitudinali



Stesa "caldo su caldo"

Nella stesa "caldo su caldo" le finitrici operano di norma in parallelo, su due strisciate adiacenti, e la compattazione finale viene eseguita a tutta larghezza. L'impiego di due o più finitrici in parallelo è il migliore presupposto per un collegamento intimo dei giunti longitudinali. La distanza reciproca tra le varie finitrici deve essere la più piccola possibile, in modo che la faccia del giunto della prima strisciata sia ancora sufficientemente calda. I primi rulli che seguono ciascuna finitrice devono avere la stessa taglia. I rulli iniziano a cilindrare procedendo verso il giunto dall'esterno all'interno. La compattazione termina su ciascun lato a 15 cm circa dal giunto longitudinale. La zona del giunto viene compattata dai rulli come ultima strisciata. In questo modo la posa del conglomerato "caldo su caldo" produce giunti ottimali. Quando eseguita correttamente, si ottiene un collegamento intenso e compatto tra le varie strisciate poste in opera, garantendo una eccellente compenetrazione tra gli strati che aderiscono tra loro in modo affidabile ripristinando la continuità del manto stradale.

Fasi operative per la realizzazione di giunti "caldo su freddo"

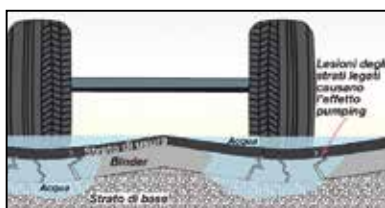


In linea di massima occorre anche prestare attenzione che i giunti longitudinali non si trovino in corrispondenza della futura segnaletica orizzontale o delle zone di passaggio dei pneumatici dei veicoli.

Il vostro asfalto è un mare di buche?

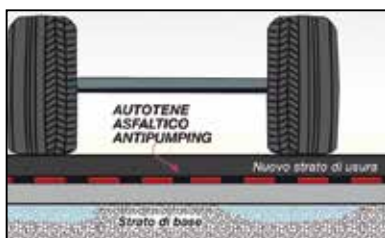


protegetelo con
**AUTOTENE
ASFALTICO
ANTIPUMPING
HE/TVP**



PROBLEMA: IL PUMPING

Con il tempo sulle pavimentazioni stradali si formano fessure e ormaie. Attraverso le fessure il traffico veicolare pompa in superficie l'acqua piovana (pumping) che trasporta le parti fini dello strato di base causando il progressivo cedimento della pavimentazione.



SOLUZIONE: AUTOTENE ASFALTICO ANTIPUMPING HE/TVP

La membrana autotermodadesiva elastomerica armata Index inserita tra binder e strato di usura rinforza ed impermeabilizza la pavimentazione e ne prolunga la durata perché:

- blocca la trasmissione delle fessurazioni
- aumenta la resistenza alla fatica
- riduce l'ormaiamento
- evita la formazione di buche e crepe
- annulla il fenomeno del "pumping"

Esportiamo in più di 100 paesi al mondo



CHI SIAMO

Ricerca, Innovazione e Formazione sono le basi su cui si è concentrato l'impegno della INDEX fin dall'inizio della sua attività.

Fondata nel 1978, in breve tempo diventa una delle Aziende più importanti al mondo per la produzione di materiali impermeabilizzanti tecnologicamente avanzati destinati alla protezione di Edifici Residenziali, Commerciali, Industriali, Grandi Opere e Ingegneria Civile. Agli inizi degli anni '80, diversifica questa produzione introducendo nel mercato nuovi sistemi e prodotti come isolanti termici, isolanti acustici, deumidificanti e adesivi per piastrelle.

Nel maggio 2019, è entrata a far parte di Sika, azienda chimica specializzata con una posizione di leadership nello sviluppo e nella produzione di sistemi e prodotti per incollaggio, sigillatura, smorzamento, rinforzo e protezione nel settore dell'edilizia e dell'industria automobilistica.



Scansiona il Qr Code
per accedere a nostro sito
www.indexspa.it

INDEX Construction Systems and Products S.p.A.

Società del Gruppo Sika soggetta a direzione e coordinamento di SIKA AG (Svizzera)

via G. Rossini, 22
37060 Castel d'Azzano (VR) - Italy

Contatti
T. +39 45 8546201
Fax +39 045 518390
email index@index-spa.it

index

A SIKA COMPANY