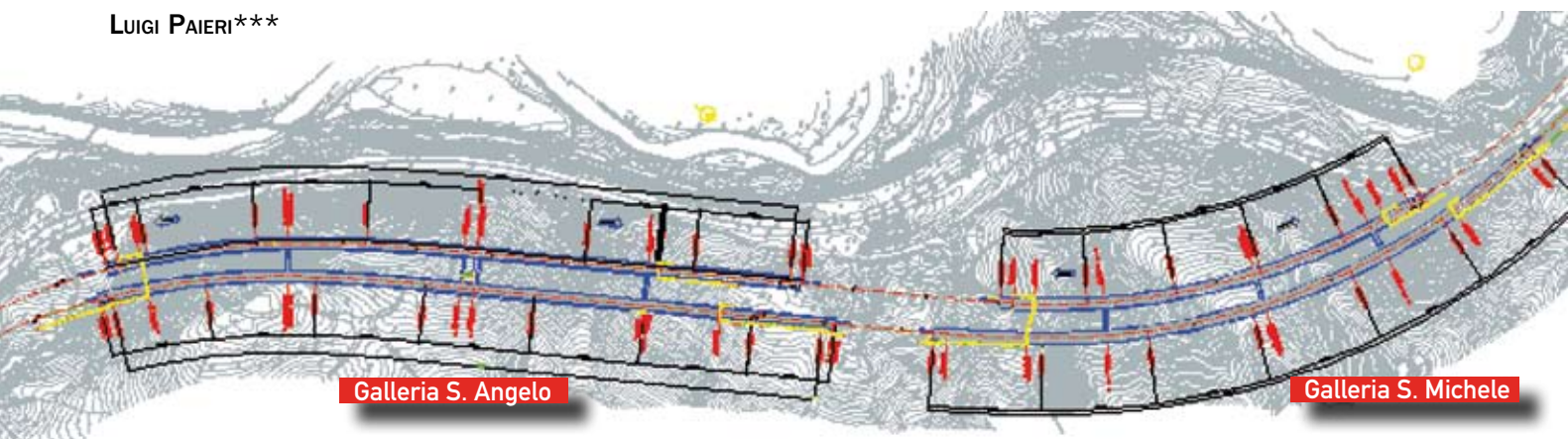


L'ammodernamento della più importante rete stradale del Sud Italia

# Lavori in corso sulla SA-RC

CLAUDIO FIUMARA\*  
CAMILLO COLALONGO\*\*  
LUIGI PAIERI\*\*\*



Il progetto interessa, procedendo da nord a sud, il territorio dei comuni di Contursi, Postiglione e Sicignano degli Alburni, in Provincia di Salerno. Il tracciato esistente del lotto in esame prende origine da Nord al km 47+800 (poco dopo lo svincolo di Contursi) e termina al km 53+800 (poco prima dello svincolo di Sicignano) ed ha incorporato in buona parte la SS19ter, che costituiva una variante alla SS19 compresa tra Casalbuono e Campagna, realizzata negli anni sessanta.

Tale variante assolveva egregiamente alla sua funzione in quanto non tradiva le aspettative degli utenti che la percorrevano accelerando nei tratti in rettilineo e rallentando, talvolta frenando, nei tratti in curva. Essendo la lunghezza dei rettilinei abbastanza limitata, tale comportamento non dava luogo ad incidenti di rilievo. Assai diverso è il comportamento degli utenti

su un'autostrada. In tal caso, la presenza dello spartitraffico, l'inesistenza di intersezioni a raso, la pavimentazione stradale quasi sempre in buone condizioni, costituiscono un invito allettante a percorrere i tratti in curva dell'arteria al limite dello sbandamento effettivo.

Tali caratteristiche, benché all'avanguardia se riferite all'epoca di costruzione dell'infrastruttura (fine anni '60), risultano oggi superate dai più moderni standard di progettazione che impongono parametri di maggiore sicurezza e consentono maggiori velocità di progetto in linea con le capacità dei veicoli in circolazione.

L'adeguamento della sede stradale consiste nella realizzazione di una sagoma di tipo 1/B delle Norme CNR 80, con tre corsie per senso di marcia, di cui le prime due di larghezza da 3.75 m, e la terza di larghezza pari a 3.50 m, più una corsia di emergenza da 3.00 m ed una striscia di margine in sinistra da 0.70 m.

La larghezza complessiva della sezione stradale risulta dunque di almeno 32,00 m, per due carreggiate affiancate e tre corsie per senso di marcia.

Il progetto contempla la realizzazione del collegamento funzionale tra gli svincoli autostradali di Contursi e di Sicignano degli Alburni nell'ambito dei lavori di ammodernamento e adeguamento alle norme C.N.R. 80 della SA-RC.

L'Amministrazione Appaltante è la Società ANASS.p.A. che svolge anche l'attività di Direzione dei lavori, la Società Appaltatrice dei lavori è la Pizzarotti & C. S.p.A. di Parma, la Società affidataria dei lavori in sottoterraneo è il Consorzio Stabile Italtunnel S.C.AR.L. di Milano

\* ING., DIRETTORE DI CANTIERE PIZZAROTTI  
\*\* ING., DIRETTORE DI CANTIERE ITALTUNNEL  
\*\*\*ING., DIRETTORE TECNICO ITALTUNNEL

La pendenza trasversale minima prevista in rettilineo, necessaria per lo smaltimento delle acque di piattaforma, è del 2.5%, mentre la pendenza trasversale massima prevista in curva è del 7%.

Per le corsie di marcia, il franco verticale minimo assicurato al di sotto degli ostacoli fissi (in particolare le gallerie) è di 5 m, mentre per la corsia di emergenza e per la striscia di margine è di 4.80 m.

La sezione in galleria è quella prevista dalle richiamate Norme C.N.R. 80, salvo l'adozione di una striscia di margine sia in sinistra che in destra da 0.70 m per garantire una maggiore visibilità nell'inserimento in curva e per garantire la continuità con la sezione corrente.

Di seguito vengono descritte sinteticamente le principali opere d'arte in sotterraneo che caratterizzano l'Appalto.

## Galleria S. Angelo

La galleria Sant'Angelo presenta i seguenti sviluppi per i due sensi di marcia:

- 1.009,60 metri per la carreggiata sud;
- 953,30 metri per la carreggiata nord.

Imbocco lato Reggio Calabria della galleria S. Angelo: particolare becchi di flauto e ritombamento artificiale

L'imbocco nord (SA) e l'imbocco sud (RC) sono stati realizzati mediante la formazione di paratie multi ancorate costituite da pali di fondazione aventi diametro Ø1200 mm, posti ad interasse  $i = 140$  cm ed orditi con armatura ad aderenza migliorata di lunghezza variabile a seconda dell'altezza del fondo scavo.

Le gallerie artificiali di approccio alla gallerie naturali misurano per l'imbocco nord, 65 m per la carreggiata sud e 46 m per la carreggiata nord, mentre per l'imbocco sud, 155 m per la carreggiata sud e 195 m per la carreggiata nord. Per quanto riguarda la calotta lo spessore è variabile da un minimo di 80 cm in chiave a 130 cm in prossimità dell'attacco con i piedritti; lo spessore dell'arco rovescio è costante e misura 100 cm. Lo spessore dei piedritti risulta variabile da un minimo in prossimità dell'attacco tra la calotta ed i piedritti stessi (130 cm) ad un massimo in prossimità dell'attacco con l'arco rovescio (182 cm). Il terreno di ricoprimento ha uno spessore variabile. Il raccordo con la viabilità a cielo aperto avviene mediante la realizzazione di opere di sostegno a "becco



di flauto" per un tratto di lunghezza pari a 15 m.

La galleria naturale, caratterizzata da modestissima copertura con lunghi tratti a bassa copertura, presenta condizioni di fronte instabile praticamente per tutta la sua estensione. Le formazioni geologiche oggetto di tunnelling sono essenzialmente costituite da argille e marnoscisti di colore variabile dal rosso al grigio, con intercalati o inclusi strati, lenti e blocchi calcarei facenti parte del "complesso caotico delle Argille Varicolori". Le caratteristiche meccaniche di tali ammassi





Foto in alto, Galleria S. Angelo: abbattimento diaframma canna nord 19 marzo 2010. Al centro, scavo e smarino. A destra, posa ultima centina.

In basso da sinistra, esecuzione preconsolidamento del fronte e scavo di avanzamento e smarino.

sono cattive, tendenti a pessime.

Tutte le zone d'imbocco delle gallerie interessano accumuli di frane quiescenti e/o paleofrane. Nelle porzioni appartenenti ai vistosi accumuli di frana è abbastanza aleatoria la distinzione fra coltri detritiche e corpo di accumulo colluviale, viste le sensibili proprietà coesive di entrambi e l'aumento progressivo verso il basso delle caratteristiche di resistenza, per costipamento dovuto a normale aumento della tensione litostatica.

Analogamente il corpo di accumulo, spesso costituito da intere porzioni del complesso caotico ribassate, è difficilmente distinguibile in modo netto dall'inizio del "substrato" vero e proprio.

Lo sviluppo per i due sensi di marcia è il seguente:

- 789,51 metri per la carreggiata sud (residuo scavo 65 m al 31 maggio 2010 previsione foratura fine luglio 2010);
- 711,87 metri per la carreggiata nord (diaframma abbattuto in data 19/03/2010).

La galleria (m<sup>2</sup> 180 c.a. di scavo) viene realizzata con avanzamento a piena sezione e con rivestimento definitivo immediatamente a ridosso del fronte.

Le attività sono essenzialmente costituite da:

- preconsolidamenti dell'ammasso al fronte mediante tubi e/o piatti in vetroresina iniettati rispettivamente con miscele cementizie e/o espansive;
- ombrello di infilaggi metallici per il sostegno del fronte in corona, a volte integrati da preconsolidamenti costituiti da tubi in vetroresina valvolati (2 vlv/m iniettati con miscele cementizie) nelle tratte a bassa copertura e con ammassi fortemente decompressi;
- centine e spritz beton passo variabile da 1-1,20 m (m<sup>2</sup> 167 c.a. al piano di scavo);
- arco rovescio e murette armate prossime al fronte (max 1,5Ø ÷ m<sup>2</sup> 14 c.a. ÷ cls Rck35 MPa);
- impermeabilizzazione costituita da una membrana in PVC dello spessore di 2





Galleria S. Angelo. Sopra, posa delle centine. In basso da sinistra, verifica piani e mezzeria; pre-spritz al fronte e spritz beton su centina

mm e strato di compensazione in geotessile (peso 500 g/m<sup>2</sup>) con posa in opera di un cordolo idroespansivo per l'impermeabilizzazione nella zona di collegamento tra le murette ed i piedritti;

- calotta con spessore variabile da 60 cm a 120 cm (armata nelle tratte di innesto ÷ cls RcK35 MPa).

Attività di fondamentale importanza nello scavo delle gallerie è rappresentata dal monitoraggio in corso d'opera che ha lo scopo di tenere sotto controllo l'evoluzione della risposta tenso-deformativa dell'ammasso allo scavo e verificare, in

funzione di questa, che i presupposti progettuali siano rispettati.

Il monitoraggio consente l'instaurarsi di un processo interattivo tra progettazione e realizzazione, tale da assicurare maggiore sicurezza in corso d'opera in quanto ogni comportamento anomalo dell'ammasso roccioso può essere registrato e pertanto possono essere presi gli opportuni accorgimenti correttivi. A valle di questa fase di studio ed approfondimento, il progettista giudica l'effettiva rispondenza delle sezioni applicate alla condizione geomeccanica incontrata e, quindi, fornisce indicazioni sulle modalità e sull'intensità degli interventi da adottare.

In linea generale, per la galleria S. Angelo, sono previste le seguenti predisposi-

zioni:

- rilievi del fronte di scavo;
- stazioni di misura delle convergenze cinque chiodi;
- stazioni di misura dei cedimenti superficiali costituite da capisaldi superficiali ed estenso-inclinometri incrementali;
- stazioni di misura dello stato tensionale nei rivestimenti provvisori mediante celle di pressione al di sotto del piede della centina e barrette estensimetriche da posizionarsi sull'anima del profilato centinato;
- stazioni di misura dello stato tensionale nei rivestimenti definitivi mediante barrette estensimetriche e celle di pressione annegate nei getti;
- dac Test in corso d'opera che consentono, attraverso sistemi automatici di acquisizione dei principali parametri di per-





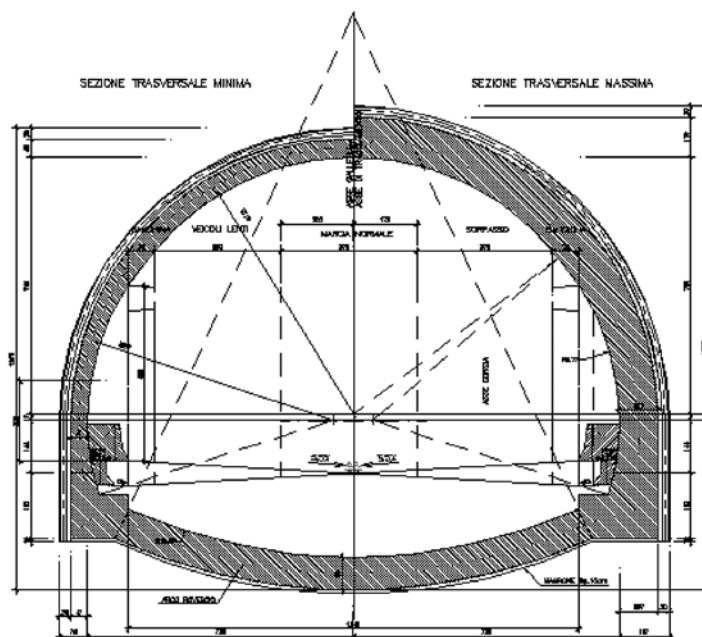
## Galleria S. Michele

La galleria San Michele presenta i seguenti sviluppi per i due sensi di marcia:

- 880,30 metri per la carreggiata sud;
- 599,55 metri per la carreggiata nord.

L'imbocco nord (SA) e l'imbocco sud (RC) sono stati realizzati mediante la formazione di paratie multi ancorate, costituite da pali di fondazione aventi diametro  $\varnothing 1200$  mm, posti ad interasse  $i = 140$  cm ed orditi con armatura ad aderenza migliorata di lunghezza variabile a seconda dell'altezza del fondo scavo.

Le gallerie artificiali di approccio alla gallerie naturali misurano per l'imbocco nord, 124 m per la carreggiata sud e 43,50 m per la carreggiata nord, mentre per l'imbocco sud, 134,85 m per la carreggiata sud e 52,85 m per la carreggiata nord. Per quanto riguarda la calotta lo spessore è variabile da un minimo di 80 cm in chiave a 130 cm in prossimità dell'attacco con i piedritti; lo spessore dell'arco rovescio è costante e misura 100 cm. Lo spessore dei piedritti risulta variabile da un minimo in prossimità dell'attacco tra la calotta ed i piedritti stessi (130 cm) ad un massimo in prossimità dell'attacco con l'arco rovescio (182 cm). Il terreno di ricoprimento



Galleria S.Michele e S.Angelo – carpenteria calotta tronco conica

ha uno spessore variabile. Il raccordo con la viabilità a cielo aperto avviene mediante la realizzazione di opere di sostegno a "becco di flauto" per un tratto di lunghezza pari a 15 m.

La galleria naturale S. Michele, è caratterizzata come la S. Angelo da modestissima copertura con lunghi tratti a bassa copertura; presenta condizioni di fronte instabile praticamente per tutta la sua estensione. Le formazioni geologiche og-

getto di tunnelling sono essenzialmente costituite da argille e marnoscisti di colore variabile dal rosso al grigio, con intercalati o inclusi strati, lenti e blocchi calcarei facenti parte del "complesso caotico delle Argille Varicolori". Le caratteristiche meccaniche di tali ammassi sono cattive, tendenti a pessime.

Dal punto di vista strutturale, i terreni in esame si caratterizzano per la presenza di un diffuso e pervasivo clivaggio spa-

Imbocco lato Salerno della galleria S. Michele: esecuzione galleria artificiale canna sud

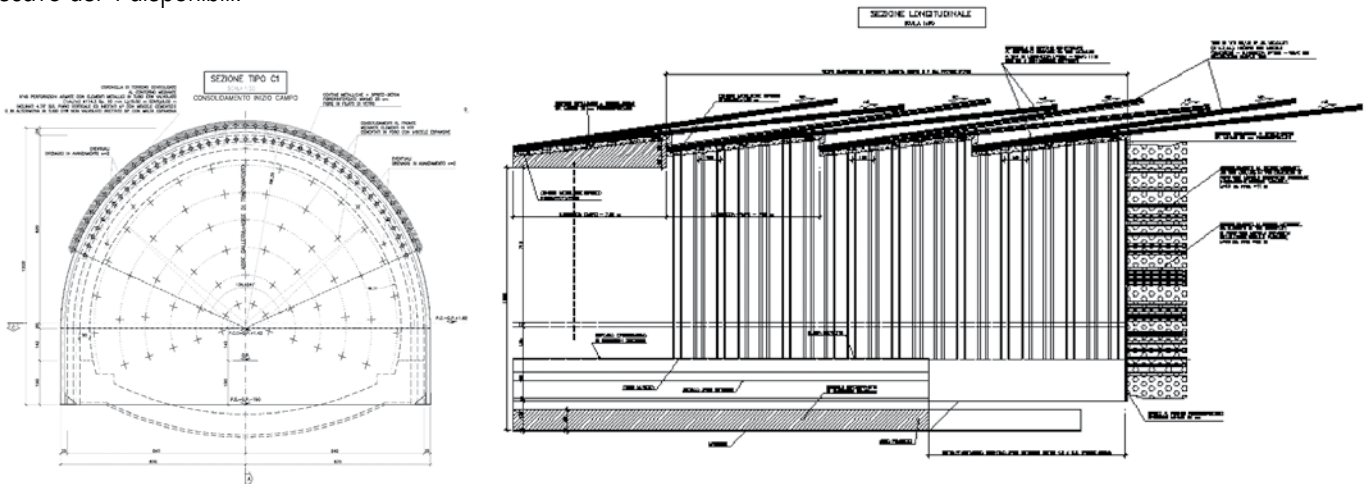


ziato, legato alle azioni dinamiche esercitate dalle pressioni orogenetiche, evidenziato dalla presenza di numerosi piani di discontinuità all'interno delle argille e delle marne, che produce l'evidente assetto scaglioso. Macroscopicamente, l'ammasso presenta un assetto caotico dovuto allo scompaginamento tettonico, evidenziato dalla presenza di fratture, piegamenti e tagliamenti legati alle diverse fasi tettoniche che lo hanno interessato. Lo sviluppo per i due sensi di marcia è il seguente:

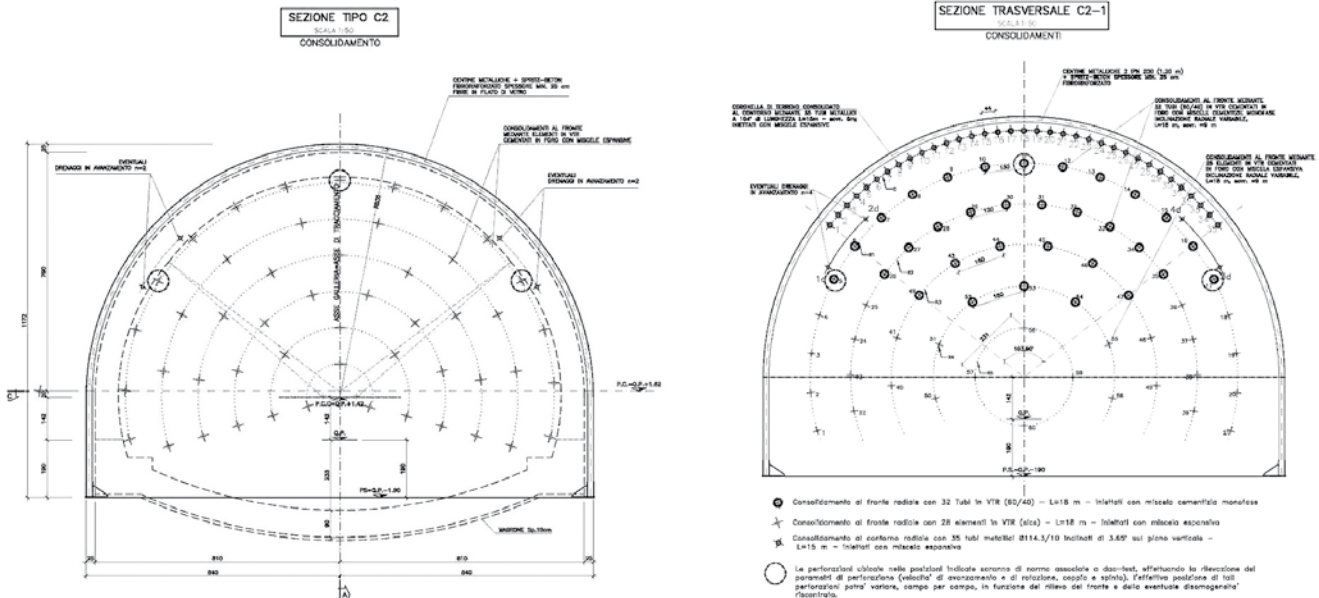
- 621,20 metri per la carreggiata sud (residuo scavo 425 m al 31 maggio 2010);
  - 503,30 metri per la carreggiata nord (residuo scavo 400 m al 31 maggio 2010).
- Attualmente risultano a regime 3 fronti di scavo dei 4 disponibili.



Galleria S. Michele: esecuzione scavo di avanzamento canna sud



Galleria S.Michele e S.Angelo – esecuzione scavo e consolidamento sezione tipo C1 – campi 9 m



Galleria S.Michele e S.Angelo – sezioni trasversali scavo e consolidamento sezione tipo C2-C2-1 – campi 18,00 - 9,40 m



Imbocco lato Salerno della galleria S. Michele: esecuzione consolidamento concio attacco canna nord.

In basso, esecuzione pre-spritz beton in avanzamento

Si sta procedendo all'esecuzione del consolidamento del concio d'attacco in canna nord lato SA al fine di procedere all'avvio dei primi scavi di avanzamento entro la fine del mese di giugno 2010.

La galleria (m<sup>2</sup> 180 c.a. di scavo) viene realizzata con avanzamento a piena sezione e con rivestimento definitivo immediatamente a ridosso del fronte.

Viste le caratteristiche dell'ammasso allo scavo, che appare fragile ed instabile, si evidenzia che l'avanzamento viene eseguito mediante l'impiego del martellone spesso utilizzato anche come ripper.

Frequentemente, prima della posa di ogni centina si rende necessario stabilizzare provvisoriamente il fronte di scavo mediante la posa in opera di spritz-beton ("tampone provvisorio"), al fine di garantire la sicurezza delle maestranze al fronte, per detensionamento dei terreni e conseguente distacco di blocchi e di materiale più sciolto e/o detritico al contatto con l'aria.

Le attività sono essenzialmente costituite, come nella galleria S. Angelo, da:

- preconsolidamenti dell'ammasso al

fronte mediante tubi e/o piatti in vetroresina iniettati rispettivamente con miscele cementizie e/o espansive;

- ombrello di infilaggi metallici per il sostegno del fronte in corona, a volte integrati da preconsolidamenti costituiti da tubi in vetroresina valvolati (2 vlv/m iniettati con miscele cementizie) nelle tratte a bassa copertura e con ammassi fortemente decompressi;

- centine e spritz beton passo variabile da 1-1,20 m (m<sup>2</sup> 167 c.a. al piano di

scavo);

- arco rovescio e murette armate prossime al fronte (max 1,5 Ø ÷ m<sup>2</sup> 14 c.a. ÷ cls RcK35 MPa);

- impermeabilizzazione costituita da una membrana in PVC dello spessore di 2 mm e strato di compensazione in geotessile (peso 500 g/m<sup>2</sup>) con posa in opera di un cordolo idroespansivo per l'impermeabilizzazione nella zona di collegamento tra le murette ed i piedritti;

- calotta con spessore variabile da 60 cm a 120 cm (armata nelle tratte di innesto ÷ cls RcK35 MPa).

Nel dettaglio si riportano alcuni esempi di sezioni di scavo e consolidamento impiegate per le attività di tunnelling della galleria S. Michele. Nell'ambito dei lavori costituenti la galleria S. Michele, sono previsti 3 by-pass pedonali di lunghezza media pari a 35 m c.a.

Completano l'opera oggetto dell'Appalto l'esecuzione di tutte le opere e le forniture necessarie per la realizzazione dell'impianto elettrico, di illuminazione, di rilevamento incendio delle gallerie (portoni REI 120 a struttura metallica previsti per la compartimentazione tagliafuoco dei by-pass tra i due forni delle gallerie) ed impianto di ventilazione longitudinale, unitamente all'installazione di apposita segnaletica verticale di emergenza S.O.S. lungo la tratta autostradale. ■

