

A sostegno del terreno

Alla base dei rilevati ferroviari che stanno sorgendo in Provincia di Bologna per il raddoppio della linea ferroviaria Bologna-Verona, sono impiegati geosintetici per aumentare la portanza del terreno di natura limo-argillosa. Le Strade ha visitato il cantiere di Crevalcore, accompagnata dai Tecnici della Geosintex di Vicenza e dall'impresa Matarrese, coinvolte nei lavori.

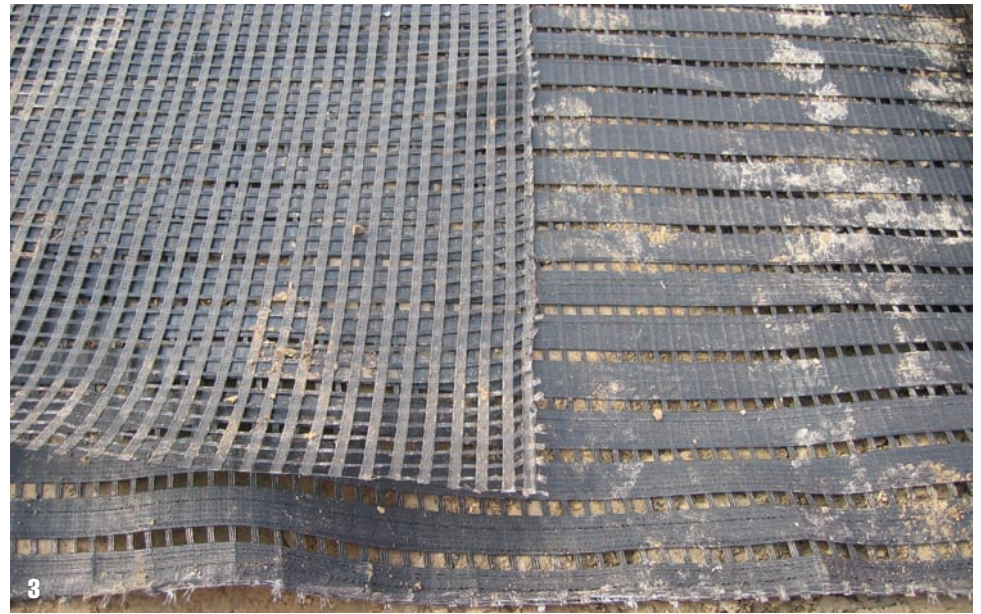


2

1



1. Sul piano di
posa del rilevato
ferroviario si
posa il
geocomposito
drenante
Interdrain
GMG725



Il raddoppio della storica linea ferroviaria che collega Bologna a Verona rientra nel piano di ammodernamento della rete ferroviaria italiana, strutturato sull'acquisizione di nuove correnti di traffico, al fine di razionalizzare e decongestionare la linee esistenti facenti capo al nodo ferroviario di Bologna.

Una delle imprese coinvolte nell'esecuzione del progetto è l'impresa Salvatore Matarrese di Bari, capogruppo dell'Ati che si è aggiudicata l'appalto bandito da Italferr (in nome e per conto di Rfi) per la realizzazione di un tratto della nuova linea ferroviaria e per l'adeguamento infrastrutturale connesso (sottopassi ferroviari, cavalcavia, raccordi stradali etc.).

Di competenza Matarrese è la linea che collega San Giovanni in Persiceto a Crevalcore, escludendo, al centro di tale lotto, l'area comprendente la stazione ferroviaria di Crevalcore e un tratto di 1,8 chilometri di viadotto ferroviario, questi ultimi facenti riferimento ad altri appalti.

Anche gli impianti di tecnologia (armamento, trazione elettrica, segnalamento ecc) sono di competenza altrui. Nella realizzazione di tutti i rilevati (sia ferroviari che stradali), la Matarrese ha scelto la Geosintex come fornitrice di geosintetici, qui utiliz-

zati con funzione strutturale e drenante.

In questa zona, come tutto il resto della pianura padana, il suolo di natura limo-argilloso ha il problema di scarsa portanza: il carico dovuto al nuovo rilevato ferroviario determinerebbe nel tempo importanti cedimenti del terreno su cui esso poggia.

Il geosintetico di rinforzo, steso tra il corpo del rilevato e il piano campagna, ha la funzione di ovviare al problema, reso ancora più critico nei dintorni di Crevalcore a causa della falda acquifera, che si trova a meno di due metri circa dal piano campagna.

Giovanni Zagaria, geometra dell'impresa Matarrese, ha accompagnato Le Strade durante la visita in cantiere insieme a Paola Zanetti e Francesca Maggio, rispettivamente responsabili commerciale e tecnico di Geosintex.

All'impresa Matarrese Geosintex ha fornito tre tipologie di prodotto con differenti funzioni: • geogriglie di rinforzo Sevengrid da porre alla base dei rilevati ferroviari sopra le teste dei pali, le cui resistenze a trazione da 150kN/m a 600kN/m sono riportate nella relazione di calcolo eseguita da Italferr in riferimento alla norma inglese BS-8006-1995 "Design of embankments with reinforced soil foundations on



poor ground".

• Geocomposito drenante Inter-drain GMG725, studiato appositamente per questo cantiere e sottoposto a svariati test presso il laboratorio CESI di Milano per valutare la capacità drenante e la resistenza a compressione fino ad una pressione di 500kPa, sia in condizioni iniziali che dopo appositi test di invecchiamento. Questo geosintetico viene steso orizzontalmente alla base del rilevato ferroviario sopra uno strato di terreno stabilizzato a calce. • Geocomposito drenante GM512, da porsi verticalmente con funzione di drenaggio dei muri verticali che separano i rilevati dei due binari (quello nuovo dal vecchio).

Chiara Cattoglio

2. La stesura delle geogriglie sul piano di posa dei rilevati sopra le teste dei pali

3. Particolare di due geogriglie di rinforzo di differenti resistenze a trazione

4. Il geocomposito drenante GM512 è steso verticalmente sul muro di contenimento tra il vecchio e il nuovo binario

LE GEOGRIGLIE DI RINFORZO

Dove i rilevati superano altezze prestabilite, sono previsti consolidamenti più consistenti del sottofondo, mediante jet grouting, ovvero perforazione e iniezione di calcestruzzo ad alta pressione nel suolo.

Al di sopra delle colonne, insistono le teste di palo. Soltanto in queste zone, per uniformare il carico e conferire ulteriore portanza al terreno, sono stesi due strati di geogriglie, monodirezionali ad alta resistenza una in direzione trasversale e una in longitudinale. In base alla relazione di calcolo eseguita da Italferr in riferimento alla norma inglese BS-8006-1995 "Design of embankments with reinforced soil foundations on poor ground", sono state scelte le geogriglie di rinforzo Sevensgrid, con resistenze a trazione da 150kN/m a 600kN/m.

5. Da sinistra, Pasquale Miani, Mauro De Nicolò, Giovanni Zagaria dell'impresa Matarrese, Paola Zanetti e Francesca Maggio della Geosintex e Carlos Sanchez di Intermas

Tale norma permette di valutare lo sforzo di elazione che devono sviluppare le geogriglie in base alla teoria dell'effetto arco e della membrana tesa. La resistenza a trazione di progetto viene poi aumentata moltiplicandola per opportuni coefficienti di sicurezza che considerano la riduzione di resistenza nominale della geogriglia dovuta a fenomeni quali il danneggiamento meccanico o il creep a lungo termine.

Le geogriglie sono infatti di caratteristiche meccaniche diverse a seconda della direzione di calcolo delle stesse. Tale anisotropia è evidenziata nella diversa resistenza meccanica richiesta in direzione longitudinale, cioè nella direzione parallela all'asse del rilevato, rispetto alla direzione trasversale, cioè nella direzione perpendicolare all'asse del rilevato stesso. Dato che il rilevato in progetto ha altezze variabili lungo la linea, vengono utilizzate diverse tipologie di geogriglie a seconda delle loro caratteristiche meccaniche, riassunte nella tabella seguente:

Geogriglie in direz. Longitudinale al rilevato:	150 kN/m
Geogriglie in direz. Trasversale al rilevato:	
Progr. 26+745 - 26+850	600 kN/m
Progr. 26+850 - 26+900	550 kN/m
Progr. 26+900 - 27+000	450 kN/m
Progr. 27+000 - 27+150	350 kN/m

CARATTERISTICHE DELLA INTERDRAIN GMG 725			
Caratteristiche	Norma	u.m.	
Georete			
Tipo di polimero		Polietilene ad alta densità (HDPE)	
Spessore a 20kPa/500kPa(dopo 2h)	EN 964-1	mm	6,59/5,86
Geotessile filtrante			
Tipo di polimero		Polipropilene (PP)	
Massa areica	EN 965-95	g/m ²	250
CBR	EN ISO 12236	kN	2,3
Opening size	EN ISO 12956	mm	90
Geocomposito			
Massa areica	EN 965-95	g/m ²	1790
Spessore a 20kPa / 200 kPa	EN 964-1-95	mm	8,98/8,01
Resistenza a trazione a rottura MD	ISO 10319-97	kN/m	52
Allungamento a rottura MD	ISO 10319-98	%	44
Capacità drenante nel piano, MD, soft/soft	ISO 12958-99	m ² /s	
i = 0,1 s = 100kPa			4,64 x 10 ⁻⁵
i = 0,1 s = 200kPa			3,16 x 10 ⁻⁵
i = 0,1 s = 500kPa			1,51 x 10 ⁻⁵
Dimensioni			
Larghezza rotolo	m	0,10 + 2,00 (4,00) + 0,10	
Lunghezza rotolo	m	tagliato in base alla larghezza del rilevato	



GEODRENI "SPECIALI" E VERTICALI

Se le geogriglie erano già previste dalle voci di capitolato, Matarrese ha proposto e ottenuto di utilizzare un geocomposito drenante in sostituzione del pacchetto drenante anticapillare alla base dei rilevati ferroviari.

Per la mancanza, in questa regione, di inerti e di cave, problema sentito in particolar modo nella provincia di Bologna, invece di pacchetti drenanti ottenuti dal materiale capillare (breccia) avvolto da geotessile, è stato scelto il geocomposito drenante, costituito da due geotessili con una georete

estrusa in HDPE al centro.

Il geocomposito drenante Interdrain GMG725 è stato appositamente studiato per questo cantiere e sottoposto a svariati test presso il laboratorio CESI di Milano, che ne hanno valutato, tra l'altro, la capacità drenante e la resistenza a compressione fino ad una pressione di 500kPa, sia in condizioni iniziali che dopo appositi test di invecchiamento eseguiti sul prodotto.

Il geocomposito è costituito da una georete in polietilene ad alta densità accoppiata a 1 geotessile non tessuto in polipropilene su entrambi i lati. Il geocomposito è dotato di elevata capacità drenante anche ad elevate pressioni e bassi gradienti idrau-



6. Il muro di contenimento tra il vecchio e il nuovo binario e il geocomposito drenante Interdrain GMG752



lici. Questo geosintetico, dalle funzioni di filtrazione, drenaggio e protezione, viene steso orizzontalmente alla base del rilevato ferroviario sopra uno strato di terreno stabilizzato a calce, quaranta centimetri circa sopra del piano campagna. Esso ha funzione di drenare le acque al di



sotto dei rilevati.

Per una parte della linea ferroviaria, laddove il rilevato raggiunge altezze consistenti, la scarpata rischia di invadere il binario esistente e adiacente. Tale problema è stato ovviato costruendo, tra i due, un muro di contenimento. Tra il muro e il corpo

del rilevato, è steso un geocomposito drenante verticale, che convoglia a terra le acque di scolo. Il prodotto GM512 è costituito da una georete tridimensionale in polietilene ad alta densità, a maglie romboidali con elevata permeabilità e resistenza alla compressione accoppiata su di un la-



9. Compressione con il rullo del rilevato su cui è steso il geocomposito

to con un geotessile nontessuto in polipropilene. Studiato per sistemi di drenaggio verticale e orizzontale, esso garantisce un'azione di notevole efficacia e di lunga durata: non è degradabile.

LE FASI DI GEOCOMPOSITI APPLICAZIONE

I geosintetici arrivano in cantiere in rotoli e la direzione di stesura del rotolo di geogriglie (da 350

kN/m a 600 kN/m) e geocompositi drenanti è perpendicolare alla direzione del rilevato stradale e ferroviario. La stesura dei geosintetici avviene gradualmente, man mano che il lavoro procede: dopo la realizzazione dei pali e delle teste, sono stese le geogriglie. Si procede quindi con la preparazione del piano di posa dei rilevati con il terreno stabilizzato a calce, alto circa 40 cm sopra il piano campagna.

È a questo punto che è applicato il geocomposito drenante, stesso sovrapponendo i lembi delle striscie confinanti di una ventina di centimetri. I lembi paralleli alla direzione del rilevato, che vanno a coprire anche l'area della scarpata, sono fissati al suolo. L'asse del rilevato, marcato mediante l'uso di picchetti in ferro, divide il piano in due parti lievemente pendenti (3-4%), favorendo il drenaggio delle acque tramite il geodreno verso le scarpate. Sopra il "piano geosintetico" si avanza con successivi strati di terra stabilizzata a calce, fino a raggiungere le quote esatte di progetto.

Le terre utilizzate a tale fine sono stabilizzate in situ. Evitando lo smaltimento in discarica, infatti, si procede al trattamento a calce del materiale di risulta degli scavi, conferendogli caratteristiche meccaniche tali da essere idoneo per sottofondi e rilevati. La terra naturale è stesa ad asciugare in un'apposita area di stoccaggio; una volta pronta è trattata a calce. La percentuale esatta della calce viene individuata tramite studi, visto che quantità insufficienti o, al contrario, eccessive di calce pregiudicano le qualità fisiche, e quindi la portanza del terreno.

Il processo chimico innescato dalla calce trasforma l'argilla in inerte dopo un tempo di 24 ore. Il terreno è portato a rilevato procedendo per strati che non devono superare lo spessore di quaranta centimetri; il passaggio di un rullo liscio garantisce una giusta compressione. Ogni strato di trenta centimetri deve essere testato per verificarne la portanza. Spiega Giovanni Zagaria, in pros-

UN'ESPERIENZA EUROPEA

Geosintex, operando nel mercato dei geosintetici dagli anni '80, ha maturato una pluriennale esperienza nella commercializzazione e nell'impiego di tali prodotti. L'assistenza tecnica, la collaborazione con fornitori di respiro internazionale proiettati in ricerca e sviluppo dei materiali, sono gli elementi principali che caratterizzano l'azienda vicentina. L'obiettivo è di fornire materiali e assistenza tecnica, affinché ogni progetto nel campo dell'ingegneria civile ottenga il massimo dell'affidabilità nel tempo, con il miglior inserimento possibile nell'ambiente. L'azienda è inoltre impegnata nello sviluppo della ricerca delle varie applicazioni dei geosintetici. L'ufficio tecnico si avvale dei più aggiornati programmi di calcolo e fa riferimento al centro progettazione e sviluppo delle case madri, in stretta collaborazione con prestigiosi Istituti europei di ricerca nel campo dei geosintetici. Geosintex, infatti, è importatrice in esclusiva per l'Italia di tutti i materiali geosintetici della BP Amoco, Sagatex Teletextiles e Intermas.
www.geosintex.com

TRA SAN GIOVANNI E CREVALCORE

I lavori di Matarrese Spa riguardano la linea che si estende dal chilometro ferroviario 21,5 (periferia a nord di San Giovanni in Persiceto) al 31,5, due chilometri a nord oltre l'abitato di Crevalcore, escludendo, al centro di tale lotto, l'area comprendente la stazione ferroviaria di Crevalcore e un tratto di 1,8 chilometri di viadotto ferroviario. Inoltre al chilometro 34 (in vicinanza della stazione di Bolognina) Matarrese sta realizzando un cavalcavia. L'importo dei lavori è di 41 milioni di euro. Il cantiere, consegnato il primo settembre 2003, è di fatto iniziato nel novembre successivo, dopo la bonifica del territorio dagli ordigni bellici. A causa dei ritardi accumulati durante il periodo invernale del 2004 (condizioni meteorologiche sfavorevoli), dalla primavera di quest'anno le risorse (mezzi e uomini) che la Matarrese ha messo a disposizione di questo cantiere sono notevoli, proprio per accelerare i lavori e recuperare i ritardi. Un invito ufficiale a ridurre i tempi è stato presentato dalla committenza, in seguito al grave incidente ferroviario del gennaio 2005 presso la stazione di Bolognina. Per Italferr, Matarrese sta attualmente lavorando su altri fronti: realizzazione del ponte sul Po sempre per la tratta Bologna-Verona, linea Venezia-Milano all'altezza di Mestre, e, in Puglia, a Bari e Taranto.

simità del rilevato ferroviario in costruzione: "A questa quota la portanza del rilevato deve essere di 200-300 chili. Questo piano ha sopportato piastre di 1600 chili". Una volta preparato, il rilevato è pronto per le operazioni di finitura. Ad esempio, nel caso del rilevato stradale, esso è ricoperto da uno strato di misto granulare stabilizzato, quindi da tre strati di asfalto (base, binder e tappeto). Il compimento della scarpata avviene tramite rivestimento con terra non trattata e inerbata tramite il procedimento dell'idrosemina.

A CONFRONTO CON GEOSINTEX

Le Strade ha intervistato Paola Zanetti, responsabile commerciale dell'azienda vicentina

Le Strade. Il cantiere del raddoppio della linea Bologna-Verona è un lavoro importante. Cosa rappresentano per voi tali impegni? Nuove opportunità di crescita, ulteriori possibilità di sviluppo?

Zanetti. Ogni lavoro per noi rappresenta un'opportunità di crescita; certamente l'impegno con l'impresa Matarrese per la realizzazione del raddoppio della linea Bologna-Verona lo è in misura maggiore. È innegabile che ci siamo impegnati molto in questo cantiere, come dimostra il nuovo prodotto appositamente studiato. Il geocomposito drenante Interdrain GMG725, concepito insieme alla casa madre Intermas e all'impresa Matarrese, è stato testato dal CESI di Milano, laboratorio riconosciuto a livello internazionale, oltre che, naturalmente, approvato e accettato da Italferr.

Le Strade. Cosa caratterizza questo geodreno rispetto ai precedenti?

Zanetti. Esso è caratterizzato, tra l'altro, dalla capacità drenante e dalla resistenza a compressione fino ad una pressione di 500kPa, sia in condizioni iniziali che dopo appositi test di invecchiamento eseguiti sul prodotto, come hanno dimostrato i test.

UN TRACCIATO INTERNAZIONALE

Italferr è responsabile degli interventi di adeguamento, potenziamento e rinnovamento dei principali itinerari della rete ferroviaria italiana. Lo sviluppo e l'ammodernamento della rete storica secondo i più moderni standard tecnologici e di sicurezza, integrati con il sistema Alta Capacità in corso di realizzazione, risponde alle esigenze di crescita del traffico passeggeri e merci del paese. Italferr (in nome e per conto di Rfi) è committente del raddoppio della linea ferroviaria Bologna-Verona, importante e trafficato ramo ferroviario di collegamento tra il sud e il nord d'Italia e l'Europa. Il tracciato di importanza nazionale ed internazionale, facente parte del Corridoio 1 Berlino- Palermo delle reti TEN Europee, è stato inserito fra l'elenco delle Opere Strategiche. Il Contratto di Programma 2001-2005 di RFI spiega che il raddoppio della linea attualmente a semplice binario per 72 km sui 114 km complessivi, è articolato in 8 opere funzionali. Obiettivo degli interventi è di aumentare la capacità e la velocità della linea; ridurre i tempi di percorrenza; aumentare la qualità e l'affidabilità degli impianti (TE, SSE, Impianti di Sicurezza, inserimento nell'SCC della Direttrice Brennero); realizzare le varianti di tracciato per aumentare le prestazioni della linea; migliorare gli standard delle stazioni e ridurre i costi gestionali. Più in dettaglio, a Italferr è stata affidata la progettazione esecutiva della prima fase del raddoppio delle tratte: S. Giovanni-Crevalcore-Poggio Rusco-Nogara e la direzione lavori di: completamento delle tratte Tavernelle-S. Giovanni-Nogara-Cà di David; ammodernamento tecnologico e realizzazione degli Apparati Centrali Statici (ACS) nelle stazioni di Tavernelle, Crevalcore, S. Giovanni e Poggio Rusco. L'ultimazione delle opere è prevista entro dicembre 2006.



Le Strade. Ci sono in Italia all'orizzonte altri progetti della stessa portata?

Zanetti. Tutto il Nord Italia è ricco di cantieri aperti e progetti da realizzare. In Emilia Romagna ci sono numerosissimi fronti aperti, basta pensare alla linea per l'Alta Velocità. Anche il raddoppio della linea Bologna Verona ha trasformato la zona in un unico grande cantiere.

Le Strade. Quali sono le vostre strategie di sviluppo sul mercato?

Zanetti. È parte integrante della nostra strategia il massimo impegno possibile nel seguire la qualità del prodotto. Trattiamo esclusivamente prodotti certificati e in conformità del marchio CE. Pensiamo che presentarci sul mercato con tali premesse sia già un buon inizio. Poi, certamente, cerchiamo di seguire tutti i lavori.

Le Strade. Avete un settore di riferimento?

Zanetti. Non in particolare, lavoriamo in molti settori. Certo, ci fa piacere seguire lavori così importanti, poterli acquisire, farli nostri. Possiamo comunque affermare che l'Italia, per i geosintetici, è un mercato ben sviluppato, e i nostri prodotti sono ben conosciuti.

Le Strade. Studiate soluzioni ad hoc anche per commesse che non hanno la stessa importanza di questo?

Zanetti. Sì, tale atteggiamento rispecchia la nostra etica e la nostra politica. Cerchiamo di seguire tutti i cantieri e tutti i lavori alla stessa maniera, con uguale impegno e investimento di forze. Certo, se il lavoro è di portata consistente, la dedizione e il tempo necessarie crescono di conseguenza. ■



10. Paola Zanetti, responsabile commerciale di Geosintex