



# FSC

Fondo per lo Sviluppo  
e la Coesione

## PROGRAMMAZIONE FSC 2014 - 2020

### Patto per lo Sviluppo della Regione Campania

PROGETTO FINANZIATO CON LA DELIBERAZIONE CIPE N. 26 / 2016  
C.U.P. E91B15000520009

## CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

## INTERVENTO DI VIABILITA' ZONA DIGA ALENTO COMPLETAMENTO STRADA - 3° LOTTO

TRATTO DI PROGETTO	<input type="checkbox"/> Nodo di Cicerale
	<input type="checkbox"/> Dal 5° innesto per Cicerale all'innesto per Monteforte Cilento
	<input checked="" type="checkbox"/> Dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio

FATTIB. TECN. - ECONOM.  PROGETTO DEFINITIVO  PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato	A3.01	Scala	-	Data	Ottobre 2018	Revisione	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
-----------	-------	-------	---	------	--------------	-----------	--

Oggetto:

### Relazione tecnica e sulle interferenze

TIPOLOGIA ELABORATO	<input checked="" type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input type="checkbox"/> Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

#### PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi Srl

Loc. Piano Della Rocca 84060 PRIGNANO CILENTO (SA)  
Tel. 0974/837206 fax 0974/837154 - Pec: veliaingegneria@pec.it

**Ing. Gaetano Suppa**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983

#### GEOLOGO

**Dott. Geol. Francesco Peduto**

Iscritto all'Albo dei Geologi Regione Campania n. 2683 dal 06.05.1988

#### R.U.P.

**Ing. Marcello Nicodemo**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1931 dal 16.04.1984

Riferimento archivio digitale: N.023b.10.2018/Ve.Ing

## RELAZIONE TECNICA

(ai sensi dell'art. 26 comma 1 lett. f e h del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.)

### **Premessa**

Il progetto di "Ripristino viabilità e collegamenti di servizio del bacino della diga Alento, nello specifico dei tronchi B e C (tratti dal 1° al 2° innesto per Cicerale) e tronchi D3, E ed F (dal 5° innesto per Cicerale all'innesto per Monteforte Cilento), di ca. 5,40 Km., è stato finanziato con fondi di cui al progetto PS 29/172 ex Agensud (regolato dalla convenzione n. 1811 del 18.05.1990) e A.P.Q. - "Infrastrutture per la viabilità in Regione Campania".

Il tratto di 10,8 Km ricompreso tra l'innesto per Monteforte Cilento e Stio, di collegamento alla SR ex SS 488 Km, è stato completato ed è in esercizio a cura della Provincia dal 2001; tuttavia, all'attualità, il tronco stradale di che trattasi (tronco C) risulta chiuso al traffico a causa di dissesti idrogeologici localizzati che ne impediscono la transitabilità in condizioni di sicurezza. Il ripristino della funzionalità del tracciato, unitamente al completamento dei ca. 3,3 Km. ricompreso tra il 5° innesto per Cicerale e l'innesto per Monteforte Cilento, sarà garanzia di una seppur temporanea continuità dell'intera strada dalla diga Alento a Stio attraverso la viabilità comunale di Cicerale; questa sarà utile a bypassare i restanti 2,7 Km da realizzare nelle previsioni del 5° lotto. Il 3° lotto di completamento della strada è dunque costituito dal tratto ricompreso tra il 5° innesto per Cicerale e Stio oltreché dall'intervento minore del nodo per Cicerale; il tratto, una volta ultimato, consentirà l'agevole collegamento con i comuni di Magliano Vetere, Campora, Laurino e, più in generale, con i territori interni del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni. Il presente stralcio progettuale è già stato sviluppato a livello di progetto di fattibilità tecnico - economica dalla Società Velia Ingegneria e Servizi Srl in house all'uopo incaricata. Tuttavia, ricadendo tale stralcio progettuale tra i lavori finanziati con la delibera CIPE 26/2016 insieme ad altri stralci già sviluppati a differenti livelli, è occorsa la necessità di ricondurre l'iniziativa ad un quadro progettuale unitario ed omogeneo. Per tale motivo si è provveduto ad una riformulazione seppur non sostanziale dello stralcio progettuale de quo in virtù del carattere unitario dell'intero progetto per i lavori del 3° lotto di completamento.

### **Descrizione dello stato dei luoghi**

La relazione in esame descrive gli interventi di manutenzione straordinaria da realizzare lungo il tratto esistente ricompreso tra l'innesto per Monteforte Cilento e Stio. Allo stato dei luoghi è rilevata la presenza di discontinuità e criticità di carattere idrogeologico di seguito descritte secondo con un ordine crescente in direzione di Stio

### **Intervento 00**

Il tratto in dissesto, caratterizzato da un consistente avvallamento del lato valle della sede stradale, è ricompreso tra le sezioni di progetto 16 e 21.

### Intervento 01

Si caratterizza per una problematica strutturale del tombino stradale localizzato tra le sezioni 48 e 58. Il manufatto è localizzato tra un'area stabile ed un'area in frana complessa scorrimento - colata, localmente soggetta a lenti movimenti di assestamento; il dissesto è riconducibile all'interazione tra queste due aree



*Intervento 00*



*Intervento 01*

### Intervento 02

Il tratto stradale, ricompreso tra le sezioni 138 e 147, si sviluppa all'interno di un'area soggetta a frana di tipo superficiale (colata lenta) caratterizzata da una lenta movimentazione. Ne consegue un consistente avvallamento della sede stradale

### Intervento 03bis

Le discontinuità della sede stradale ivi riscontrate si correlano ad uno smottamento verso valle della carreggiata



*Intervento 02*

*Intervento 03bis*





**Intervento 03**

Il tracciato ricompreso tra le sezioni 164 e 174 si sviluppa in corrispondenza di una frana a colata lenta di terra; questa ne ha causato lo smottamento verso valle e l'avvallamento

**Intervento 03ter**

Tra le sezioni 176 e 181 è riscontrata una serie di discontinuità e avvallamenti del rilevato



*Intervento 03*



*Intervento 03ter*

**Intervento 04**

La sede stradale si sviluppa nell'area di nicchia di una frana in lenta evoluzione, causa dello smottamento verso valle tra le sezioni 200 e 207

**Intervento 05bis e 05**

Si riscontra lo smottamento verso valle della sede stradale tra le sezioni 215 e 219 (intervento 05 bis). Il rilevato tra le sezioni 221 e 229 è impostato su terreni di copertura compressibili, causa dello smottamento verso valle del relativo tratto di sede stradale (intervento 05)



*Intervento 04*



*Intervento 05bis*



*Intervento 05*



"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"



**Intervento 06 - 07**

Il rilevato stradale ricompreso tra le sezioni 236 e 251 è impostato su terreni di copertura compressibili che ne hanno comportato lo smottamento in direzione valle per una lunghezza di circa 105 metri.

**Intervento 08**

Analogamente al tratto che precede, il tracciato ricompreso tra le sezioni 284 e 293 si caratterizza per un consistente smottamento verso valle perché caratterizzato da un'impostazione su terreni di copertura.

**Intervento 09**

Il rilevato lungo il tratto definito dalle sezioni 312 e 316 è impostato su terreni di copertura compressibili e caratterizzato da uno smottamento verso valle della sede stradale



*Intervento 08*



*Intervento 09*

**Intervento 09bis**

Il tratto stradale compreso tra le sezioni 330 e 334 è caratterizzato da un modesto smottamento in direzione valle



*Intervento 09bis*



### **Intervento 10**

L'intervento de quo riguarda il ripristino di un tombino stradale caratterizzato da un cedimento indotto anche al sovrastante manto stradale; tale discontinuità è correlata alla particolare ubicazione del manufatto tra un'area stabile ed un'area soggetta a deformazione complessa soggetta a lenti movimenti di assestamento.

### **Intervento 11**

Il tratto ricompreso tra le sezioni 343 e 346 è ubicato in un'area di deformazione complessa soggetta a lenti movimenti di assestamento; tale fattispecie ha indotto uno smottamento in direzione valle della sede stradale



*Intervento 10*



*Intervento 11*



*Intervento 12*

### **Intervento 12**

Il settore stradale tra le sezioni 376 e 384 è caratterizzato per la presenza di un consistente dissesto sul lato valle della sede stradale interessante anche il muro di valle del tombino in pietra che risulta inclinato

### **Intervento 13**

Il settore stradale tra le sezioni 376 e 384 è caratterizzato dall'avvallamento del tombino esistente con interessamento del relativo muro di valle



*Intervento 13*



### **Intervento 14bis**

Il tratto ricompreso tra le sezioni 425 e 429 si caratterizza per la presenza di un modesto smottamento in direzione valle

### **Intervento 14**

La sede stradale è ubicata nel corpo di una frana in lento movimento, riattivata all'interno del cumulo di una pregressa frana. Il tratto stradale tra le sezioni 431 e 436 è caratterizzato da uno smottamento lungo il lato valle con interessamento dei gabbioni a balle del rilevato



*Intervento 14bis*



*Intervento 14*

### **Intervento 15**

In maniera diffusa lungo il percorso si riscontra, per taluni tratti, l'avvallamento della pavimentazione stradale

### **Intervento 16**

Si riscontra la necessità di ripristinare l'efficienza delle zanelle esistenti mediante rimozione di materiale vegetativo e terreno nel tempo ivi ubicatosi

### **Intervento 17**

Le scarpate laterali e in taluni casi l'intero asse stradale si caratterizzano per la presenza di vegetazione morta e/o infestante



### **Intervento 18**

Tra le sezioni 445 e 450 si riscontra la presenza di un cumulo di terreno che, a seguito di uno smottamento, ha invaso parte della sede stradale.

*Intervento 18*

### **Intervento 19**

Quota parte del tratto tra le sezioni 450 e 453 si riscontra un avvallamento della sede stradale



### **Intervento 20**

Il tratto stradale ricompreso tra le sezioni 527 e 530 è caratterizzato dalla rottura della gabbionata a monte per una lunghezza di ca. 4,00 m..

*Intervento 20*

### **Intervento 21**

Il muro in pietra di contenimento a monte della sede stradale tra le sezioni 579 e 582 risulta caratterizzato da un rottura degli elementi lapidei per ca. 8 m..

### **Intervento 22**

Si è riscontrato un avvallamento della sede stradale con rottura della zanella per 35 m. ca.; trattasi di dissesti correlati alla peculiare ubicazione del tratto stradale all'intero dell'ampio fenomeno franoso che interessa l'abitato di Gorga



*Intervento 21*



*Intervento 22*



## **Descrizione del Progetto**

Dal punto di vista meramente amministrativo si ricorda che il tratto stradale su cui effettuare i lavori di manutenzione straordinaria di che trattasi, ricompreso tra l'innesto per Monteforte Cilento e Stio, ricade per l'appunto nei territori comunali di Cicerale, Monteforte Cilento e Stio. Le opere di progetto ivi previste sono riassumibili come di seguito descritto.

### **Intervento 00**

L'intervento "00" impegna il tratto stradale compreso tra la sezione 15 e la sezione 21 per una lunghezza di 34,40 metri ca. e mira alla risoluzione della criticità ivi riscontrata consistente nell'avvallamento lungo il lato valle della sede stradale, caratterizzante il tratto per ca. 20 m. lineari. Per risolvere la citata problematica si è optato per la realizzazione di terre rinforzate, il cui piano di posa si attesta a circa 6.60 m. dalla quota della strada. L'opera di sostegno scelta è una struttura atta al contenimento o alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terra, che avviene per strati successivi. Nel caso in oggetto gli elementi di rinforzo sono disposti per strati di 70 cm estendendosi trasversalmente per 4 metri. Per garantire il buon comportamento strutturale si prevede uno strato di 50 cm di materiale grossolano (gabbioni) alla base del rilevato ed un sistema realizzato con materassino drenante a tergo dell'opera in modo da intercettare le acque filtrate prima che attraversino il rilevato armato. Si provvederà infine al ripristino del rilevato e al successivo completamento dei sovrastanti strati stradali di  $s = 45$  cm. (vedi grafici), ivi compresa la barriera stradale lungo il lato valle del tratto interessato.

### **Intervento 01**

L'intervento "01" impegna il tratto stradale compreso tra la sezione 48 e la sezione 58. Il movimento franoso a cinematica lenta di assestamento che caratterizza l'intervento ha implicato un cedimento del tombino nella sua mezzeria, rendendo de facto impossibile la circolazione stradale in sicurezza. Per il ripristino del corrispondente percorso occorre dunque provvedere alla previa demolizione del manufatto e alla successiva ricostruzione ex - novo del tombino con paramenti in terra armata sia a monte che a valle, fondato sul lato di valle ad una profondità di almeno 3 m. dall'attuale quota di campagna. Gli elementi di rinforzo saranno disposti per strati di 70 cm e si estenderanno trasversalmente per 4 metri. Anche in questo caso, per garantire il buon comportamento strutturale i paramenti in terra armata fonderanno su uno strato di 50 cm di materiale grossolano (gabbioni) mentre un sistema di drenaggio a tergo dell'opera da realizzare con materassino all'uopo concepito garantirà l'intercettazione delle acque filtrate prima che le stesse attraversino il rilevato armato. La continuità idraulica garantita allo stato dei luoghi dal tombino esistente sarà confermata dall'apposizione di un tubo armco DN2500 che attraverserà il nuovo manufatto tra le sezioni 52 e 53 e ai cui estremi si provvederà all'apposizione di un materassino tipo

---

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

---

Reno capace di minimizzare il potenziale fenomeno erosivo all'imbocco e all'uscita dell'attraversamento. Una canaletta di drenaggio garantirà il corretto convogliamento delle acque meteoriche a monte del rilevato fino alla convergenza col tubo armco in ingresso al manufatto. Il riempimento interposto tra gli strati di terra armata garantirà la realizzazione di un adeguato piano di appoggio per il sovrastante pacchetto stradale, ai cui bordi verrà poi ubicata apposita barriera stradale di sicurezza.

### **Intervento 02**

L'intervento "02" riguarda il tratto stradale ricompreso tra la sezione 137 e la sezione 148 per una lunghezza di 90,70 metri ca.. Il tratto è come detto caratterizzato da un movimento franoso a cinematica lenta che ha comportato uno smottamento verso valle di quota parte del rilevato stradale. Per il ripristino delle condizioni di sicurezza si realizzerà un paramento in gabbioni a tripla fila lungo il citato lato valle composto da strutture modulari realizzate mediante l'assemblaggio di elementi parallelepipedici in rete d'acciaio a maglia esagonale a doppia torsione riempiti con pietrame idoneo. In particolare è previsto l'utilizzo di tre file di gabbioni mediante strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca. ed il cui piano di fondazione si attesta ad una profondità di circa 4.00 metri dalla quota strada. Per garantire il buon comportamento strutturale ed un'adeguata apposizione dei predetti elementi si prevede la realizzazione di uno strato di magrone di posa in adeguato spessore. Come per gli altri interventi, si provvederà al riempimento a tergo della sede stradale con materiale idoneo a garantire la stabilità e durabilità del sovrastante pacchetto stradale da ripristinare; si provvederà infine all'apposizione di un'adeguata barriera di sicurezza a bordo strada.

### **Intervento 03bis**

L'intervento "03bis", ricompreso tra le sezioni 153 e 162 e della lunghezza di ca. 38,50 m., si caratterizza per uno smottamento del rilevato lungo il lato valle. Per la risoluzione della citata problematica si è optato per la realizzazione di un paramento in gabbioni a tripla fila tipologicamente analoghi a quelli succitati mediante l'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca.. Il piano di fondazione dei gabbioni sarà impostato ad una profondità di ca. 4,00 m. dal piano stradale previa realizzazione di un piano di posa in calcestruzzo non strutturale (magrone). Come per gli altri interventi si provvederà alla ricostruzione del rilevato rimosso e del sovrastante pacchetto stradale dello spessore di 45 cm..

### **Intervento 03**

L'intervento "03" impegna il tratto stradale compreso tra la sezione 164 e la sezione 174 e si caratterizza per uno smottamento della sede stradale lungo il lato valle. Per il ripristino delle condizioni di sicurezza è prevista la realizzazione di una paratia di pali  $\varnothing$  60 cm. da 12 metri di profondità ad interasse 1,20 m. lungo il lato valle con trave di coronamento di dimensioni 80x60 cm. con sovrastante barriera stradale oltreché uno spostamento della sede stradale previa demolizione e ricostruzione del muretto di contenimento esistente ed il relativo



---

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

---

raccordo al nuovo tracciato stradale. Come per gli altri interventi si procederà al ripristino del pacchetto stradale sovra - ubicato.

#### **Intervento 03ter**

L'intervento "03ter" impegna il tratto stradale compreso tra la sezione 175 e la sezione 182 per una lunghezza di 26 metri ca. La principale criticità consiste nella presenza di uno smottamento della sede stradale lungo il lato valle. Per il ripristino delle condizioni di sicurezza è prevista la realizzazione di muri in gabbioni a tripla fila composti da strutture modulari realizzate mediante l'assemblaggio di elementi parallelepipedi in rete d'acciaio a maglia esagonale a doppia torsione riempiti con pietrame in idonea tipologia idoneo. In particolare è previsto l'utilizzo di tre file di gabbioni mediante strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca. ed il cui piano di fondazione si attesta ad una profondità di circa 3.75 metri dalla quota strada. Il paramento in gabbioni fonderà su un piano in calcestruzzo opportunamente dimensionato (magrone). Si provvederà poi al ripristino del rilevato e del pacchetto stradale ivi ubicato.

#### **Intervento 04**

L'intervento "04" ricompreso tra le sezioni 199 e 207 prevede la realizzazione di una paratia di pali  $\varnothing$  80 cm. di profondità pari ad almeno 16 m. ad interasse 1,20 m. lungo il lato valle con trave di coronamento di dimensioni 80x60 cm. e sovrastante barriera stradale. L'intervento consentirà il ripristino della sede stradale danneggiata in maniera sostanziale dallo smottamento ivi insistente.

#### **Intervento 05**

L'intervento "05" ricompreso tra le sezioni 220 e 229 si caratterizza per un modesto smottamento in direzione valle della sede stradale. Il ripristino delle condizioni sicurezza sarà perseguito mediante lo spostamento in direzione monte della sede stradale con relativo spostamento della carreggiata, previa rimozione del manufatto di contenimento esistente e ricostruzione dello stesso a monte del tratto di zanella da implementare.

#### **Intervento 05bis**

L'intervento "05bis", ubicato tra le sezioni 214 e 219, di lunghezza pari a 30 m. ca., è caratterizzato dallo smottamento della sede stradale verso valle. Anche in questo caso il ripristino delle condizioni di sicurezza sarà perseguito mediante la realizzazione di una gabbionata sul lato valle della sede stradale; nel caso de quo la gabbionata sarà del tipo a doppia fila e caratterizzata dall'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca., impostate a 2,65 m. ca. dal piano stradale, opportunamente attestate su sottostante magrone non strutturale. E' altresì confermata la riqualificazione di quota parte del rilevato rimosso oltreché la sovrastante realizzazione ex - novo del tratto di piattaforma stradale interessato dall'intervento e, lungo il tratto, delle idonee barriere stradali per la messa in sicurezza del percorso.

### **Intervento 06 - 07**

Il tratto ricompreso tra le sezioni 236 e 251, di ca. 104 m. si caratterizza per lo smottamento in direzione valle di quota parte della sede stradale. Per garantire il ripristino delle relative condizioni di sicurezza e percorribilità si provvederà alla realizzazione di un paramento in gabbioni a doppia fila tipologicamente analoghi a quelli succitati mediante l'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca.. Il piano di fondazione dei gabbioni sarà impostato, su apposito magrone, ad una profondità di ca. 2,90 m.. Lungo il tratto saranno ripristinati rilevato, pacchetto di pavimentazione stradale e barriere stradali lungo il lato valle.

### **Intervento 08**

L'intervento "08" riguarda la messa in sicurezza ed il ripristino della funzionalità del tratto compreso tra le sezioni 283 e 294, pesantemente danneggiato da un consistente smottamento in direzione valle di quota parte della sezione stradale. Le opere da realizzare consistiranno nella realizzazione di una paratia di pali  $\varnothing$  60 cm. da 14 metri di profondità ad interasse 1,20 m. lungo il lato valle con trave di coronamento di dimensioni 80x60 cm. con sovrastante barriera stradale.

### **Intervento 09**

L'intervento "09" è ricompreso tra le sezioni 311 e 317 e mira al ripristino delle condizioni di sicurezza del tratto stradale interessato da uno smottamento di contenute dimensioni in direzione valle. Le opere saranno consistiranno nella realizzazione di un paramento in gabbioni a tripla fila tipologicamente analoghi a quelli succitati mediante l'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca.. Il piano di fondazione dei gabbioni sarà impostato, su apposito magrone, ad una profondità di ca. 4,30 m.. Lungo il tratto saranno ripristinati rilevato, pacchetto di pavimentazione stradale e barriere stradali lungo il lato valle.

### **Intervento 09bis**

L'intervento "09bis" sarà sviluppato tra le sezioni 330 e 335 e, analogamente a quello di cui al precedente punto, mirerà al ripristino delle condizioni di sicurezza del tratto stradale interessato da uno smottamento di contenute dimensioni in direzione valle. Le opere saranno consistiranno nella realizzazione di un paramento in gabbioni a tripla fila tipologicamente analoghi a quelli succitati mediante l'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca.. Il piano di fondazione dei gabbioni sarà impostato, su apposito magrone, ad una profondità di ca. 4,30 m.. Lungo il tratto saranno ripristinati rilevato, pacchetto di pavimentazione stradale e barriere stradali lungo il lato valle.



### **Intervento 10**

Il tratto stradale de quo si caratterizza per la presenza di un tombino con evidenze di cedimento trasmesse al manto stradale. Per garantire la continua e sicura percorribilità dell'arteria è prevista la ricostruzione del tombino con sezione idraulica del tubo DN1500 per l'attraversamento delle acque meteoriche.

### **Intervento 11**

L'intervento "11" impegna il tratto stradale tra le sezioni 342 e 347; esso è orientato alla risoluzione dello smottamento stradale mediante realizzazione di un paramento in gabbioni a tripla fila tipologicamente analoghi a quelli succitati mediante l'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca.. Il piano di fondazione dei gabbioni sarà impostato, su apposito magrone, ad una profondità di ca. 4,10 m.. Lungo il tratto saranno ripristinati rilevato, pacchetto di pavimentazione stradale e barriere stradali lungo il lato valle.

### **Intervento 12**

Le opere relative all'intervento "12" impegna il tratto stradale tra le sezioni 376 e 384 riguarda il ripristino delle opere stradali esistenti caratterizzate da un dissesto del manto di percorrenza. Si provvederà pertanto alla realizzazione di una paratia  $\varnothing$  60 cm. pali da 16 metri di profondità ad interasse 1,20 m. lungo il lato valle con trave di coronamento di dimensioni 80x60 cm. a congrua distanza dal muro di contenimento esistente che verrà sottoposto ad opere di manutenzione per fungere dunque da paramento esterno alla palificata da realizzare. Per garantire l'attraversamento delle acque meteoriche attraverso una sezione idraulica con tubo DN1500, si provvederà all'adeguamento dell'interasse su - menzionato in corrispondenza del suddetto attraversamento mediante il posizionamento dei pali ad interasse 1,80 m.

### **Intervento 13**

L'intervento "13", tra le sezioni 416 e 423, si caratterizza per la sussistenza di un movimento franoso a cinematica lenta con conseguente cedimento del tombino. Per il ripristino del corrispondente percorso occorrerà dunque provvedere alla previa demolizione del manufatto e alla successiva ricostruzione ex - novo del tombino con paramenti in terra armata sia a monte che a valle, fondato sul lato di valle ad una profondità di almeno 7,70 m. dall'attuale quota di campagna. Gli elementi di rinforzo saranno disposti per strati di 70 cm e si estenderanno trasversalmente per 4 metri. Anche in questo caso, per garantire il buon comportamento strutturale i paramenti in terra armata fonderanno su uno strato di 50 cm di materiale grossolano (gabbioni) mentre un sistema di drenaggio a tergo dell'opera da realizzare con materassino all'uopo concepito garantirà l'intercettazione delle acque filtrate prima che le stesse attraversino il rilevato armato. La continuità idraulica garantita allo stato dei luoghi dal tombino esistente sarà confermata dall'apposizione di un tubo armco DN1500 che attraverserà il nuovo manufatto tra le sezioni 52 e 53 e ai cui estremi

*"Tratto dall'innesto per Monteforte Cilento a Stio"*

si provvederà all'apposizione di un materassino tipo Reno capace di minimizzare il potenziale fenomeno erosivo all'imbocco e all'uscita dell'attraversamento.

Una canaletta di drenaggio garantirà il corretto convogliamento delle acque meteoriche a monte del rilevato fino alla convergenza col tubo armco in ingresso al manufatto. Il riempimento interposto tra gli strati di terra armata garantirà la realizzazione di un adeguato piano di appoggio per il sovrastante pacchetto stradale, ai cui bordi verrà poi ubicata apposita barriera stradale di sicurezza.

#### **Intervento 14bis**

L'intervento "14bis" riguarda la risoluzione della criticità manifestata sul tratto stradale ricompreso tra le sezioni 425 e 429, caratterizzata da un modesto smottamento della sede stradale in direzione valle. Le opere saranno consistere nella realizzazione di un paramento in gabbioni a doppia fila tipologicamente analoghi a quelli succitati mediante l'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca.. Il piano di fondazione dei gabbioni sarà impostato, su apposito magrone, ad una profondità di ca. 2,85 m.. Lungo il tratto saranno ripristinati rilevato, pacchetto di pavimentazione stradale e barriere stradali lungo il lato valle.

#### **Intervento 14**

L'intervento "14", ricompreso tra le sezioni 431 e 437, si caratterizza per la discontinuità del rilevato stradale connessa da un cedimento dello stesso in direzione valle. Onde garantire la corretta e sicura percorribilità del tratto stradale de quo, si provvederà alla realizzazione di una paratia pali  $\varnothing$  60 cm. da 14 metri di profondità ad interasse 1,20 m. lungo il lato valle con trave di coronamento di dimensioni 80x60 cm. con sovrastante barriera stradale. Si provvederà altresì alla realizzazione di una gabbionata a singola fila per il contenimento del pendio a monte oltreché al ripristino qualitativo e prestazionale del pacchetto stradale esistente.

#### **Intervento 15**

L'intervento "15" consiste nel ripristino per 1 Km. della pavimentazione stradale nei punti più critici con tappetino di finitura (3 cm.), binder (4 cm.), base (8 cm.) e massicciata (30 cm.); per la restante parte del tracciato, al netto delle sezioni degli interventi, sarà realizzato ugualmente il tappetino di finitura in spessore 3 cm.

#### **Intervento 16**

L'intervento "16" interessa pressoché l'intero tratto di progetto laddove esistenti zanelle per il controllo e l'allontanamento delle acque meteoriche; per garantirne l'efficienza se ne prevede la pulizia e la manutenzione straordinaria

#### **Intervento 17**

In via complementare al precedente intervento, si propone la pulizia dei bordi strada dalla vegetazione arborea e arbustiva ostacolante la sicura percorribilità del tratto



### **Intervento 18**

L'intervento in esame interessa il tratto stradale compreso tra la sezione 445 e la sezione 450, per una lunghezza di 40 metri ca.. La principale criticità consiste nell'invasione di parte della carreggiata stradale a causa di un movimento franoso a monte della stessa. Per consentire il ripristino delle condizioni di sicurezza è prevista la rimozione del materiale sulla sede stradale e la successiva realizzazione un paramento in gabbioni mediante l'apposizione di strutture modulari di 2.00 x 1.00 x 1.00 m. e 1.00 x 1.00 x 1.00 m. inclinati verso monte di 6° ca., da impostare su magrone opportunamente dimensionato, con retrostante canaletta di intercettazione ed allontanamento delle acque zenitali.

### **Intervento 19**

L'intervento "19" riguarda il tratto stradale tra le sezioni 450 e 453. Per risolvere l'avvallamento della sede stradale si provvederà ad una "ricarica" del relativo pacchetto oltreché al ripristino funzionale degli strati di finitura

### **Intervento 20**

L'intervento inerente il tratto tra le sezioni 527 e 530 riguarderà il ripristino del tratto di gabbionata danneggiata, previa apposizione di tubo drenante a tergo per l'intercettazione e l'allontanamento delle acque meteoriche

### **Intervento 21**

L'intervento "21" consiste nel ripristino di un tratto di muro danneggiato mediante ripristino di un medesimo elemento in cls armato con realizzazione di paramento in pietra a vista del medesimo sviluppo lineare.

### **Intervento 22**

L'intervento "22" interessa un tratto di 20 metri ca. Non sono previsti particolari interventi strutturali in quanto si registra la sola rottura della zanella per 35 metri ca.; si procederà dunque al ripristino della stessa oltreché della sede stradale mediante fresatura e ripristino della pavimentazione.

Per ogni ulteriore specifica si faccia riferimento agli allegati elaborati grafici e descrittivi, al computo metrico estimativo ed al capitolato speciale d'appalto.

### **Censimento e risoluzione delle interferenze**

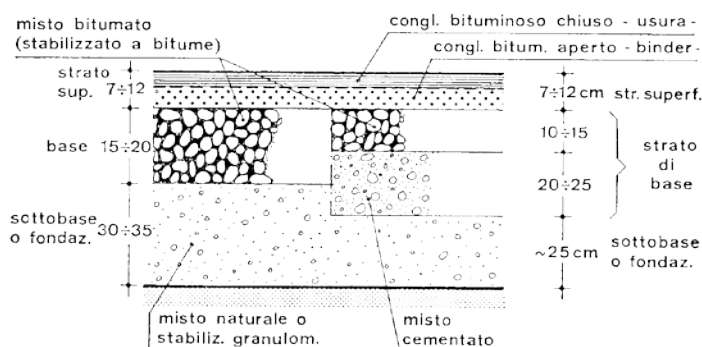
Come descritto le opere da realizzare riguardano sostanzialmente la manutenzione straordinaria e la messa in sicurezza idrogeologica di un tracciato stradale già esistente. Vista anche la particolare ubicazione del tracciato non sono state rilevate interferenze per le quali occorre pianificarne la gestione e la risoluzione ai sensi dell'art. 26 comma 1 lettera l) del D.P.R. 207/2010 e s.m.i..

## PREMESSA

La presente relazione riguarda il dimensionamento della sovrastruttura che andrà a costituire la pavimentazione degli interventi del tratto di 10,8 Km dall'innesto per Monteforte a Stio – SS488.

## SCELTA E DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA

Per la pavimentazione del piazzale si è deciso di utilizzare una pavimentazione di tipo flessibile, costituita da uno strato di usura, uno di collegamento (binder), uno di base ed uno di fondazione



Gli strati superficiali devono avere elevata resistenza meccanica a compressione, flessione e taglio, elevata aderenza, devono essere impermeabili ed essere oggetto di scarse manutenzioni. Lo strato di base, invece, deve avere elevata resistenza ai fenomeni di fatica e all'ormaiamento. Lo strato di fondazione trasferisce i carichi al terreno e funge da filtro per la risalita di materiali fini.

### Strato di usura

Lo strato d'usura è quello più superficiale della pavimentazione, quello soggetto all'usura dovuta al traffico ed esposto agli agenti atmosferici. La sua funzione è quella di sopportare carichi e sollecitazioni, offrire aderenza ed impermeabilizzare gli strati sottostanti.

È realizzato in conglomerato bituminoso le cui caratteristiche dipendono dalle proprietà degli elementi che lo compongono.

Gli inerti devono presentare le seguenti caratteristiche:

- coefficiente Los Angeles < 20%;
- indice dei vuoti < 0.80;
- coefficiente di imbibizione < 0.015;
- resistenza a compressione > 1400 Kg/cm<sup>2</sup>;
- resistenza all'usura > 0.60;
- frazione grossa di natura basaltica o porfirica pari almeno al 30% del totale.

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino deve avere un valore maggiore del 55%; l'additivo deve essere costituito o da polvere di rocce calcaree o da cemento.

Il legante è il bitume con indice di penetrazione pari a 60÷70 dmm. La miscela deve contenere una percentuale di bitume pari a 4.5÷6% ed avere una permeabilità pari a  $k=10^{-6}$  cm/s.

La prova Marshall ( 75 colpi ) deve fornire i seguenti risultati:

- stabilità > 1000 Kg;
- rigidità > 300 Kg/mm;
- % vuoti: 3÷6%;
- stabilità dopo immersione per 15gg > 75% rispetto al valore originale.

La percentuale di vuoti del conglomerato bituminoso per lo strato di usura a fine rullatura deve essere compresa tra il 4÷8%, dopo un anno di vita utile della pavimentazione tra il 3÷6%.

### **Strato di collegamento (binder)**

Lo strato di collegamento in conglomerato bituminoso ha la funzione di collegamento tra lo strato di base e quello di usura.

Le proprietà degli inerti sono:

- coefficiente Los Angeles < 25%;
- indice dei vuoti < 0.80;
- coefficiente di imbibizione < 0.015.

L'equivalente in sabbia, gli additivi utilizzati e l'indice di penetrazione del bitume utilizzato sono gli stessi dello strato di usura. La percentuale di bitume della miscela deve essere pari a 4÷5.5%.

La prova Marshall ( 75 colpi ) deve fornire i seguenti risultati:

- stabilità > 900 Kg;
- rigidità > 300 Kg/mm;
- % vuoti: 3÷7%;
- stabilità dopo immersione per 15gg > 75% rispetto al valore originale.

### **Strato di base**

Lo strato di base ha la funzione di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dai veicoli e di avere un'adeguata flessibilità per resistere, sotto gli stessi carichi, a qualunque eventuale assestamento del sottofondo. In particolare deve resistere ai fenomeni di fatica, all'ormaiamento e, prevalentemente, alle sollecitazioni di trazione.

E' costituito da conglomerato bituminoso. Gli inerti devono avere un coefficiente Los Angeles < del 25%, l'equivalente in sabbia deve essere <50% e l'additivo è costituito dal 90% del passante al setaccio UNI 0.18 e UNI 0.075. Il bitume ha le stesse proprietà di quello utilizzato negli strati superficiali.

La percentuale di bitume all'interno della miscela deve essere il 3.5÷4.5%. Le caratteristiche finali della miscela devono conferire i seguenti valori:

- stabilità > 700 Kg;



- rigidezza > 250 Kg/mm;
- % vuoti: 4÷7%.

### **Strato di fondazione**

Lo strato di fondazione ha due funzioni principali: ripartire i carichi sul terreno e fungere da filtro per evitare la risalita di particelle fini. E' composto da stabilizzato granulometrico cioè da una miscela di aggregati lapidei eventualmente corretta con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. Il misto granulare è costituito da aggregati grossi e fini.

Gli aggregati devono presentare le seguenti caratteristiche:

- dimensioni minori a 7.1 cm;
- forma regolare, né piatta né lunga;
- coefficiente Los Angeles < 30%;
- equivalente in sabbia  $25 < ES < 65$ ;
- indice di portanza CBR dopo quattro giorni di imbibizione (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) deve essere maggiore di 50;
- indice plastico IP = 0
- rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm deve essere inferiore a 2/3.

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. La stesa viene effettuata attraverso motograder appositamente equipaggiati. A lavoro ultimato il peso dell'unità di volume della parte solida  $\gamma_s$  deve essere maggiore del 95% del peso dell'unità di volume massimo e il modulo di deformazione ottenuto con la prova di carico con piastra deve risultare maggiore di 800 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **Strato di Base/Binder**

**Al fine di rispondere alle prescrizioni dell'Ente Parco circa la necessita di prevedere un asfalto drenante e al contempo di evitare che tale scelta comporti la maggiore probabilità di trovare ghiaccio in carreggiata nei mesi invernali si avalla l'ipotesi di un unico stato di conglomerato bituminoso, costituito da un conglomerato bituminoso di tipo "Base/Binder". Il "Base/Binder" presenta una percentuale di bitume superiore rispetto al conglomerato bituminoso "base", è un conglomerato bituminoso ad elevata resistenza meccanica di tipo chiuso che ha la funzione di manto superficiale delle pavimentazioni; induce un aumento di stabilità, una maggiore resistenza meccanica alle deformazioni, una maggiore durata, una maggiore elasticità e una sensibilità alle condizioni termiche estreme, diminuendo la probabilità della formazione di ghiaccio in careggiata, ma al contempo garantendo un comportamento drenante per come richiesto dalla prescrizione del parco.**

## Calcolo della sovrastruttura

Per il calcolo della sovrastruttura stradale si è fatto riferimento a due metodi empirici, basati sullo studio di strade sperimentali ossia:

- Metodo AASHTO;

Dall' esame della tipologie di terreno presente nell'area, si ritiene di poter utilizzare cautelativamente (in mancanza di indagini geotecniche mirate) un valore della portanza del sottofondo espressa in termini di CBR pari al 6%.

La metodologia di dimensionamento proposta dall' AASHTO si basa sulla quantificazione della capacità strutturale di una pavimentazione attraverso il Numero di Struttura SN (Structural Number).

## Il Numero di Struttura di progetto

Il metodo di dimensionamento (AASHTO Guide Design of Pavement Structures) si fonda sul contributo di 4 fattori che considerano i seguenti aspetti:

1. traffico di progetto;
2. grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento;
3. decadimento limite ammissibile della sovrastruttura;
4. caratteristiche degli strati (Numero di struttura SN).

L'espressione analitica assunta nell'AASHTO Guide come relazione fondamentale di dimensionamento è la seguente:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

### Traffico.

Nella metodologia proposta dall' "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures" i carichi di traffico sono rappresentati dal numero cumulato ( $W_{18}$ ) di assi standard (ESAL<sup>1</sup>) da 8,16 t (18 kip)

<sup>1</sup> ESAL = Equivalent Standard Axle Load. Questo rappresenta l'asse standard assunto dall'AASHTO pari a 18 kip (ChiloPound). Poiché 1 Pound = 0.4536 Kg esso equivale a 18.000 x 0.4536 Kg = 8.164,8 Kg

Generalmente il dato di partenza è il traffico giornaliero medio TGM, che transita o si presume transiterà nell'infrastruttura nel primo anno di vita utile. Questo dovrà essere corretto considerando i seguenti fattori:

1. L'evoluzione del traffico nel corso degli anni (**r**). È alquanto difficile poter prevederne l'esatta evoluzione, in genere si assiste a tassi di crescita maggiori nei primi anni di vita, tassi che poi si riducono nel tempo. In mancanza di dati più precisi si può assumere un tasso compreso tra il 2%÷3% nel primo periodo di vita utile, 1 ÷ 2% nel medio periodo di vita utile e 1% nell'ultima parte;
2. La distribuzione del traffico per senso di marcia (**pd**). In genere si può assumere che il TGM si suddivida equamente nelle due direzioni. In particolari situazioni, legate a fenomeni di pendolarismo si può verificare una diversa suddivisione (70% in un senso, 30% nell'altro);
3. La percentuale di veicoli commerciali (**p**). Questa varia da valori nulli se il transito è interdetto a questa categoria di mezzi, fino ad assumere valori del 30 ÷ 40%. Valori medi sono compresi intorno tra 10 ÷ 15%;
4. Percentuale di traffico commerciale che transita nella corsia lenta (**pl**). Non tutti i veicoli commerciali transitano nella corsia lenta; parte di questi, soprattutto quelli con minor carico, raggiungono velocità tali da impegnare anche le altre corsie. Si considera questo aspetto ipotizzando che (generalmente) il 95% di tutti i veicoli commerciali transitino sulla corsia lenta;
5. La dispersione delle traiettorie (**d**). La traiettoria seguita dalle ruote, come già accennato, non è sempre la stessa, ma si disperde nell'intorno di un valore medio. Si tiene conto di ciò riducendo (in genere) del 20%, il TGM;
6. La distribuzione dei carichi del traffico commerciale. I veicoli che lo compongono non hanno gli stessi carichi per asse determinando livelli di sollecitazione differenti. Per omogeneizzare i risultati si ricorre al concetto di asse equivalente che la progressione del danno prodotto varia in modo esponenziale con il carico stesso.
  - Yoder ha proposto l'espressione  $C_{eq} = 2^{0.78(x-y)}$  dove x è il peso dell'asse in esame ed y il peso dell'asse equivalente standard.
  - Ricerche più recenti mostrano il seguente legame:  $C_{eq} = (x/y)^4$ . La dipendenza dalla 4a potenza è stata studiata con riferimento all'asse standard da  $y=80$  KN ed è riconosciuta valida internazionalmente.
7. Il numero medio degli assi di un generico veicolo commerciale. Questo è compreso tra 2 e 5. Se si tiene conto della distribuzione delle differenti classi di veicoli commerciali, si può assumere un valore compreso tra 2.25 e 2.7.

È bene precisare che con corsia lenta si intende o la corsia destra di marcia normale o, se presente, la corsia di arrampicamento, quando la pendenza della livelletta e la percentuale di veicoli pesanti la rendono necessaria.

Il numero N di assi cumulati alla fine della vita utile potrà determinarsi moltiplicando il TGM per i parametri suddetti:

$$N = 365 \cdot TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Il numero di assi che transitano in un giorno dell'ultimo anno della vita utile sarà:

$$N_g = TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot (1+r)^n$$



Assumendo valida la legge della 4a potenza e che un asse da 18 kip coincida con l'asse standard da 80 KN (8 t), la valutazione del traffico cumulato W18 in ESAL può essere condotta noto lo spettro di traffico.

### Affidabilità

Questo fattore di dimensionamento considera le condizioni aleatorie che possono inficiare le previsioni di traffico e le prestazioni delle pavimentazioni. L'affidabilità di un processo di dimensionamento della pavimentazione è probabilità che la sezione dimensionata possa mantenersi in condizioni accettabili durante tutta la vita utile.

Uno dei dati assunti in fase di progetto è il valore del traffico cumulato sopportabile dalla sovrastruttura **Wt** in ESAL. Inoltre, viene anche assunta una legge di crescita che, per ciascun anno, fornisce il valore cumulato **Wt** di ESAL transitati sino a quel momento.

Nella realtà si verificheranno differenze tra questo ultimo e il valore di assi realmente transitato **Nt**, l'errore che si commette è dovuto al fatto che la pavimentazione andrà fuori servizio per un valore di ESAL pari a **Nt** invece di quello previsto in sede di progetto e pari a **Wt**.

Si assume per tali errori una distribuzione statistica di tipo normale (gaussiana).

Nel metodo dell'AASHTO l'affidabilità **R** (reliability) viene introdotta attraverso i coefficienti **S0** e **ZR**. **S0** rappresenta la deviazione standard nella predizione del traffico e della prestazione attribuita alla pavimentazione. **ZR** è l'ascissa della distribuzione standard ridotta. Senza entrare nei dettagli analitici è facile dimostrare che il **Fattore di Affidabilità di Progetto FR** è tale che:

$$F_R = \frac{W_t}{W_T} = 10^{-Z_R S_0}$$

L'affidabilità **R** rappresenta la probabilità che un determinato evento accada. Affermare che **R=95%** significa che in 95 casi su cento le previsioni di progetto (traffico, prestazione pavimentazione) consentono di raggiungere la prefissata vita utile. Viceversa nel 5% dei casi ciò non si verifica. Per ciascun valore di **R** esiste un ben determinato valore di deviazione standard ridotta **ZR**<sup>2</sup>

La valutazione di **FR** consente di valutare il fattore **ZR·S0** presente nella formula di dimensionamento proposta dall'AASHTO. Le indagini condotte dall'AASHTO raccomandano per pavimentazioni di tipo flessibile e semirigido un valore di **S0** compreso tra **0.40 e 0.50**. Valori inferiori sottintendono il fatto che il reale comportamento del traffico e dell'efficienza della pavimentazione è meno disperso intorno al valore medio.

<sup>2</sup> Il valore di **R** rappresenta l'area sottesa dalla curva di distribuzione normale ridotta tra **ZR** e  $+\infty$ . Per ciascun valore di **R** esiste un determinato valore di **ZR** come specificato in tabella:

R %	Z <sub>R</sub>
50	-0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674

R %	Z <sub>R</sub>
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340

R %	Z <sub>R</sub>
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645

R %	Z <sub>R</sub>
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327

R %	Z <sub>R</sub>
99.9	-3.090
99.99	-3.750

La tabella EE.9 proposta dall'AASHTO Guide consente per un dato valore di affidabilità  $R$  e  $S_0$  di determinare il valore di  $F_R$ . Il valore di affidabilità  $R$  sono consigliati in funzione dell'importanza dell'infrastruttura

mostrato nella  
Catalogo Italiano  
Stradali.

**Tabella 9 - Affidabilità e PSI**

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -turistiche	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

stradale, come  
tabella 9 del  
delle Pavimentazioni

### Decadimento limite ammissibile della sovrastruttura

L'indice assunto dall'AASHTO per valutare il decadimento nelle delle sovrastrutture è il Present Serviceability Index PSI. Esso viene definito in funzione della media delle variazioni dei pendenza del profilo, della profondità delle ormaie, della superficie delle buche e dei rattoppi, o di lesioni di determinate caratteristiche riferite all'unità di superficie.

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 0.01 \sqrt{C + P} - 1.38 RD$$

con:

- SV = media delle variazioni di pendenza del profilo longitudinale
- C = area delle buche e dei rappezzati, per unità di superficie;
- P = area fessurata o lesionata con particolari caratteristiche, per unità di superficie;
- RD = media delle misura di profondità delle ormaie.

I valori di variano da valori ottimi pari a 5 all'inizio della vita utile a valori limite di 0 quando l'efficienza della pavimentazione è nulla. Tuttavia livelli inferiori a  $1 \div 1.5$  non sono in genere accettabili poiché sarebbero compromessi i livelli di servizio e la sicurezza della strada. I valori limite ammissibili dipendono dall'importanza del collegamento stradale: quanto questo sarà maggiore tanto più alto deve essere il limite ammissibile di PSI.

Possono essere assunti i valori riportati nella tabella n°9 del Catalogo Italiano delle Pavimentazioni.

**Tabella 9 - Affidabilità e PSI**

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -turistiche	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

I valori iniziali di PSI difficilmente sono pari a 5. Valori più realistici sono compresi tra  $4.5 \div 4.8$

### Caratteristiche degli strati (Numero di struttura SN)

Nel metodo ad ogni strato (di spessore  $H_i$  espresso in pollici) viene assegnato un coefficiente di struttura (tabella n°1), che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione.

Un ulteriore fattore viene introdotto per considerare gli effetti del drenaggio ( $d_i$  tabella n°3). Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessiva della pavimentazione è dato dal prodotto dei 2 coefficienti  $a_i$ ,  $d_i$  per il suo spessore  $H_i$ .

$$SN_i = a_i H_i d_i$$

- $SN_i$  = numero di struttura dell'i-esimo strato [inch];  
 $a_i$  = coefficiente di strato dell'i-esimo strato [adimensionale];  
 $H_i$  = spessore dell'i-esimo strato [inch].  
 $d_i$  = coefficiente di drenaggio dell'i-esimo strato.

I coefficienti di spessore  $a_i$  possono essere ricavati, per gli strati non legati, in funzione delle misure di CBR, attraverso le relazioni:

$$a_i = 0.00645 \cdot CBR^3 - 0.1977 \cdot CBR^2 + 29.14 \cdot CBR \quad \text{base}$$

$$a_i = 0.01 + 0.065 \cdot \log CBR \quad \text{fondazione}$$

In alternativa può essere impiegata una relazione in funzione del modulo resiliente:

$$a_i = a_g \sqrt[3]{\frac{E_i}{E_g}}$$

dove

- $a_g$  = coefficiente di spessore standard secondo l'AASHTO Road Test  
 $E_i$  = modulo resiliente dello strato  
 $E_g$  = modulo resiliente del materiale standard secondo l'AASHTO Road Test

I valori di  $a_g$ ,  $E_g$  sono riportati nella seguente tabella.

Tipo di strato	Coeff. Spessore $a_g$	Mod. resiliente $E_g$ [MPa]
Congl. bituminoso per strati superficiali	0.44	3100
Base stabilizzata	0.18	246
Fondazione	0.13	123



Inoltre, si tiene conto del contributo dato dal sottofondo SNSG (structural number of subgrade)  
 Il valore di SN viene, infine, valutato con la seguente espressione<sup>3</sup>:

$$SN = \sum_{i=1}^{n_{strati}} a_i H_i d_i + SNSG \quad [\text{Inch}]$$

### Caratteristiche del sottofondo

Il parametro scelto per caratterizzare la portanza del sottofondo è il “modulo resiliente” Mr di progetto, valutabile sulla base di prove sperimentali utilizzando la norma AASHTO T274-82. La scelta di tale parametro è stata dettata dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione. Qualora non si disponga dell’attrezzatura necessaria a determinare il Mr possono essere utilizzate le correlazioni approssimative disponibili con l’indice di portanza CBR e il modulo di reazione K. A tale riguardo vengono riportate a seguire delle note in merito alla correlazione fra il Mr e il Md. Sono state considerate tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente Mr riportati in tabella.

Mr = 150 N/mm <sup>2</sup>	CBR = 15 %	K = 100 KPa/mm
Mr = 90 N/mm <sup>2</sup>	CBR = 9 %	K = 60 KPa/mm
Mr = 30 N/mm <sup>2</sup>	CBR = 3 %	K = 20 KPa/mm

Si fa osservare che quando si è in presenza di terreni di scadente capacità portante (Mr=30 N/mm<sup>2</sup>), nei casi di autostrade, strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico, nonché per le strade urbane di scorrimento, le schede di Catalogo prevedono il ricorso ad interventi di bonifica del terreno di sottofondo al fine di garantire la conservazione della regolarità del piano di posa della sovrastruttura sotto il traffico di cantiere e di favorire il costipamento degli strati della pavimentazione (si confronti i capitolati speciali di appalto relativi allegati al presente progetto). Nei casi in cui non è richiesto esplicitamente l’intervento di bonifica potrà comunque essere utilizzato quando ritenuto più conveniente dal punto di vista economico. Nei casi in cui lo strato inferiore della pavimentazione è legato, la parte superficiale del sottofondo sarà costituita da uno strato di raggugliamento in misto granulare non legato dello spessore minimo di 10 cm.

Le caratteristiche del sottofondo vengono considerate nella formula di dimensionamento proposta dall’AASHTO attraverso il modulo resiliente MR espresso in psi (pound square inch)<sup>4</sup>

Il contributo del sottofondo viene introdotto attraverso la sua capacità portante CRB:

$$SNSG = 3.51 \log_{10} CBR - 0.85 (\log_{10} CBR)^2 - 1.43 \quad \text{per } CBR \geq 3$$

$$SNSG = 0 \quad \text{per } CBR < 3$$

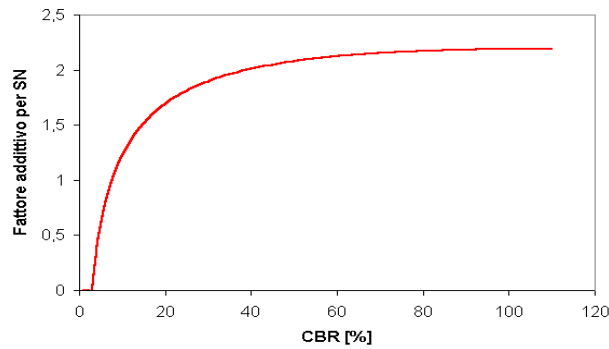
CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%].

<sup>3</sup> Se gli spessori sono espressi in mm l’espressione si modifica, tenendo conto che 1 pollice = 25.4 mm, come

segue:  $SN = \sum_i^{n_{strati}} a_i d_i \frac{H_i}{25.4} + SNSG = 0.03938 \sum_i^{n_{strati}} a_i d_i H_i + SNSG$

<sup>4</sup> 1 pound = 0.4536 kg    1 psi = 0.4536/2.45<sup>2</sup> = 0.0703081 kg/cm<sup>2</sup> = 101.500 · 0.073081 = 7136.2722 Pa  
 1 inch = 2.54 cm

**Contributo del sottofondo al Numero di Struttura**



La valutazione di SN può essere condotta indirettamente attraverso le correlazioni con altri parametri che descrivono le caratteristiche strutturali delle sovrastrutture. Tra questi un legame particolarmente utile risulta quello tra SN e il modulo resiliente del sottofondo MR.

$$CBR = \frac{M_R}{10}$$

MR = modulo resiliente del sottofondo in MPa

CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%].

### Coefficienti di drenaggio

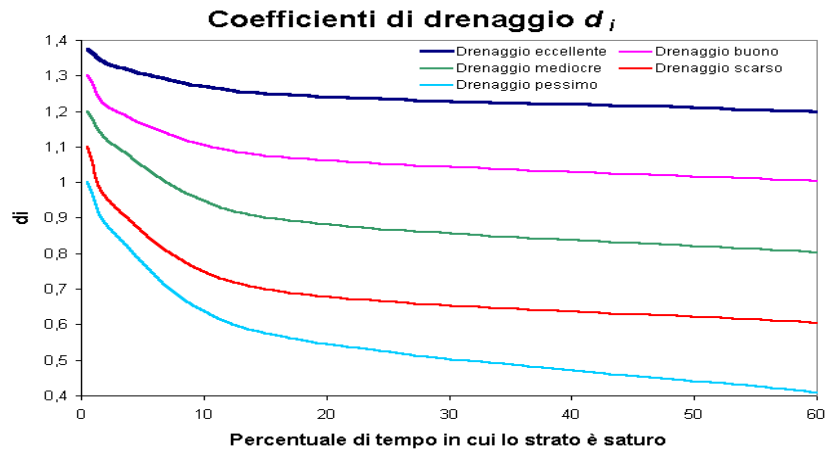
Nella AASHTO (Design Guide versione 1986 e1993) i coefficienti di drenaggio, di sono usati per modificare il valore del coefficiente di spessore ai di ogni strato non stabilizzato al di sopra del sottofondo in una pavimentazione flessibile.

Gli strati in conglomerato bituminoso (in materiali legati) non sono influenzati da un eventuale cattivo drenaggio dello strato o dal tempo in cui si trova in condizioni di saturazione. In questi casi il coefficiente di drenaggio vale comunque 1.

Per gli altri strati i coefficienti di drenaggio sono determinati considerando la qualità del drenaggio e il tempo, in percentuale, che la pavimentazione è esposta a livelli di umidità vicino alla saturazione. L'effetto di un efficiente drenaggio è quello di fornire valori elevati di SN e, pertanto, si traduce in una riduzione delle fessurazioni, delle ormaie e delle irregolarità della superficie stradale.

Qualità del drenaggio	Tempo di rimozione dell'acqua
Eccellente	2 ore
Buona	1 giorno
Media	1 settimana
Scarsa	1 mese
Molto scarsa	Non rimossa

Qualità drenaggio	Percentuale di tempo nel quale gli strati non legati sono in condizioni prossime alla saturazione			
	< 1%	Da 1% a 5%	Da 5% a 25%	> 25%
Eccellente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Buona	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Media	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Scarsa	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Molto scarsa	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40



### Applicazione al caso in esame

Il tronco stradale in progetto una strada extraurbana a forte traffico tipo III CNR (tipo B secondo il Nuovo Codice della Strada) è caratterizzato dai seguenti valori:

- Traffico giornaliero medio TGM = 5000
- Numero di giorni commerciali per anno gg= 260
- Aliquota di traffico per direzione più carica pd = 0.5
- Percentuale di veicoli commerciali p = 0.15
- Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale pl = 1.00
- Coefficiente di dispersione delle traiettorie d = 0.70
- Numero medio di assi per veicolo commerciale na = 2.5
- Vita Utile in anni n = 25
- Tasso di accrescimento del traffico durante la vita utile r = 0.03

Il traffico giornaliero medio si è posto pari a quello relativo alla strada a scorrimento veloce SP430 "Cilentana" (variante ss18) in prossimità dell'uscita di Omignano, rilevazione ufficiale ANAS 2015.

**C) DETERMINAZIONE ANALITICA**

TGM =			<b>5.000</b>
Numero giorni commerciali per settimana (gg) =			<b>5</b>
Numero settimane commerciali per anno (n.sett.) =			<b>52</b>
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =			<b>0,5</b>
Percentuale veicoli commerciali (p) =			<b>0,15</b>
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =			<b>1</b>
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =			<b>0,7</b>
Numero medio di assi per veicolo commerciale	(na) =		<b>2,5</b>
Tasso crescita traffico durante la vita utile	r =		<b>0,03</b>
Vita utile in anni	(n) =		<b>25</b>

Spettro traffico (distribuzione delle 16 categorie dei veicoli considerati dal Catalogo Italiano delle pavimentazioni per strada tipo B)

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Peso assi (ton)														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	0,00%	Numero di assi distribuiti per peso	1	1													
2	13,10%			1	1												
3	39,50%					1				1							
4	10,50%						1							1			
5	7,90%					1				2							
6	2,60%							1			2						
7	2,60%					1				2	1						
8	2,50%							1				3					
9	2,60%					1				4							
10	2,50%							1			2	2					
11	2,60%					1				3		1					
12	2,60%							1			3		1				
13	0,50%						1								1	3	
14	0,00%					1				1							
15	0,00%								1			1					
16	10,50%						1			1							



Tipo veicolo commerciale	Percentuale %	Frequenze parziali degli assi												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%													
2	13,10%		13,1%	13,1%										
3	39,50%				39,5%				39,5%					
4	10,50%					10,5%					10,5%			
5	7,90%				7,9%				15,8%					
6	2,60%						2,6%				5,2%			
7	2,60%							5,2%	2,6%					
8	2,50%							2,5%			7,5%			
9	2,60%					2,6%			10,4%					
10	2,50%							2,5%		5,0%	5,0%			
11	2,60%						2,6%		7,8%		2,6%			
12	2,60%								2,6%			2,6%		
13	0,50%						0,5%						0,5%	1,5%
14	0,00%													
15	0,00%													
16	10,50%													
			13,1%	13,1%	55,2%	21,5%	10,2%		89,2%	15,4%	20,3%	13,1%	0,5%	1,5%

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4^	Transiti da 8 t
1	0,0%	0,00024	0,00%
2	13,1%	0,00391	0,05%
3	13,1%	0,01978	0,26%
4	55,2%	0,06250	3,45%
5	21,5%	0,15259	3,28%
6	10,2%	0,31641	3,23%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	89,2%	1,00000	89,20%
9	15,4%	1,60181	24,67%
10	20,3%	2,44141	49,56%
11	13,1%	3,57446	46,83%
12	0,5%	5,06250	2,53%
13	1,5%	6,97290	10,46%
TOTALE	253,1%	TOTALE	233,51%

Il passaggio di 100 veicoli commerciali determina il transito di 253,1 assi di differente peso, che corrispondono al passaggio di 233,5 assi equivalenti da 8 t.

Numero transiti totali  $W_{18}$  = 5.810.600 Assi da 8 t

### DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER (SN)

STRATI	Spessore $s_i$ (mm)	Coefficiente e drenaggio	Coefficiente spessore ( $a_i$ )	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	$M_R$ (psi)
Sottofondo					6,00	8407,75
Fondazione	300	1	0,13	39,00		
Base cementata	0	1	0,22	0,00		
Base bitumata	80	1	0,18	14,40		
Collegamento	40	1	0,44	17,60		
Usura	30	1	0,45	13,50		
				84,50		

SNSG = 0,786619426

SN = SNSG + 0,0394  $\sum s_i \cdot d_i \cdot a_i$  = 4,115919426

$\log_{10} W_{18}$  = 6,796902

Pari ad un transito ammissibile $W_{18}$ :	6.264.727 assi da 8t	
a fronte di un transito complessivo di	5.810.600 assi da 8t	VERIFICATO