



**ROMA
TRE**
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

CdL Magistrale in *Ingegneria
delle Infrastrutture Viarie e
Trasporti*

***ATTIVITA' di TIROCINIO
per l'Amministrazione Provinciale di Rieti***

***Progetto dei lavori di sistemazione
della S.P. n°2 "Rieti - Poggio Bustone"
Pr. 8+500 - 9+700***

**RELAZIONE TECNICA -
ILLUSTRATIVA**

**INGEGNERE
Luigi de Angelis**

**TIROCINANTE
Eugenio Ronchetti**

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. STRADA PROVINCIALE SP2 “RIETI-POGGIO BUSTONE”	2
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
2.2 CARATTERISTICHE TECNICHE.....	4
3. INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRADALE	5
3.1 CARATTERISTICHE DEL TRATTO	6
3.2 CRITICITÀ RILEVATE	8
3.3 RISOLUZIONE DELLE CRITICITÀ	11

PROGETTO SISTEMAZIONE S.P. 2 “RIETI-POGGIO BUSTONE”

Il seguente lavoro si inserisce all’interno della collaborazione tra l’Università degli Studi di Roma Tre e la Provincia di Rieti che ha stanziato un budget di 140.000 € lordi per la realizzazione di sei interventi di manutenzione sulla viabilità reatina. Più nello specifico, sono stati realizzati sei progetti che prevedono una spesa che si attesta sui 140.000 € e da ognuno di questi è stato estratto uno stralcio da 23.300 € che si prevede venga materialmente realizzato con i fondi messi a disposizione.

Il progetto in questione è stato redatto con la finalità di garantire le condizioni di sicurezza per la viabilità su un tratto della strada provinciale SP2 “Rieti-Poggio Bustone”, attraverso la risoluzione delle criticità riscontrate per mezzo di sopralluoghi.

1. INTRODUZIONE

All’interno del territorio della Provincia di Rieti corrono 1576 km di infrastrutture stradali suddivise in autostrade, strade statali, strade regionali e strade provinciali. Nello specifico, secondo lo studio dell’ACI sulla dotazione di infrastrutture stradali su tutto il territorio italiano aggiornato al 2011, si hanno, nel territorio reatino:

- 29 km di autostrade
- 119 km di strade statali
- 299 km di strade regionali
- 1129 km di strade provinciali

le ultime due categorie di infrastrutture sono di gestione provinciale ed in particolare del V SETTORE che garantisce la corretta amministrazione del patrimonio viario attraverso la suddivisione ideale del territorio in sei differenti zone ognuna delle quali ha un proprio soggetto di riferimento.

2. STRADA PROVINCIALE SP2 “RIETI-POGGIO BUSTONE”

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L’oggetto dell’intervento è la strada provinciale SP2 che si estende per 13,6 km all’interno della zona 2, nel quadrante Nord della provincia di Rieti (**Figura 1**).

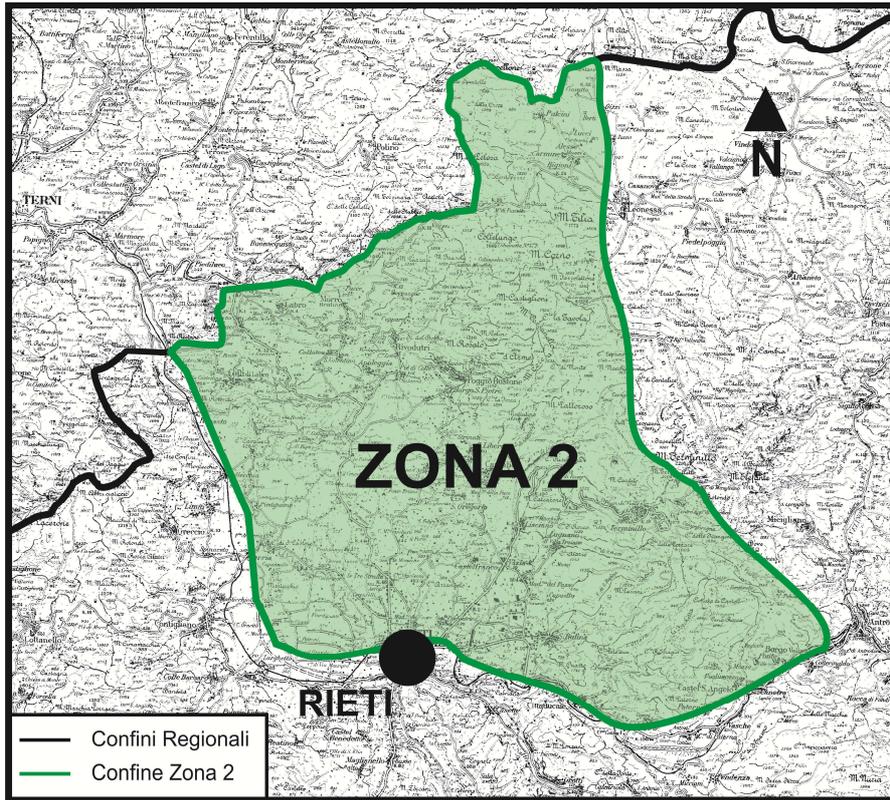


Figura 1 – Delimitazione ZONA 2

L'infrastruttura ha origine nelle vicinanze del capoluogo reatino e, passando per le località di Montegambero, Fantauzzi, San Liberato e Borgo San Pietro, arriva fino al centro di Poggio Bustone in prossimità del quale cambiano i caratteri morfologici in cui si inserisce la strada provinciale che si trova a passare da un territorio prevalentemente pianeggiante ad uno montuoso (**Figura 2**).

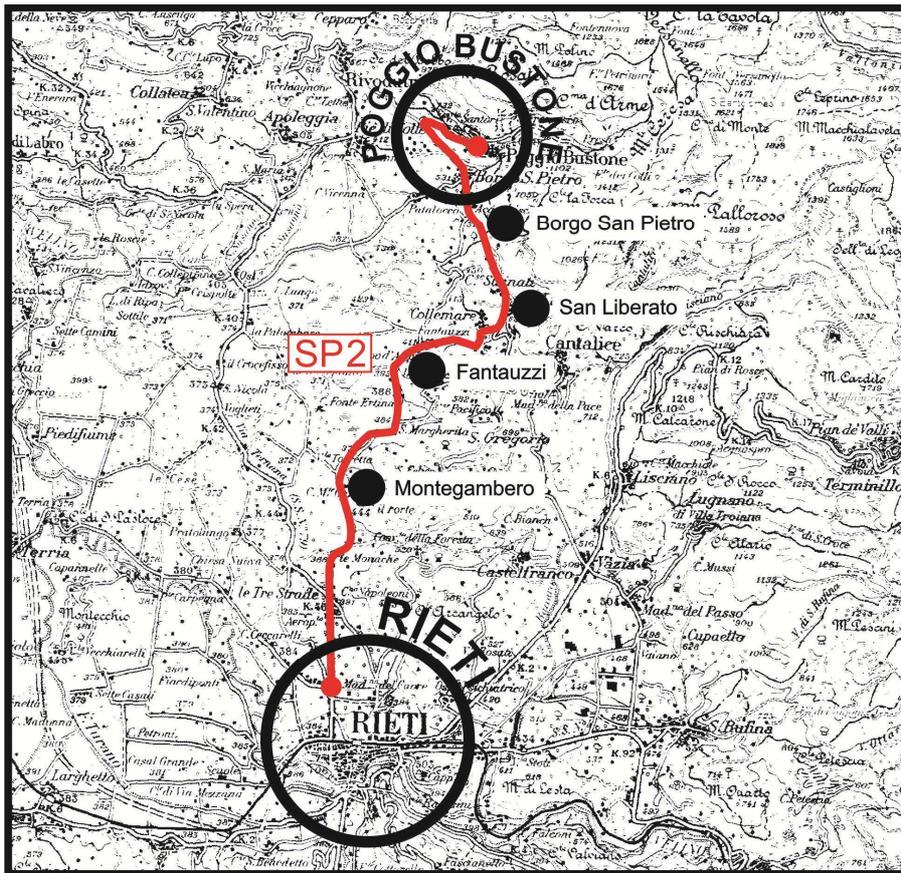


Figura 2 – SP2

2.2 CARATTERISTICHE TECNICHE

La strada provinciale “Rieti-Poggio Bustone” può essere riconnessa ad una strada di categoria F2 ossia una strada locale in ambito extraurbano

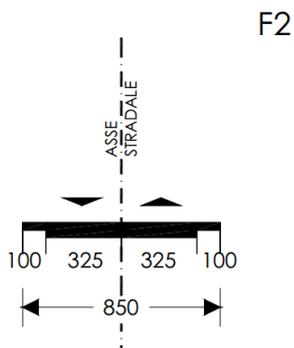


Figura 3 – Sezione strada di categoria F2

nonostante si registri la totale assenza di banchina da entrambi i lati e la corsia abbia una dimensione di 3,30 m (Figura 4); tale dimensione rimane costante per tutti i 13,6 km se non per alcuni casi puntuali in cui, per motivi legati ad esempio a problemi di visibilità, si assiste ad un momentaneo allargamento della sezione stradale.



Figura 4 – Sezione Stradale

Riassunto caratteristiche tecniche:

Lunghezza [km]	13,6
Categoria	F2
N° Carreggiate	1
N° Corsie [per senso di marcia]	1
Larghezza Carreggiate [m]	6,6
Larghezza Corsie [m]	3,3
Larghezza banchina [m]	non presente
Spartitraffico	non presente

Tabella 1 – Caratteristiche Tecniche

3. INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRADALE

Per la definizione dell'intervento di manutenzione da realizzarsi con i 140.000 € messi a disposizione, è stato necessario delimitare un tratto di infrastruttura sul quale intervenire. In particolare, attraverso diversi sopralluoghi effettuati sulla strada provinciale "Rieti-Poggio Bustone", è stato individuato come tratto più critico in termini di sicurezza il tratto di infrastruttura che va dalla progressiva 8+500,00 alla progressiva 9+700,00, poco a sud di Borgo San Pietro, la cui lunghezza è stata stabilita soprattutto in funzione del budget messo a disposizione (Figura 5).

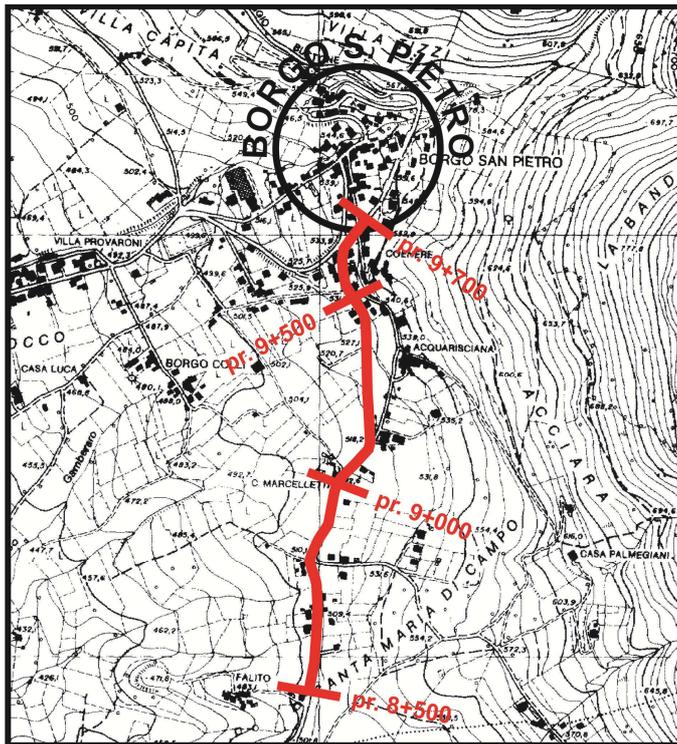


Figura 5 – Tratto di Intervento

3.1 CARATTERISTICHE DEL TRATTO

Attraverso i sopralluoghi è stato possibile effettuare delle misurazioni della sezione stradale ed è stata riscontrata la necessità di suddividere gli 1,2 km delimitati in tre tratte:

Tratte 1 e 3 (da pr. 8+500,00 a pr. 8+760,00 e da pr. 8+980,00 a pr. 9+700,00): entrambe sono caratterizzate da due corsie, una per senso di marcia, di larghezza pari a 3,30 m l'una e da assenza di banchina da entrambi i lati. Di seguito è riportata la delimitazione su carta delle due (Figura 6).

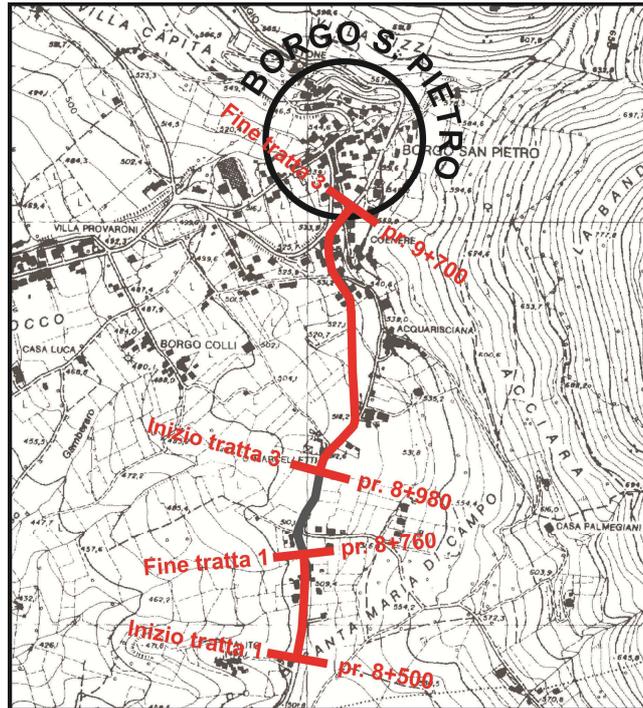


Figura 6 – Delimitazione Tratte 1 e 3

Tratta 2 (da 8+760,00 a pr.8+980,00): in questo caso la dimensione trasversale della piattaforma è variabile; si assiste, infatti, ad un allargamento della sezione realizzato sia per problemi di visibilità dovuti alla presenza di un muro sul ciglio destro dell'unica curva presente nel tratto, sia per garantire la sicurezza dell'incrocio a T presente alla pr. 8+920,00. La larghezza della carreggiata passa quindi da un valore minimo di 6,60 m ad un massimo di 13,80 m per poi tornare alle dimensioni originali. Di seguito, affiancate alla delimitazione della tratta, sono riportate alcune foto esplicative. (Figura 7-8-9).

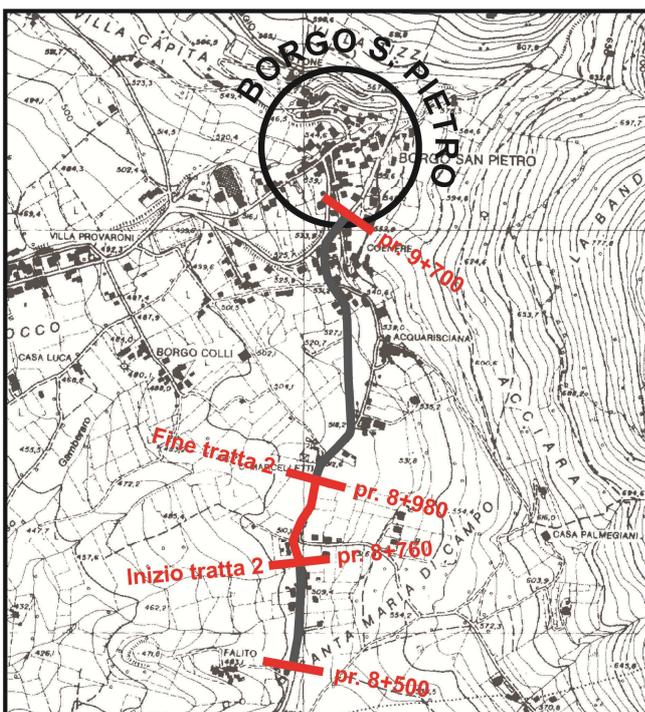


Figura 7 – Delimitazione Tratta 2



Figure 8 e 9 - Particolari

Per quanto riguarda il pacchetto della pavimentazione che poggia sul sottofondo stradale questo presenta le medesime caratteristiche in tutte e tre le tratte e in particolare si ha:

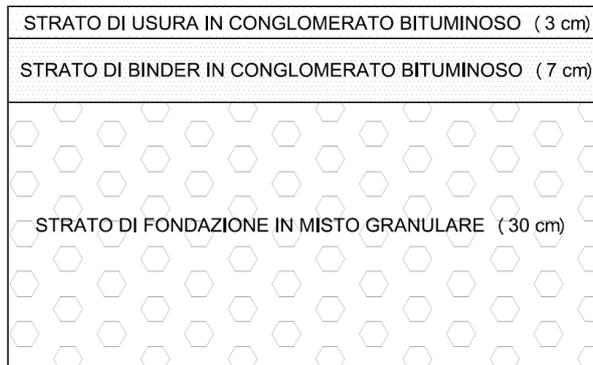


Figura 10 – Pacchetto della Pavimentazione

3.2 CRITICITÀ RILEVATE

Attraverso un'approfondita analisi del tratto di strada scelto sono state riscontrate diverse criticità sia legate all'ammaloramento del pacchetto della pavimentazione, sia legate alla mancanza di elementi costruttivi che garantiscano la sicurezza. Di queste è utile effettuare una distinzione tra quelle estese a tutta la tratta e quelle puntuali intendendo per le prime tutte le problematiche che si presentano costantemente su tutto il km scelto e per le seconde quelle che, invece, si palesano solo in un breve tratto.

Criticità estese:

- *Fessure a pelle di cocodrillo*: si originano sul fondo degli strati di conglomerato bituminoso, dove lo stato tenso-deformativo di trazione indotto dalle sollecitazioni è maggiore. Sono molto diffuse su tutta la tratta sia con grado di severità medio (le fessure sono collegate, leggermente frastagliate e creano un disegno a rete) (**Figura 11**), sia alto (le fessure sono ben definite e frastagliate ai bordi; alcuni frammenti possono essere asportati dal traffico) (**Figura 12**) provocando perdita di aderenza del piano viabile e potenziale perdita di regolarità.



Figura 11 – Grado di severità MEDIO



Figura 12 – Grado di severità ALTO

- *Buche*: meno diffuse delle fessure a pelle di cocodrillo ma comunque presenti su tutta la tratta; si formano a causa dell'asportazione di piccole porzioni di pavimentazione a causa del passaggio dei veicoli e si ampliano anche a causa del ristagno dell'acqua al loro interno. Sono presenti perlopiù con un grado di severità basso (**Figura 13**).



Figura 13 – Buche

Criticità puntuali:

queste problematiche sono tutte concentrate dalla pr. 8+760,00 alla pr. 8+890,00 in prossimità, cioè, della curva destrorsa che presenta un muro sul ciglio destro (**Figura 14**).



Figura 14 – Curva critica

In questo tratto le condizioni di sicurezza sono molto basse per la mancanza di elementi che le possano favorire e per la presenza di ammaloramenti non trascurabili. In particolare sono stati individuati:

- *Avvallamento*: presente alla progressiva 8+810,00 sulla corsia di destra per una lunghezza di 13 m e una larghezza di 5 m. Questo ammaloramento è dovuto ad un cedimento degli strati non legati della pavimentazione provocato dalla costruzione di manufatti nelle vicinanze o da un errato procedimento di costruzione ed è classificabile con un grado di severità alto in quanto presenta una depressione maggiore di 50 mm. Come si può notare in **Figura 15**, in caso di pioggia, dal momento che viene meno la continuità della pendenza trasversale pari al 3,3%, l'acqua ristagna all'interno dell'avvallamento rendendo precarie le condizioni di sicurezza specialmente in una zona dove, nei mesi più freddi, le temperature scendono anche sotto lo zero.

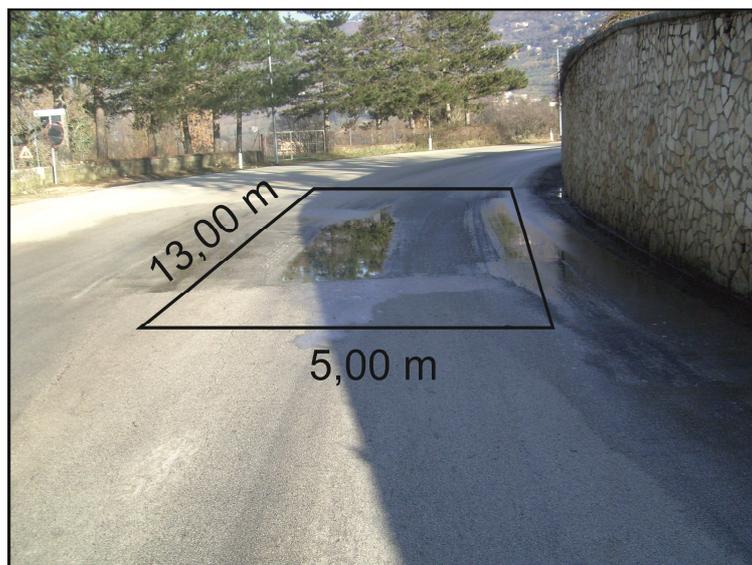


Figura 15 – Avvallamento

- *Levigatura degli inerti*: il fenomeno è causato dalle ripetute applicazioni dei carichi di traffico che rendono l'aggregato liscio in superficie, diminuendo l'aderenza con gli pneumatici; si estende per

un tratto più ampio rispetto a quello precedentemente delimitato (fino alla pr. 8+980,00) e non è possibile assegnargli un grado di severità (il catalogo degli ammaloramenti non lo prevede). Tuttavia si può certamente affermare che tale ammaloramento genera condizioni maggiormente critiche se in presenza di tratto geometrico curvilineo, ovvero il tratto individuato in **Figura 14**.

- *Assenza di barriere di sicurezza:* attraverso i sopralluoghi effettuati è stata registrata la totale assenza di barriere di sicurezza a bordo strada. Come si può notare dalla **Figura 16** manca completamente un elemento che eviti la fuoriuscita dei veicoli, in caso perdita d'aderenza, sul ciglio opposto al muro di controripa dove, oltre alle visibili abitazioni recintate, sono presenti pali della luce, alberi e burroni.



Figura 16 – Assenza di Barriere di Protezione

La combinazione di queste tre criticità puntuali, nel tratto esaminato, ha portato negli ultimi anni al verificarsi di numerosi incidenti di fuoriuscita stradale sul ciglio sinistro la cui gravità è stata amplificata dalla presenza di numerosi ostacoli a bordo strada.

3.3 RISOLUZIONE DELLE CRITICITÀ

I diversi interventi di manutenzione, che saranno presentati in questo paragrafo, sono stati definiti con la finalità di risolvere le problematiche riscontrate compatibilmente con il budget di 140.000 € messo a disposizione. Per ognuna delle criticità sopraelencate è stata fatta un'analisi del tipo qualità-compatibilità con il budget per poter scegliere le soluzioni più consone ed in particolare, sono state individuate tre macro attività:

AZIONE	PROBLEMATICA RISOLTA
Rifacimento dello strato di usura	- Fessure a pelle di cocodrillo - Buche - Levigatura degli inerti
Posizionamento barriere di sicurezza	-Assenza di elementi di protezione del ciglio stradale
Intervento su strato di fondazione	-Avvallamento

Tabella 2 – Interventi di manutenzione

Per ognuna di queste macro attività sono state definite le varie micro attività necessarie per la realizzazione, con relative dimensioni e quantità, delle quali si riporta un elenco dettagliato:

Rifacimento dello strato di usura - tale operazione prevede la sostituzione dello strato di usura esistente per una lunghezza pari a 1200 m ovvero l'intero tratto preso in esame, dalla pr. 8+500,00 alla pr. 9+700,00, attraverso le seguenti attività:

- *Fresatura*: si prevede la fresatura dello strato di usura esistente per uno spessore di 3 cm attraverso apposita "macchina fresatrice". Come già visto nel paragrafo 3.1, le tratte 1 e 3 presentano sezione costante e la superficie complessiva da coprire è di 6.468 mq mentre per la tratta 2 si ha una sezione di larghezza variabile e la superficie da coprire è di 2.135 mq. Complessivamente l'area da fresare è pari a 8.603 mq.
- *Stesa*: si prevede la stesa di uno strato di usura in conglomerato bituminoso per 3 cm attraverso macchine vibro finitrici e la compattazione dello stesso attraverso rulli d'idonea massa per una superficie pari a quella coperta dalla fresatura (8.603 mq).
- *Taglio della vegetazione*: eseguito tra le progressive 8+780,00 e 8+860,00, coincidenti rispettivamente con l'inizio e la fine del muro di controripa presente sul ciglio destro della strada. Tale operazione dovrà esser effettuata sulla cunetta presente ai piedi del muro (**Figura 17**), per una larghezza di 40 cm e quindi una superficie di 32 mq, al fine di garantire il corretto allontanamento delle acque di piattaforma.



Figura 17 – Cunetta inerbita

- *Segnaletica orizzontale*: la segnaletica dovrà essere realizzata nel rispetto del “Regolamento del Codice della Strada”, seguendo le indicazioni presenti in TAV 3 che ricalcano le attuali condizioni. In particolare dovranno essere utilizzate:
 - *Strisce di margine della carreggiata (Art. 141)* di larghezza pari a 12 cm. Tali strisce dovranno essere realizzate ai margini della carreggiata per una lunghezza di 1200 m dalla pr. 8+500,00 alla pr. 9+700,00 e come delimitazione dell’isola di traffico presente dalla pr. 8+780,00 alla pr. 8+970,00. In quest’ultimo caso, però, si dovrà interrompere la linea continua in presenza di accessi o di inserimenti all’interno della corsia di marcia, seguendo le indicazioni dell’articolo 138 relativamente alle “strisce di margine per interruzione di linee continue in corrispondenza di accessi” (lunghezza tratto 1m, lunghezza intervallo 1m).
 - *Striscia di separazione dei sensi di marcia (Art. 139)* di larghezza pari a 12 cm. Questa striscia singola dovrà essere posta a separazione delle due corsie di marcia dalla pr. 8+500,00 alla pr. 8+780,00 e dalla pr. 8+970,00 alla pr. 9+700,00, si esclude, cioè, l’isola di traffico già precedentemente considerata.
 - *Segnalamento isola di traffico a raso (Art. 150)* attraverso zebraure poste entro le strisce di delimitazione dell’isola definite nella voce “*Strisce di margine della carreggiata*”. Queste dovranno essere inclinate di 45° rispetto alla corsia di marcia, dovranno avere una larghezza di 50 cm ed un distanziamento pari al doppio.
 - *Frecce direzionali (Art. 147)* le cui dimensioni sono riportate in **Figura 18**, poste ad una distanza di 10 m l’una dall’altra e in numero complessivo di 4. Tali frecce saranno utilizzate sia per segnalare la svolta a sinistra all’intersezione a raso alla pr. 8+920,00 per gli utenti che provengono da Borgo San Pietro, sia per segnalare la fine della corsia di inserimento destinata agli utenti che provengono dalla strada incrociata.

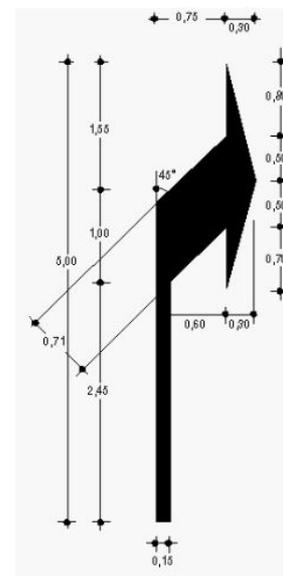


Figura 18 – Freccia direzionale

- *Rallentatori di velocità (Art. 179)* realizzati sulla corsia con direzione Borgo San Pietro alla prog. 8+790, attraverso cinque strisce trasversali all'asse stradale di larghezza pari a 3 m e di lunghezza variabile in senso crescente, partendo da cm 20 fino ad arrivare a cm 100 attraverso un incremento modulare di cm 20.

Posizionamento barriere di sicurezza: tale operazione prevede il posizionamento di barriere guard rail lungo il ciglio opposto al muro di controripa con lo scopo di contenere le eventuali uscite di strada. A tal fine tali barriere dovranno essere installate dalla prog. 8+750 alla prog. 8+880 lasciando però, lo spazio agli accessi già presenti. Di conseguenza, come si può vedere in Tav.3, si prevedono tre tratti separati di barriere: il primo dalla prog. 8+750 alla prog. 8+780, il secondo dalla prog. 8+785 alla prog. 8+810 e il terzo dalla prog. 8+820 alla prog. 8+880. Per ognuno di questi tratti è previsto l'utilizzo di una coppia di terminali per una lunghezza pari a 10 m l'uno. La scelta della tipologia è ricaduta su una barriera di classe N2 che garantisce un livello di contenimento medio (89 KJ) ed è adeguata alle condizioni di traffico presenti.

Intervento su strato di fondazione: intervento destinato a risolvere i problemi legati all'avvallamento presente alla prog. 8+810 sulla corsia in direzione Borgo San Pietro e messo in evidenza nelle criticità puntuali del paragrafo "CRITICITÀ RILEVATE". Per questo intervento si prevedono le seguenti lavorazioni:

- *Fresatura:* si prevede la fresatura dello strato di binder (la fresatura dello strato di usura è prevista all'interno dell'intervento "rifacimento dello strato di usura") esistente per uno spessore di 7 cm attraverso apposita "macchina fresatrice", per una superficie orizzontale pari a 65 mq;
- *Scavo a sezione obbligata:* scavo a sezione obbligata dello strato di fondazione in misto granulare per un'altezza di 30 cm e una superficie orizzontale sempre pari a 65 mq;
- *Getto:* si prevede il getto di una fondazione in misto cementato per un'altezza di 30 cm che, oltre a garantire una maggiore resistenza ai carichi veicolari, permette di ripristinare la corretta pendenza trasversale della pavimentazione pari al 3,3%. In TAV 3 è riportata una sezione trasversale rappresentativa delle caratteristiche dell'intervento.
- *Stesa:* stesa dello strato di binder in conglomerato bituminoso (la stesa dello strato di usura è prevista all'interno dell'intervento "rifacimento dello strato di usura") per uno spessore pari a 7 cm e una superficie orizzontale di 65 mq.

In allegato alla seguente relazione è riportato il computo metrico estimativo (COMPUTO METRICO ESTIMATIVO A) che, oltre a valutare i costi delle operazioni presentate, tiene conto anche del trasporto a discarica e dello smaltimento di tutti i materiali rimossi in situ. Il costo totale delle lavorazioni, nel rispetto del budget fissato a 140.000 €, si prevede sia pari a 136.871,54 € comprensivo di eventuali costi per gli imprevisti, delle spese per la sicurezza e dell'IVA.

Inoltre è stato redatto un ulteriore computo (COMPUTO METRICO ESTIMATIVO B) con l'obiettivo di limitare la spesa a 23.300 €, cifra fissata per l'effettiva realizzazione del progetto. A tal fine, le criticità individuate saranno risolte con le medesime operazioni e quantità già elencate nel paragrafo "RISOLUZIONE DELLE

CRITICITÀ”, con l’unica differenza che, per quanto riguarda la lavorazione “rifacimento dello strato di usura”, la lunghezza del tratto interessato non sarà più di 1200 m ma di 60 m e più precisamente dalla prog. 8+780 alla prog. 8+840. Il costo finale di questo stralcio del progetto si prevede sia pari a 23.142,16 €, anche in questo caso comprensivo di eventuali costi per gli imprevisti, delle spese per la sicurezza e dell’IVA.