

Ampliamenti

Prove tecniche di terza corsia

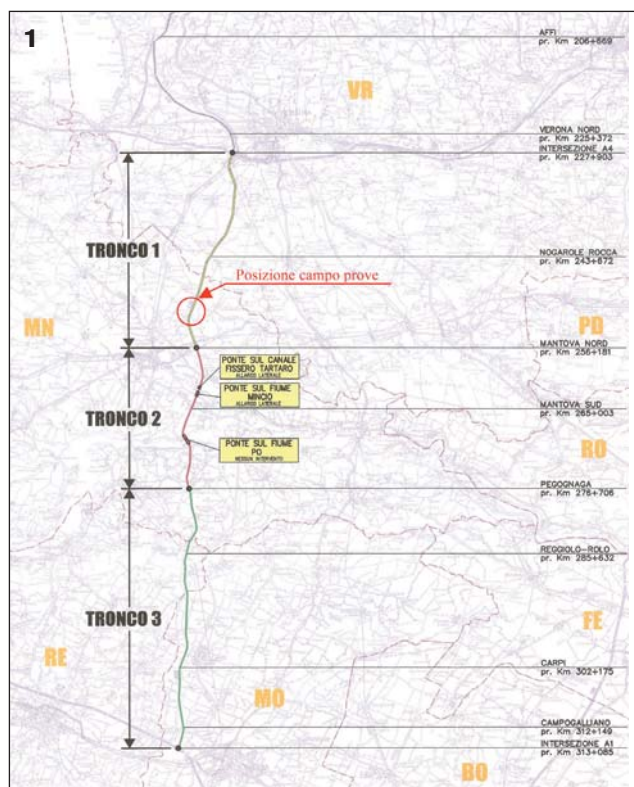
UNA SERIE DI INTERVENTI A ELEVATO VALORE TECNOLOGICO FINALIZZATI AD AUMENTARE GLI STANDARD DI SICUREZZA ED ECOSOSTENIBILITÀ DELL'ARTERIA. SONO QUELLI PREVISTI DAL PROGETTO DI AMPLIAMENTO A TRE CORSIE DELL'AUTOSTRADA A22 NEL TRATTO TRA VERONA NORD E MODENA (INTERSEZIONE CON L'A1) CHE RESTITUISCE IL DISEGNO DI UN'INFRASTRUTTURA PERALTRO GIÀ DA TEMPO DIVENTATA "LABORATORIO" DI INNOVATIVE TECNICHE STRADALI. TRA QUESTE, REGISTRAAMO L'UTILIZZO DI ADDITIVI POLIMERICI "NANOTECNOLOGICI" IN GRADO DI MIGLIORARE SENSIBILMENTE IL TERRENO CONSOLIDATO, NONCHÉ L'ATTIVITÀ DI RICICLAGGIO A CALDO IN SITO DELLE PAVIMENTAZIONI ATTRAVERSO UN SISTEMA CHE CONSENTE IL RECUPERO TOTALE DEI MATERIALI DI PARTENZA.

Carlo Costa
Direttore Tecnico
Autostrada del Brennero

Paolo Duiella
Presidente
Autostrada del Brennero

1. Tratto interessato ai lavori di ampliamento e ubicazione del campo prove

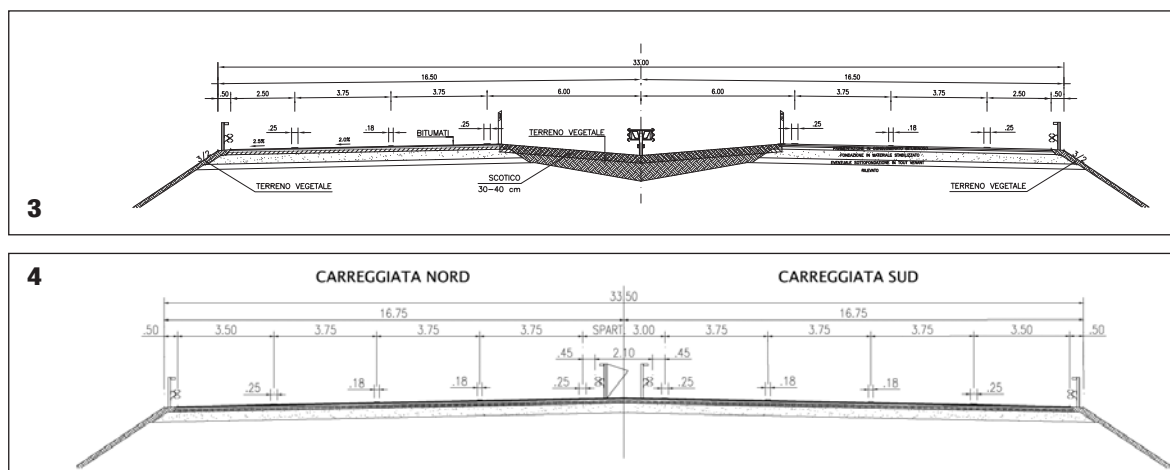
2. Campo prove per l'indagine sulle tecniche di consolidamento



Autostrade

3. Sezione esistente

4. La sezione una volta ampliata

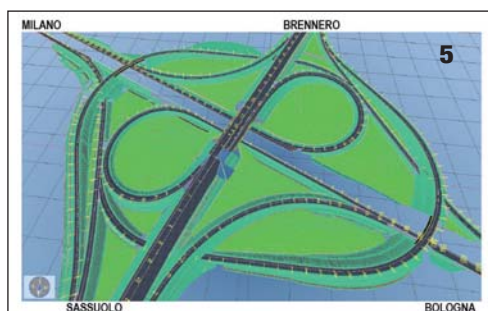


Un progetto sostenuto dalle più avanzate tecniche di ingegneria. È quello della terza corsia dell'A22 che Autostrada del Brennero realizzerà nel tratto compreso tra Verona Nord e Modena, in totale circa 90 km di infrastruttura all'avanguardia (dal costo di progetto di circa 753 milioni di euro) contraddistinta da importanti dotazioni di sicurezza e sostenibilità ambientale. Il progetto definitivo della terza corsia è stato deliberato dal cda di Autostrada del Brennero nell'agosto 2009, attualmente è in corso la procedura per lo studio di impatto ambientale alla quale farà seguito l'avvio della conferenza dei servizi. L'inizio lavori, completato l'iter progettuale e approvativo, nonché espletate le procedure di gara, è previsto per il 2011. La tratta in

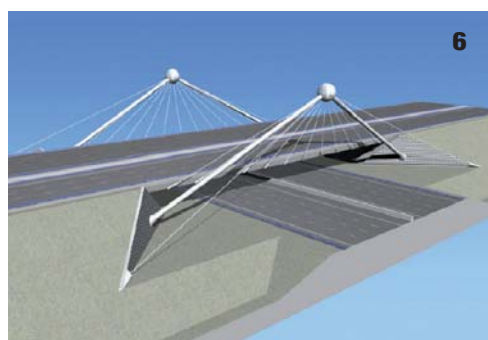
oggetto presenta attualmente una domanda di traffico nell'ordine di 44 mila veicoli teorici giornalieri, bidirezionali, con un'elevata percentuale di traffico pesante (pari al 30% circa). La nuova sezione, di larghezza complessiva pari a 33,50 m, sarà composta da 3 corsie di marcia da 3,75 m, 1 corsia di emergenza da 3,50 m, 1 franco psicotecnico in adiacenza allo spartitraffico di larghezza pari a 0,45 m per ogni senso di marcia, 1 spartitraffico centrale di 3 m. Il progetto prevede la sostituzione o il rifacimento integrale di 23 opere d'arte; l'adeguamento geometrico delle piste delle stazioni e delle aree di servizio; la realizzazione di una moderna rete di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di piattaforma; la realizzazione di 114 barriere fonoassorbenti e 202 piazzole di sosta; la posa di sicurvina in acciaio

idraulici (approfondiremo proprio questo specifico aspetto nel corso della trattazione). Tra gli interventi più significativi, possiamo citare il ridisegno dell'intersezione A22-A4 finalizzato ad assicurare fluidità allo snodo scagliero tra il Corridoio 1 e il Corridoio 5, quindi i viadotti (sul canale Fissero-Tartaro, sul fiume Mincio e, soprattutto, sul Po che, con i suoi 1.000 m di lunghezza costituisce l'opera più importante del segmento B, uno dei tre in cui è stata divisa l'opera). Infine, una menzione particolare va alla struttura antifunicolare a bipede sospeso firmata da Leonardo Fernandez Troyano: una campata unica di circa 85 m che scavalcherà le 8 corsie dell'A1 e le due piste di accumulo per l'immissione in A1 da Campogalliano in direzione Modena e da Sassuolo in direzione Milano. L'esecuzione dei lavori (stimata in 1.620 giorni) avverrà in due fasi, dapprima con intervento nello spartitraffico quindi sulle scarpate laterali. Il progetto definitivo è stato redatto dalla struttura tecnica di Autostrada del Brennero.

Tra i tanti possibili spunti di approfondimento, suggeriti dal progetto della terza corsia (sul tema si veda anche "Adeguamento della Verona-Modena", *leStrade* 11/2009, pag. 30), in questa sede abbiamo ritenuto di particolare interesse tecnico per il lettore soffermarci sull'aspetto delle pavimentazioni, dai sottofondi alla sovrastruttura, a partire da una cospicua serie di indagini e sperimentazioni effettuate proprio nell'ambito dell'attività specifica di preparazione all'avvio dei cantieri della terza corsia o comunque che hanno coinvolto il tratto dell'arteria autostradale che sarà interessato all'opera. Tra le tecniche oggetto dell'indagine e delle verifiche sul campo ne abbiamo individuate due particolarmente innovative anche per la loro capacità di ridurre costi e impatto ambientale, inserendosi così in una logica di piena sostenibilità. Si tratta della stabilizzazione con nanotecnologie e del riciclaggio a caldo in opera. Nei passaggi seguenti, tutti i dettagli del caso.



5. Schema della nuova intersezione A22-A1



6. Rendering progettuale scavalco Autosole

Corten (brevetto A22), di un cavidotto per fibre ottiche e di un impianto di segnalazione in caso di nebbia con guida luminosa collocata ai margini destro e sinistro di ciascuna carreggiata, nonché il consolidamento dei terreni mediante stabilizzazione binaria a mezzo di leganti

POLIMERI HIGH-TECH PER CONSOLIDARE

La prima tecnica ci riporta alla questione dei sottofondi stradali, primo "tassello" di una nuova pavimentazione che Autostrada del Brennero, ai fini di contenere al minimo gli espropri, realizzerà utilizzando la fascia occupata dallo spartitraffico centrale attualmente sistemato a verde, di larghezza pari a circa 11 m e in futuro ridotto a 3 m. Proprio in corrispondenza dello spartitraffico, è presente una zona a sezione triangolare rovesciata costituita da terre di cui - prima delle indagini eseguite da un *pool* di specialisti e dai tecnici dell'autostrada - non si conosceva né l'esatta natura né lo stato di addensamento. In seguito, le analisi hanno dimostrato che queste terre, in generale e in molti casi, sarebbero idonee all'impiego stradale. Tuttavia le loro caratteristiche meccaniche non sono risultate perfettamente compatibili con i requisiti di un rilevato a elevate prestazioni come quello che si vuole realizzare, ragione che ha orientato A22 a prevedere un intervento di consolidamento-stabilizzazione e a testare, in tale ambito, tecniche ampiamente consolidate e apprezzate come la stabilizzazione a calce e cemento, nonché soluzioni meno note ma di indubbio interesse tecnico come le nanotecnologie. Scendendo ulteriormente nel dettaglio, le tipologie individuate sono risultate: la stabilizzazione binaria con leganti idraulici (calce e cemento) a due strati sovrapposti e la stabilizzazione binaria con leganti idraulici (cemento) e polimeri idrosolubili (detti nanotecnologici). Per testare entrambe le soluzioni nel 2007 è stato realizzato un campo prove tra il km 250 e il km 251, in carreggiata Nord, tra le stazioni autostradali di Mantova Nord e Nogarole Rocca, in corrispondenza dello spartitraffico. I due interventi, sviluppati ciascuno per una lunghezza di circa 25 m, hanno riguardato uno spessore complessivo di circa 100 cm sono consistiti nel trattamento con il 3% di calce e il 3% di cemento (zona Nord) e nel trattamento con l'8% di cemento e l'1% di polimeri idrosolubili denominati "nanoterra SOIL" forniti da Resotec. In entrambi i casi i lavori sono stati eseguiti da CGS Consolidamenti. Le indicazioni sulle percentuali di calce e cemento della zona Nord sono state fornite dalla relazione "Consolidamento dei terreni compresi tra le attuali carreggiate" redatta dal professor Alberto Bucchi e dall'ingegner Luca Tomesani, mentre per le percentuali di cemento e polimeri della zona Sud sono state seguite le indicazioni di Resotec. L'attività di monitoraggio (prove di portanza statiche e dinamiche) è stata svolta dal laboratorio



8



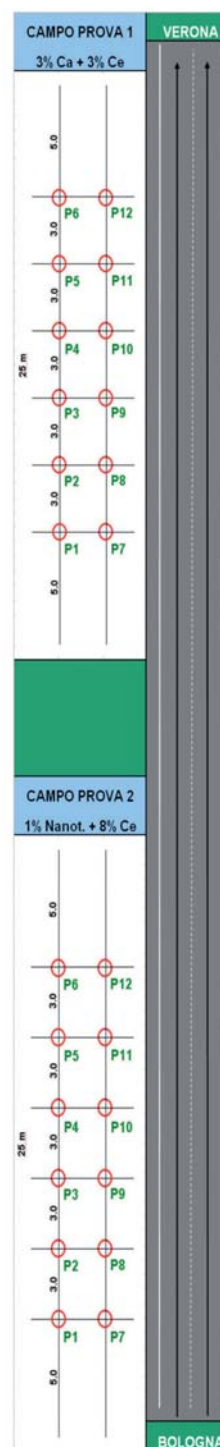
9

Distart dell'Università di Bologna con la collaborazione del laboratorio CGS (altri "attori" dell'operazione consolidamento: Vincenzetto, che ha eseguito l'indagine geognostica, e Road Engineering-Rodeco, che ha eseguito le indagini mediante HWD per il rilievo delle caratteristiche strutturali della pavimentazione). Dalla realizzazione del campo prove e dalle successive indagini di controllo della portanza ottenuta, è stato possibile determinare che alla quota di posa della pavimentazione i moduli sul materiale stabilizzato a cemento e polimeri sono risultati superiori a quelli del materiale stabilizzato a calce e cemento di quasi il 120% come evidenziato in tab.1. È stata condotta, inoltre, un'ana-

TAB. 1 I RISULTATI DELLE PROVE

	Piastra statica	LFWD kg10
Stabilizzazione con calce e cemento	120.4 MPa	67.4 MPa
Stabilizzazione con cemento e polimeri	263.7 MPa	120.2 MPa

Incrementi sulle prove statiche del 120%



7

7. Il campo prove: schematizzazione delle due differenti soluzioni

8. Mescolatore tipo "rooter"

9. Compattazione

La nanotecnologia che si è fatta strada

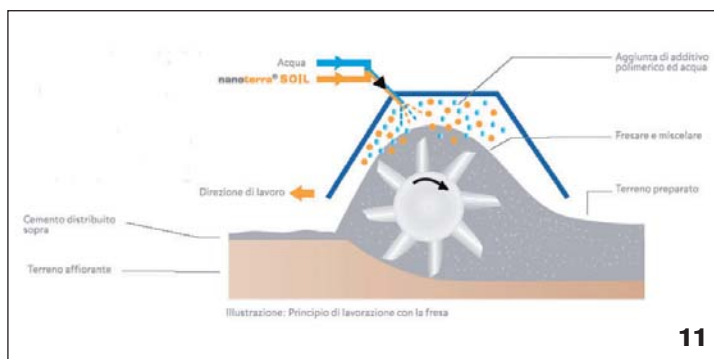
La nanotecnologia si occupa della produzione, sperimentazione e impiego di strutture di dimensioni estremamente ridotte. Il prefisso “nano”, di origine greca, indica appunto qualcosa di molto piccolo. Un nanometro (nm = un miliardesimo di metro) corrisponde a un milionesimo di millimetro, vale a dire a circa un decimillesimo dello spessore di un capello umano; ci troviamo quindi già nell’ultrapiccolo, nel mondo degli atomi e delle molecole. Sulla lunghezza di un nanometro si potrebbero allineare non più di 4-6 atomi uno accanto all’altro. I mattoni su cui si edifica questa tecnologia sono le particelle in scala nanometrica (nanoparticelle) o i polimeri (al di sotto dei 100 nm). Oggi la nanotecnologia è diventata d’uso - come insegna il caso di Resotec e delle sue nanoterre - anche nel campo dei materiali da costruzione che vengono innovati grazie a polimeri *high-tech*. Il prodotto a marchio registrato nanoterra Soil, per esempio, è proprio un additivo polimerico di nuova concezione, idrosolubile, ecologico e non tossico che concorre al miglioramento, consolidamento e stabilizzazione del terreno nella costruzione del corpo stradale come pure negli strati antigelo e in quelli portanti della sovrastruttura stradale. La miscelazione di leganti idraulici cosparsi precedentemente in collegamento con nanoterra Soil rende il terreno solido, capace di sostenere carichi, insensibile all’acqua e resistente al gelo.



10a



10b



12

10a. Strato consolidato con nanoterre e cemento

10b. Particolare della stratigrafia

11. Applicazione dei polimeri “nanotecnologici”

12. Punzonamento dinamico

lisi tenso-deformativa finalizzata a definire il dimensionamento della sovrastruttura stradale sia nel caso della stabilizzazione con calce e cemento sia in quello con cemento e polimeri. Nel primo caso si è ottenuta una sovrastruttura di spessore totale 66 cm, mentre nel secondo lo spessore è risultato di 46. In entrambi i casi è garantita una vita utile teorica superiore a 10 anni.

Passando quindi ad approfondire l’opzione nanotecnologica”, possiamo aggiungere che le nanoterre im-

piegate sono soluzioni basate su matrici polimeriche, ovvero macromolecole a basso impatto ambientale, idrosolubili e collegabili tra loro per mezzo di agenti di reticolazione che determinano la generazione di un nuovo composto polimerico detto “film”. Le nanoterre in generale determinano un miglioramento sensibile del consolidamento e della stabilizzazione del terreno nella costruzione del corpo stradale e negli strati portanti della sovrastruttura stradale. Tra i punti di forza rintracciabili nel loro impiego possiamo evidenziare: l’alto modulo di deformazione, la grande solidità e lunga durata, il limitato dispendio per la manutenzione, la circoscritta profondità di penetrazione dell’acqua, la grande resistenza al gelo, un ritiro di scarsa entità e l’assenza di essiccamento. Per quanto riguarda le modalità di applicazione, l’iter esecutivo prevede inizialmente la stesa del legante cementizio sul piano di lavoro con la tecnica “a secco”, quindi la spruzzatura del polimero in soluzione acquosa con un autocisterna o con un apposito ugello nel carter della fresa-miscelatrice che durante la fase di disgregazione della terra miscela e omogenizza il tutto. I vantaggi: risparmio delle spese di sostituzione del terreno, dei costi di trasporto e fornitura del materiale, delle opere in terra e smaltimento dei terreni, notevole riduzione dei costi e dei tempi di costruzione (20-30% circa), rapidità del procedimento di solidificazione che permette ai veicoli di transitare sull’area interessata già dopo 2-4 giorni. Oltre all’esperienza del campo prove funzionale alla realizzazione della terza corsia, infine, l’A22 annovera anche un’altra importante verifica eseguita in precedenza (2006) tra i km 1 e 6 (Sud più Nord) dell’autostrada. La conclusione di quella sperimentazione (miscelazione dello strato stradale con 25 kg di cemento/m² e 2 litri di additivo polimerico/m² in condizioni termiche tra i +2°C e i -12°C): nessun danno allo strato dopo un anno di percorrenza di veicoli pesanti e fino a 7mila mezzi pesanti per direzione e per giorno su entrambe le carreggiate, nonostante le basse temperature.

IL RICICLAGGIO DEL FUTURO

La seconda tecnologia che intendiamo mettere sotto i riflettori non è specificatamente connessa all’operazione terza corsia ma ben esemplifica l’approccio complessivo di Autostrada del Brennero, sempre più orientata a privilegiare soluzioni ad alta tecnologia ed eco-sostenibilità. La prima sperimentazione

del genere, tuttavia, è stata eseguita su un tratto che sarà interessato ai lavori della terza corsia, ancora una volta, dunque, opera di primo piano nell'attività di A22. Stiamo parlando, come anticipato, della tecnica di riciclaggio in sito a caldo della pavimentazione drenante attraverso il sistema brevettato Pavirec di Socotherm Infraviab (Gruppo Socotherm) che consiste nella rimozione del vecchio drenante con il fine di rigenerarlo tramite riscaldamento, quindi mescolarlo a materiali aggiuntivi direttamente sul terreno con un mescolatore verticale evitando accuratamente la rottura degli aggregati. Il sistema consente di riutilizzare al 100% il materiale esistente consentendo risparmi significativi in termini sia economici sia ambientali. Se si pensa che A22 stende annualmente circa 75mila ton di nuovo drenante, con l'utilizzo di questo sistema di riciclaggio a caldo la società potrebbe godere di un risparmio di circa 80-90% di nuovo conglomerato, corrispondente a circa 64mila ton di materiale all'anno. La sperimentazione si è svolta nel 2008, i lavori sono stati eseguiti dall'impresa Prati Angelo di Verona che in una settimana ha riciclato circa 1,7 km di asfalto nel tratto Affi-Mantova Nord dell'A22 (dal km 233+300 al km 231+700).

Numerosi i vantaggi individuati. Pavirec infatti consente di: risparmiare sull'impiego di nuovo inerte (solo il 10%, il 20% in casi particolari); ridurre del 75-80% l'apporto del nuovo bitume; eliminare i costi delegati all'asportazione, trasporto e smaltimento del vecchio materiale (in quanto riutilizzato al 100%); eliminare completamente gli scarti di fresatura; eseguire l'operazione in una fase operativa unica; ridurre i tempi di lavoro con buona capacità di produzione giornaliera (nel caso specifico sono stati prodotti 6.800 m² al giorno con tempi di installazione del cantiere di 6 ore e di rimozione di 4).

Inoltre, il bilancio energetico favorevole: rispetto al rifacimento tradizionale e per 4 cm di spessore della pavimentazione il sistema permette di ridurre le emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera di 2 kg per ogni metro quadrato riciclato, di 10 ton per ogni giornata di lavoro e di 1000 ton per ogni anno di lavoro di un impianto. Sono state 7, infine, le fasi



13

13. La tecnologia Pavirec all'opera



14

14. Particolare della stesa

15. Misure del treno di riciclaggio

del processo: riscaldamento della pavimentazione mediante preriscaldatori radianti (1); disaggregazione, una fresa rotante trasversale de-coesiona il conglomerato riscaldato (2); additivazione del legante e miscelazione (3); distribuzione del legante su tutta la larghezza da trattare (4); stesa tramite barra finitrice tradizionale (5); rullatura (6) e prove (7). Il conglomerato rigenerato, sottoposto così alle classiche prove meccaniche, dimostra una resistenza paragonabile a quella di un conglomerato nuovo, in particolare non evidenzia valori diversi di rigidità. ■■

15

