I MATERIALI LEGGERI NELLE COSTRUZIONI STRADALI – LA SITUAZIONE IN ITALIA

Traduzione articolo "Lightweight filling in road construction - current situation in Italy", presentato al XXII World Road Congress DURBAN, South Africa, 19-25 october 2003.

G. DONDI, A. SIMONE & K. BIASUZZI
Dipartimento DISTART, Sezione Strade, Università di BOLOGNA, Italia

KEY WORDS

CORPO STRADALE / ALLEGGERIMENTO / MATERIALI ALTERNATIVI.

1. INTRODUZIONE

Le tecniche di alleggerimento del corpo stradale sviluppate negli ultimi anni prevedono l'impiego di materiali specificatamente prodotti (Expanded Polystyrene EPS, argilla espansa, tubi in acciaio, calcestruzzo alleggerito), materiali di scarto industriale (loppa e scorie d'altoforno) e materiali riciclati (frammenti di pneumatici, fibre di legno, ceneri volanti, cemento frammentato). La Tabella 1 illustra in modo sintetico le caratteristiche principali e le problematiche costruttive dei materiali più utilizzati fra quelli citati.

Tabella 1 – Principali tecnologie di alleggerimento del corpo stradale.

Materiale	massa volumica (kg/m^3)	Resistenza a Compressione (kPa)	Modulo di Young (kPa)	Costo	Problematiche di Impiego
EPS	10÷40	100÷300 al 10% di deformazione	6.5×10^3	70 €/m^3	• Galleggiamento • Dissoluzione a contatto con derivati del petrolio (bitume, benzina, etc.) • Infiammabilità • Differential Icing
Argilla Espansa	< 450 in mucchio ~ 600 compattato	1.2×10^3	4×10^4	25÷30 €/m^3	• Galleggiamento • Sensibilità al gelo • Assorbimento d'acqua • Differential Icing
Fibre di Legno	720÷860	$10\div12\times10^6$	$10\div12\times10^6$	0.7÷1 €/m^3	• Combustioni spontanee • Decomposizione
Ceneri Volanti	1200÷1700	1.2×10^3	$10\div11\times10^6$	6.5 €/kN	• Erosione eolica
Frammenti di Pneumatici	320÷530 sciolto 720÷900 compattato	Resistenza al Taglio ~ 42 kPa con σ_v = 80 kPa	350 ÷ 820	2.0 €/kN	• Possibile rilascio di sostanze inquinanti

In Italia le tecniche che hanno riscontrato maggiore successo, per la facilità di reperibilità e la qualità dei materiali offerti, fanno uso essenzialmente dell'argilla espansa e del Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS).

2. LE TECNICHE DI ALLEGGERIMENTO IN ITALIA

Di seguito si illustrano i maggiori interventi di alleggerimento del corpo stradale effettuati in Italia negli ultimi 15 anni.

2.1. Rilevato in argilla espansa, Autostrada A12, tratto Roma – Civitavecchia

Nel 1989, lungo il tratto dell'Autostrada A12 Roma – Civitavecchia, nei pressi dell'Aeroporto Leonardo Da Vinci, si sostituì sulla carreggiata Sud il rilevato tradizionale con un rilevato sperimentale in argilla espansa per una lunghezza di 75 m, con l'obiettivo di valutare le condizioni di esercizio della soluzione strutturale in vista di una sostituzione completa del rilevato tradizionale per una lunghezza complessiva di circa 2.500 m. Nei 20 anni di vita utile del rilevato tradizionale, infatti, si erano verificati notevoli cedimenti, provocando significative variazioni delle geometrie di progetto di tutto il corpo stradale. Durante questo periodo i provvedimenti per ripristinare le livellette di progetto e la regolarità del piano viabile non andarono mai oltre la ricarica della pavimentazione esistente. Nel 1986 un'indagine geognostica rivelò che il terreno di posa era composto da strati di argille limose lievemente sovraconsolidate alternati da livelli di torbe e limi organici intercalati da diffuse sacche gassose. Si stimarono i cedimenti, e risultò che nei successivi 10 anni il terreno si sarebbe abbassato di altri 140 cm, dato che con il sovraccarico esercitato dal rilevato tradizionale i cedimenti di consolidazione primaria erano ancora in corso. L'analisi dei cedimenti progressivi e della percentuale di consolidazione residua suggerì quindi di alleggerire il carico sul terreno fino a raggiungere una tensione sul piano di posa dell'ordine di 30 kPa, così da arrestare la consolidazione primaria e parte dei cedimenti secondari. Si valutò che la soluzione più appropriata, fra quelle proposte, consisteva nella realizzazione di un rilevato in argilla espansa.
Per acquisire la metodologia più adatta di posa in opera si determinarono, in laboratorio, l'addensamento e l'umidità ottimali per la lavorazione e i parametri di resistenza. Da questi studi emerse che i massimi valori di addensamento si potevano ottenere per vibrazione secondo il metodo ASTM D-2049; i valori ottimali di peso in volume, per diverse distribuzioni granulometriche, erano compresi fra 7 e 8 kN/m^3 con umidità ottima fra 50 e 60% e l'indice CBR oscillava fra 30 e 40. Si è inoltre verificato che un assortimento con pezzatura minore di 25 mm garantiva una buona predisposizione del materiale all'addensamento.
La costruzione del rilevato è stata preceduta da una bonifica del piano di posa (30÷40 cm) e dalla stesa di un geotessile non-tessuto (*GTXnow*) con funzione anticapillare e anticontaminante. Su tale piano si sono posati i primi 60 cm di argilla espansa quindi si è risvoltato il *GTXnow* per riparare le scarpate e si sono posati un altro foglio di *GTXnow* e uno strato di misto granulare frantumato (20 cm), con funzione di ripartizione dei carichi, sopra il quale si è proceduto all'addensamento con rulli leggeri vibranti. Infine si è steso uno strato di argilla espansa di 120 cm, anch'esso protetto da un *GTXnow*, ricoperto da uno strato di misto granulare e opportunamente compattato.
Le strumentazioni di misura predisposte per rilevare cedimenti e caratteristiche meccaniche, fino ad oggi, hanno soddisfatto in pieno le aspettative (Moretti, 1990).

2.2. Rilevato in argilla espansa, Autostrada A12, tratto Roma – Fiumicino

A causa del progressivo peggioramento del livello di servizio dell'A12 negli anni '90, si è manifestata la necessità di ampliare la carreggiata stradale nel tratto, lungo circa 12 km,

che collega Roma con l'aeroporto "Leonardo Da Vinci". L'intervento prevede un allargamento simmetrico con l'ampliamento della corsia d'emergenza, la realizzazione della terza corsia e l'inserimento nello spartitraffico centrale della barriera New Jersey, portando l'ingombro attuale di 22.60 m a 33 m. Le indagini geotecniche hanno individuato, nella zona interessata, terreni argillosi intercalati da strati di torba, con limitata resistenza al taglio. Dovendo quindi ampliare il rilevato esistente, per assicurare la compatibilità dei cedimenti della nuova struttura con quella vecchia, che, dopo lunghi anni, ha raggiunto uno stato di equilibrio, si è deciso di impiegare l'argilla espansa sia nel nuovo rilevato sia nella fondazione stradale. Il nuovo rilevato è stato realizzato con la tecnica della compensazione parziale del carico, bonificando il terreno naturale di appoggio con 1.05 m di argilla espansa, poggiata su un geotessile e coperta da uno strato protettivo di 15 cm di misto granulare sul quale si è effettuata la compattazione con rulli statici e dinamici. Il rilevato fuori terra è stato costruito per strati di 45 cm di argilla espansa intercalati da 15 cm di misto granulare. Per contenere la sagoma del nuovo rilevato, dati i problemi di occupazione delle aree circostanti, e per fornire all'argilla espansa il necessario confinamento durante la fase di compattazione, il progetto ha previsto la costruzione di un paramento inclinato a 60° e realizzato con pannelli in rete metallica ancorati al rilevato esistente, con tecnologia delle terre rinforzate.
Al fine di testare ed ottimizzare le modalità esecutive e le procedure di controllo è stato predisposto un campo prove. I risultati della sperimentazione hanno rivelato che, nella prova di carico con piastra (CNR BU n. 9/67), per ottenere valori del modulo di deformazione Md conformi con quelli indicati dal Capitolato bisogna agire su tre fattori: le modalità di compattazione, limitando quelle dinamiche a due passate di rullo da 16 t e quelle statiche a sei, la composizione del misto granulare, prevedendo l'impiego di materiale pozzolanico, e il geotessile, che va steso solo in corrispondenza dello scavo di bonifica. Le prove di carico con piastra eseguite con queste premesse hanno fornito valori di Md (misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.5÷1.5 MPa) compresi fra 30 e 40 MPa per il primo strato e fra 40 e 50 MPa per il secondo (Caraffa, 1999).

2.3. Rilevato in argilla espansa, Autostrada Messina – Palermo

Nell'estate del 2001 lungo un tratto in costruzione dell'Autostrada Messina – Palermo è stata individuata una massa potenzialmente instabile che interessa una zona di circa 150 m di fronte e raggiunge una profondità di 20÷25 m (fig. 1). Per la stabilizzazione e il consolidamento del movimento franoso è stata prevista una serie di interventi, fra i quali la modifica della sezione del solido stradale e l'inserimento di argilla espansa all'interno del rilevato, in modo da ridurre i carichi gravanti sulla massa instabile. Per risagomare la sezione del rilevato si è deciso di mettere in opera una successione di tre paramenti verticali in terra armata, così da diminuire i volumi complessivi in gioco pur mantenendo inalterata la posizione plano-altimetrica dei tracciati stradali interessati. Si è previsto di utilizzare, come riempimento del paramento in sommità, dell'argilla espansa intervallata da strati di circa 15 cm di misto granulare naturale in corrispondenza delle armature di ancoraggio. Un ulteriore alleggerimento del rilevato sarà ottenuto con la realizzazione di un nucleo in argilla espansa, stesa in strati di circa 70 cm alternati da strati di 20 cm di misto granulare.

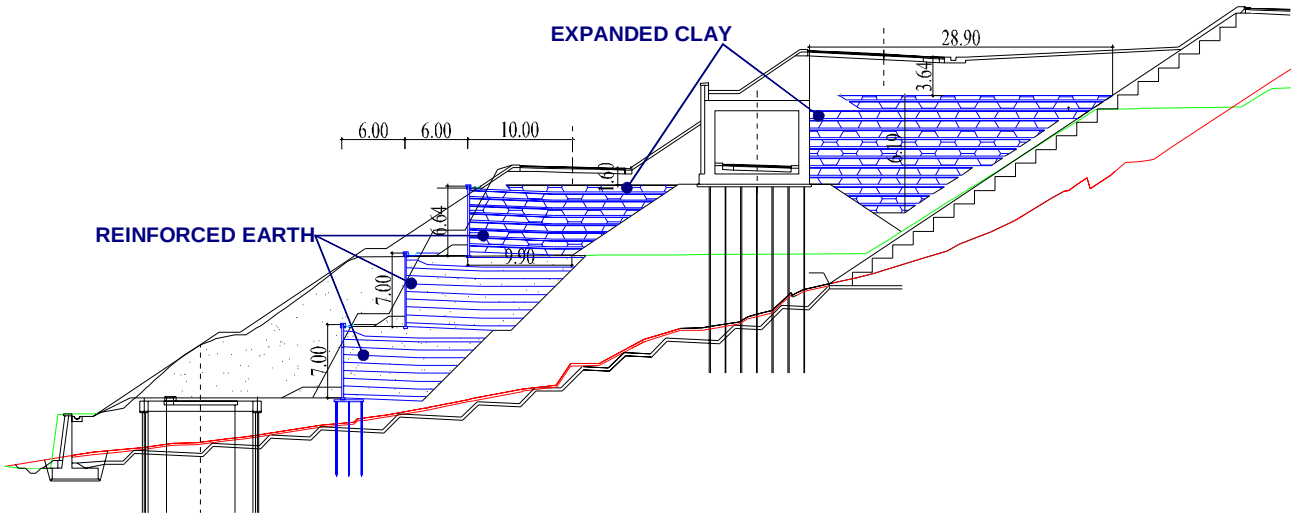


Figura 1 – Intervento di stabilizzazione sull'Autostrada Messina - Palermo

2.4. Rilevato in EPS, linea ferroviaria Cagliari – Decimomannu

Sulla linea ferroviaria Cagliari – Decimomannu, in Sardegna, è stato costruito un ponte scatolare a tre luci fondato su una larga piastra in c.c.a., sul quale, all'inizio degli anni '90, si sono manifestati cedimenti dovuti alla scarsa portanza del terreno di fondazione di origine fluvio-lacustre (massa volumica 15 kN/m^3, c_u = 30 kPa). I cedimenti, causando anche lesioni di distensione ai muri d'ala, hanno abbassato la sovrastruttura ferroviaria di circa 50 cm. Si è quindi sostituito il materiale del vecchio rilevato con EPS protetto da fogli di polietilene ad alta resistenza e sormontato da una soletta in cemento armato. Durante le operazioni di ripristino l'esercizio ferroviario è stato garantito dalla posa in opera di una travata metallica provvisoria. Il nuovo rilevato è stato realizzato in tempi estremamente ridotti rispetto ad un intervento tradizionale, riducendo ad 1/5 il costo dei lavori (Buonanno, 2001).

2.5. Rilevato in EPS, Variante Strada Statale 16 "Adriatica"

Un ultimo importante esempio di utilizzo della tecnica di alleggerimento del corpo stradale con EPS si trova nei pressi del litorale adriatico. Il territorio è caratterizzato dal fenomeno della subsidenza, e le indagini geotecniche hanno rilevato la presenza di depositi alluvionali, alternati in modo del tutto casuale da lenti e livelli argillosi, limo-argillosi, limo-sabbiosi e sabbiosi, con intercalazione di sedimenti organici. Le prove con il penetrometro statico sugli strati plastici hanno fornito valori di resistenze alla punta minori di 300 kPa, indicativi di terreni normal consolidati e con caratteristiche meccaniche decisamente scadenti. Le prove penetrometriche dinamiche sui livelli sabbiosi hanno rilevato valori di N compresi fra 6 e 43, ad indicare terreni solo localmente addensati. Per realizzare l'attraversamento a livelli sfalsati si è progettato un viadotto di circa 10 m di altezza. Si sono però stimati dei cedimenti del piano di posa in prossimità delle spalle dell'ordine di 40 cm. In queste condizioni si genera nei pali di fondazione delle spalle del ponte un notevole attrito negativo che compromette la portanza e la stabilità. La soluzione progettuale originaria di realizzare il riempimento delle spalle del viadotto interamente in materiale tradizionale è stata quindi abbandonata e la scelta finale, data l'entità dei cedimenti, è ricaduta sull'EPS. Si sono utilizzati dei blocchi di dimensioni 1.00 x 0.50 x 4.00 m con massa volumica 25 kg/m^3, resistenza a compressione, al 10% di deformazione, pari a circa 170 kN/m^3 e modulo elastico pari a circa 6 MPa. Con questa soluzione si verifica che per i valori massimi delle tensioni in esercizio le deformazioni sono contenute in campo elastico. Sul piano di posa si è steso uno strato di sabbia di 35÷40 cm, su cui è stato posato un geotessile non-tessuto del peso di 200 g/m^2 (*GTXnow*) con funzione

anticontaminante. In seguito sono stati messi in opera tre serie di strati di EPS, accuratamente protetti sempre da un geotessile termosaldato (*GTXnow*) del peso di 500 g/m^2 e intervallati da una soletta in cemento armato di 15 cm di spessore, con funzione di irrigidimento e ripartizione dei carichi (fig. 2). La soletta superiore risvolta lateralmente in due cordoli di 0.85 m di altezza, opportunamente dimensionati per sopportare le azioni sulle barriere di sicurezza. I blocchi sono stati ancorati orizzontalmente con grippers.
Fino ad oggi non si sono verificati cedimenti apprezzabili nel corpo del rilevato.

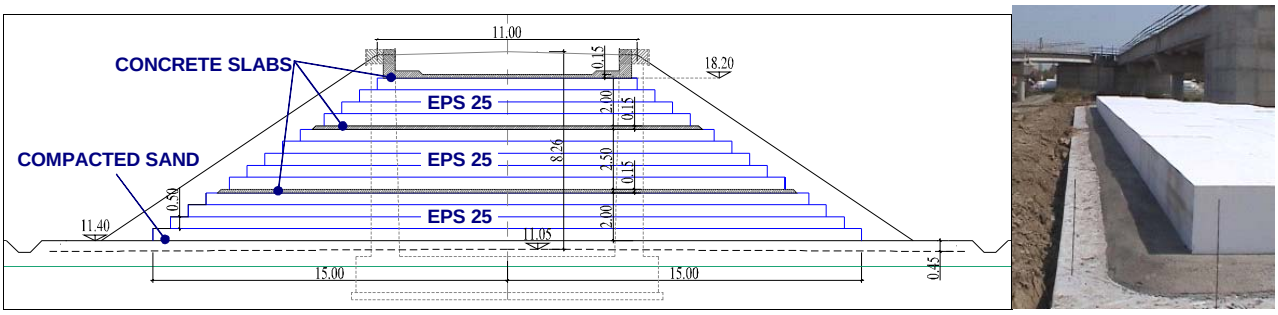


Figura 2 – Sezione trasversale e particolare costruttivo della spalla del viadotto, SS 16

3. CONCLUSIONI

L'utilizzo di materiali di riempimento leggeri permette di affrontare molte situazioni e problematiche che spesso sarebbero di difficile soluzione tecnica con i metodi di costruzione tradizionali. Gli impieghi pratici dell'argilla espansa e dell'EPS descritti spaziano dalla realizzazione di rilevati alleggeriti per diminuire i cedimenti primari e secondari, all'ampliamento della sede del solido stradale, alla sistemazione di versanti in frana, e alla realizzazione di riempimenti a tergo di ponti e viadotti. I materiali leggeri hanno ormai confermato anche in Italia la loro validità tecnica, sia in fase esecutiva, sia durante la vita utile dell'infrastruttura, e spesso rappresentano l'unica soluzione economicamente vantaggiosa ad alcune criticità progettuali.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il Compartimento ANAS dell'Emilia-Romagna, l'Ing. Buonanno e l'Impresa Bonatti S.p.A. di Parma per gli esecutivi dell'intervento sull'Autostrada Messina-Palermo

BIBLIOGRAFIA

AIPCR, Comitato Nazionale Italiano C12 Pavimentazioni Stradali (2000), Movimenti di Terra, Drenaggi, Sottofondi, Quaderni AIPCR, XXIV Convegno Nazionale Stradale, Saint-Vincent, Aosta, pp 44-50

Buonanno, A., Rimordi, P. (2001) Ripristino di un Rilevato Ferroviario con Impiego di Geocompositi Styrol, Tecnica Professionale, Roma

Caraffa, T. (1999) I Lavori per il Primo Lotto della Roma-Fiumicino, Le Strade n. 4/1999, La Fiaccola, Milano, pp 36-40

Moretti, P., Ranalli, G., Cutruzza, B., Manara, P. (1990) Costruzione e Monitoraggio di un Rilevato in Argilla Espansa su Terreni Altamente Compressibili, Rapporto Interno

PIARC, Technical Committee on Earthworks, Drainage, Subgrade (C12) (1997), Materiaux Legers pour Remblais / Lightweight Filling Materials, CD-Route 1991-1997

BOLOGNA – 14 OTTOBRE 2004

ASSOCIAZIONE ITALIANA POLISTIROLO ESPANSO

Costruire rilevati e fondazioni con EPS

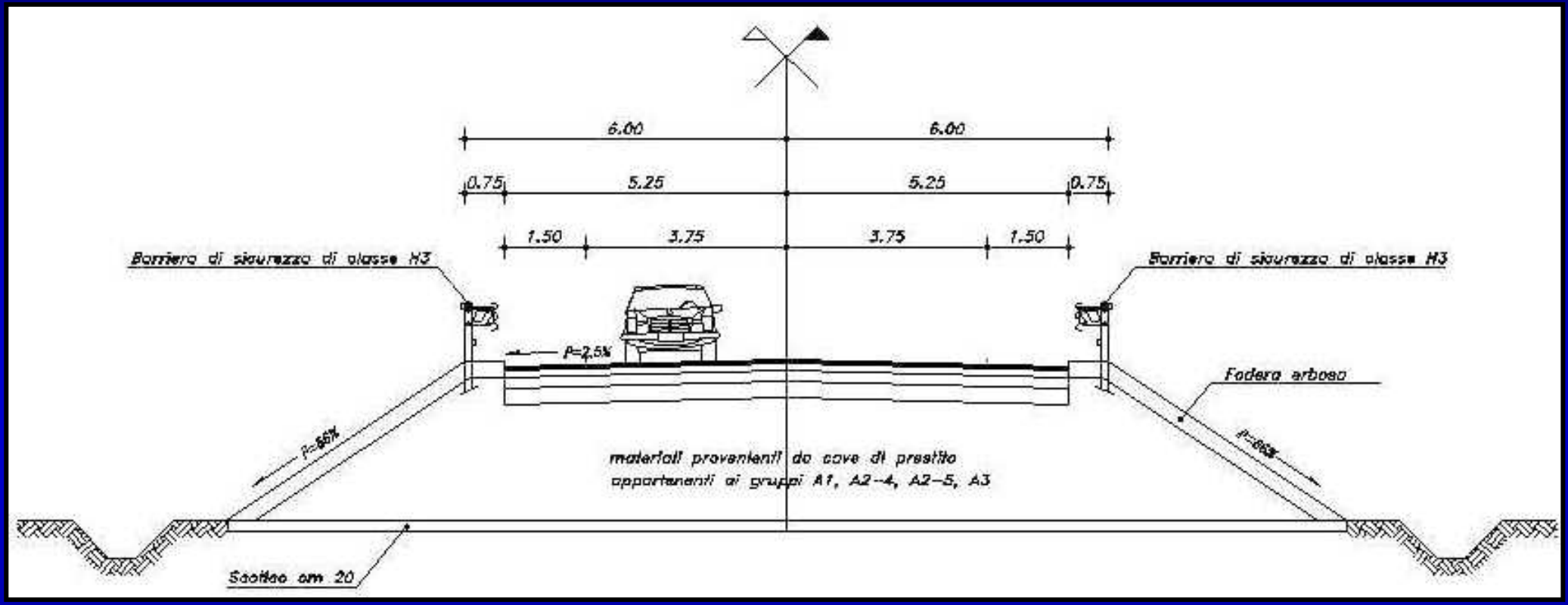
CASE HISTORIES. LA REALIZZAZIONE DEI RILEVATI LEGGERI

Prof. Ing. Andrea Simone

DISTART - Università di Bologna - Viale Risorgimento 2 - 40136 - Bologna

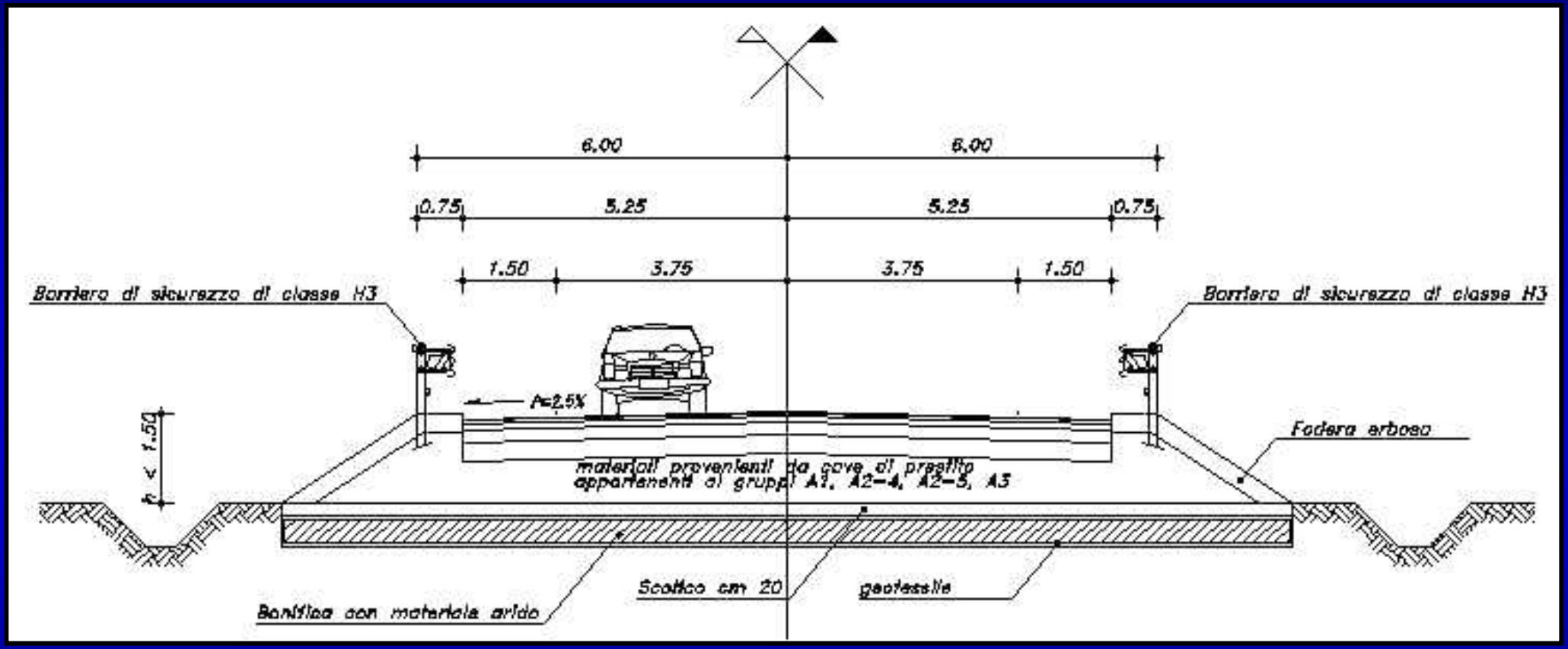
andrea.simone@mail.ing.unibo.it

SEZIONE TIPO DI UN RILEVATO DI ALTEZZA H = 3 m



DISTART Strade

SEZIONE TIPO DI UN RILEVATO DI ALTEZZA H < 3 m



DISTART
Strade

PROGETTAZIONE DEL CORPO STRADALE

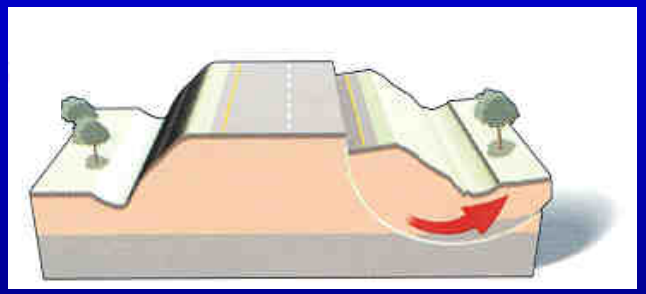
INDAGINI CONOSCITIVE

- DM 11/03/1988

PROGETTAZIONE

- SEZIONI TIPO

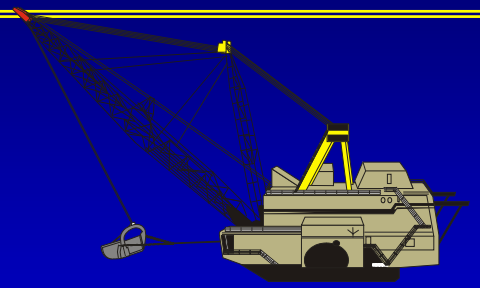
VERIFICHE GEOTECNICHE



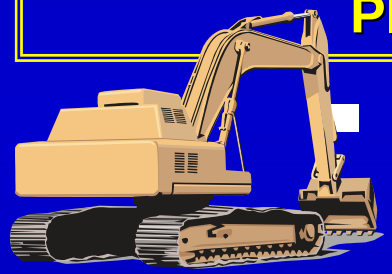
- ROTTURA DEL PIANO DI POSA
- SMOTTAMENTO DELLE SCARPATE
- CEDIMENTI E TEMPI DI CONSOLIDAMENTO

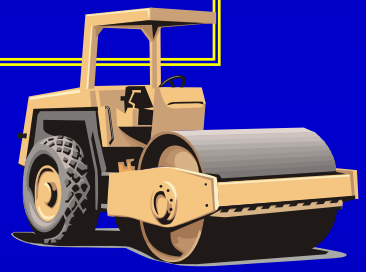
COSTRUZIONE DEL CORPO STRADALE

REPERIMENTO DELLE CAVE DI PRESTITO E DEI SITI DI DISCARICA



SCELTA DELLE ATTREZZATURE PIU' IDONEE





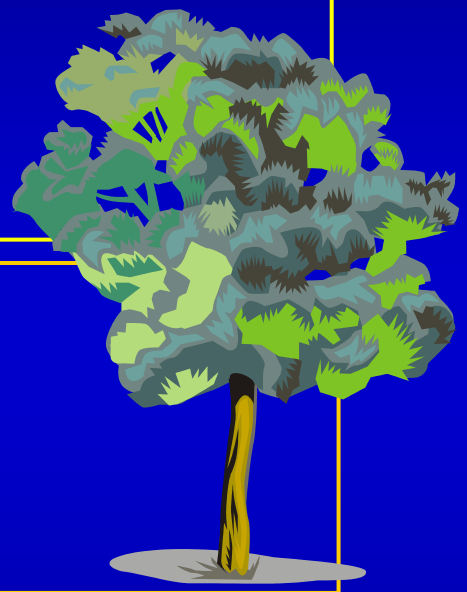
CONTROLLO DELLA QUALITA'

DISTART Strade

PROBLEMATICHE DA AFFRONTARE NELLA COSTRUZIONE DEI RILEVATI TRADIZIONALI (1/2)

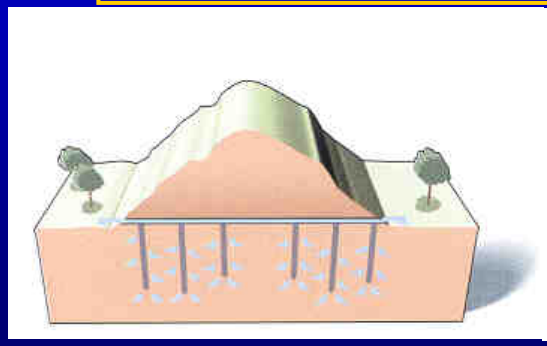
– Reperibilità dei materiali

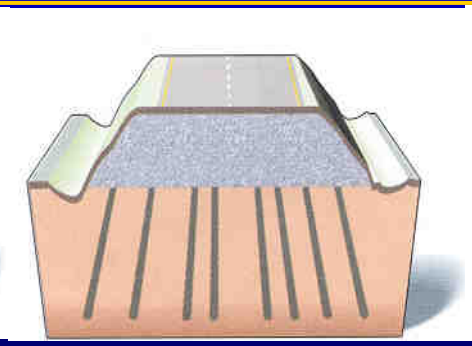
- difficoltà di reperimento
- materiali a costi elevati
- problematiche di tipo ambientale
- problemi di difesa del regime idrogeologico



– Questioni Geotecniche

- indeformabilità sotto carico
- stabilità volumetrica sotto l'azione dell'acqua
- stabilità delle scarpate





DISTART Strade

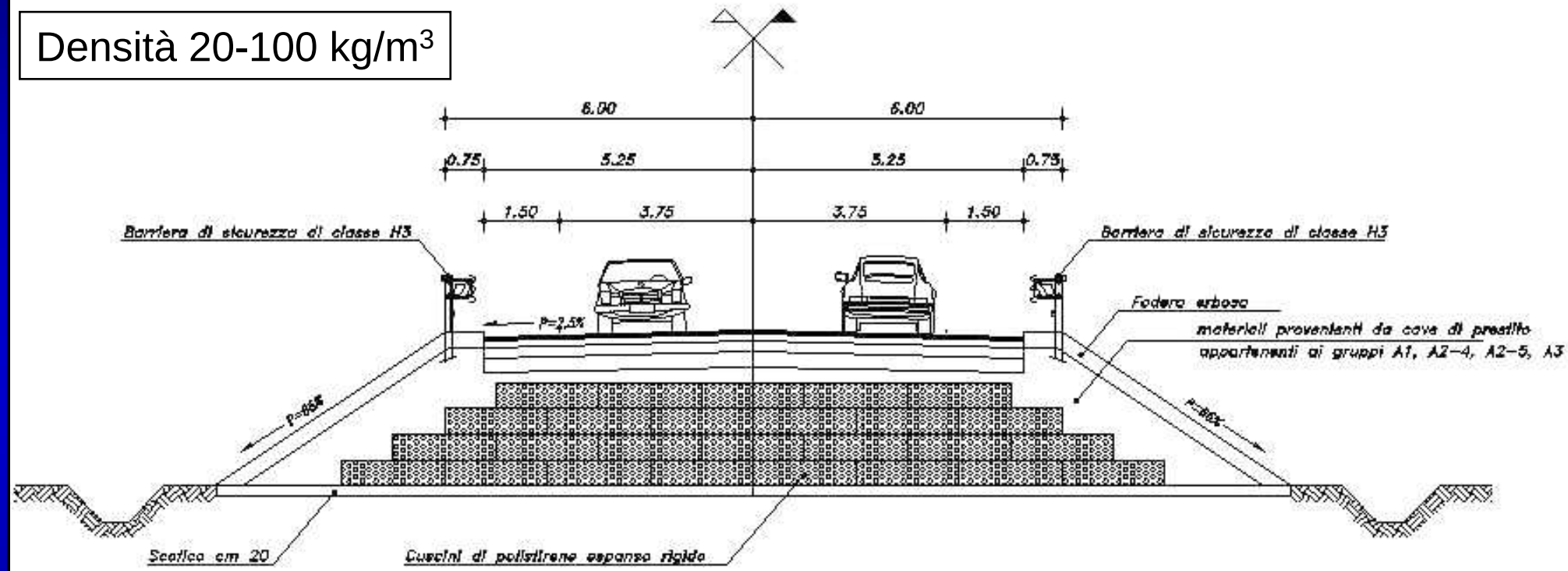
PROBLEMATICHE DA AFFRONTARE NELLA COSTRUZIONE DEI RILEVATI TRADIZIONALI (2/2)

– **Possibili soluzioni**

- stabilizzazione a calce o a cemento del piano di posa del rilevato, del materiale da rilevato ed eventualmente della fondazione
- sali di potassio contro le argille sensitive
- loppe d'altoforno
- geosintetici con funzione di rinforzo
- terra armata
- geodreni
- precarico
- utilizzo di materiali con caratteristiche inferiori (A4)
- utilizzo di materiali riciclati
- rilevati alleggeriti: argilla espansa
- rilevati alleggeriti: EPS

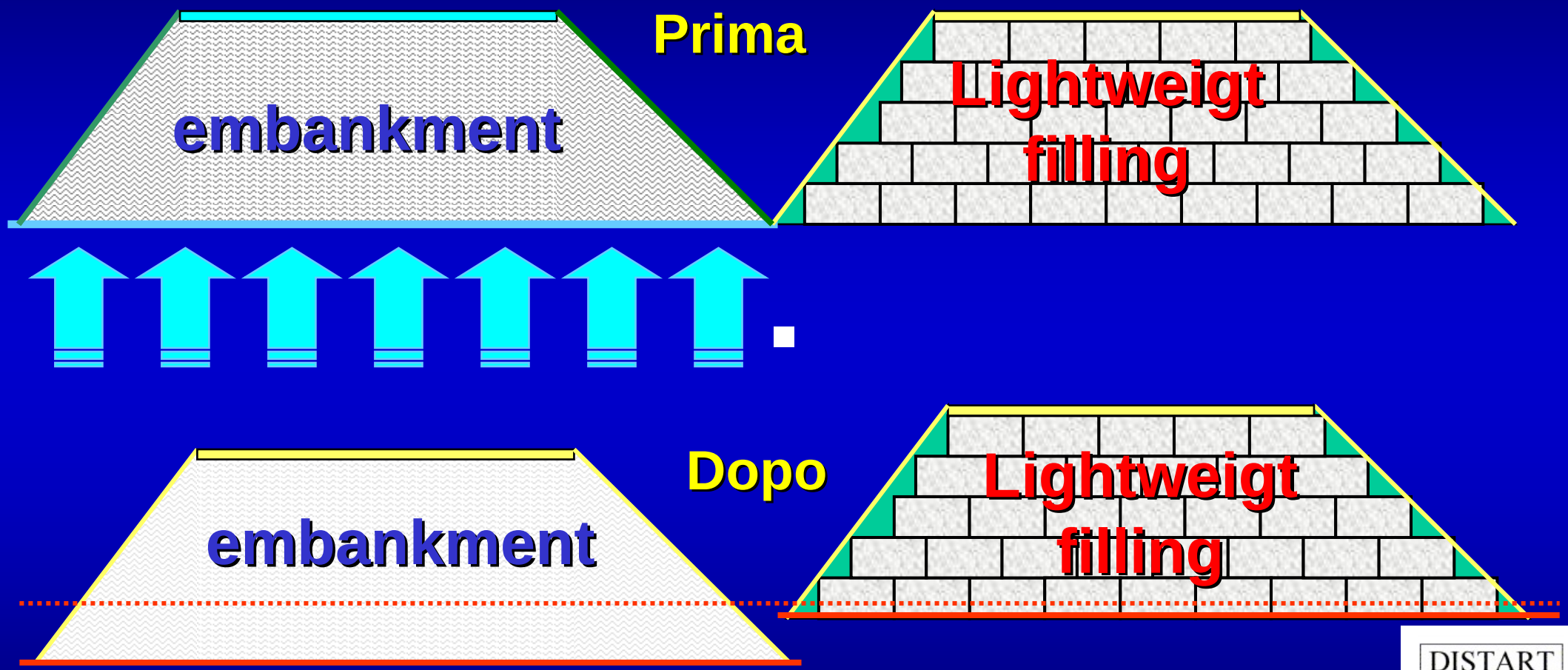
SEZIONE TIPO DI UN RILEVATO CON BLOCCHI DI EPS

Densità 20-100 kg/m^3



DISTART Strade

SEZIONE TIPO DI UN RILEVATO CON BLOCCHI DI EPS



DISTART Strade

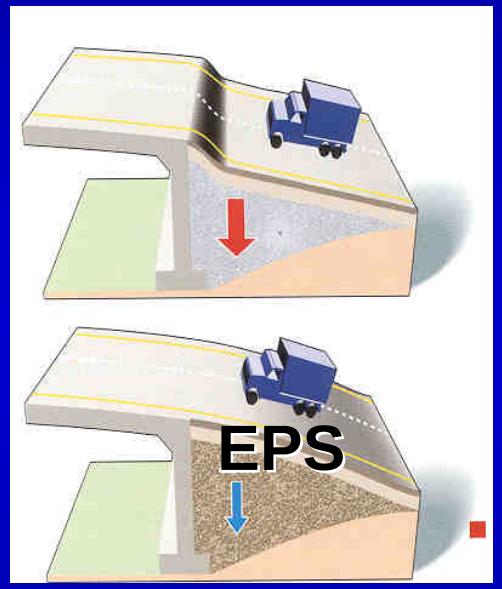
IMPIEGO DELL'EPS NELLE COSTRUZIONI STRADALI

- RILEVATO SU SOTTOSUOLO A BASSA PORTANZA

PER LA RIDUZIONE DEL CARICO SUL SOTTOSUOLO

- MATERIALE DI RIEMPIMENTO NELLE SPALLE DEI PONTI

PER LA RIDUZIONE DELLA PRESSIONE E L'ASSESTAMENTO DIFFERENZIATO

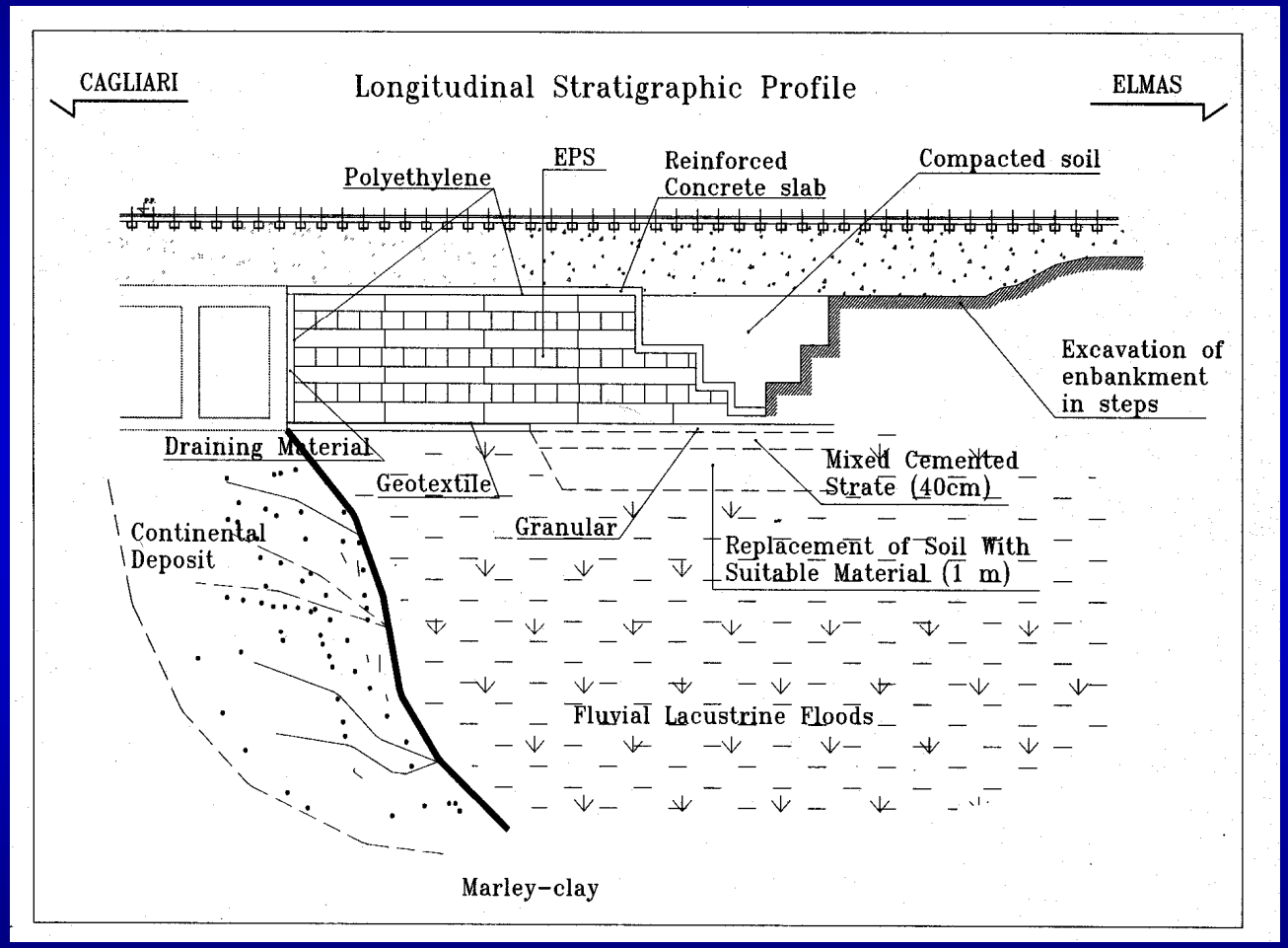


- STRADE CON AVVALLAMENTI

PER IL RECUPERO DELLA REGOLARITA' DEL PIANO VIABILE

CASE HISTORIES (1/2)

- **Linea Ferroviaria Cagliari - Decimomannu**



Intervento su un rilevato in approccio ad un ponte scatolare

DISTART Strade

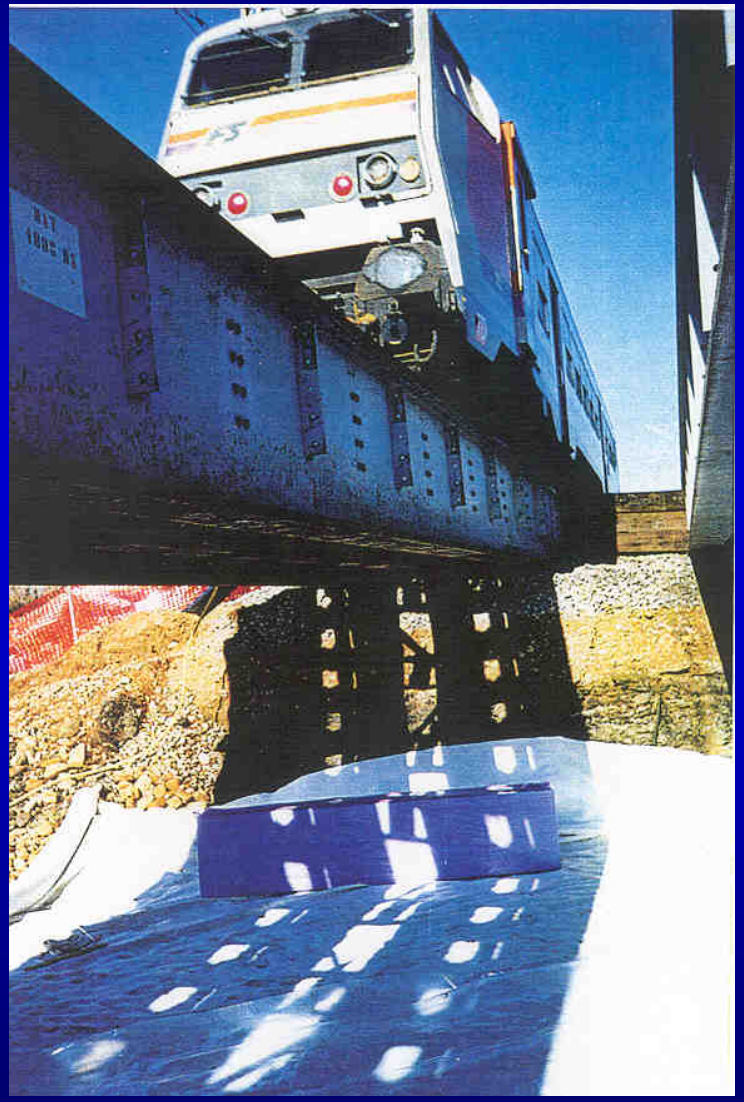
CASE HISTORIES (1/2)

- **Linea Ferroviaria Cagliari - Decimomannu**

L'intervento è consistito nella rimozione del materiale del vecchio rilevato e la sua sostituzione con il materiale leggero (EPS), completamente isolato con fogli di polietilene ad alta resistenza, sormontato da un solettone in c.a.

CASE HISTORIES (1/2)

- **Linea Ferroviaria Cagliari - Decimomannu**

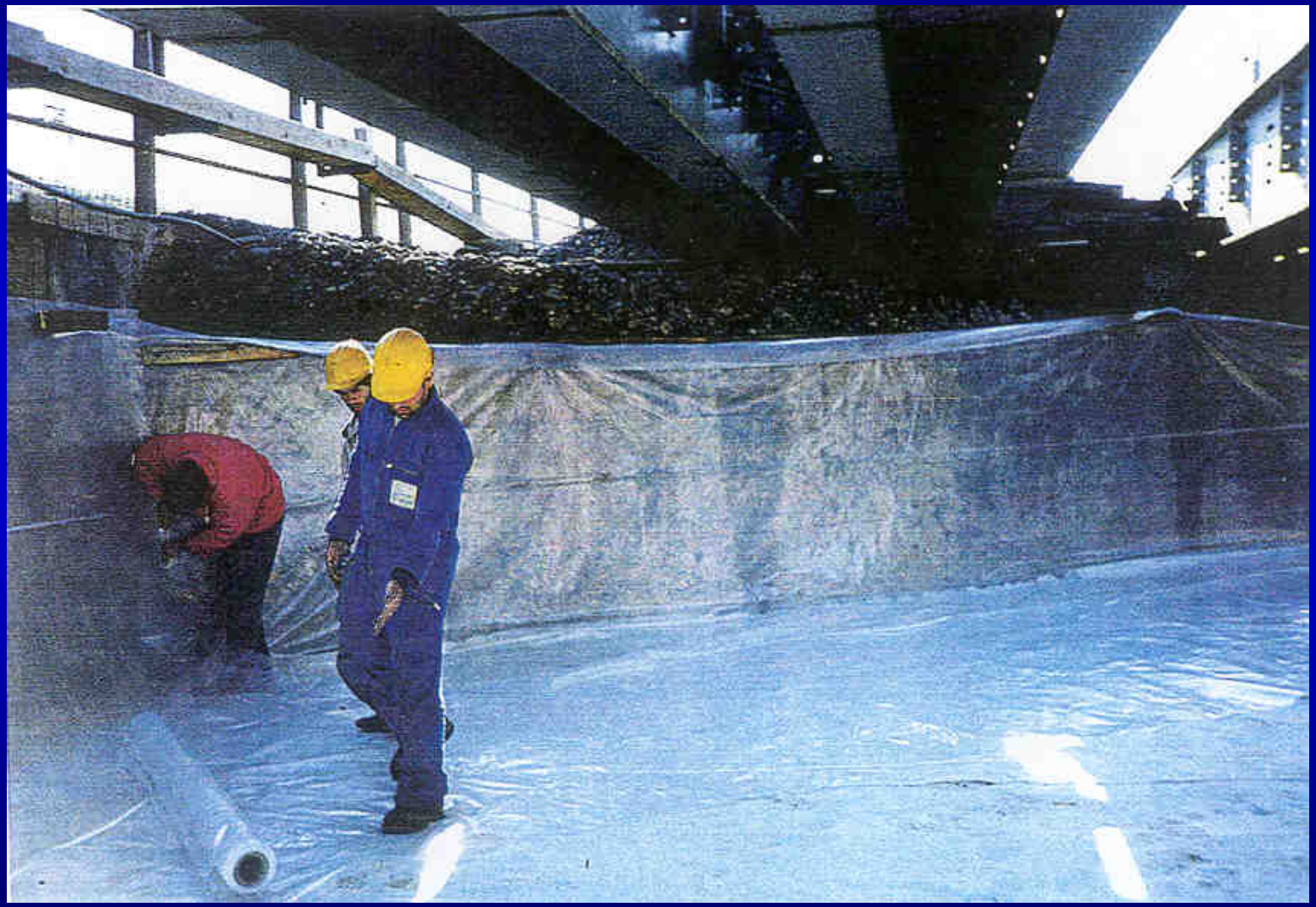


Tutte le operazioni occorrenti per il ripristino del ponte e la realizzazione del nuovo rilevato sono state effettuate senza interruzione dell'esercizio ferroviario che è stato assicurato attraverso la posa in opera di una travata metallica provvisoria di luce pari a 24 m

DISTART Strade

CASE HISTORIES (1/2)

- **Linea Ferroviaria Cagliari - Decimomannu**



DISTART
Strade

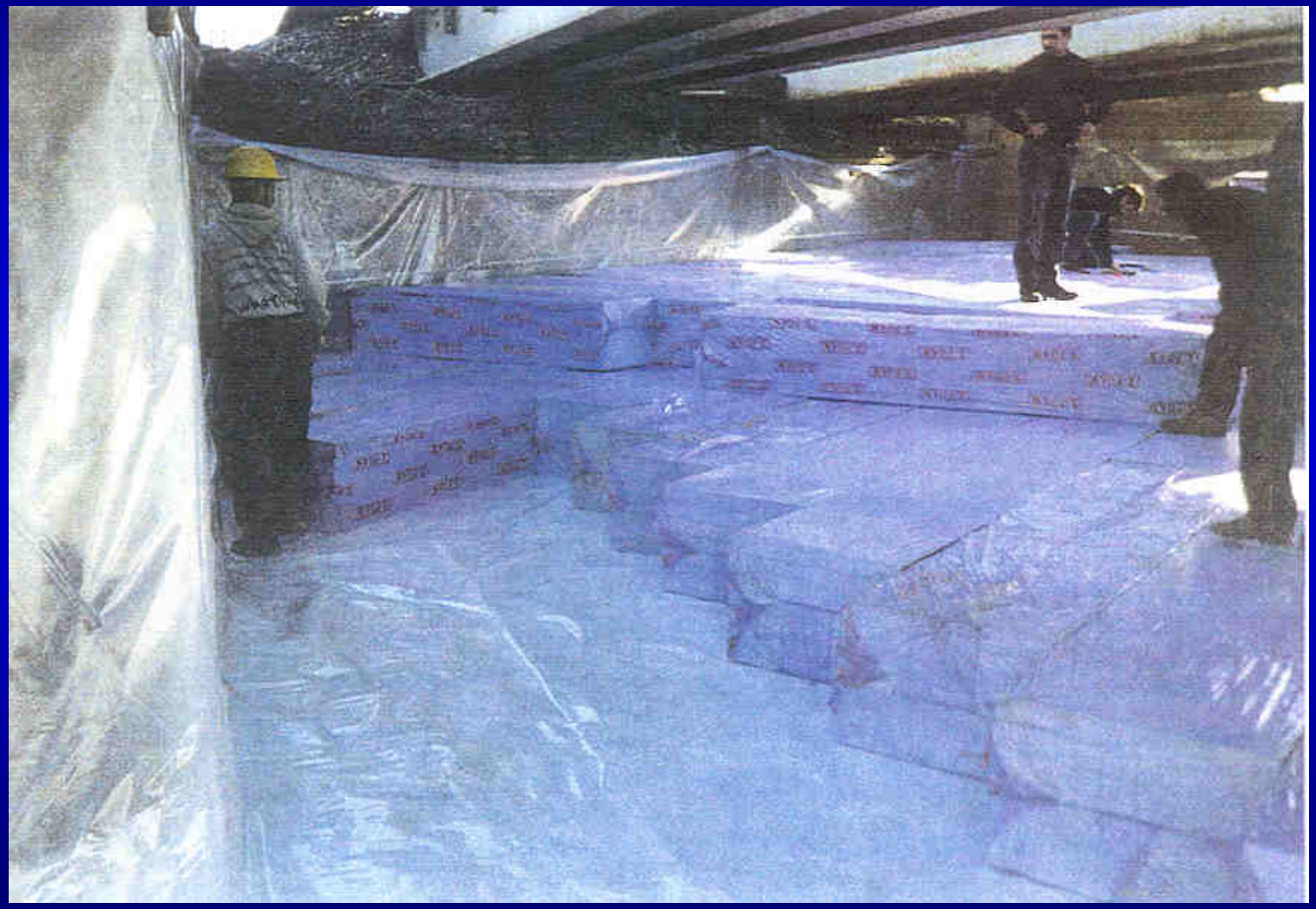
CASE HISTORIES (1/2)

- **Linea Ferroviaria Cagliari - Decimomannu**

DISTART
Strade

CASE HISTORIES (1/2)

- **Linea Ferroviaria Cagliari - Decimomannu**



DISTART
Strade

CASE HISTORIES (1/2)

- **Linea Ferroviaria Cagliari - Decimomannu**

DISTART
Strade

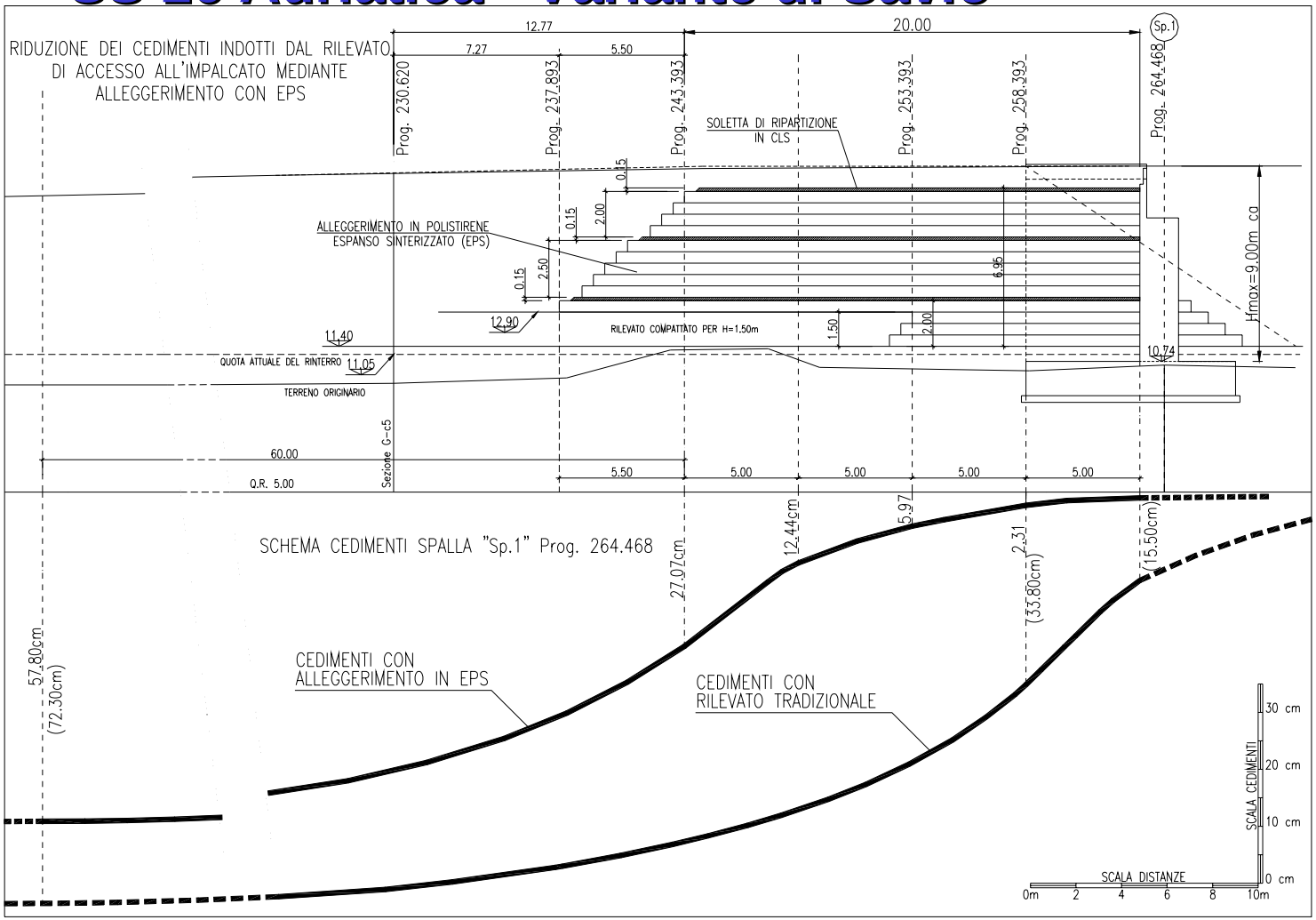
CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio**

DISTART Strade

CASE HISTORIES (2/2)

▪ SS 16 Adriatica - Variante di Savio



Riduzione dei cedimenti indotti dal rilevato di accesso all'impalcato mediante alleggerimento con EPS

DISTART Strade

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio**

DISTART Strade

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio**

DISTART Strade

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio**

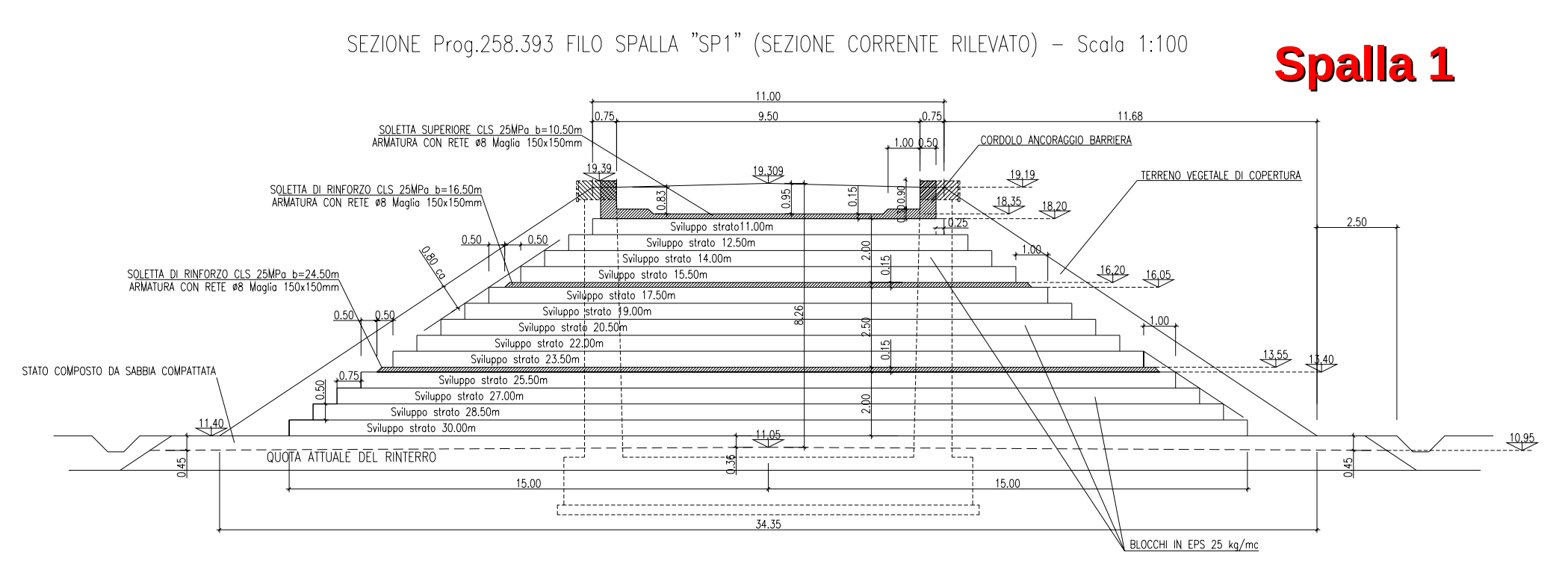
Considerato che in corrispondenza delle spalle il rilevato ha altezza 9.00 m e non ha continuità, è verosimile presumere, tenuto conto dei cedimenti già misurati in zone vicine a quelle in analisi, che il cedimento possa essere di circa 40 cm.

In queste condizioni si genera nei pali delle spalle un notevole attrito negativo che compromette la portanza e la stabilità. Al fine quindi di procedere in condizioni di stabilità occorre costruire un rilevato alleggerito che limita moltissimo i cedimenti in corrispondenza della spalla.

Si è quindi fatto riferimento a rilevati costruiti con EPS, Polistirene Espanso Sinterizzato.

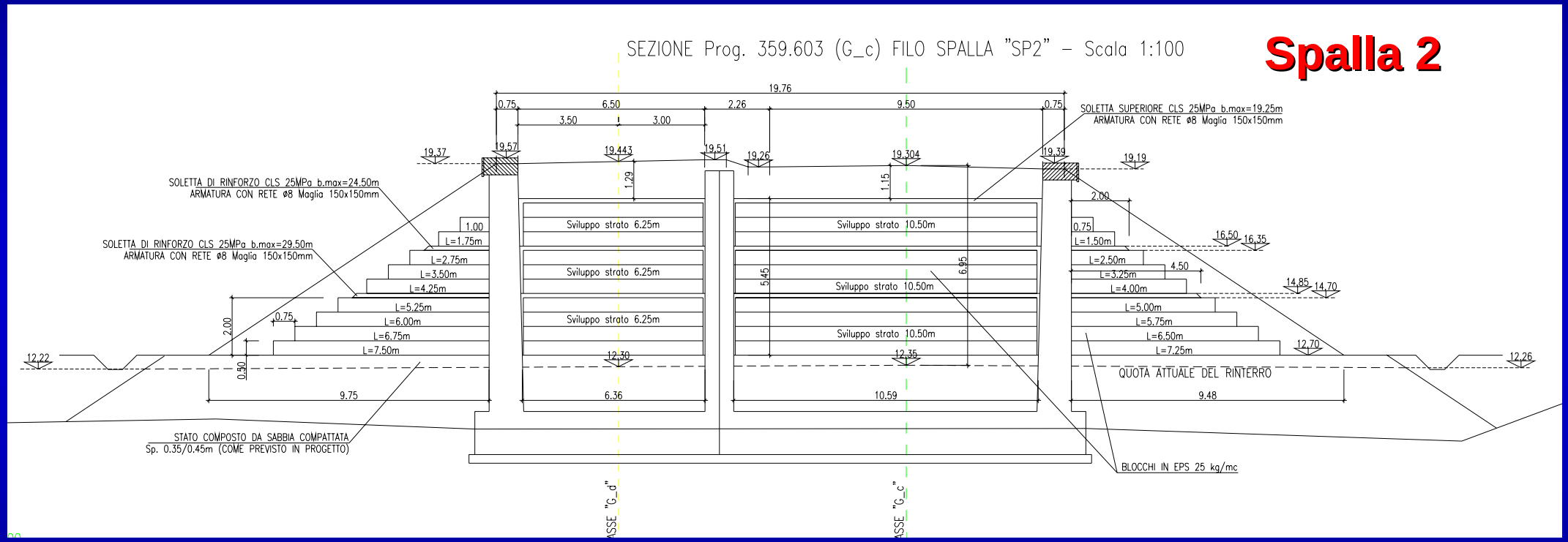
CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio - Progetto**



CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio - Progetto**



CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio - Fasi esecutive**

1. Regolarizzazione del terreno in sito con asportazione della coltre vegetale e compattazione.
2. Posa di uno strato di sabbia compattata nello spessore di 0.35÷0.40 m.
3. Posa di un geotessile nella zona a tergo della spalla per una distanza media di 10 m.
4. Costruzione della prima parte del rilevato in EPS per l'altezza di 1.50 m e per l'estensione media di 10 m dalla spalla.
5. Costruzione del rilevato H 1.50 m sotto il rilevato alleggerito partendo dalla distanza di 10 m dalla spalla.
6. Posa del geotessile su questa parte di rilevato.

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio - Fasi esecutive**

7. Posa dei blocchi in EPS (25 kg/mc) a giunti sfalsati. I blocchi vanno posizionati e compattati tra loro in modo che la linea di giunzione non provochi fessure superiori a 10 mm. Si arriva così fino a circa un terzo dell'altezza del rilevato. L'estensione dell'intervento è mediamente di 20 m a tergo della spalla.
8. Ad un terzo dell'altezza si getta una lastra di calcestruzzo con spessore 15 cm, armata con rete elettrosaldata ϕ 8 [15 x 15]. Questa lastra ha funzione di collegamento e ripartizione.
9. Posa dei blocchi di EPS (25 kg/mc) come al punto 7 fino a due terzi dell'altezza del rilevato.
10. A due terzi dell'altezza si getta la seconda soletta in c.a. di ripartizione e collegamento con spessore 15 cm ed armatura ϕ 8 [15 x 15].
11. Posa dei blocchi di EPS (25 kg/mc) fino ad un metro dalla superficie viabile.
12. Posa di un geotessile sulla superficie superiore.

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica - Variante di Savio - Fasi esecutive**

13. Getto di una soletta di ripartizione e collegamento come al punto 10 (spessore 15 cm, armatura ϕ 8 [15 x 15]). Lateralmente la soletta risvolta verticalmente in due cordoli opportunamente dimensionati per sopportare le azioni sulle barriere di sicurezza. I risvolti verticali hanno complessivamente altezza 100 - 15 = 85 cm.
14. All'interno della struttura di cui al punto precedente si pone la sovrastruttura stradale e si completa lo spessore di 85 cm con materiale arido da rilevato.
15. Posa di un geotessile sulle scarpate.
16. Ricoprimento delle scarpate con terreno vegetale, che sarà successivamente inerbato, nello spessore minimo di 80 cm.

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica -**

Variante di Savio

Spalla 1

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica -**

Variante di Savio

Spalla 1

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica -**

Variante di Savio

Spalla 1

DISTART Strade

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica -**

Variante di Savio

Spalla 2

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica -**

Variante di Savio

Spalla 2

CASE HISTORIES (2/2)

- **SS 16 Adriatica -**

Variante di Savio

Spalla 2

DISTART Strade

CONCLUSIONI

L'utilizzo di materiali di riempimento leggeri permette di affrontare molte situazioni e problematiche che spesso sarebbero di difficile soluzione tecnica con i metodi di costruzione tradizionali.

Gli impieghi pratici dell'EPS:

- **–realizzazione di rilevati alleggeriti per diminuire i cedimenti primari e secondari**
- **–ampliamento della sede del solido stradale**
- **–sistemazione di versanti in frana**
- **–realizzazione di riempimenti a tergo di ponti e viadotti**

CONCLUSIONI

I materiali leggeri hanno ormai confermato anche in Italia la loro validità tecnica, sia in fase esecutiva, sia durante la vita utile dell'infrastruttura, e spesso rappresentano l'unica soluzione economicamente vantaggiosa ad alcune criticità progettuali

DISTART Strade

Grazie per l'attenzione!

Contact references
Prof. Andrea Simone
phone: +39-051-2093522
fax: +39-051-2093527
e-mail: andrea.simone@unibo.it

DISTART
Strade