

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTT0 1- RADDOPPIO RIPALTA – LESINA

NV – VIABILITA'  
Relazione tecnica descrittiva

L'Appaltatore	I progettisti (il Direttore della progettazione)
DIRETTORE TECNICO CONPAT S.c.a.r.l. Il Direttore Tecnico Ing. G. Babini (Ing. Gianguido Babini)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. T. Pelella

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 7	0 1	E	Z Z	R O	N V 0 1 0 0	0 0 1	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	PRIMA EMISSIONE	M. Ramirez	Ottobre 2021	D. Mendicino	Ottobre 2021	M. Crispino	Ottobre 2021	T. Pelella Giugno 2022
B	Revisione RdV	M. Ramirez	Aprile 2022	D. Mendicino	Aprile 2022	M. Crispino	Aprile 2022	
C		M. Ramirez	Giugno 2022	D. Mendicino	Giugno 2022	M. Crispino	Giugno 2022	
File: LI0701EZZRONV0100001C								n. Elab.

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	7
3.1	CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE.....	9
3.1.1	<i>Asse principale</i> .....	10
3.1.2	<i>Intersezioni a raso a T - viabilità di ricucitura '1'</i> .....	11
3.1.3	<i>Intersezione a raso a X – viabilità di ricucitura '2' e '3'</i> .....	11
3.2	CARATTERISTICHE SEZIONI TIPO.....	12
3.2.1	<i>Asse principale</i> .....	12
3.2.2	<i>Viabilità di ricucitura</i> .....	14
4	VERIFICA DI RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001 .....	16
4.1	VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE.....	16
4.2	VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE .....	23
4.3	COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO .....	31
4.4	VERIFICA DI VISIBILITÀ .....	33
4.5	DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ.....	36
5	VERIFICA DI RISPONDENZA AL D.M. 19/04/2006 .....	39
6	SOVRASTRUTTURA STRADALE .....	44
6.1	ASSE PRINCIPALE.....	44
6.2	VERIFICA DEL PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE .....	45
6.2.1	<i>Assi equivalenti ESAL</i> .....	45
6.2.2	<i>Dati meteorologici</i> .....	47
6.2.3	<i>Caratteristiche dei materiali</i> .....	47

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	3 DI 80

6.2.4	Verifica per rottura istantanea della pavimentazione .....	48
6.2.5	Verifica a fatica della pavimentazione .....	50
6.3	VIABILITÀ DI RICUCITURA .....	51
7	SEGNALETICA.....	52
8	CONSIDERAZIONI SUGLI ASPETTI CONNESSI ALLA SICUREZZA .....	53
9	BARRIERE DI SICUREZZA .....	55
9.1	PREMESSE.....	55
9.2	RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI.....	55
9.2.1	Normativa comunitaria .....	55
9.2.2	Quadro normativo nazionale.....	56
9.2.3	Letteratura tecnica .....	57
9.3	CRITERI DI SCELTA.....	58
9.3.1	Livello di contenimento .....	58
9.3.2	Livelli di severità.....	59
9.3.3	Ingombro dinamico del sistema barriera veicolo.....	60
9.4	PROGETTO DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA: DATI DI INPUT .....	62
9.4.1	Categoria di strada e dettagli della sezione trasversale .....	62
9.4.2	Traffico di progetto.....	62
9.5	PROGETTO DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA: PROCESSO DI SCELTA .....	62
9.5.1	Individuazione dei luoghi da proteggere.....	63
9.5.2	Scelta e definizione del Livello di contenimento minimo richiesto dalla normativa .....	63
9.5.3	Scelta della larghezza operativa.....	65
9.5.4	Scelta in base alla conformazione del margine esterno .....	65
9.5.5	Scelta del Livello di severità di progetto.....	65
9.6	BARRIERE DI SICUREZZA: LINEE GUIDA PER LE INTERFERENZE STRADA - FERROVIA .....	65

9.7	PROGETTO BARRIERE DI SICUREZZA: PROTEZIONE OSTACOLI FISSI.....	68
9.7.1	<i>Opere di drenaggio.....</i>	68
9.7.2	<i>Cartelli di segnaletica verticale .....</i>	72
9.7.3	<i>Imbocchi del sottopasso ferroviario.....</i>	72
9.8	DISPOSITIVI DI RIFERIMENTO DI PROGETTO .....	74
9.8.1	<i>Dispositivi di sicurezza bordo laterale su rilevato.....</i>	74
-	<i>Barriere metalliche H1 Bordo Laterale .....</i>	74
-	<i>Barriere metalliche H2 Bordo Laterale .....</i>	75
9.8.2	<i>Dispositivi di sicurezza nel sottopasso ferroviario.....</i>	75
-	<i>Redirettivo in calcestruzzo (pareti galleria).....</i>	75
-	<i>New jersey in calcestruzzo (imbocchi galleria).....</i>	76
9.8.3	<i>Lunghezza minima del dispositivo da installare.....</i>	76
9.8.4	<i>Terminali .....</i>	77
9.8.5	<i>Transizioni.....</i>	77



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	5 DI 80

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica afferisce al Progetto Esecutivo della variante alla viabilità interferente con il raddoppio ferroviario della *Linea Bari-Pescara nella tratta Termoli-Lesina - Lotto 1 (Ripalta-Lesina)*.

In particolare è stata prevista la soppressione del passaggio a livello (P.L.) al km 468+792 della linea ferroviaria esistente e la realizzazione di una variante alla “Strada Comunale Fischino” interferente con la linea ferroviaria. L’intervento si rende necessario al fine di mantenere il collegamento tra le due parti di territorio separate dalla linea ferroviaria di progetto e prevede la soppressione dell’attuale passaggio a livello e la realizzazione di una variante alla strada esistente che consente l’attraversamento della linea ferroviaria tramite un sottopasso.

Nell’ambito della progettazione Esecutiva, inoltre:

- verrà eseguita una verifica dei parametri relativi agli elementi planimetrici e altimetrici del tracciato di Progetto Definitivo;
- verrà realizzato uno studio accurato delle quote di raccordo con la viabilità esistente e con l’opera di sottovia del rilevato ferroviario;
- la pavimentazione stradale verrà dimensionata facendo riferimento al traffico indicato nel Progetto Definitivo;
- saranno integrati i particolari costruttivi per la segnaletica stradale e le barriere di sicurezza.

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	6 DI 80

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la definizione geometrico-funzionale della viabilità sono state adottate le disposizioni legislative di seguito elencate.

- D. L.vo 30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22/04/2004: “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”;
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- D.M. 18/02/1992: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D.M. 03/06/1998: “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale”;
- D.M. 21/06/2004: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: “Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione”;
- CNR - Bollettino Ufficiale - Norme Tecniche - Anno XXIX – N.178: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”.

### 3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La viabilità in oggetto è relativa alla tratta stradale in variante alla “Strada Comunale Fischino”, situata nel comune di Lesina (FG), resa necessaria in considerazione della soppressione dell’attuale P.L. in corrispondenza dell’attraversamento della viabilità esistente con l’attuale linea ferroviaria (km 468+792).

La nuova viabilità prevede una variante interamente fuori sede, con attraversamento della linea ferroviaria di progetto mediante sottovia e connessione alla viabilità esistente mediante intersezioni a raso.

Il progetto dell’infrastruttura stradale è stato sviluppato inquadrando la nuova viabilità come Strada Locale in Ambito Extraurbano (Cat. F<sub>extr</sub>). Per tale tipologia, la sezione di riferimento assunta dal D.M. 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” prevede una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9,00 m, con una corsia per verso di marcia pari a 3,50 m e banchine laterali pari a 1,00 m, così come schematizzata in Figura 1.

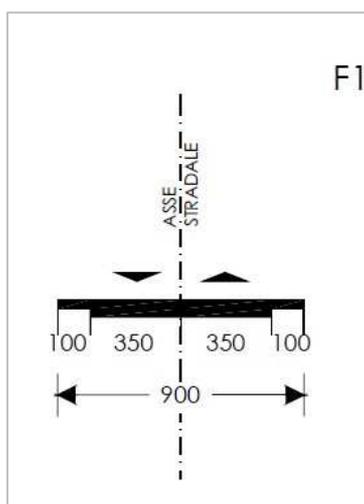


Figura 1: Sezione trasversale della strada tipo F1 Extraurbana prevista da D.M. 05/11/2001

Completano tale sezione gli elementi al contorno costituiti da arginelli in terra inerbita da 1,75 m in cui sono collocate le cunette di tipo semicircolare per la raccolta delle acque ad una distanza di 0,75 m dalla banchina.

Il tracciato è stato definito mediante un andamento plano-altimetrico compatibile con il raccordo alla viabilità esistente, nonché con i vincoli derivanti dall’interferenza con la linea ferroviaria di progetto. La successione geometrica è stata definita in conformità alle prescrizioni contenute nelle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al D.M. 05/11/2001. L’intervallo progettuale di velocità prevede un limite inferiore di 40 km/h ed un limite superiore di 100 km/h; da questi valori derivano le caratteristiche plano-altimetriche di composizione del tracciato descritte nel seguito. Sulla base del diagramma di velocità sono state verificate, inoltre, le condizioni di visibilità.

Il D.M. del 22 Aprile 2004 modifica l’art. 2 e l’art. 3 del D.M. del 05 Novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, stabilendo che il regolamento in oggetto si applica alla costruzione di nuovi tronchi stradali, rimanda alla predisposizione di nuove Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, restando inteso che i criteri del D.M. del 05 Novembre 2001 rimangono riferimento progettuale per tali interventi. Ai sensi della suddetta Normativa, gli interventi predisposti nel presente Progetto, per la viabilità in esame,



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

**NV – VIABILITA'**

**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	8 DI 80

si configurano tutti come adeguamenti di viabilità esistenti. Pertanto, con riferimento a quanto appena esposto, data la mancanza nel quadro di riferimento normativo attuale di specifiche regolamentazioni degli interventi su strade esistenti, si è fatto altresì riferimento alla bozza di Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti del 21 Marzo 2006.

### 3.1 Caratteristiche plano-altimetriche

La definizione dell'asse stradale ha seguito i principi ispiratori del Progetto Definitivo e, al contempo, sono state apportate alcune modifiche al fine di ottimizzare le scelte progettuali. Il tracciato è costituito da un asse principale, per un'estensione complessiva di 1.285 m, che si collega con la viabilità esistente tramite due intersezioni a raso a T e una a X.

Di seguito si descrivono le principali caratteristiche plano-altimetriche del tracciato stradale così ottenuto.

L'andamento planimetrico è composto dalla successione degli elementi riportati in Tabella 1.

Tabella 1: Elementi planimetrici del tracciato

Num.	Elem.	Progressiva Lunghezza	Raggio In. Raggio Fn.	Parametro A
1	Rett.	0+000.000m 0+064.264m	- -	- -
2	Clot.	0+064.264m 0+133.272m	- -120,00	91,00
3	Curva	0+133.272m 0+270.457m	-120,00 -120,00	- -
4	Clot.	0+270.457m 0+339.465m	-120,00 -	91,00
5	Rett.	0+339.465m 0+414.843m	- -	- -
6	Clot.	0+414.843m 0+470.435m	- 76,00	65,00
7	Curva	0+470.435m 0+538.563m	76,00 76,00	- -
8	Clot.	0+538.563m 0+594.155m	76,00 -	65,00
9	Rett.	0+594.155m 0+647.587m	- -	- -
10	Clot.	0+647.587m 0+703.920m	- 75,00	65,00
11	Curva	0+703.920m 0+777.302m	75,00 75,00	- -
12	Clot.	0+777.302m 0+833.636m	75,00 -	65,00
13	Rett.	0+833.636m 0+904.364m	- -	- -
14	Clot.	0+904.364m 1+025.077m	- -140,00	130,00
15	Curva	1+025.077m 1+147.103m	-140,00 -140,00	- -
16	Clot.	1+147.103m 1+233.531m	-140,00 -	110,00
17	Rett.	1+233.531m 1+284.996m	- -	- -

### 3.1.1 Asse principale

L'andamento plano-altimetrico del tracciato viene descritto nel suo sviluppo da Ovest verso Est.

L'asse principale della variante alla "Strada Comunale Fischino" ha inizio in corrispondenza della sede esistente, per una estensione di 64,26 m in rettilineo, e da cui si discosta tramite una curva sinistrorsa di raggio pari a 120 m. Il tracciato prosegue parallelamente a monte della linea ferroviaria con un rettilineo di 75,38 m, fino ad una curva destrorsa di raggio pari a 76 m. Oltre tale curva il tracciato sottopassa la linea ferroviaria (alla progr. ferroviaria 4+036,46 m) tramite un rettilineo di 53,43 m e, con una curva successiva destrorsa di raggio pari a 75 m, si riporta parallelamente alla ferrovia per uno sviluppo di 70,73 m. Infine la strada torna sulla sede esistente tramite una curva sinistrorsa di raggio pari a 140 m e un rettilineo successivo di 51,46 m. L'opera di sottopassaggio è costituita da uno scatolare monoconnesso in conglomerato cementizio armato, collocato alla progr. iniziale di 0+603,88 m e alla progr. finale di 0+617,88 m, avente l'asse longitudinale pressoché ortogonale all'asse di tracciamento della linea ferroviaria.

L'andamento altimetrico è condizionato da diversi fattori e risponde a diverse esigenze, così come dettagliato in seguito: il tracciato si trova principalmente in rilevato, di altezze comunque inferiori al metro, a meno della zona in corrispondenza del sottopassaggio (manufatto) alla linea ferroviaria.

Le livellette adottate sono sette con pendenze e raccordi concavi e convessi riassunti nella seguente Tabella 2.

Tabella 2: Elementi altimetrici del tracciato

LIVELLETTE	Pendenza [%]	R. Concavo [m]	R. Convesso [m]
<b>1</b>	<b>0,85</b>		
<b>Raccordo 1-2</b>		-	<b>2.000</b>
<b>2</b>	<b>-1,57</b>		
<b>Raccordo 2-3</b>		<b>5000</b>	-
<b>3</b>	<b>-1,02</b>		
<b>Raccordo 3-4</b>		-	<b>1.500</b>
<b>4</b>	<b>-2,76</b>		
<b>Raccordo 4-5</b>		<b>2100</b>	-
<b>5</b>	<b>2,35</b>		
<b>Raccordo 5-6</b>		-	<b>1700</b>
<b>6</b>	<b>0,54</b>		
<b>Raccordo 6-7</b>		-	<b>5000</b>
<b>7</b>	<b>-0,75</b>		

### 3.1.2 Intersezioni a raso a T - viabilità di ricucitura '1'

La prima intersezione a T è collocata in prossimità della progr. 0+065.00 dell'asse principale e consente il collegamento con la viabilità poderale esistente che, nella gerarchizzazione delle manovre, si configura come strada secondaria. L'intersezione avviene con un angolo di circa 73° rispetto alla strada principale ed è regolata con segnale di stop.

La seconda intersezione a T, collocata alla progr. 0+350.00 dell'asse principale, garantisce il collegamento della strada Comunale Fischino con una viabilità di servizio alla linea ferroviaria, nel seguito individuata come viabilità di ricucitura '1'; nella gerarchizzazione delle manovre la prima assume i caratteri di strada principale, mentre la seconda di strada secondaria. La strada secondaria risulta perpendicolare alla strada principale, da cui si distacca mediante un rettilineo di 51,95 m e, tramite una successione di curve, sinistrorsa di raggio pari a 25 m e destrorsa di raggio pari a 10,00 m, assume un andamento parallelo e prossimo alla recinzione della linea ferroviaria.

In merito alla ricucitura 1, parallela e posta in adiacenza alla sede ferroviaria, è opportuno ricordare che esistono disposizioni di legge che, nell'ambito di norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio ferroviario, stabiliscono prescrizioni in merito alla realizzazione di nuovi manufatti prossimi alla ferrovia. In particolare, viene fissata una serie di limitazioni, concernenti le sorgenti luminose che potrebbero confondersi con i segnali ferroviari o le minime distanze tra i nuovi manufatti e la rotaia più vicina (D.P.R. 753/1980). Tali limitazioni, specificatamente per quanto concerne le nuove viabilità stradali limitrofe alla sede ferroviaria, tendono a prevenire il manifestarsi di interferenze strada-ferrovia: in particolare della problematica dovuta al parallelismo.

La corsia di marcia risulta larga 3,50 m e a senso unico alternato dunque, per consentire l'incrocio con i veicoli in senso opposto, si è prevista l'interposizione di una piazzola di sosta larga 3,5 m e lunga 28 m. Dal punto di vista altimetrico la viabilità di ricucitura '1' si raccorda con la strada principale con le livellette in Tabella 3:

Tabella 3: Raccordo tra la viabilità principale e di ricucitura '1'

RAMI	Pendenza livelletta [%]	R. Concavo [m]	R. Convesso [m]
<b>Asse principale</b>	-2,50		
<b>Viabilità di ricucitura 1</b>	0,00	1500	-

### 3.1.3 Intersezione a raso a X – viabilità di ricucitura '2' e '3'

L'intersezione a X, collocata alla progr. 0+900.00 dell'asse principale, consente una ricucitura con la viabilità poderale esistente (strada comunale San Severo - Acquarotta) che altrimenti risulterebbe interrotta dal passaggio della nuova viabilità. L'intersezione con la strada principale avviene per mezzo di due rami ortogonali, ricucitura '2' e '3': il primo si porta parallelamente alla strada principale con una curva di raggio pari a 16 m ed un rettilineo di 104,54 m fino a raccordarsi con la sede esistente con un raggio planimetrico di 15 m; il secondo, dopo un rettilineo di 110,42 m dall'incrocio, si raccorda con la sede originaria tramite una curva planimetrica di raggio 25,00 m. Entrambi i rami

della variante alla strada comunale San Severo presentano una larghezza della careggiata di 4,00 m a senso unico alternato.

Dal punto di vista altimetrico i rami della strada secondaria si raccordano con la strada principale secondo le livellette in Tabella 4:

Tabella 4: Raccordo tra la viabilità principale e di ricucitura '2' e '3'

RAMI	Pendenza livelletta [%]	R. Concavo [m]	R. Convesso [m]
<b>Asse principale</b>	-2,50		
<b>Viabilità di ricucitura 2</b>	1,63	500	-
<b>Viabilità di ricucitura 3</b>	0,22	500	-

## 3.2 Caratteristiche sezioni tipo

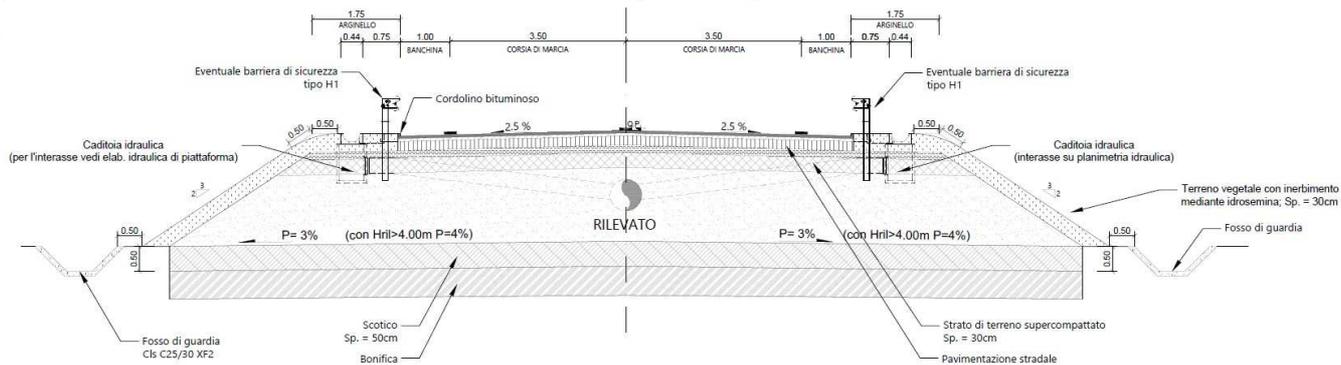
### 3.2.1 Asse principale

La sezione corrente corrisponde al tipo F1 secondo la classificazione prevista dalle norme dettate nel D.M. 05/11/2001. La piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia e banchine, per una larghezza totale esclusi gli elementi marginali pari a 9,00 m. Lungo i tratti in rettilineo, la piattaforma stradale è a due falde, inclinate verso l'esterno, con pendenza trasversale pari al 2,5%. Lungo le curve circolari (R=115 m, R=75 m, R=70 m, R=140 m) la piattaforma stradale è ad unica falda, inclinata verso il centro della curva, con pendenza trasversale pari a q=7%. Le due corsie di marcia sono di larghezza pari a 3,50 m e la banchina ha una larghezza pari a 1,00 m.

Diversamente dal Progetto Definitivo, nel margine esterno della sede è presente un arginello di larghezza pari a 1,75 m che ha la funzione di consentire l'inserimento delle barriere di sicurezza e delle caditoie e risulta raccordato con la scarpata con un arco di tangente pari a 0,50 m.

Il rilevato stradale è realizzato su di un piano di posa preparato mediante scotico dei primi 0,50 m di materiale presente in sito e riempito con terre appartenente ai gruppi A1, A2, A3 o A4. Il materiale costituente il corpo del rilevato appartiene ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A3 e A4, posato in strati di spessore massimo pari a 50 cm per A1 e A2-4 e 30 cm per i restanti. In testa al corpo del rilevato è presente uno strato di materiale "supercompattato", di spessore pari a 30 cm, che deve garantire un valore del modulo di deformazione a livello del piano di posa del pacchetto di pavimentazione maggiore di 50 MPa. Le scarpate sono realizzate con pendenza 2/3 e i 30 cm di terreno più superficiale saranno di tipo vegetale al fine di facilitarne l'inerbimento delle scarpate stessa.

### RILEVATO (in rettilo)



### RILEVATO (in curva)

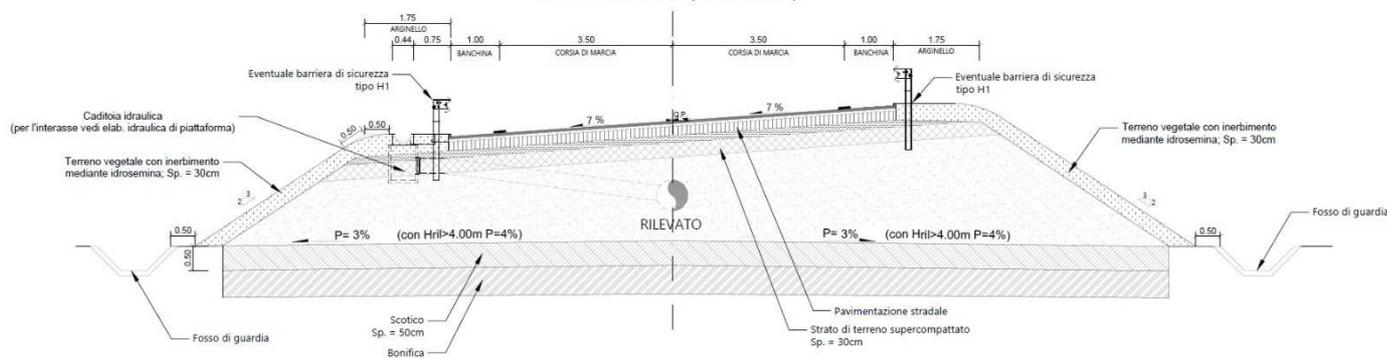


Figura 2: Sezioni tipo in rilevato

Nei tratti in trincea il terreno a fondo scavo dovrà essere costipato in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima. Il modulo di deformazione in ogni caso non dovrà essere inferiore a 20 MPa e, dopo la compattazione, il terreno del piano di posa dovrà avere caratteristiche tali da garantire un modulo di 50 MPa, misurato in sommità dello strato supercompattato al primo ciclo di carico 0,05 – 0,15 MPa. La profilatura delle scarpate nei tratti in trincea sarà realizzata a pendenza 2/3 e ricoperte da uno strato superficiale di terreno vegetale dello spessore di 30 cm. In testa scarpata è prevista la realizzazione di un fosso di guardia per proteggere la sede stradale dalle acque percolanti.

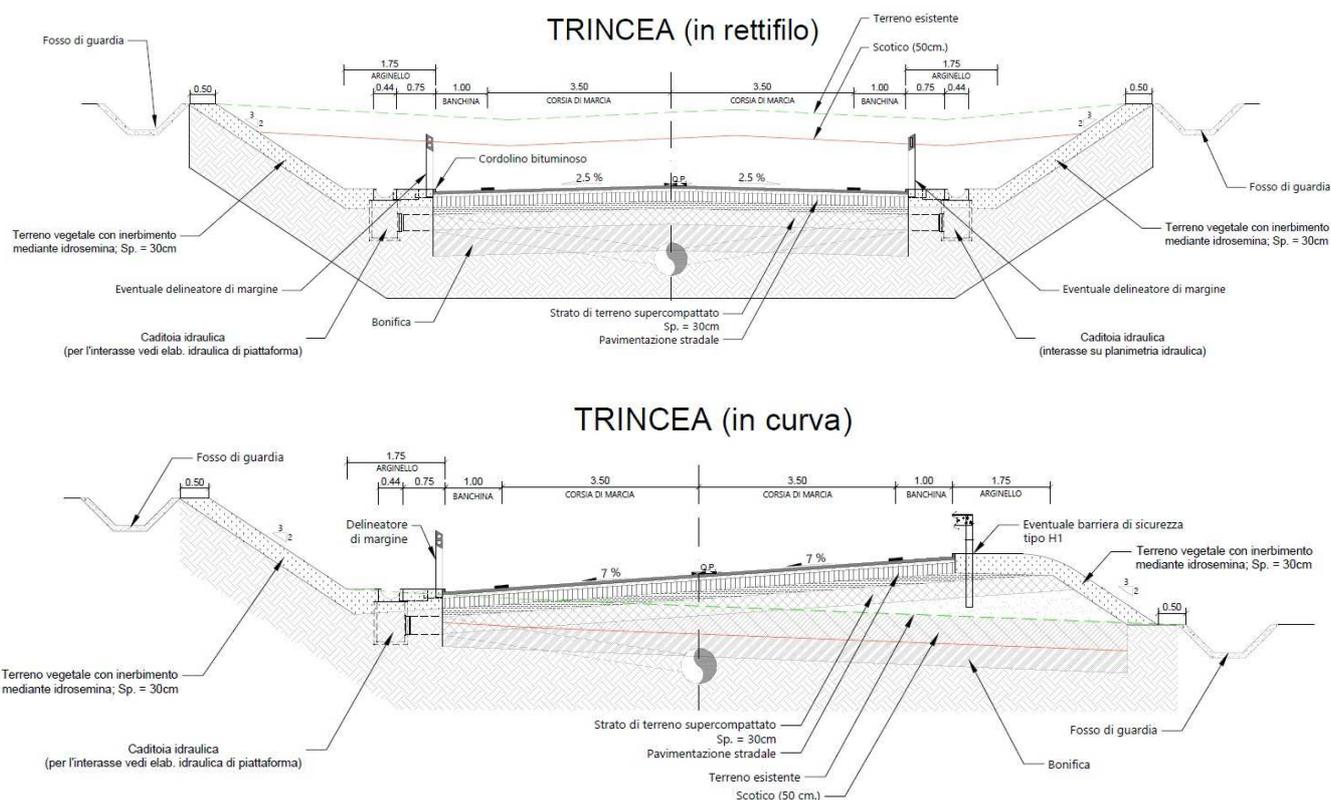


Figura 3: Sezioni tipo in trincea

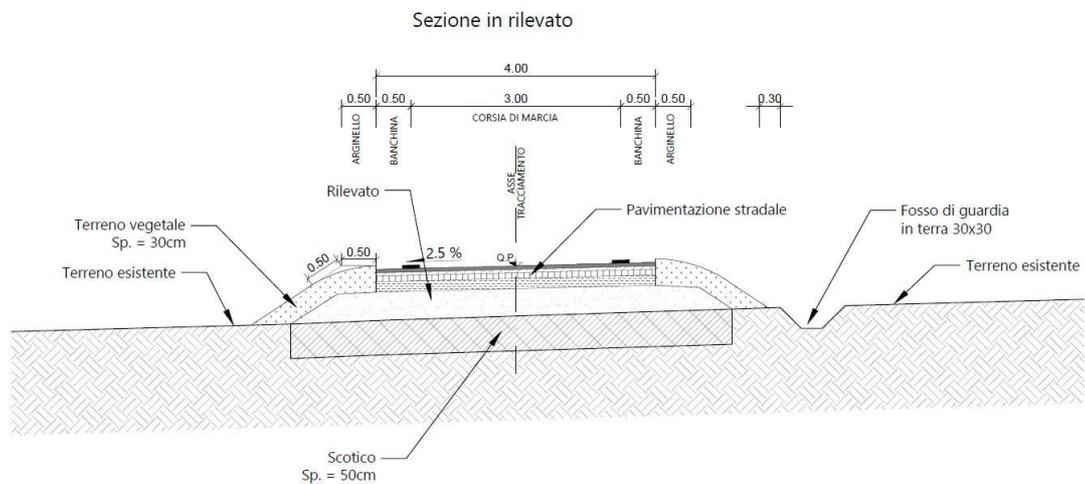
Nei tratti in rilevato e nei tratti in trincea, diversamente da quanto previsto a livello Definitivo, il sistema di smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma risulta composto da cunette di raccolta di forma semicircolare collocate a 0,75 m dalla banchina, all'interno dell'arginello di larghezza pari a 1,75 m, e da caditoie idrauliche distanziate con un interasse specificato negli elaborati dell'idraulica di piattaforma; sono inoltre presenti gli embrici collocati ad una distanza massima di 15,00 m e comunque in corrispondenza di ogni caditoia.

### 3.2.2 Viabilità di ricucitura

Gli interventi sulla viabilità poderale comprendono la realizzazione di una nuova viabilità di servizio alla linea ferroviaria (ricucitura '1') e il ripristino della strada comunale San Severo – Acquarotta (ricucitura '2' e '3'), interrotta dalla variante in progetto.

Le viabilità suddette si trovano ad una quota sempre maggiore rispetto al piano campagna. La sezione tipologica, come mostrato nella figura seguente, è caratterizzata da una piattaforma di larghezza pari a 4,00 m così composta: banchina pavimentata in sinistra e in destra di larghezza pari a 0,50 m e corsia da 3,00 m a senso unico alternato. Per i tratti in cui si prevede il posizionamento delle piazzole di sosta, la sezione pavimentata sarà allargata di 3,50 m, per complessivi 28,00 m.

Gli elementi del margine esterno sono costituiti da un arginello di larghezza pari a 0,50 m in assenza di sicurvia, altrimenti è previsto un all'argamento dello stesso fino a 1,00 m, per garantire il corretto funzionamento della barriera di sicurezza. Anche nella viabilità di ricucitura, diversamente da quanto previsto da Progetto Definitivo, l'arginello risulta raccordato alla scarpata mediante un arco con tangenti pari a 0,50 m.



Con sicurvia per parallelismo alla ferrovia

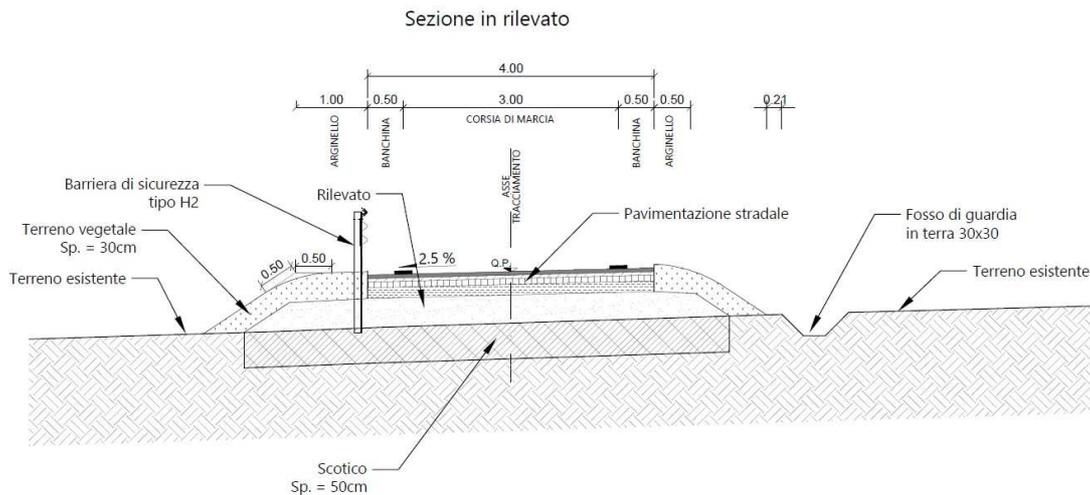


Figura 4: Sezione tipo ricucitura

#### 4 VERIFICA DI RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001

Lo studio del tracciato stradale ha seguito i criteri progettuali previsti dalle normative nazionali "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. 05/11/2001) ai fini della congruenza geometrica degli elementi componenti il tracciato e per gli aspetti cinematici che regolano le velocità di percorrenza dell'asse. Successivamente sono state eseguite le verifiche per garantire le visuali libere necessarie, attraverso la definizione degli opportuni allargamenti in curva.

##### 4.1 Verifica delle caratteristiche planimetriche

La verifica delle caratteristiche planimetriche, per la categoria di strada in oggetto, è stata eseguita controllando le seguenti condizioni.

(a) *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal D.M. 05/11/2001 che risulta:

- pari a 45 m per strade di tipo *Extraurbane Locali*

(b) *Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:*

$$\begin{aligned} \text{per } L < 300 \text{ m } & R \geq L \\ \text{per } L \geq 300 \text{ m } & R \geq 400 \text{ m} \end{aligned}$$

(c) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.* Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in Figura 5.

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

$$L_{max} = 22 \cdot V_{p,max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità di progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in m.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.* La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla Tabella 5 estratta dalla norma; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

Tabella 5: Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

$V_p$ [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$L_{min}$ [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

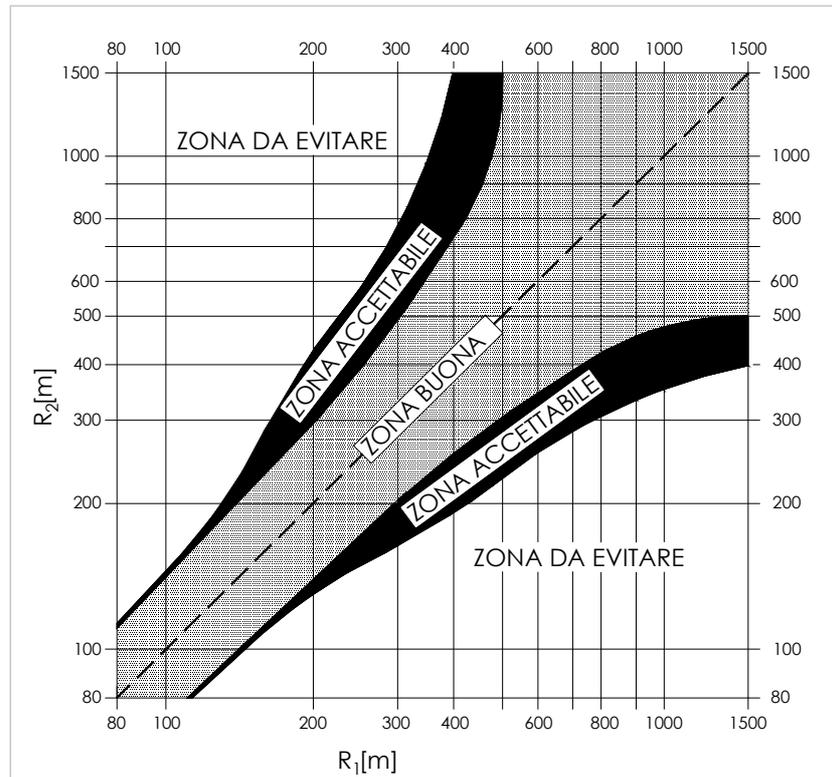


Figura 5: Abaco di Koppel (D.M. 05/ 11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.* La norma prevede che per  $V_{p,max} \geq 100$  km/h nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{p,max}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h ( $f_1$ ). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di  $V_{p1} > V_{p2}$ ) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h ( $f_2$ ).

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.* La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2,5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2,5 \cdot v_p$$

con  $v_p$  in m/s ed  $L_{c,min}$  in m.

(h) *Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*  
*Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)*

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA

LOTTO

FASE CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

LI07

01

E ZZ RO NV0100 001

C

18 DI 80

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

 $c = \text{contraccolpo};$ 
 $v = \text{massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato};$ 
 $q_i = \text{pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide};$ 
 $q_f = \text{pendenza trasversale nel punto finale della clotoide};$ 
 $g = \text{accelerazione di gravità.}$ 

 Ponendo  $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50,4}{v(km/h)}$  si ottiene:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \cdot \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

**Critero 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)**

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{max}} \times 100 \times B_i \times |q_i + q_f|}$$

dove:

 $B_i = \text{distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile};$ 
 $\Delta i_{max}(\%) = \text{sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano } B_i \text{ dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata};$ 
 $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$  dove  $i_{ci} = \text{pendenza trasversale iniziale};$ 
 $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$  con  $i_{cf} = \text{pendenza trasversale finale};$ 
 $|q_i + q_f| = \text{è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali.}$ 

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 19 DI 80

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_i| - |q_f|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{max}}{100}}}$$

Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione:

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

 dove  $R_1$  è il raggio minore ed  $R_2$  il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

(i) Allargamenti della carreggiata per iscrizione dei veicoli in curva

Nei tratti in curva, il valore dell'allargamento delle corsie prescritto per consentire l'iscrizione dei veicoli è pari a:

$$E=45/R$$

dove  $R$  [m] è il raggio esterno della corsia (per  $R > 40$  m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata). Se il valore  $E=45/R$  è inferiore a 20 cm, le corsie conservano le larghezze che hanno in rettilineo. L'allargamento complessivo della carreggiata o semicarreggiata sarà pari alla somma degli allargamenti delle singole corsie nel caso in cui esse siano in numero di una o al massimo due per senso di marcia. Nel caso di raccordo clotoidico (rettilineo/curva), l'allargamento parte 7,50 m prima dell'inizio della curva di raccordo e termina 7,50 m dopo il punto finale del raccordo.

I risultati delle verifiche planimetriche suddette, in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, è riportata nella tabella che segue.

Tabella 6: verifiche planimetriche e allargamenti per iscrizione del tracciato principale

VERIFICHE PLANIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
1 - Rettilineo	Lunghezza = 64,26 m (da progressiva 0+000 a 0+640)	
	> Velocità = 83,5, Velocità massima = 83,5 km/h	
	> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilineo	$R=120 \text{ m} > L=64,26 \text{ m}$

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 20 DI 80

VERIFICHE PLANIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
<b>2 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza = 69,01 m; A = 91</b> (da progressiva 0+640 a 0+133)	
	> Velocità impostata = 68,94 km/h	
	> Limitazione rollo verificata:	A = 91 >= 66,08
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 91 >= 90,65
	> Criterio ottico verificato:	A = 91,5 compreso tra 40 e 120
<b>3 - Curva circolare</b>	<b>Lunghezza = 137,18 m; Raggio = 120 m</b> (da progressiva 0+133 a 0+270)	
	> Sviluppo della curva OK	maggiore di 41,691m - spazio percorso in 2,5s a 60,03 km/h
	> Raggio MIN della curva OK	R = 120 m > Rmin = 45 m
	> Campo di utilizzo clotoidi verificato:	A1/A2 = 91,5/91,5 = 1 compreso tra 2/3 e 3/2
	> Necessario allargamento in curva:	R = 120 m < 45/0,2 = 225 m; E = 0,375 m
<b>4 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza = 69,08 m; A = 91</b> (da progressiva 0+270 a 0+339)	
	> Velocità impostata = 68,94 km/h	
	> Limitazione rollo verificata:	A = 91,5 >= 66,07
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 91,5 >= 90,65
	> Criterio ottico verificato:	A = 91,5 compreso tra 40 e 120
<b>5 - Rettifilo</b>	<b>Lunghezza = 75,38 m</b> (da progressiva 0+339 a 0+415)	
	> Velocità = 68,94 Velocità massima = 69 km/h	
	> Lunghezza MIN del rettifilo OK	maggiore di 63,41m a 68,94 km/h
	> Lunghezza MAX del rettifilo OK	minore di 22*V = 1517 m con V = 68,94 km/h
	> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo	R = 76 m > L = 75,378 m
<b>6 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza = 55,59 m; A = 65</b> (da progressiva 0+415 a 0+470)	
	> Velocità impostata = 58 km/h	
	> Limitazione rollo verificata:	A = 65 >= 48,22

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 21 DI 80

**VERIFICHE PLANIMETRICHE**

ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 65 >= 64,68
	> Criterio ottico verificato:	A = 65 compreso tra 25,33 e 76
<b>7 - Curva circolare</b>	<b>Lunghezza = 68,12 m; Raggio = 76 m</b> (da progressiva 0+470 a 0+539)	
	> Sviluppo della curva OK	maggiore di 34,766 m - spazio percorso in 2,5 s a 50,06 km/h
	> Raggio MIN della curva OK	R = 75 m > Rmin = 45 m
	> Campo di utilizzo clotoidi verificato:	A1/A2 = 65/65 = 1 compreso tra 2/3 e 3/2
	> Necessario allargamento in curva:	R = 76 m < 45/0,2 = 225 m; E = 0,592 m
<b>8 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza = 55,59 m; A=65</b> (da progressiva 0+539 a 0+594)	
	> Velocità impostata = 57,98 km/h	
	> Limitazione rollio verificata:	A = 65 >= 48,22
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 65 >= 64,68
	> Criterio ottico verificato:	A = 65 compreso tra 25,33 e 76
<b>9 - Rettifilo</b>	<b>Lunghezza = 53,43 m</b> (da progressiva 0+594 a 0+648)	
	> Velocità = 61,45, Velocità massima = 61,5 km/h	
	> Lunghezza MIN del rettifilo OK	maggiore di 52,17 m a 61,45 km/h
	> Lunghezza MAX del rettifilo OK	minore di 22*V = 1351,79 m con V=61,45 km/h
	> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo	R = 75 m > L=53,431 m
<b>10 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza = 56,33 m, A = 65</b> (da progressiva 0+648 a 0+704)	
	> Velocità impostata = 58,05 km/h	
	> Limitazione rollio verificata:	A = 65 >= 47,93
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 65 >= 64,93
	> Criterio ottico verificato:	A = 65 compreso tra 25 e 75
<b>11 - Curva circolare</b>	<b>Lunghezza = 73,38 m; Raggio = 75 m</b> (da progressiva 0+704 a 0+777)	

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 22 DI 80

VERIFICHE PLANIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
	> Sviluppo della curva OK	maggiore di 34,72 m - spazio percorso in 2,5 s a 50 km/h
	> Raggio MIN della curva OK	R = 75 m > Rmin = 45 m
	> Campo di utilizzo clotoidi verificato:	A1/A2 = 65/65 = 1 compreso tra 2/3 e 3/2
	> Necessario allargamento in curva:	R = 75 m < 45/0,2 = 225 m; E = 0,6 m
<b>12 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza= 56,33m; A = 65</b> (da progressiva 0+777 a 0+834)	
	> Velocità impostata = 60km/h	
	> Limitazione rollio verificata:	A = 65 >= 47,94
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 65 >= 64,93
	> Criterio ottico verificato:	A = 65 compreso tra 25 e 75
<b>13 - Rettifilo</b>	<b>Lunghezza = 70,73 m</b> (da progressiva 0+834 a 0+904)	
	> Velocità = 68,55, Velocità massima = 68,6 km/h	
	> Lunghezza MIN del rettifilo OK	maggiore di 62,82 m a 68,55 km/h
	> Lunghezza MAX del rettifilo OK	minore di 22*V=1508,01 m con V=68,55 km/h
	> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo	R = 75 m > L = 70,73 m
<b>14 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza = 120,714 m; A = 130</b> (da progressiva 0+904 a 1+250)	
	> Velocità impostata = 75,07 km/h	
	> Limitazione rollio verificata:	A = 130 >= 74,48
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 130 >= 107,66
	> Criterio ottico verificato:	A = 130 compreso tra 46,66 e 140
<b>15 Curva circolare</b>	<b>Lunghezza = 122,026 m; Raggio = 139,99 m</b> (da progressiva 1+250 a 1+147)	
	> Sviluppo della curva OK	maggiore di 44,451 m - spazio percorso in 2,5 s a 64,01 km/h
	> Raggio MIN della curva OK	R = 139,99 m > Rmin = 45 m
	> Campo di utilizzo clotoidi verificato:	A1/A2 = 130/110 = 1,182 compreso tra 2/3 e 3/2
	> Necessario allargamento in curva:	R = 140 m < 45/0,2 = 225 m; E = 0,321 m

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 23 DI 80

VERIFICHE PLANIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
<b>16 - Curva a raggio variabile</b>	<b>Lunghezza = 86,43 m; A = 110</b> (da progressiva 1+147 a 1+234)	
	> Velocità impostata = 75,08 km/h	
	> Limitazione rollio verificata:	A = 110 >= 74,48
	> Limitazione contraccolpo verificata:	A = 110 >= 107,66
	> Criterio ottico verificato:	A = 110 compreso tra 46,667 e 139,99
<b>17 - Rettifilo</b>	<b>Lunghezza = 50,06 m</b> (da progressiva 1+234 a 1+285)	
	> Velocità = 83,5, Velocità massima = 75 km/h	
	> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo	R = 139,99 m > L = 51,46 m

#### 4.2 Verifica delle caratteristiche altimetriche

La verifica delle caratteristiche altimetriche è stata eseguita controllando le seguenti condizioni.

##### (a) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal D.M. 05/11/01 per strade di tipo C (extraurbane secondarie), è pari al 7%.

##### (b) Raccordi verticali convessi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio dei raccordi verticali convessi (dossi) deve corrispondere al valore minimo ottenuto dai seguenti criteri:

- *Geometrico*  
Per garantire che nessuna parte del veicolo (eccetto le ruote) abbia contatti con la superficie stradale, il raggio verticale nei dossi deve rispettare la relazione seguente:

$$R_v \geq R_v \text{min} = 20 \text{ m}$$

- *Cinematico*  
Al fine di garantire il comfort all'utenza l'accelerazione verticale  $a_v$  non superi il valore  $a_{im}$  si ha:

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L107	01	E ZZ RO NV0100 001	C	24 DI 80

$$a_v = \frac{v_p^2}{R_v} \leq a_{lim}$$

dove:

$v_p$  = velocità di progetto della curva desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [m/s]

$R_v$  = raggio del raccordo verticale [m]

$a_{lim} = 0,6 \text{ m/s}^2$ .

- Visibilità**

Per garantire le corrette visuali libere è necessario determinare il raggio verticale minimo secondo

– se  $D$  è inferiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

– se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale convesso [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare [m]

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette, [%]

$h_1$  = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

$h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma  $h_1 = 1,10 \text{ m}$ . In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone  $h_2 = 0,10 \text{ m}$ . In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone  $h_2 = 1,10 \text{ m}$ .

**(c) Raccordi verticali concavi**

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) deve corrispondere al valore minimo ottenuto dai seguenti criteri:

- Geometrico**

Per garantire che nessuna parte del veicolo (eccetto le ruote) abbia contatti con la superficie stradale, il raggio verticale nei dossi deve rispettare la relazione seguente:

$$R_v \geq R_v \text{ min} = 40 \text{ m}$$

- Cinematico**

Al fine di garantire il comfort all'utenza l'accelerazione verticale  $a_v$  non superi il valore  $a_{lim}$  si ha:

$$a_v = \frac{v_p^2}{R_v} \leq a_{lim}$$

dove:

$v_p$  = velocità di progetto della curva desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [m/s]

$R_v =$  raggio del raccordo verticale  
 $a_{lim} = 0,6 \text{ m/s}^2$

[m]

• **Visibilità**

Per garantire le corrette visuali libere è necessario determinare il raggio verticale minimo secondo

– se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

– se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

$R_v =$  raggio del raccordo verticale concavo [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].

$\Delta i =$  variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

$\vartheta =$  massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma  $h = 0,5 \text{ m}$  e  $\vartheta = 1^\circ$ .

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per la verifica dei raccordi verticali convessi.

I risultati delle verifiche altimetriche suddette, in conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, è riportata nella tabella che segue.

Tabella 7: Verifiche altimetriche del tracciato principale

VERIFICHE ALTIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
<b>1 - Livelletta</b>	Progressiva iniziale: 0	
	Progressiva finale: 138.42	
	Lunghezza L (m): 138.42	
	Pendenza (%): 0.85	
	Pendenza massima (%): 10	
	<b>0.85 &lt;= 10</b>	<b>Verifica pendenza massima: OK</b>
<b>2 - Raccordo</b>	Progressiva iniziale: 138.42	
	Progressiva finale: 186.99	
	Tipo raccordo: Dosso	
	Raggio raccordo vert.(m): 2000	
	Pendenza in ingresso (%): 0.85	
	Pendenza in uscita (%): -1.57	

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 26 DI 80

VERIFICHE ALTIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
	Lunghezza L (m): 48.57	
	Velocità di progetto (km/h): 60	
	Raggio verticale minimo (m): 20	
	<b>2000 &gt;= 20</b>	<b>Verifica percorribilità raccordo: OK</b>
	Accelerazione massima (m/s <sup>2</sup> ): 0.6	
	Raggio verticale minimo (m) : 462.96	
	<b>2000 &gt;= 462.96</b>	<b>Verifica accelerazione altimetrica: OK</b>
	Distanza di arresto D (m): 70.29	
	Raggio verticale minimo (m): -529.07	
	<b>2000 &gt;= -529.07</b>	<b>Verifica visuale libera arresto : OK</b>
	Distanza di sorpasso D (m): 330	
	Raggio verticale minimo (m): 12256.34	
	<b>2000 &lt; 12256.34</b>	<b>Verifica visuale libera sorpasso : Divieto di sorpasso</b>
<b>3 - Livelletta</b>	Progressiva iniziale: 186.99	
	Progressiva finale: 341.65	
	Lunghezza L (m): 154.66	
	Pendenza (%): -1.57	
	Pendenza massima (%): 10	
	<b>-1.57 &lt;= 10</b>	<b>Verifica pendenza massima: OK</b>
<b>4 - Raccordo</b>	Progressiva iniziale: 341.65	
	Progressiva finale: 369.4	
	Tipo raccordo: Sacca	
	Raggio raccordo vert.(m): 5000	
	Pendenza in ingresso (%): -1.57	
	Pendenza in uscita (%): -1.02	
	Lunghezza L (m): 27.75	
	Velocità di progetto (km/h): 68.68	
	Raggio verticale minimo (m): 40	
	<b>5000 &gt;= 40</b>	<b>Verifica percorribilità raccordo: OK</b>
	Accelerazione massima (m/s <sup>2</sup> ): 0.6	
	Raggio verticale minimo (m) : 606.62	
	<b>5000 &gt;= 606.62</b>	<b>Verifica accelerazione altimetrica: OK</b>
Distanza di arresto D (m): 87.76		

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 27 DI 80

VERIFICHE ALTIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
	Raggio verticale minimo (m): -100248.79	
	<b>5000 &gt;= -100248.79</b>	<b>Verifica visuale libera arresto : OK</b>
<b>5 - Livelletta</b>	Progressiva iniziale: 369.4	
	Progressiva finale: 511.65	
	Lunghezza L (m): 142.24	
	Pendenza (%): -1.02	
	Pendenza massima (%): 10	
	<b>-1.02 &lt;= 10</b>	<b>Verifica pendenza massima: OK</b>
<b>6 - Raccordo</b>	Progressiva iniziale: 511.65	
	Progressiva finale: 537.76	
	Tipo raccordo: Dosso	
	Raggio raccordo vert.(m): 1500	
	Pendenza in ingresso (%): -1.02	
	Pendenza in uscita (%): -2.76	
	Lunghezza L (m): 26.12	
	Velocità di progetto (km/h): 50	
	Raggio verticale minimo (m): 20	
	<b>1500 &gt;= 20</b>	<b>Verifica percorribilità raccordo: OK</b>
	Accelerazione massima (m/s <sup>2</sup> ): 0.6	
	Raggio verticale minimo (m) : 321.5	
	<b>1500 &gt;= 321.5</b>	<b>Verifica accelerazione altimetrica: OK</b>
	Distanza di arresto D (m): 54.78	
	Raggio verticale minimo (m): -5990.69	
	<b>1500 &gt;= -5990.69</b>	<b>Verifica visuale libera arresto : OK</b>
	Distanza di sorpasso D (m): 275	
	Raggio verticale minimo (m): 2574.2	
	<b>1500 &lt; 2574.2</b>	<b>Verifica visuale libera sorpasso : Divieto di sorpasso</b>
<b>7 - Livelletta</b>	Progressiva iniziale: 537.76	
	Progressiva finale: 562.17	
	Lunghezza L (m): 24.4	
	Pendenza (%): -2.76	
	Pendenza massima (%): 10	
	<b>-2.76 &lt;= 10</b>	<b>Verifica pendenza massima: OK</b>

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 28 DI 80

**VERIFICHE ALTIMETRICHE**

ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
<b>8 - Raccordo</b>	Progressiva iniziale: 562.17	
	Progressiva finale: 669.45	
	Tipo raccordo: Sacca	
	Raggio raccordo vert.(m): 2100	
	Pendenza in ingresso (%): -2.76	
	Pendenza in uscita (%): 2.35	
	Lunghezza L (m): 107.28	
	Velocità di progetto (km/h): 61.45	
	Raggio verticale minimo (m): 40	
	<b>2100 &gt;= 40</b>	<b>Verifica percorribilità raccordo: OK</b>
	Accelerazione massima (m/s^2): 0.6	
	Raggio verticale minimo (m) : 485.54	
	<b>2100 &gt;= 485.54</b>	<b>Verifica accelerazione altimetrica: OK</b>
	Distanza di arresto D (m): 72.74	
Raggio verticale minimo (m): 1495.21		
<b>2100 &gt;= 1495.21</b>	<b>Verifica visuale libera arresto : OK</b>	
<b>9 - Livelletta</b>	Progressiva iniziale: 669.45	
	Progressiva finale: 745.2	
	Lunghezza L (m): 75.75	
	Pendenza (%): 2.35	
	Pendenza massima (%): 10	
<b>2.35 &lt;= 10</b>	<b>Verifica pendenza massima: OK</b>	
<b>10 - Raccordo</b>	Progressiva iniziale: 745.2	
	Progressiva finale: 775.99	
	Tipo raccordo: Dosso	
	Raggio raccordo vert.(m): 1700	
	Pendenza in ingresso (%): 2.35	
	Pendenza in uscita (%): 0.54	
	Lunghezza L (m): 30.79	
	Velocità di progetto (km/h): 50	
	Raggio verticale minimo (m): 20	
<b>1700 &gt;= 20</b>	<b>Verifica percorribilità raccordo: OK</b>	

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 29 DI 80

VERIFICHE ALTIMETRICHE		
ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
	Accelerazione massima (m/s <sup>2</sup> ): 0.6	
	Raggio verticale minimo (m) : 321.5	
	<b>1700 &gt;= 321.5</b>	<b>Verifica accelerazione altimetrica: OK</b>
	Distanza di arresto D (m): 54.55	
	Raggio verticale minimo (m): -5329.32	
	<b>1700 &gt;= -5329.32</b>	<b>Verifica visuale libera arresto : OK</b>
	Distanza di sorpasso D (m): 275	
	Raggio verticale minimo (m): 3551.81	
	<b>1700 &lt; 3551.81</b>	<b>Verifica visuale libera sorpasso : Divieto di sorpasso</b>
<b>11 - Livelletta</b>	Progressiva iniziale: 775.99	
	Progressiva finale: 1053.94	
	Lunghezza L (m): 277.95	
	Pendenza (%): 0.54	
	Pendenza massima (%): 10	
	<b>0.54 &lt;= 10</b>	<b>Verifica pendenza massima: OK</b>
<b>12 - Raccordo</b>	Progressiva iniziale: 1053.94	
	Progressiva finale: 1118.24	
	Tipo raccordo: Dosso	
	Raggio raccordo vert.(m): 5000	
	Pendenza in ingresso (%): 0.54	
	Pendenza in uscita (%): -0.75	
	Lunghezza L (m): 64.3	
	Velocità di progetto (km/h): 64	
	Raggio verticale minimo (m): 20	
	<b>5000 &gt;= 20</b>	<b>Verifica percorribilità raccordo: OK</b>
	Accelerazione massima (m/s <sup>2</sup> ): 0.6	
	Raggio verticale minimo (m) : 526.75	
	<b>5000 &gt;= 526.75</b>	<b>Verifica accelerazione altimetrica: OK</b>
	Distanza di arresto D (m): 77.33	
	Raggio verticale minimo (m): -10508.98	
	<b>5000 &gt;= -10508.98</b>	<b>Verifica visuale libera arresto : OK</b>



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA  
LI07

LOTTO  
01

FASE CODIFICA DOCUMENTO  
E ZZ RO NV0100 001

REV.  
C

FOGLIO  
30 DI 80

VERIFICHE ALTIMETRICHE

ELEMENTO	VERIFICA	ESITO
	Distanza di sorpasso D (m): 352	
	Raggio verticale minimo (m): 1530.31	
	<b>5000 &gt;= 1530.31</b>	<b>Verifica visuale libera sorpasso : OK</b>
<b>13 - Livelletta</b>	Progressiva iniziale: 1118.24	
	Progressiva finale: 1285	
	Lunghezza L (m): 166.76	
	Pendenza (%): -0.75	
	Pendenza massima (%): 10	
	<b>-0.75 &lt;= 10</b>	<b>Verifica pendenza massima: OK</b>

### 4.3 Coordinamento plano-altimetrico

Gli elementi geometrici plano-altimetrici sono stati opportunamente coordinati al fine di garantire una percezione chiara delle caratteristiche del tracciato stradale ed evitare variazioni brusche delle linee che lo definiscono nel quadro prospettico.

A tal fine, la posizione dei raccordi verticali è stata localizzata in zone al di fuori di quelle che individuano “difetti di coordinamento fra elementi planimetrici ed altimetrici” secondo il par. 5.5.2 del D.M. 05/11/2001 come riportato nella tabella successiva in cui sono riportate le condizioni richieste nell’ambito del par. 5.5.5 del D.M. 05/11/2001 ed il posizionamento reciproco degli elementi plano-altimetrici.

Tabella 8: Coordinamento plano-altimetrico del tracciato principale.

Condizione richiesta	Andamento plano-altimetrico di progetto
<p>Occorre evitare che il punto di inizio di una curva planimetrica coincida o sia prossimo con la sommità di un raccordo verticale convesso</p>	<p>Nell’ambito degli elementi altimetrici sono stati inseriti quattro raccordi verticali convessi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raccordo verticale convesso di raggio R=2000.00 m compreso tra progr. 0+138,42 e progr. 0+186,99 con sommità a <b>progr. 0+162,71</b>. La sommità di tale raccordo è sufficientemente distante dall’inizio della curva planimetrica più vicina costituita dalla curva planimetrica di raggio R=120,00 m compresa tra <b>progr. 0+133</b> e progr. 0+270;</li> <li>2. Raccordo verticale convesso di raggio R=1500.00 m compreso tra progr. 0+511,65 e progr. 0+537,76 con sommità a <b>progr. 0+524,71</b>. La sommità di tale raccordo è sufficientemente distante dall’inizio della curva planimetrica più vicina costituita dalla curva planimetrica di raggio R=76,00 m compresa tra <b>progr. 0+470</b> e progr. 0+538;</li> <li>3. Raccordo verticale convesso di raggio R=1700.00 m compreso tra progr. 0+745,20 e progr. 0+775,99 con sommità a <b>progr. 0+760,59</b>. La sommità di tale raccordo è sufficientemente distante dall’inizio della curva planimetrica più vicina costituita dalla curva planimetrica di raggio R=75,00 m compresa tra <b>progr. 0+704</b> e progr. 0+777;</li> <li>4. Raccordo verticale convesso di raggio R=5000.00 m compreso tra progr. 1+053,94 e progr. 1+118,24 con sommità a <b>progr. 1+086,09</b>. La sommità di tale raccordo è sufficientemente distante dall’inizio della curva più vicina costituita dalla curva planimetrica di raggio R=140.00 m compresa tra progr. 1+025 e <b>progr. 1+147</b>.</li> </ol>
<p>Occorre evitare che un raccordo planimetrico inizi immediatamente dopo un raccordo concavo</p>	<p>Nell’ambito degli elementi planimetrici sono state inserite due curve circolari seguiti da raccordi concavi::</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Curva di raggio R=76,00 m compresa tra <b>progr. 0+470</b> e progr. 0+538. Il raccordo verticale concavo più prossimo a tale curva circolare è il raccordo verticale concavo di raggio R=5000,00 m compreso tra <b>progr. 0+341,65</b> e progr. 0+369,40 il cui inizio è sufficientemente lontano dall’inizio della curva planimetrica;</li> <li>2. Curva di raggio R=75,00 m compresa tra <b>progr. 0+703</b> e progr. 0+777. Il raccordo verticale concavo più prossimo a tale curva circolare è il raccordo verticale concavo di raggio R=2100.00 m compreso tra <b>progr. 0+562,17</b> e progr. 0+669,57 il cui inizio è sufficientemente lontano dall’inizio della curva planimetrica</li> </ol>

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 32 DI 80

Condizione richiesta	Andamento plano-altimetrico di progetto
<p>Occorre evitare l'inserimento di raccordi verticali concavi di piccolo sviluppo all'interno di curve planimetriche di grande sviluppo</p>	<p>Nell'ambito degli elementi altimetrici sono stati inseriti due raccordi verticali concavi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raccordo verticale concavo di raggio R=5000.00 m compreso tra progr. 0+341,65 e progr. 0+369,40. Tale raccordo, non inserito nell'ambito di curve circolari planimetriche, ricade nell'ambito di un tratto appartenente al <b>rettifilo</b> di lunghezza L=75,38 m compreso tra progr. 0+339 e progr. 0+ 415;</li> <li>2. Raccordo verticale concavo di raggio R=2100.00 m compreso tra progr. 0+562,17 e progr. 0+669,45. Tale raccordo, non inserito nell'ambito di curve circolari planimetriche, ricade nell'ambito di un tratto appartenente ai seguenti elementi planimetrici: <b>clotoide</b> di parametro A=65,00 compresa tra progr.0+538 e progr. 0+594 – <b>rettifilo</b> di lunghezza L=53,43 m compreso tra progr. 0+594 e progr. 0+647 – <b>clotoide</b> di parametro A=65,00 m compresa tra progr. 0+647 e progr. 0+704.</li> </ol>
<p>Occorre evitare il posizionamento di un raccordo concavo immediatamente dopo la fine di una curva planimetrica</p>	<p>Nell'ambito degli elementi altimetrici sono stati inseriti due raccordi verticali concavi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raccordo verticale concavo di raggio R=5000.00 m compreso tra <b>progr. 0+341,65</b> e progr. 0+369,40. L'inizio di tale raccordo è sufficientemente distante dalla fine della curva planimetrica più vicina costituita dalla curva planimetrica di raggio R=120,00 m compresa tra progr. 0+133 e <b>progr. 0+270;</b></li> <li>2. Raccordo verticale concavo di raggio R=2100.00 m compreso tra <b>progr. 0+562,17</b> e progr. 0+669,45. L'inizio di tale raccordo è sufficientemente distante dalla fine della curva planimetrica più vicina costituita dalla curva planimetrica di raggio R=76,00 m compresa tra progr. 0+470 e <b>progr. 0+538.</b></li> </ol>
<p>Occorre evitare che il vertice di un raccordo concavo coincida o sia prossimo ad un punto di flesso della linea planimetrica</p>	<p>Nell'ambito degli elementi altimetrici sono stati inseriti due raccordi verticali concavi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raccordo verticale concavo di raggio R=5000.00 m compreso tra progr. 0+341,65 e progr. 0+369,40 con vertice a <b>progr.0+355.53</b>. Il vertice di tale raccordo è inserito nell'ambito del rettifilo di lunghezza L=75,38 m compreso tra progr. 0+333 e progr. 0+ 415 e non ricade nell'ambito di zone con punti di flesso della linea planimetrica;</li> <li>2. Raccordo verticale concavo di raggio R=2100.00 m compreso tra progr. 0+562,17 e progr. 0+669,45 con vertice a <b>progr. 615.81.</b> Tale raccordo è inserito seguenti elementi planimetrici: clotoide di parametro A=65,00 compresa tra progr. 0+538 e progr. 0+594 – rettifilo di lunghezza L=53.43 m compreso tra progr. 0+594 e progr. 0+647 – clotoide di parametro A=65,00 m compresa tra progr. 0+648 e progr. 0+718e non ricade nell'ambito di zone con punti di flesso della linea planimetrica.</li> </ol>

#### 4.4 Verifica di visibilità

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. 05/11/2001), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata con le seguenti distanze:

- Distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato;
- Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

Per le verifiche di visibilità per l'arresto bisogna confrontare le distanze di visuale libera per l'arresto con le corrispondenti distanze visibilità lungo tutto il tracciato.

Per la distanza di visibilità il D.M. considera l'altezza dell'occhio del guidatore a 1,10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0,10 m, collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia. I valori di  $f_1$  da utilizzare sono ricavabili dalla Tabella 9 sotto riportata.

Tabella 9: Coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

VELOCITA' [km/h]	25	40	60	80	100	120	140
$f_1$ Altre strade	0,45	0,43	0,35	0,30	0,25	0,21	-

Per il calcolo si utilizza la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del D.M. 05/11/2001:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[ f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{R_a(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [\text{m}]$$

dove:

$D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$

$D_2$  = spazio di frenatura

$V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

$V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]

$i$  = pendenza longitudinale del tracciato [%]

$\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

$g$  = accelerazione di gravità [ $\text{m/s}^2$ ]

$R_a$  = resistenza aerodinamica [N]

$M$  = massa del veicolo [kg]

$f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

$r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	34 DI 80

Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01 V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Per le **verifiche di visibilità per il sorpasso** bisogna confrontare le distanze di visuale libera per il sorpasso con le corrispondenti distanze di visibilità lungo tutto il tracciato.

La distanza di visuale libera effettiva per il sorpasso si determina considerando l'ostacolo mobile collocato nella corsia opposta, con altezza pari a 1,10 m.

Per il calcolo delle distanze di visibilità richiesta per il sorpasso occorre fare riferimento alla formula riportata nel D.M. 05/11/2001:

$$D_s = 20 \times v = 5,5 V \quad [m]$$

dove:

*v = velocità del veicolo in [m/s], oppure V in [km/h], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità ed attribuita uguale sia per il veicolo sorpassante che per il veicolo proveniente in senso opposto.*

Si evidenzia che non essendo garantita la visibilità per il sorpasso lungo i raccordi altimetrici (Cfr. Paragrafo 4.2) la manovra di sorpasso, a favore di sicurezza, è stata impedita lungo tutto lo sviluppo del tracciato, pertanto quest'ultima verifica non risulta necessaria.

La verifica delle visuali libere è stata sviluppata, nel rispetto della suddetta normativa, mediante l'utilizzo di un applicativo del Country Kit italiano del software Autodesk Civil3D: partendo da un modello 3D della strada è in grado di stimare le distanze di visuali libere disponibili, per entrambe le direttrici di marcia, valutando gli effetti combinati dell'andamento planimetrico e altimetrico del tracciato ai fini della percezione che ha l'utente della strada. Le distanze minime da garantire lungo il tracciato saranno quindi confrontate con quelle effettivamente disponibili: la verifica di visibilità avrà esito positivo se la distanza di visuale libera minima calcolata risulta minore di quella disponibile; se la verifica risulta non soddisfatta il software calcola gli opportuni allargamenti necessari, punto per punto, in modo da garantire una distanza di visibilità effettiva superiore a quella richiesta per l'arresto.

La verifica restituita dal software è riportata nell'allegato al presente elaborato (Cfr. LI0701EZZRONV0100001B – Allegato 1).

Di seguito si riporta in tabella i valori degli allargamenti per la visibilità con riferimento alle sezioni di progetto:

Curva 1	Progr.	allargamento (m)
inizio allargamento	0+102,17	0
Sez. 6 - inizio curva planimetrica	0+133,27	1,42
Sez. 7	0+150,00	1,75
Sez. 8	0+175,00	1,61
Sez. 9 - mezzeria curva planimetrica	0+201,86	1,61
Sez. 10	0+225,00	1,61
Sez. 11	0+250,00	2,22
Sez. 12 - fine curva planimetrica	0+270,46	2,45
Sez. 13	0+300,00	1,53
Fine allargamento	0+321,30	0

Curva 2	Progr.	allargamento (m)
inizio allargamento	0+430,00	0
Sez. 21	0+450,00	1,43
Sez. 22 - inizio curva planimetrica	0+470,43	2,08
Sez. 23 - mezzeria curva planimetrica	0+504,50	1,21
Sez. 24	0+525,00	1,15
Sez. 25 - fine curva planimetrica	0+538,56	0,82
Sez. 26	0+550,00	0,42
Fine allargamento	0+559,96	0
Curva 3	Progr.	allargamento (m)
inizio allargamento	0+662,41	0
Sez. 32	0+675,00	0,84
Sez. 33 - inizio curva planimetrica	0+703,92	1,95
Sez. 34	0+725,00	1,31
Sez. 35 - mezzeria curva planimetrica	0+740,61	0,95
Sez. 36	0+750,00	0,95
Sez. 37 - fine curva planimetrica	0+777,30	0,67
Fine allargamento	0+795,00	0
Curva 4	Progr.	allargamento (m)
inizio allargamento	0+962,15	0
Sez. 45	0+975,00	0,29
Sez. 46	1+000,00	1,17
Sez. 47	1+025,00	1,84
Sez. 48 - inizio curva planimetrica	1+025,08	1,84
Sez. 49	1+050,00	2,11
Sez. 50	1+075,00	2,12
Sez. 51 - mezzeria curva planimetrica	1+086,09	2,01
Sez. 52	1+100,00	2,01
Sez. 53	1+125,00	2,72
Sez. 54 - fine curva planimetrica	1+147,10	3,06
Sez. 55	1+175,00	2,46
Sez. 56	1+200,00	1,14
Fine allargamento	1+220,00	0



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	36 DI 80

#### 4.5 Diagramma delle velocità

Il diagramma delle velocità rappresenta la velocità progettuale in funzione della progressiva dell'asse stradale, costruito tenendo conto delle caratteristiche planimetriche del tracciato, permettendone una rappresentazione puntuale.

Le variazioni di velocità supposte si basano sulle seguenti ipotesi:

- accelerazione e decelerazione costante pari a  $0,8 \text{ m/s}^2$ ;
- lungo i rettili e sugli archi con raggio non inferiore a  $R_{2,5}$  e nelle clotoidi, la velocità di progetto tende alla velocità massima;
- velocità costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a  $R_{2,5}$ ;
- la pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

Il diagramma di velocità, redatto secondo il modello di cui al par. 5.4 del D.M. 05/11/2001 è riportato nella Figura 6. Sulla base del diagramma di velocità sono stati verificati gli elementi planimetrici ed altimetrici e le condizioni di visibilità. La velocità di progetto minima raggiunta è pari a 50 km/h, per tale motivo la velocità limite è posta pari a 40 km/h e, a favore di sicurezza, tale limite è esteso all'intero tracciato.

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA  
LI07

LOTTO  
01

FASE CODIFICA DOCUMENTO  
E ZZ RO NV0100 001

REV.  
C

FOGLIO  
37 DI 80



Figura 6: Diagramma di velocità

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	38 DI 80

Il diagramma delle velocità è rispondente alle verifiche di congruenza previste dal D.M. 05/11/2001, in particolare queste prevedono che la distanza di transizione necessaria per passare da un elemento planimetrico con velocità  $V_{p1}$  a quello con velocità  $V_{p2}$  calcolata con la formula seguente

$$Dt = \frac{\Delta V \cdot V_m}{12,96 \cdot a}$$

deve essere minore o uguale alla:

- distanza di riconoscimento, ossia la lunghezza massima del tratto di strada entro il quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti calcolata con la formula seguente:

$$D_r = 12s \cdot v_p$$

- distanza di visibilità valutata, a favore di sicurezza, come la più critica nel tratto che precede la curva (cfr. LI0701EZZRONV0100001B -Allegato 1)

Infine occorre verificare che il diagramma delle velocità risulti omogeneo, in particolare la differenza di velocità di progetto nel passaggio fra due curve successive è consigliabile che non superi i 15 km/h e comunque non deve mai superare i 20 km/h. Inoltre, nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{pmax}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h. Si evidenzia che nella presente tratta la velocità massima ( $V_{pmax}$ ) non è mai raggiunta pertanto quest'ultima verifica è stata tralasciata. Nella tabella seguente sono riportate le verifiche suddette.

Num.	Elem.	Raggio [m]	Velocità di progetto [km/h]	Distanza di transizione Dt [m]	Distanza di visibilità Dv [m]	Distanza di riconoscimento Dr [m]	Verifiche			
							Dt≤Dv	Dt≤Dr	ΔV≤15 km/h	Esito
1	Rett.	-	83,5	Raccordo con tracciato esistente						
2	Clot.	-	68,8							
3	<b>Curva</b>	<b>-120</b>	<b>60,0</b>							
4	Clot.	-	60,0							
5	Rett.	-	69,0	53,05	57,16	200,00	53,05≤57,16	53,05≤200,00	60-50 = 10km/h<15 km/h	Verificato
6	Clot.	-	58,0							
7	<b>Curva</b>	<b>76</b>	<b>50,0</b>							
8	Clot.	-	50							
9	Rett.	-	61,5	0,00	56,09	166,67	0,00≤56,09	0,00≤166,67	50-50=0 km/h<15 km/h	Verificato
10	Clot.	-	58,0							
11	<b>Curva</b>	<b>75</b>	<b>50,0</b>							
12	Clot.	-	50,0							
13	Rett.	-	58,0	76,97	100,39	213,33	76,97≤100,39	76,97≤213,33	64-50= 14km/h<15km/h	Verificato
14	Clot.	-	68,6							
15	<b>Curva</b>	<b>-140</b>	<b>64,0</b>							
16	Clot.	-	64,0							
17	Rett.	-	83,5	Raccordo con tracciato esistente						

## 5 VERIFICA DI RISPONDEZZA AL D.M. 19/04/2006

Lungo la viabilità di progetto sono previste intersezioni a raso a costituite da intersezioni a T e X, così individuate:

- Intersezione a T a progr. 0+065.00;
- Intersezione a T a progr. 0+350.00;
- Intersezione a X a progr. 0+900.00.

Per il corretto funzionamento dell'intersezione si definisce inoltre una gerarchizzazione delle manovre: i flussi veicolari provenienti dalle viabilità interferenti in immissione/attraversamento nella viabilità di progetto sono regolamentati attraverso segnaletica di "STOP". Le viabilità interferenti costituiscono, quindi, "strade secondarie" rispetto alla viabilità di progetto che assume, pertanto, i caratteri di "strada principale".

Per il corretto e sicuro attraversamento delle intersezioni è necessario garantire una adeguata visibilità in prossimità dello stesso, in modo da permettere agli utenti di regolare la propria condotta di guida. A tal fine il D.M. 19/04/2006 prevede la definizione dei triangoli di visibilità che debbono essere libere da qualsiasi ostacolo che impedirebbe ai veicoli di vedersi, come mostrato in Figura 7.

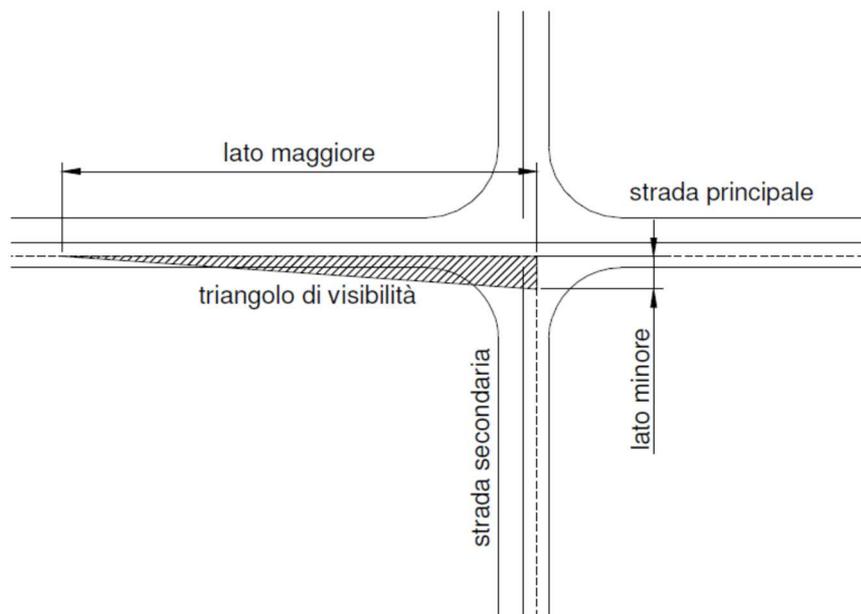


Figura 7: Individuazione del triangolo di visibilità secondo D.M. 19/04/2006

All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0,8 m.



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	40 DI 80

Nel caso di regolazione con STOP, indicando con L e D, rispettivamente, il lato minore ed il lato maggiore del triangolo di visibilità, si ha:

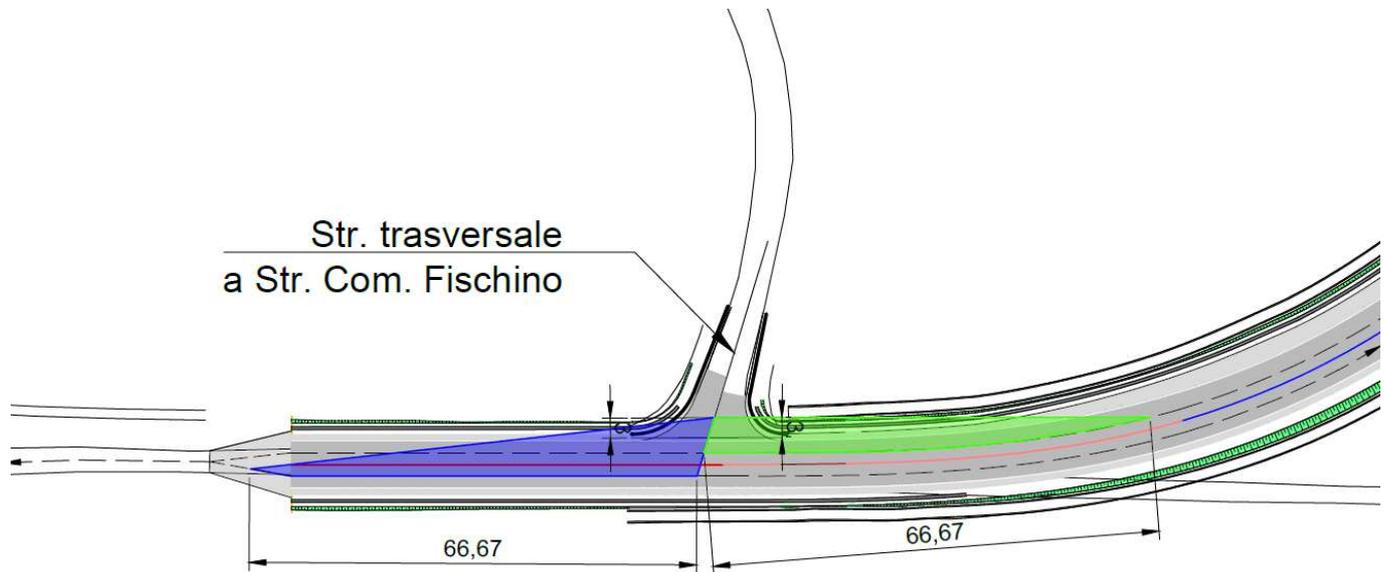
- $L = 3 \text{ m}$ ;
- $D = v t$ ; dove:
  - $v =$  velocità di riferimento [m/s], pari alla velocità di progetto, oppure, in presenza di limiti di velocità, la massima velocità consentita;
  - $t =$  tempo di manovra = 6 s (tale tempo deve essere aumentato di 1 s per ogni punto percentuale in più della pendenza del ramo secondario, quando la stessa supera il 2%).

La determinazione dei triangoli di visibilità per le intersezioni previste in progetto sono riportati nelle tabelle e figure seguenti.

**Intersezion a progr. 0+065.00**

VIABILITA' SOPPRESSIONE PL									
Vlim [km/h]	v [m/s]	regolazione manovra	L [m]	t [m/s]	i [%]	$\Delta t$ [s]	teff [s]	D [m]	Esito verifica (Cfr. figura seguente)
40	11,11	STOP	3	6	0,85<2	0	6	66,67	soddisfatta

VP = velocità di progetto  
 Vlim = velocità limite amministrativo  
 $v =$  velocità di riferimento =  $VP/3,6$   
 regolazione manovra = tipo di regolamentazione manovra non prioritaria  
 L = lato minore del triangolo di visibilità  
 t = tempo di manovra  
 i = pendenza longitudinale del ramo secondario  
 $\Delta t =$  incremento del tempo di manovra  
 teff = tempo di manovra effettivo =  $t + \Delta t$   
 D = lato maggiore del triangolo di visibilità =  $v \cdot teff$


**Intersezione a progr. 0+350.00**

VIABILITA' SOPPRESSIONE PL									
Vlim [km/h]	v [m/s]	regolazione manovra	L [m]	t [m/s]	i [%]	$\Delta t$ [s]	teff [s]	D [m]	Esito verifica (Cfr. figura seguente)
40	11,11	STOP	3	6	1,57<2	0	6	66,67	soddisfatta

VP = velocità di progetto  
 Vlim = velocità limite amministrativo  
 v = velocità di riferimento = VP/3,6  
 regolazione manovra = tipo di regolamentazione manovra non prioritaria  
 L = lato minore del triangolo di visibilità  
 t = tempo di manovra  
 i = pendenza longitudinale del ramo secondario  
 $\Delta t$  = incremento del tempo di manovra  
 teff = tempo di manovra effettivo = t+ $\Delta t$   
 D = lato maggiore del triangolo di visibilità = v·teff

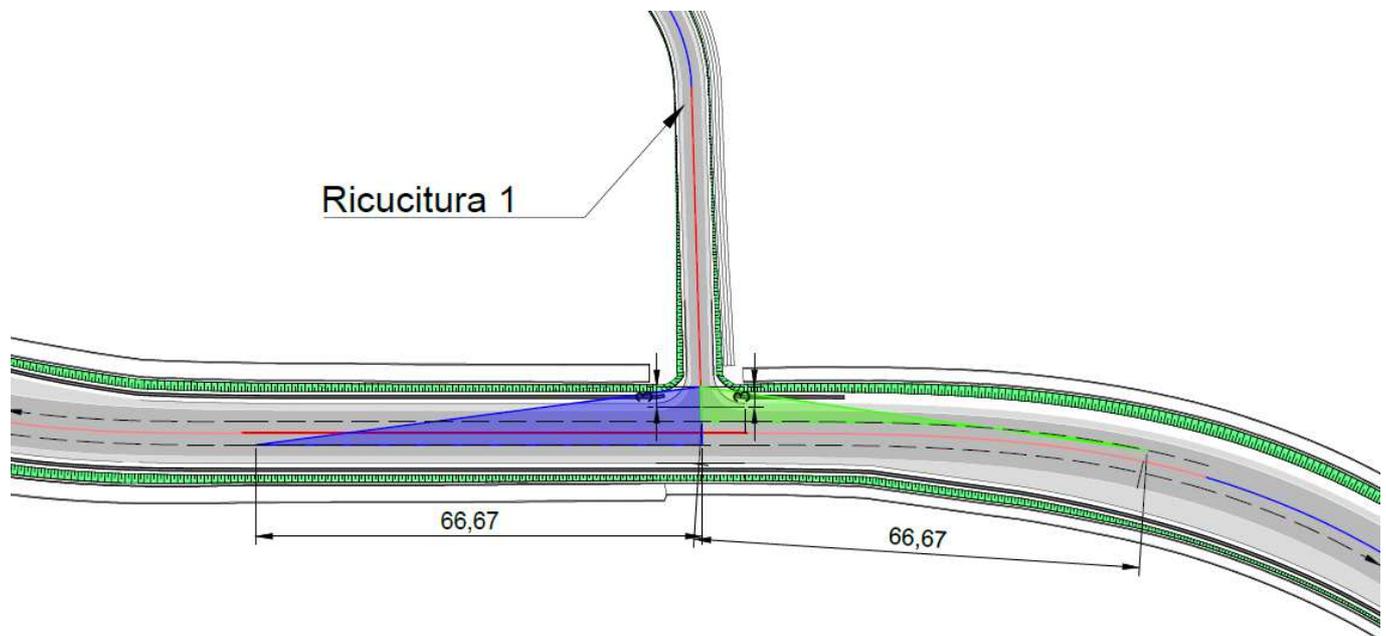
**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

 COMMESSA  
 LI07

 LOTTO  
 01

 FASE CODIFICA DOCUMENTO  
 E ZZ RO NV0100 001

 REV.  
 C

 FOGLIO  
 42 DI 80

**Intersezione a progr. 0+900.00**

VIABILITA' SOPPRESSIONE PL									
Vlim [km/h]	v [m/s]	regolazione manovra	L [m]	t [m/s]	i [%]	$\Delta t$ [s]	teff [s]	D [m]	Esito verifica (Cfr. figure seguenti)
40	11,11	STOP	3	6	0,54<2	0	6	66,67	soddisfatta

VP = velocità di progetto  
 Vlim = velocità limite amministrativo  
 v = velocità di riferimento = VP/3,6  
 regolazione manovra = tipo di regolamentazione manovra non prioritaria  
 L = lato minore del triangolo di visibilità  
 t = tempo di manovra  
 i = pendenza longitudinale del ramo secondario  
 $\Delta t$  = incremento del tempo di manovra  
 teff = tempo di manovra effettivo = t+ $\Delta t$   
 D = lato maggiore del triangolo di visibilità = v·teff

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

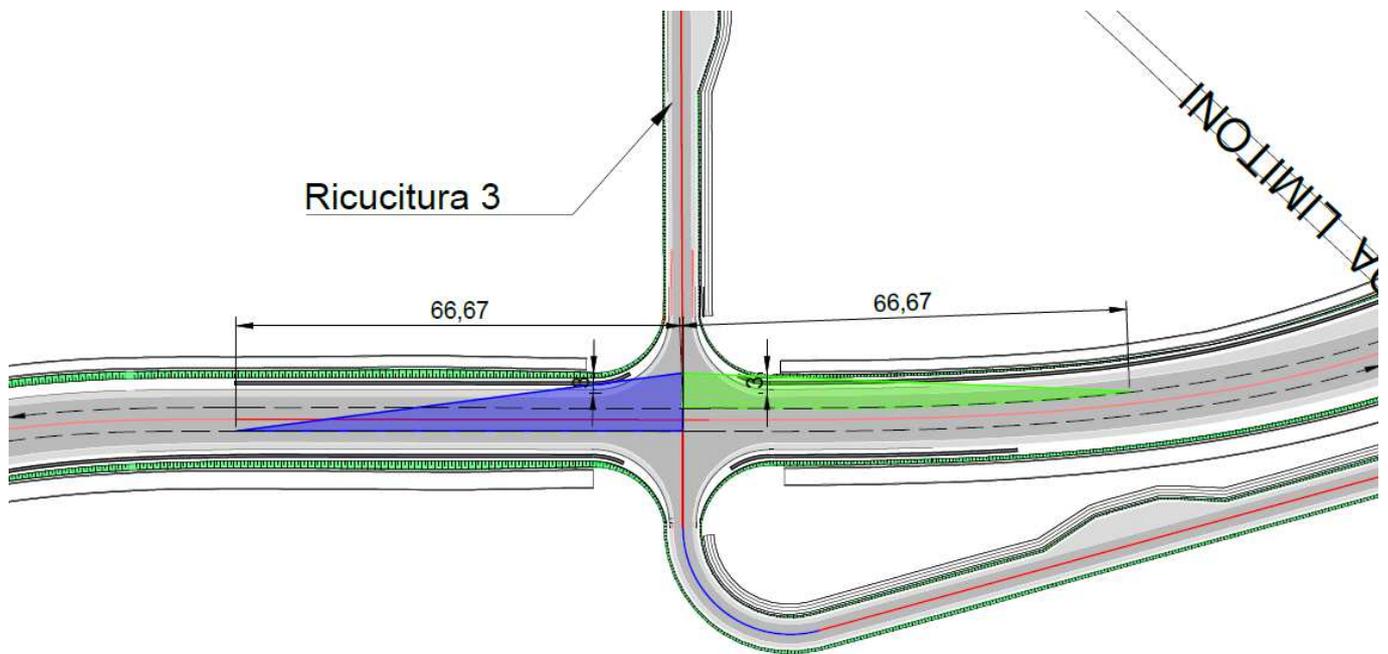
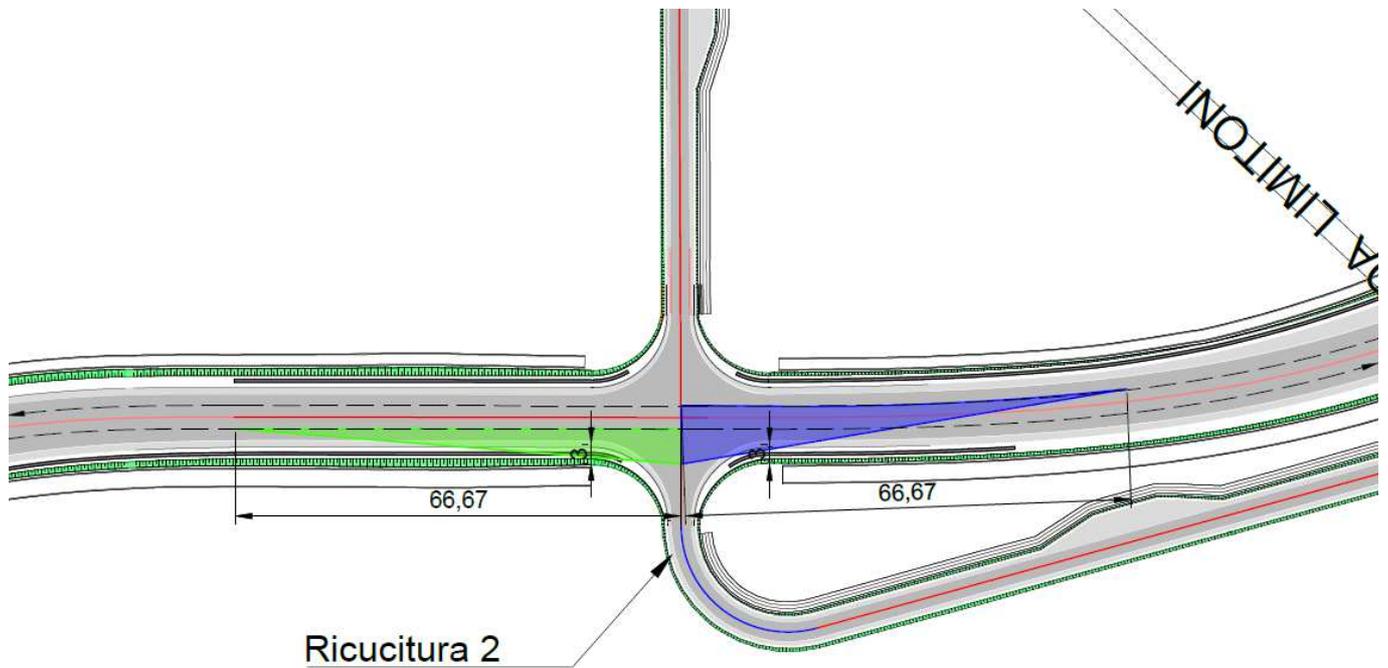
COMMESSA  
LI07

LOTTO  
01

FASE CODIFICA DOCUMENTO  
E ZZ RO NV0100 001

REV.  
C

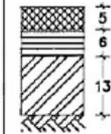
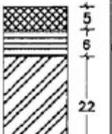
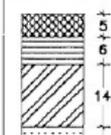
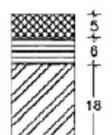
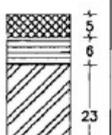
FOGLIO  
43 DI 80



## 6 SOVRASTRUTTURA STRADALE

### 6.1 Asse principale

Per la viabilità in oggetto la pavimentazione prevista è di tipo flessibile e predimensionata mediante catalogo delle pavimentazioni. In particolare, la tipologia di strada adottata corrisponde alla categoria "Strade Extraurbane Principali e Secondarie a forte traffico" N.3F, come mostrato in Figura 8.

N. 3F Modulo resiliente del sottofondo	STRADE EXTRAURBANE PRINCIPALI E SECONDARIE A FORTE TRAFFICO					
	Numero di passaggi di veicoli commerciali					
	400.000	1.500.000	4.000.000	10.000.000	25.000.000	45.000.000
150 N/mm. <sup>2</sup>						
90 N/mm. <sup>2</sup>						
30 N/mm. <sup>2</sup>	SOTTOFONDO NON ADEGUATO AL TIPO ED ENTITA' DEL TRAFFICO (PREVEDERE BONIFICA)					
	TRAFFICO NON PREVISTO PER IL TIPO DI STRADA					

	CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA		CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO		MISTO GRANULARE NON LEGATO
	CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE				

NB. Gli spessori sono indicati in cm.

Figura 8: Pacchetti di pavimentazione previsti dal Catalogo per le strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico.

La portanza del sottofondo viene espressa attraverso il Modulo Resiliente Mr. Il valore del modulo di deformazione in testa al rilevato deve risultare  $\geq 50$ MPa, come da prescrizioni, corrispondente ad un modulo resiliente di 100 MPa che sarà il riferimento per la scelta della pavimentazione da adottare nella consultazione del catalogo delle pavimentazioni.

Ipotizzando un numero di veicoli commerciali pari a 10 milioni, transitanti nell'arco della vita utile della pavimentazione, è stato definito il seguente pacchetto di pavimentazione, con uno spessore globale pari a 44 cm, così composto:

- fondazione in misto granulare stabilizzato sp. 15 cm
- strato di base sp. 18 cm
- strato di binder di collegamento in conglomerato bituminoso sp. 6 cm
- strato di usura in conglomerato bituminoso ordinario sp. 5 cm

## 6.2 Verifica del pacchetto di pavimentazione

### 6.2.1 Assi equivalenti ESAL

Il numero di veicoli transitanti così determinato è da suddividere secondo lo spettro di traffico relativo alla categoria di strada in esame. Tale spettro è stato desunto dal Catalogo delle pavimentazioni realizzato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) che, a seconda della tipologia di strada da progettare, fornisce degli spettri di traffico contenenti la distribuzione percentuale per ogni tipo di veicolo rispetto al numero di veicoli commerciali totali, come visibile in Tabella 10.

Tabella 10: Spettri di traffico per le diverse tipologie di strade da Catalogo delle pavimentazioni

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	12.2	----	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.10	----	----	12.2
2) " urbane	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----	
3) strade extr. principali e secondarie a forte traffico	----	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	----	----	10.5
4) strade extraurb. second. ordin.	----	----	58.8	29.4	----	5.9	----	2.8	----	----	----	0.2	----	----	----	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	----	40.8	16.3	----	4.15	----	2	----	----	----	0.05	----	----	----	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----	
7) " " di quartiere e locali	80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	20	----	----	
8) corsie preferenziali	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	47	53	----	

Inoltre, per rendere omogenee le diverse categorie di veicoli si è utilizzato il metodo proposto dall'AASHTO che definisce un asse di carico standard ESAL (Equivalent Single Axle Load), del peso di 80 kN, con cui rapportare gli effetti prodotti sulla pavimentazione di tutti i generici assi transitanti reali. A tale scopo si considera un fattore di carico denominato EALF (Equivalent Axle Load Factor) che rappresenta il danno prodotto dal singolo passaggio di un asse generico rispetto a quello prodotto da un singolo asse standard da 80 kN. Questo fattore di carico, e quindi il

danno sulla pavimentazione, dipenderà non solo dal carico agente sull'asse del veicolo ma anche dalla configurazione degli assi e dallo spessore della pavimentazione. Per la determinazione dei fattori di carico si è considerato un indice strutturale, funzione degli spessori e dei materiali della pavimentazione, ottenuto considerando la formula e i coefficienti di Tabella 11.

Tabella 11: Coefficienti per il calcolo dell'indice strutturale.

Materiale	$a_i$	$m_i$	$h_i$ [cm]
CB strato di usura	0,43	1	5
CB strato binder	0,40		6
CB strato base	0,30		18
Misto granulare stabilizzato	0,11	0,98	15

$$SN = \sum_{i=1}^n m_i \cdot a_i \cdot h_i = 4,53$$

Applicando le note formule dell'AASHTO per il calcolo dei coefficienti di equivalenza per lo spettro di traffico specifico, si sono ottenuti i valori riassunti in

Tabella 12: Coefficienti di equivalenza per le diverse tipologie di veicoli e assi

Tipo di veicolo		Tipologia di assi			Carichi asse (kN)			Spettro di traffico	Coefficienti di equivalenza (EALF x %)				
		singoli	tandem	tridem									
1	Autocarri leggeri	2			10	20		0,0	-	-	-	-	
2		2			20	30		0,0	0,001	0,003	-	-	
3	A. medi e pesanti	2			40	80		58,8	0,025	0,394	-	-	
4		2			50	110		29,4	0,017	0,325	-	-	
5	A. pesanti	1	1		40	160		0,0	0,005	0,108	-	-	
6		1	1		60	200		5,9	0,009	0,079	-	-	
7	Autoarticolati e autotreni	4			40	90	80	80	0,0	0,002	0,040	0,026	0,026
8		4			60	100	100	100	2,8	0,008	0,055	0,055	0,055
9		1	2		40	160	160		0,0	0,002	0,036	0,036	-
10		1	2		60	180	200		0,0	0,008	0,052	0,076	-
11		2		1	40	100	240		0,0	0,002	0,058	0,043	-
12		2		1	60	110	270		0,0	0,009	0,080	0,066	-
13	Mezzi d'opera	2		1	50	120	390		0,2	0,001	0,021	0,046	-
14	Autobus	2			40	80			0,0	-	-	-	-
15		2			60	100			0,0	-	-	-	-
16		2			50	80			2,9	0,017	0,105	-	-
<b>Somma:</b>									<b>1,89</b>				

Dalla conoscenza del coefficiente di equivalenza totale è possibile ottenere il numero di passaggi di assi ESAL interessanti la pavimentazione in oggetto nell'arco dei 20 anni di vita utile, che risultano essere pari a **18.889.253**.

### 6.2.2 Dati meteorologici

Per lo studio delle temperature si è fatto riferimento all'archivio di dati del sito *climate-data.org* per il comune di Lesina. Nella seguente Tabella 13 si riportano le temperature medie di riferimento per la caratterizzazione meccanica dei materiali utilizzati nella progettazione.

Tabella 13: Temperature medie riferite al comune di Lesina

[°C]	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov
T. medie mensili	9,7	8,4	8,6	11,1	14,3	18,6	23,3	26	25,9	21,6	17,6	13,4
T. medie stagionali	8,9			14,67			25,07			17,53		

### 6.2.3 Caratteristiche dei materiali

Di seguito si sono specificate le caratteristiche meccaniche dei materiali, partendo dallo strato più profondo, assunte per la verifica del pacchetto di pavimentazione; sono stati presi a riferimento i valori riportati in letteratura tecnica o derivanti da sperimentazioni su materiali analoghi.

Per il sottofondo si sono assunte le seguenti caratteristiche meccaniche:

Sottofondo	
Md [MPa]	50
E [MPa]	100
$\nu$	0,35

Per lo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato si sono assunte invece le seguenti caratteristiche:

Fondazione (MC)	
E [MPa]	800
$\nu$	0,35

Il conglomerato bituminoso invece, essendo termosensibile, varia le sue caratteristiche meccaniche in funzione della temperatura. Si sono dunque calcolati i moduli elastici, assunti per la verifica della pavimentazione, nelle diverse stagioni in funzione della temperatura di esercizio di ogni strato calcolata mediante la formula di A. Marchionna:

$$T_{pm}(z) = 1,467 + 0,043 \cdot z + (1,362 - 0,005 \cdot z) \cdot T_{am}$$

dove:

$T_{am}$  = temperatura media dell'aria;

$T_{pm}(z)$  = temperatura alla quota  $z$  dello strato.

I moduli così ottenuti sono stati riassunti nella tabella seguente.

Moduli degli strati in conglomerato bituminoso					
		Inverno	Primavera	Estate	Autunno
<b>E* [MPa]</b>	Usura SMA	4818	3253	1422	2621
	Binder	6030	4245	2006	3502
	Base	6951	5318	2628	4543
<b>v</b>	C.B.	0,35			

#### 6.2.4 Verifica per rottura istantanea della pavimentazione

Per la verifica a rottura istantanea, ossia quella nei confronti del singolo passaggio del veicolo, si è assunto un asse di carico di 12t (120kN) su ruote gemellate, con interasse pari a 35 cm e impronta di carico circolare di raggio pari a 10 cm.

La simulazione dello stato tensionale originatosi nella sovrastruttura di progetto è stata condotta tramite software di calcolo KENPAVE che consente, con la teoria del multistrato elastico, di determinare gli sforzi e le deformazioni in direzione verticale e nelle due direzioni sul piano alle varie profondità.

Tra questi sono stati estratti i valori di sforzo che risultano più gravosi per la sovrastruttura, in particolare lo sforzo di trazione alla base degli strati legati a bitume. Nella tabella seguente si riportano i risultati in termini di sforzi ottenuti che sono stati confrontati con le resistenze dei diversi materiali.

	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
<b>Rti base [MPa]</b>	<b>0,84</b>	<b>0,80</b>	<b>0,72</b>	<b>0,78</b>
$\sigma_h$ base (z=28,99 cm)	0,79	0,75	0,63	0,73

I valori di resistenza adottati sono ricavati da un ampio campione raccolto nel corso degli incarichi di Direzione Lavori portati a termine dalla Scrivente.

Nelle figure successive mostrate le tensioni nei diversi periodi stagionali e al variare della profondità.

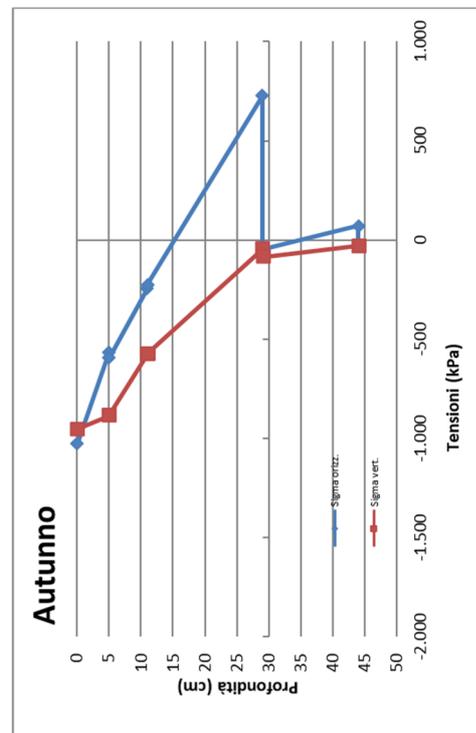
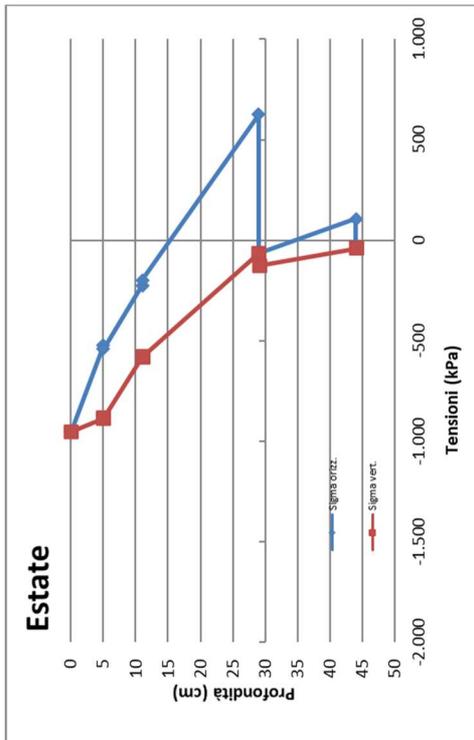
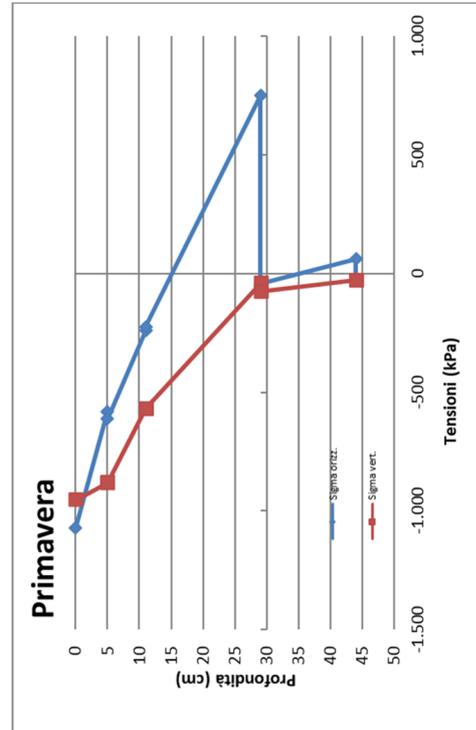
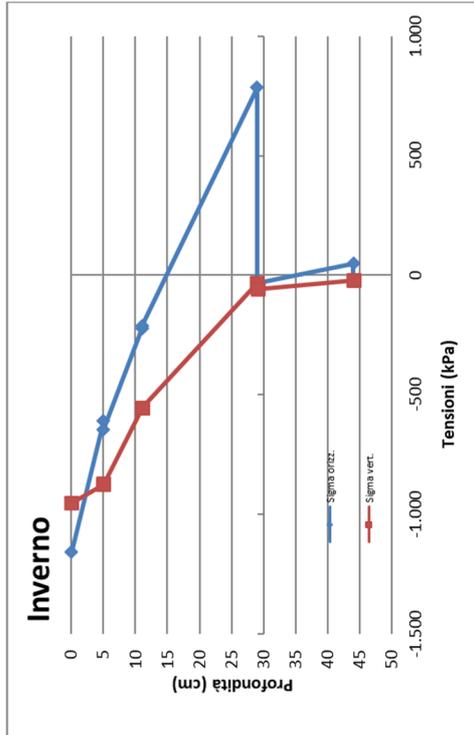


Figura 9: Distribuzione delle tensioni orizzontali e verticali nelle diverse stagioni

I risultati della simulazione indicano che nel periodo invernale (caso peggiore per i conglomerati bituminosi, avendosi i moduli più elevati) si hanno sforzi di trazione alla base degli strati di conglomerato bituminoso ( $\sigma_{xx}$  base) pari a 0,79 MPa contro sforzi ammissibili dalla miscela di 0,84 MPa. I valori di resistenza a trazione indiretta adottati sono stati ricavati a partire da una resistenza di 0,80 MPa alla temperatura di 20°C e interpolati alle diverse temperature sfruttando la relazione di Molenaar e Li (2014), che lega la resistenza a trazione della miscela dello strato di base al suo modulo.

La verifica istantanea di resistenza a trazione alla base del conglomerato bituminoso risulta soddisfatta. Non è stato dunque necessario modificare la pavimentazione ipotizzata in partenza.

### 6.2.5 Verifica a fatica della pavimentazione

Per vita a fatica di una pavimentazione s'intende il numero di cicli di carico che producono l'innesco e la fessurazione dello strato di base e la risalita delle fessure negli strati sovrastanti. La verifica a fatica è stata effettuata facendo riferimento al numero di passaggi di assi standard, pari a 8t (80 kN), che porta la pavimentazione a rottura per fatica. A tale scopo sono state considerate le leggi di degrado seguenti per determinare il numero di cicli  $N_f$  che porta alla rottura della pavimentazione:

- **Asphalt Institute**  $N_f = 1,13 \cdot 10^{-3} \cdot \varepsilon_t^{-3,291} \cdot E^{-0,854}$

- **Illinois DOT**  $N_f = 5 \cdot 10^{-6} \cdot \varepsilon_t^{-3}$

dove:  $N_f$  è il numero di cicli che portano a rottura la pavimentazione;

$\varepsilon_t$  è la deformazione orizzontale di trazione alla base degli strati legati a bitume;

$E$  è il modulo di rigidezza del c.b. come media tra gli strati.

Applicando quindi la legge di Miner alle due leggi di degrado per la valutazione del danno cumulato, avendo ipotizzato che il traffico di **18.889.253** movimenti equivalenti totali sia suddiviso in maniera omogenea nelle stagioni dell'anno, si ottiene in entrambi i casi alla fine dei 20 anni di vita utile un valore minore di 1 (si ricorda che affinché la pavimentazione sia verificata nei confronti della fessurazione occorre che il risultato dell'equazione sia minore di 1).

In particolare, si riassumono i valori di Miner ottenuti per la pavimentazione di progetto corrispondente ai 20 anni di vita per le differenti leggi di degrado analizzate.

	<b>Miner</b>
<b>Asphalt Institute</b>	0,69
<b>Illinois DOT</b>	0,40

Infine, è stata condotta la verifica a fatica per il sottofondo, calcolando la resistenza a compressione residua al termine della vita utile di progetto della pavimentazione con la formula seguente:

$$\sigma_z = \frac{C \cdot E_s}{(1 + 0,7 \cdot \log_{10} N)}$$

dove:  $\sigma_z$  è la resistenza a compressione residua dopo  $N$  cicli di carico;

$E_s$  è il modulo statico del sottofondo (50 MPa);

$C$  è la costante di Acum e Fox pari a 0,006;

$N$  è il numero di passaggi dopo 20 anni di vita utile ( $N = 18.889.253$ ).

	<b>Inverno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Estate</b>	<b>Autunno</b>
<b><math>\sigma_z</math> [MPa]</b>	<b>0,049</b>	<b>0,049</b>	<b>0,049</b>	<b>0,049</b>
$\sigma_v$ SF (z=41,01 cm)	0,016	0,019	0,028	0,021

La stratigrafia di progetto, prevista per l'asse principale della variante, risulta quindi verificata anche nei confronti della rottura a fatica.

### 6.3 Viabilità di ricucitura

Il pacchetto di pavimentazione per la viabilità di ricucitura a proprietà agricole e cascine è costituito da una pavimentazione flessibile di spessore complessivo pari a 33 cm, formata dai seguenti strati:

- fondazione in misto granulare stabilizzato sp. 15 cm
- strato di base in conglomerato bituminoso sp. 8 cm
- strato di binder di collegamento in conglomerato bituminoso sp. 5 cm
- strato di usura in conglomerato bituminoso sp. 5 cm



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

**NV – VIABILITA'**

**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	52 DI 80

## 7 SEGNALETICA

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l'attività di guida, è stata prevista una segnaletica stradale orizzontale conforme alle prescrizioni contenute nel Nuovo Codice della Strada valide per le strade di Categoria F.

La segnaletica verticale ha previsto segnali di precedenza, divieto ed obbligo ed è stata progettata come da Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità ed inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale.

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	53 DI 80

## 8 CONSIDERAZIONI SUGLI ASPETTI CONNESSI ALLA SICUREZZA

L'art. 4 del D.M. 22/04/2004 stabilisce che i progetti di adeguamento di strade esistenti devono prevedere l'analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, in modo da dimostrare che l'intervento consenta di produrre un miglioramento funzionale della circolazione e del livello di sicurezza. Di seguito si elencano gli interventi, già individuati all'interno del Progetto Definitivo e mantenuti a livello Esecutivo, che contribuiscono a tale scopo:

MISURE ED INTERVENTI		STATO ANTE	PROGETTO
<b>Adeguamento caratteristiche geometriche e funzionali dei tronchi stradali e dei relativi impianti</b>	Adeguamento geometria	Viabilità a raso con presenza di intersezione con linea F.S. a raso regolamentata con P.L.	<p>L'intervento si rende necessario al fine di mantenere il collegamento tra le due parti di territorio separate dalla linea ferroviaria di progetto e prevede la soppressione dell'attuale passaggio a livello posto al km 468+792 della ferrovia esistente, nonché la realizzazione di una variante alla strada esistente, mediante sviluppo interamente fuori sede, che consente l'attraversamento della linea ferroviaria tramite un sottopasso.</p> <p>Il tracciato è stato definito mediante un andamento plano-altimetrico compatibile con il raccordo alla viabilità esistente, nonché con i vincoli derivanti dall'interferenza con la linea ferroviaria di progetto. <u>La successione geometrica è stata definita in conformità alle prescrizioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001.</u> In particolare, i parametri degli elementi plano-altimetrici sono stati dimensionati secondo la massima velocità dell'elemento desunta dal diagramma di velocità. <u>Sulla base del diagramma di velocità sono state verificate, inoltre, le condizioni di visibilità.</u></p>
	Sistemazione delle fasce di pertinenza stradale	Assenza di segnaletica di delimitazione della sede stradale	<p>Banchine secondo D.M. 05/11/2001;</p> <p>Barriere di sicurezza secondo D.M. 18/02/1992 – D.M. 03/06/1998 – D.M. 21/6/2004;</p> <p>Scarpate 2 vert. – 3 orizzont.</p>
	Miglioramento della visibilità e/o Illuminazione	Illuminazione non sufficiente	Sulla base del diagramma di velocità sono state verificate le condizioni di visibilità prevedendo, ove necessario, ampliamenti della carreggiata per garantire le visuali libere richieste per l'arresto.
	Miglioramento dell'impianto segnaletico	Segnaletica non sufficiente	Predisposizione di segnaletica orizzontale e verticale in linea con C.d.S. n.285 e s.m. e con il Regolamento di attuazione n. 495 del 1992.
	Manutenzione evolutiva o conservativa	-	Realizzazione di una sovrastruttura stradale con configurazione relativa alla scheda 3F (Strade Extraurbane Principali e Secondarie a forte traffico) di cui al "Bollettino

MISURE ED INTERVENTI		STATO ANTE	PROGETTO
	della sovrastruttura stradale		<i>Ufficiale CNR N.178 - Catalogo delle pavimentazioni stradali</i> ".
<b>Adeguamento delle caratteristiche geometriche e funzionali delle intersezioni e dei relativi impianti</b>	Cambiamento del tipo di intersezione	Intersezioni a raso a T a monte ed a valle dell'attraversamento della linea ferroviaria	Lungo le viabilità di progetto sono previste le seguenti intersezioni: Intersezione a T a progr. 0+065.00; Intersezione a T a progr. 0+350.00; Intersezione a X a progr. 0+900.00.
	Adeguamento caratteristiche geometriche delle intersezioni	-	I collegamenti consentiti dalle intersezioni esistenti sono assicurati mediante nuove intersezioni.
	Miglioramento dell'impianto segnaletico	-	-
	Miglioramento della visibilità e/o Illuminazione	-	Come prescritto dal D.M. 19/04/2006, per il corretto e sicuro funzionamento delle intersezioni, sono state individuate le zone, denominate triangoli di visibilità che debbono essere libere da qualsiasi ostacolo che impedirebbe ai veicoli di vedersi.
<b>Gestione delle velocità</b>	Installazione di elementi di moderazione del traffico	Nessun elemento di moderazione della velocità	Lungo l'asse principale, in corrispondenza delle intersezioni a raso, è prevista l'interposizione di bande ottiche, in entrambi i sensi, ai fini di moderare la velocità di approccio alle stesse.
	Adeguamento segnaletica ed ambiente stradale	Segnaletica assente o insufficiente	Realizzazione di nuova segnaletica orizzontale e verticale



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	55 DI 80

## 9 BARRIERE DI SICUREZZA

### 9.1 Premesse

Il presente capitolo illustra le scelte riguardanti la protezione dei margini stradali del progetto della “la “variante alla strada Fischino”” nel Comune di Lesina (FG).

L'articolo 2 del D.M. 223 del 18.02.1992 prevede che, per le nuove strade pubbliche extraurbane e per quelle urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h, nonché nei casi di adeguamento di tratti significativi di tronchi stradali esistenti, oppure nei casi di ricostruzione e riqualificazione di parapetti di ponti e viadotti situati in posizione pericolosa per l'ambiente esterno alla strada e per l'utente stradale, i progetti esecutivi debbano essere obbligatoriamente dotati di un elaborato progettuale relativo alle barriere di sicurezza stradali, redatto da un ingegnere professionista. La presente relazione, dall'articolo 2 del D.M. 223 del 18.02.1992 e richiamata nel Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (Direttiva 25 agosto 2004), individua le zone da proteggere, la tipologia dei dispositivi di ritenuta da installare e le opere complementari connesse al loro corretto funzionamento.

Il più recente riferimento normativo utile alla redazione della relazione sui dispositivi di sicurezza passiva è il Decreto Ministeriale 2367 del 21 giugno 2004 “Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”. Esso definisce i criteri di scelta delle classi di contenimento, della loro ubicazione nonché dei criteri di apposizione dei dispositivi; inoltre vengono recepite le norme UNI 1317 Parti 1-2-3-4 che individuano la classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d'urto e i relativi criteri di accettazione.

Nel presente capitolo sono elencati nel dettaglio gli ostacoli e le situazioni presenti ai margini della strada (opere di drenaggio, pali della segnaletica, imbocchi del sottopasso ferroviario, etc.) e la loro ubicazione, le ragioni che hanno portato alla loro protezione, le barriere adottate (evidenziando le classi scelte sulla scorta degli studi sul traffico ed i livelli di larghezza utile) ed il loro posizionamento, etc.

In sintesi, nel prosieguo si riportano:

- i riferimenti normativi;
- l'indicazione della categoria di strada ai sensi dell'art. 2 del CdS (D.Lvo 285/92 e s.m.i.);
- l'indicazione del TGM e della percentuale di mezzi pesanti di massa superiore a 3,5 t come definito dalla tabella della normativa;
- la definizione delle diverse classi di barriere da utilizzarsi dell'intervento in funzione del tipo di strada e del tipo di traffico come definito nella tabella A del DM 21/06/2004.

### 9.2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

Per quanto concerne i criteri di scelta ed installazione delle barriere di sicurezza si fa riferimento alle seguenti fonti normative e/o riferimenti di letteratura tecnica di settore.

#### 9.2.1 Normativa comunitaria

Il quadro normativo comunitario fa riferimento alla Norma UNI EN 1317 “Barriere di sicurezza stradali”.

- UNI ENV 1317-4: 2003 “Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova di urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”;
- UNI EN 1317-1: 2010 “Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”;
- UNI EN 1317-2: 2010 “Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari”;
- UNI EN 1317-3: 2010 “Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d’urto”;
- UNI EN 1317-5: 2012 “Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento di veicoli”;
- UNI CEN/TR 1317-6: 2012 “Sistema di ritenuta dei pedoni - Parapetti pedonali”;
- UNI CEN/TS 17342: 2019 “Sistemi di ritenuta stradale - Sistemi di ritenuta stradale per motociclisti in grado di ridurre la severità dell’urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza”.
- UNI EN 12767: 2019 “Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali - Requisiti e metodi di prova”
- UNI EN 16303: 2020 “Sistemi di ritenuta stradali - Processo di validazione e verifica per l’impiego di prove virtuali nelle prove d’urto sul sistema di ritenuta stradale”

## 9.2.2 Quadro normativo nazionale

### Leggi e Decreti

- DM 18-02-92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- DM 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- DM 21/06/04, n. 2367: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”;
- DM 19-04-06 “Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” pubblicato sulla G.U. n. 170 del 24-07-06;
- Bollettino Ufficiale Regione Lombardia 31-10-06 1° supplemento straordinario;
- DM 28-06-2011 “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”, pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011;
- Decreto 17-01-2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”;
- DM 01-04-2019 “Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM). (19A03151) (GU Serie Generale n.114 del 17-05-2019)”;
- UNI/TR 11785:2020 “Documento tecnico di supporto per la redazione del manuale per l’utilizzo e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradali su rilevato”.



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	57 DI 80

### Circolari Ministeriali

- Direttiva 25/08/2004 Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
- Circolare del Ministero dei Trasporti n. 104862 del 15-11-2007 “Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004”;
- Circolare del Ministero dei Trasporti n. 62032 del 21-07-2010 “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Circolare del Ministero dei Trasporti n. 80173 del 05-10-2010 “Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale”;

### **9.2.3 Letteratura tecnica**

- Circolare ANAS del 27 ottobre 2010 n. 32, Barriere di sicurezza stradali – Chiarimenti;
- I quaderni tecnici per la salvaguardia delle infrastrutture ANAS – Vol. VI Dispositivi di ritenuta stradale;
- Direzione Ingegneria e Verifiche “ISTRUZIONI OPERATIVE Controllo delle installazioni dei Dispositivi di Ritenuta Stradale”, I.O.8 - Rev. 1. ANAS S.p.A.;
- “Roadside Design Guide” versione 4 (2011) ed errata corrige 2015 –AASHTO (USA)
- “La protezione dei margini stradali” – Mariano Perneti *CUES*, ISBN: 978-88-97821-16-8 – Agosto 2012
- Direzione Ingegneria e Verifiche “ISTRUZIONI PROGETTUALI Uso e Installazioni dei Dispositivi di Ritenuta Stradale” Rev. 2 – Febbraio 2017. ANAS S.p.A.
- prEN 1317-7 in corso di redazione come Technical Specification, ultimo aggiornamento marzo 2021 “Road restraint systems - Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals of safety barriers”;
- Technical Report, ultimo aggiornamento marzo 2021 “Road restraint system — Assessment methods and design guidelines for transitions, terminal and crash cushion connection - transitions - transitions”.

Il presente progetto delle barriere di sicurezza e di tutti gli altri dispositivi di ritenuta è stato sviluppato unitariamente alla progettazione del corpo stradale e delle opere d'arte (sottopasso ferroviario) al fine di garantire la piena compatibilità tra le caratteristiche geometriche e strutturali degli elementi di margine e le esigenze di funzionamento delle barriere di sicurezza.

Durante la progettazione si sono anche ricercate le soluzioni “armoniche” con quelle adottate per le opere strutturali, in modo da minimizzare le singolarità che nascono nel passaggio tra diverse configurazioni della sezione stradale (ad esempio in corrispondenza degli imbocchi del sottopasso ferroviario, ecc.) e che in genere necessitano di protezioni particolari di difficile definizione ed inserimento nel contesto della strada.

Ai sensi delle vigenti norme, devono essere installati dispositivi di ritenuta stradali dotati di “marcatura CE” in conformità alla norma UNI EN 1317-5:2012 e successivi aggiornamenti ed alle norme di supporto in essa riportate. Tali sistemi dovranno essere dotati di:

- “Dichiarazione di Prestazione CE di conformità”, rilasciata dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione Europea;
- “Manuale di utilizzo e di installazione”, redatto ai sensi del D.M. 28/06/2011.

### 9.3 CRITERI DI SCELTA

La normativa di riferimento definisce i diversi livelli di prestazione dei dispositivi di sicurezza contraddistinti attraverso tre criteri principali relativi al contenimento di un veicolo stradale:

- il livello di contenimento: T1, T2, T3, N1, N2, H1, H2, H3, H4a, H4b;
- i livelli di severità dell'urto: A, B e C;
- L'ingombro dinamico del sistema barriera veicolo, espresso mediante la deflessione dinamica, la larghezza operativa e l'intrusione del veicolo;

#### 9.3.1 Livello di contenimento

Il livello di contenimento rappresenta l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere, espressa da:

$$L_c = 1/2 M (v \sin \theta)^2$$

Dove:

- $L_c$  = livello di contenimento [kJ]
- $M$  = massa del veicolo [t]
- $v$  = velocità d'impatto [m/s]
- $\theta$  = angolo d'impatto

Con riferimento ai livelli di contenimento, la normativa europea attuale prevede i seguenti livelli di contenimento suddivisi in 4 gruppi:

- contenimento con angolo basso (livelli T1, T2 e T3)
- contenimento normale (livelli N1 e N2),
- contenimento più elevato (livelli H1, L1, H2, L2, H3 e L3)
- contenimento molto elevato (livelli H4a, H4b, L4a, L4b).

Ai livelli di contenimento corrispondono diverse prove d'urto, eseguite con diversi veicoli, velocità, angolo d'urto e massa totale, così da conseguire i vari livelli energetici.

CLASSE BARRIERA	PROVA EFFETTUATA	VELOCITÀ [KM/H]	ANGOLO DI IMPATTO [°]	MASSA DEL VEICOLO [KG]	TIPO DI VEICOLO
N1	TB31	80	20	1500	AUTOVETTURA
N2	TB11	100	20	900	AUTOVETTURA
	TB32	110	20	1500	
H1	TB11	100	20	900	AUTOCARRO
	TB42	70	15	10000	
H2	TB11	100	20	900	AUTOCARRO O AUTOBUS
	TB51	70	20	13000	
H3	TB11	100	20	900	AUTOCARRO
	TB61	80	20	16000	
H4A	TB11	100	20	900	AUTOCARRO
	TB71	65	20	30000	
H4B	TB11	100	20	900	AUTOARTICOLATO
	TB81	65	20	38000	

Tabella 14 – Livelli di contenimento e prove di Crash Test previste [UNI EN 1317-2]

### 9.3.2 Livelli di severità

Per quanto concerne la severità dell'urto, si fa riferimento agli indici di severità, previsti dalla normativa, che forniscono una misura probabilistica del rischio di lesione per gli occupanti dei veicoli leggeri. A tal proposito i parametri più diffusi e rappresentativi sono l'ASI e il THIV.

L'ASI (Acceleration Severity Index) esprime il livello di accelerazioni subite dagli occupanti del veicolo, considerati seduti, con cinture di sicurezza allacciate, calcolato attraverso il rapporto tra le tre componenti dell'accelerazione ( $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_z(t)$ ), variabili nel tempo, determinate su un intervallo mobile di 50 ms, e le tre componenti delle accelerazioni massime (12g, 9g, 10g) tollerabili dal corpo umano.

Il THIV (Theoretical Head Impact Velocity) rappresenta invece la velocità teorica con cui la testa impatta su un'ipotetica superficie interna del veicolo alla fine del tempo di volo.

Per la valutazione del THIV si utilizza un modello nel quale la testa dell'occupante, anche durante l'urto del veicolo, continua il suo moto imperturbato, presupponendo che prima dell'impatto l'occupante ed il veicolo siano in moto con la medesima velocità. Attraverso l'integrazione delle accelerazioni  $a_x$  e  $a_y$  del veicolo, e la sua velocità angolare intorno all'asse di imbardata, si calcola il tempo di volo, cioè il tempo che la testa impiega per raggiungere la parete laterale o la parete anteriore, poste, rispettivamente, alle distanze nominali di 0.30 m e 0.60 m dalla testa stessa.

Nella tabella seguente è sintetizzato il livello di severità dell'urto in funzione degli indici ASI e THIV descritti.

LIVELLO DI SEVERITÀ DELL'URTO	INDICI
A	$ASI \leq 1,0$
B	$1,0 < ASI \leq 1,4$
C	$1,4 < ASI \leq 1,9$

\*Per quanto concerne il parametro THIV le norme prescrivono un valore massimo pari a 33 km/h per le barriere di sicurezza (UNI EN 1317-2) e 44 km/h per attenuatori e terminali (UNI EN 1317-3 e 4).

Tabella 15 – Livelli di severità dell'urto [UNI EN 1317-2]

### 9.3.3 Ingombro dinamico del sistema barriera veicolo

I risultati delle prove di crash test forniscono importanti parametri utili alla descrizione delle geometrie di deformazione del sistema di ritenuta in seguito ad un urto. I parametri relativi agli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e del veicolo sono: la deflessione dinamica ( $D_m$ ), la larghezza operativa ( $W_m$ ) e l'intrusione del veicolo ( $V_m$ ).

I valori assunti da tali parametri sono molto importanti nella fase di progettazione dei dispositivi di ritenuta in quanto secondo la UNI EN 1317-2 "la deflessione dinamica e la larghezza operativa permettono di determinare le condizioni per l'installazione di ogni barriera di sicurezza, nonché di definire le distanze da creare davanti agli ostacoli per permettere alla barriera di fornire prestazioni soddisfacenti."

Si riportano di seguito le definizioni dei parametri sopraccitati:

- Deflessione dinamica ( $D_m$ ) è definita come il massimo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento;
- Per larghezza operativa ( $W_m$ ) si intende la distanza tra la posizione iniziale del fronte del sistema di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema;
- L'intrusione del veicolo ( $V_m$ ), tipica degli autocarri, misura la distanza tra la posizione iniziale del fronte lato strada della barriera di sicurezza e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del veicolo.

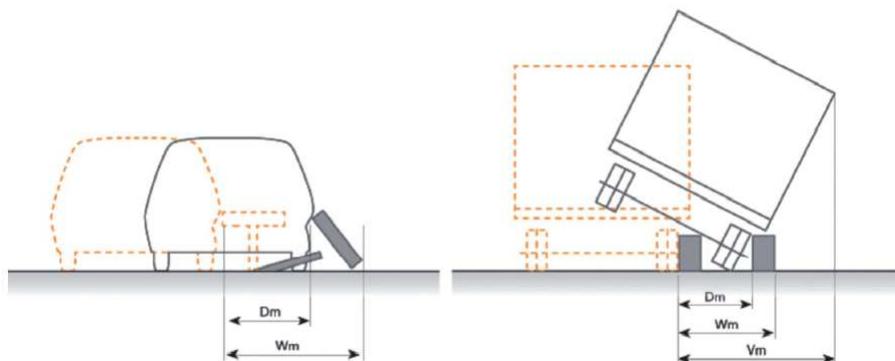


Figura 10 – Deflessione dinamica, larghezza operativa e intrusione del veicolo

I parametri citati in precedenza, misurati nel corso delle prove di crash test, devono essere riportati nei rapporti di prova sia come valori effettivi che come valori normalizzati. Questi ultimi consentono la classificazione così come previsto dalla normativa vigente e riportato nelle tabelle seguenti.

CLASSI CON LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA	LIVELLI DI LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA	CLASSI DI INTRUSIONE VEICOLO NORMALIZZATI	LIVELLI DI INTRUSIONE VEICOLO NORMALIZZATI
W1	$W_N \leq 0,6 \text{ M}$	VI1	$VI_N \leq 0,6 \text{ M}$
W2	$W_N \leq 0,8 \text{ M}$	VI2	$VI_N \leq 0,8 \text{ M}$
W3	$W_N \leq 1,0 \text{ M}$	VI3	$VI_N \leq 1,0 \text{ M}$
W4	$W_N \leq 1,3 \text{ M}$	VI4	$VI_N \leq 1,3 \text{ M}$
W5	$W_N \leq 1,7 \text{ M}$	VI5	$VI_N \leq 1,7 \text{ M}$
W6	$W_N \leq 2,1 \text{ M}$	VI6	$VI_N \leq 2,1 \text{ M}$
W7	$W_N \leq 2,5 \text{ M}$	VI7	$VI_N \leq 2,5 \text{ M}$
W8	$W_N \leq 3,5 \text{ M}$	VI8	$VI_N \leq 3,5 \text{ M}$
		VI9	$VI_N > 3,5 \text{ M}$

Tabella 16 – Classi di larghezza operativa e intrusione del veicolo [UNI EN 1317-2]

L'Art. 5 della Circolare 62035/2010 evidenzia che *“in presenza di ostacoli o di altri elementi di possibile interazione con la deformazione della barriera posti all'interno della larghezza operativa della barriera stessa, determinata con riferimento alla classe di contenimento prevista in progetto, il progettista dovrà quindi verificare, almeno:*

- *che non si modifichino le severità d'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri nelle condizioni corrispondenti alle prove TB11 e TB32 (ove prevista) di cui alla UNI EN 1317-2;*
- *le conseguenze dell'urto con veicolo pesante sull'elemento posto all'interno della larghezza operativa.*

*Nel caso di nuove opere, il progettista deve preliminarmente determinare se sussistano le condizioni di sostenibilità di una soluzione tecnica che preveda la rimozione dell'interazione con la barriera di sicurezza.”*

Come sarà descritto nel prosieguo, il presente progetto dei dispositivi di sicurezza ai margini della carreggiata rispetta la distanza di sicurezza a tergo della barriera, definita per ogni classe di barriere, come il valore massimo tra la larghezza operativa W e l'intrusione del veicolo VI.



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	62 DI 80

## 9.4 PROGETTO DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA: DATI DI INPUT

### 9.4.1 Categoria di strada e dettagli della sezione trasversale

Come già evidenziato la “variante alla strada Fischino” si sviluppa per una lunghezza totale di circa 1.285 m ed è classificata come di Tipo F “strada locale” (art. 2, comma 2 e 3 D.L. 30 aprile 1992, n° 285 “Nuovo Codice della Strada”) con la conseguente sezione stradale in ambito extraurbano.

La tipo F1 in ambito extraurbano con intervallo di velocità di progetto pari a [60 km/h:100 km/h] è una strada a carreggiata unica a doppio senso di circolazione costituita da:

- 2 corsie da 3,50 m, una per senso di marcia;
- banchine pavimentate in destra e sinistra di 1,00 m.

In particolare, nel presente progetto, per esigenze di natura idraulica, la larghezza delle banchine pavimentate è pari a 1 m. Completano tale sezione gli elementi posti al margine esterno della carreggiata costituiti:

- in trincea e in rilevato da cunette semicircolari realizzate tramite elementi in calcestruzzo di diametro pari a 0,34 cm.
- lungo la galleria dalle pareti in calcestruzzo della galleria stessa lungo le quali sarà installato il profilo redirettivo.

Inoltre, sono quasi sempre presenti fossi di guardia di forma trapezia di diverse dimensioni ai piedi della scarpata (in rilevato) o in testa alla scarpata (in trincea). Tali opere di drenaggio, non attraversabili date le loro dimensioni costituiscono ostacolo fisso ai sensi dell’art. 3 del Decreto Ministeriale 2367 del 21 giugno 2004 “Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali” come sarà descritto nel prosieguo.

Le sezioni tipo di progetto sono riportate al paragrafo 3.2

### 9.4.2 Traffico di progetto

Nel Progetto definitivo per la viabilità in oggetto è stata adottata una configurazione della sovrastruttura stradale relativa alla scheda 3F (Strade Extraurbane Principali e Secondarie **a forte traffico**) di cui al “Bollettino Ufficiale CNR N.178 - Catalogo delle pavimentazioni stradali” e corrispondente a  $N = 10.000.000$  (numero di passaggi di veicoli commerciali nell’arco dei vent’anni della vita utile della pavimentazione). In conformità con tale ipotesi delineata nella fase di progettazione precedente e considerando l’eventualità di un incremento di traffico derivante dalla realizzazione del sottopasso ferroviario (eliminazione del punto singolare costituito dal passaggio a livello da dismettere) si considera un traffico giornaliero medio  $TGM > 1000$  ed una percentuale di traffico pesante  $\%vp > 15\%$ .

## 9.5 PROGETTO DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA: PROCESSO DI SCELTA

### 9.5.1 Individuazione dei luoghi da proteggere

Nella tabella seguente, che sintetizza quanto esposto all'art. 3 del D.M. 2367 21 giugno 2004, vengono indicate, in funzione della sezione stradale, le configurazioni che necessitano di una specifica protezione con i dispositivi di ritenuta stradale.

CONFIGURAZIONI CHE NECESSITANO DI UNA SPECIFICA PROTEZIONE CON DISPOSITIVI DI RITENUTA			
<b>SITUAZIONE STRADALE</b>	TRINCEA	CUNETTA DI PIATTAFORMA TRAPEZIA	SI
		CUNETTA DI PIATTAFORMA TRIANGOLARE	NO SI*
	PONTI, SOVRAPASSI, VIADOTTI, ETC.	LA PROTEZIONE È SEMPRE NECESSARIA INDIPENDENTEMENTE DALL'ALTEZZA ED ESTENSIONE DELL'OPERA	SI
	GALLERIA	SEMPRE NECESSARIO PROFILO REDIRETTIVO	SI
	RILEVATO	ALTEZZA ARGINELLO DAL PIANO DI CAMPAGNA H < 1,00 M	NO SE LA PENDENZA SCARPATA È < 2/3 SI SE LA PENDENZA SCARPATA È > 2/3
		ALTEZZA ARGINELLO DAL PIANO DI CAMPAGNA H > 1,00 M	SI
	SPARTITRAFFICO OVE PRESENTE	SEMPRE SE VENGONO ADOTTATE LE LARGHEZZE DI CUI AL DM 5/11/2001	SI
	OSTACOLI FISSI	LA PROTEZIONE VA VALUTATA IN BASE AL RISCHIO (CARATTERISTICHE OSTACOLO DISTANZA DAL MARGINE DELLA PIATTAFORMA)	

*\*salvo che, per la loro esigua profondità, siano configurabili come opere idrauliche attraversabili (rif. art. 4.3.4 del Decreto n. 6792 del 05/11/2001).*

Tabella 17 – Luoghi da proteggere

Nel Progetto Esecutivo in oggetto le configurazioni che necessitano di una specifica protezione con dispositivi di ritenuta sono:

- I tratti in rilevato per i quali è necessaria l'apposizione di barriere per altezze del rilevato superiori ad 1,00 m e pendenza delle scarpate maggiore a 2:3;
- Il tratto in galleria (sottopasso ferroviario) per il quale è sempre necessario il profilo redirettivo;
- Gli ostacoli fissi e/o punti singolari (opere di drenaggio, pali della segnaletica, imbocchi del sottopasso ferroviario, etc) presenti ai margini della carreggiata per i quali sarà valutata una soluzione caso per caso nel paragrafo 9.7.

### 9.5.2 Scelta e definizione del Livello di contenimento minimo richiesto dalla normativa

La scelta delle barriere di sicurezza da adottare è avvenuta tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi di Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi (TGM), e dell'incidenza percentuale di veicoli di peso superiore a 3,5 t sul totale.

Sulla base di quanto indicato al paragrafo precedente, la strada in oggetto di intervento è interessata da un traffico TGM > 1000 veicoli, con una percentuale di pesante %vp > 15%: possiamo quindi ragionevolmente classificare il traffico viaggiante sulla strada nella categoria **tipo III**.

Tipo di traffico	TGM	% Veicolo con massa > 3,5 t
I	≤ 1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
<b>III</b>	<b>&gt; 1000</b>	<b>&gt; 15</b>

*Tabella 18 – Traffico di progetto*

Il D.M. 21.06.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico e della categoria di strada in progetto: nel caso in esame, trattandosi di una strada locale (F), i valori minimi suddetti sono riportati nella tabella seguente.

- (1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 m metri, per luci minori sono equiparate a bordo laterale
- (2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)
Strade extraurbane secondarie (C) E Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	<b>III</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>

*Tabella 19 – Individuazione della classe minima di protezione*

Secondo quanto previsto dal dettato normativo ed in conformità a quanto previsto dal Progetto Definitivo le categorie minime di barriere da adottare risultano essere:

- H1 per destinazioni tipo Bordo laterale nella strada di progetto;
- H2 per destinazioni tipo Bordo laterale nella ricucitura 1 (trattato al paragrafo 9.6);
- H2 per il profilo redirettivo nel sottopasso ferroviario.
- H2 per il new jersey agli imbocchi del sottopasso ferroviario (trattato al paragrafo 9.7.3)

Oltre a dette tipologie, il progetto prevede l'impiego di terminali semplici di inizio e fine barriera e di elementi di transizione tra le barriere di progetto e le barriere esistenti ai limiti dell'intervento.



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	65 DI 80

### 9.5.3 Scelta della larghezza operativa

Il progetto del posizionamento degli elementi di ritenuta tiene inoltre conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale e della compatibilità dello spazio di funzionamento dei dispositivi con gli spazi disponibili. Occorre infatti che entro la larghezza operativa della barriera W non vi siano ostacoli fissi che possono compromettere il corretto funzionamento della barriera stessa. Nel presente progetto sono impiegate barriere di sicurezza di rigidità medio/bassa (in linea di principio con livello di larghezza operativa non minore di W5 per livello di contenimento H2 e di W3 per livello di contenimento H1).

### 9.5.4 Scelta in base alla conformazione del margine esterno

La presenza della scarpata del rilevato a distanza non elevata dal fronte della barriera può indurre una minore resistenza allo spostamento del paletto in direzione trasversale e facilitare il rollio del veicolo. Entrambi questi effetti possono portare ad una minore capacità di contenimento in sito, se le barriere non sono state provate con la scarpata a tergo di esse. Per evitare che ciò accada occorre in via preferenziale, in quanto vi è prova del funzionamento, che la barriera installata in sito sia stata provata in tali condizioni. Se questa non è disponibile è bene che siano effettuate almeno le verifiche riportate nel UNI-TR11785, relative a:

- comportamento globale paletto-terreno: deve essere simile a quello rilevato su campo prova;
- distanza del fronte della barriera dal punto centrale del raccordo del rilevato (larghezza dell'arginello): la differenza tra la deflessione dinamica nella prova del veicolo pesante e questa distanza deve essere minore di 55 cm (larghezza delle ruote gemellate del veicolo pesante) per le classi H1 ed H2.

### 9.5.5 Scelta del Livello di severità di progetto

Coerentemente con i D.M. sopra menzionati, ai fini della limitazione degli effetti dell'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri, sono previste barriere con un livello di severità di classe A, ad eccezione dei tratti ritenuti particolarmente pericolosi (all'interno e agli imbocchi del sottopasso ferroviario), in cui il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza, dove potranno essere utilizzate barriere con un livello di severità di classe B. In questi ultimi tratti saranno in ogni caso da preferirsi, qualora si rendessero disponibili al momento della realizzazione delle opere del presente Progetto Esecutivo ed a parità di prestazioni, barriere con livello di severità A.

Per le tipologie e le modalità di installazione nonché la scelta e la collocazione delle barriere lungo il tracciato si rimanda agli elaborati specifici "Planimetria segnaletica stradale e barriere di sicurezza".

## 9.6 BARRIERE DI SICUREZZA: LINEE GUIDA PER LE INTERFERENZE STRADA - FERROVIA

Nel caso di parallelismo tra strada e ferrovia, come nel caso della ricucitura 1 (parallela e posta in adiacenza alla sede ferroviaria), la possibilità che si verifichi l'invasione della sede ferroviaria da parte di un veicolo stradale sviato dipende dalla posizione reciproca delle sedi rispettive (il rischio dipende dal valore delle distanze e dei dislivelli tra strada e ferrovia). Ne segue che i provvedimenti da adottare nel caso di parallelismo devono essere individuati di volta in volta (barriere di sicurezza e/o modellazioni del terreno con cunette e rilevati), in funzione delle distanze e dei dislivelli suddetti.

A tale proposito si ricorda, come già anticipato, che vi sono delle prescrizioni sulle minime distanze tra i nuovi manufatti e la rotaia più vicina (D.P.R. 753/1980). Tuttavia, le disposizioni di legge hanno un carattere generale e,

pur stabilendo una larghezza minima per la fascia di rispetto con i nuovi manufatti, non ne regolamentano la conformazione, ne analizzano i casi nei quali essa può essere comunque insufficiente ad evitare invasioni della sede ferroviaria.

Al fine di discretizzare le possibili casistiche e di semplificare la descrizione dei provvedimenti da adottare, si indica con H il dislivello tra P.F. e Piano Strada, con L la larghezza di una fascia di terreno interposta tra bordo della carreggiata e bordo manufatto ferroviario (ciglio della trincea o del fosso al piede del rilevato), e si opera la seguente schematizzazione riportata nel Manuale di Progettazione (MDP) delle Opere Civili di RFI: Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale - Codifica: RFI DTC SI CS MA IFS 001 B - Allegato 8.1.4 al paragrafo 3.12.3.6.4:

Tabella 3: tipi di affiancamenti

$H \leq 3.00m$	Ferrovia a una quota di poco superiore o inferiore a quella stradale	
Classe A	$0.00m \leq L < 16.50m$	Stretto affiancamento
Classe B	$L \geq 16.50m$	Normale affiancamento
$H > 3.00m$	Ferrovia a una quota superiore a quella stradale	
Classe C	$0.00m \leq L < 6.00m$	Stretto affiancamento
Classe D	$L \geq 6.00m$	Normale affiancamento

La schematizzazione sopra esposta individua una prima distinzione, tra linea ferroviaria maggiormente esposta all'invasione di un automezzo sviato ( $H < 3.00m$ ) e linea ferroviaria meno esposta ( $H > 3.00m$ ).

Nell'ambito di queste due famiglie di reciproche posizioni altimetriche vengono poi individuati i campi di valori della larghezza di terreno interposta che stabiliscono la classificazione del tipo di affiancamento: stretto o normale.

Nel caso in oggetto il dislivello tra P.F. e Piano Strada varia tra circa 1,2 e 4,8 m con la il piano del ferro sempre a quota superiore rispetto a piano stradale mentre la distanza tra bordo della carreggiata stradale e bordo manufatto ferroviario è in media pari a circa 6 - 8 m.

Ne consegue che per i casi in cui  $H < 3m$  il tipo di affiancamento è di classe A (stretto affiancamento), mentre per  $H > 3m$  il tipo di affiancamento è di classe D (normale affiancamento).

**Nel caso A** ( $H < 3$  m) la ferrovia si trova in una posizione di poco superiore o inferiore a quella stradale. Tra il bordo stradale ed il bordo del manufatto ferroviario non vi è lo spazio necessario per modellare il terreno al fine di realizzare una via di fuga per i veicoli sviati. Si possono distinguere le seguenti due casistiche: sede stradale posta in posizione superiore o non superiore alla sede ferroviaria.

Se la sede stradale si trova in posizione non superiore alla sede ferroviaria, come nel caso in oggetto, devono essere adottate barriere stradali con livello di contenimento adeguato alle caratteristiche dell'infrastruttura stradale, secondo la tabella seguente:

*Tabella 4: Tipologie stradali e categorie di barriere*

Tipologia stradale	Categoria di barriera
Autostrade e strade extraurbane principali	H4b
Strade extraurbane secondarie e urbane di scorrimento	H3
Strade secondarie e urbane di quartiere	H2

Nel caso in esame la ricucitura 1, pur non essendo classificabile in base al D.M. 5/11/2001, a favore di sicurezza è assimilabile ad una strada di tipo F (strada locale o secondaria) per la quale è previsto il posizionamento di una barriera di tipo H2, in conformità con quanto previsto nel livello progettuale precedente.

**Nel caso D** ( $H > 3$  m) la ferrovia si trova in una posizione altimetrica non suscettibile di rischio d'invasione da parte di veicoli sviati; ma si possono distinguere le seguenti due casistiche: Rilevato non delimitato da muri e Rilevato delimitato da muri.

Nel caso di rilevato non delimitato da muri, come quello in oggetto, la larghezza della fascia di terreno interposta tra bordo stradale e bordo manufatto ferroviario è sufficiente per realizzare una modellazione del terreno che permetta di far ridurre la velocità degli automezzi senza rischio per i conducenti, poiché il paramento del rilevato ferroviario può esserne considerato parte integrante.

Qualora la conformazione della fascia di interposizione non consentisse la realizzazione della modellazione su esposta e non permettesse di garantire l'incolumità degli automobilisti, deve essere prevista la posa di una barriera di sicurezza stradale di tipo "bordo laterale", di classe idonea alla tipologia di strada e di traffico, nonché caratterizzata da Indice ASI minore o uguale ad 1.

Nel caso in esame della ricucitura 1, pur non essendo necessario prevedere la posa di una barriera di sicurezza nel tratto in cui  $H > 3$  m, a favore di sicurezza ed in conformità con quanto previsto nel livello progettuale precedente si prevede la prosecuzione della barriera di sicurezza di tipo H2 prevista per il tratto in cui  $H < 3$  m.



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	68 DI 80

L'ubicazione delle barriere è riportata negli elaborati grafici "Planimetria segnaletica stradale e barriere di sicurezza".

## 9.7 PROGETTO BARRIERE DI SICUREZZA: PROTEZIONE OSTACOLI FISSI

Le zone da proteggere devono riguardare (art. 3 del D.M. 2367 21 giugno 2004) gli ostacoli fissi (frontali e laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, **opere di drenaggio non attraversabili**, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni, comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada.

Nell'ambito del presente progetto fanno inoltre parte degli ostacoli fissi le opere di drenaggio non attraversabili e i pali della segnaletica presenti ai margini della carreggiata e gli imbocchi del sottopasso ferroviario per i quali nel proseguo sarà valutata una soluzione caso.

### 9.7.1 Opere di drenaggio

Nella strada di progetto, ai margini della carreggiata sono presenti cunette di drenaggio di forma semicircolare realizzate tramite elementi in calcestruzzo di profondità massima rispetto al piano stradale di 0,17 m, non considerate ostacolo per quanto successivamente esposto.

Tuttavia, sono sempre presenti fossi di guardia di forma trapezia di diverse dimensioni ai piedi della scarpata (in rilevato) o in testa alla scarpata (in trincea). Tali opere di drenaggio, non attraversabili date le loro dimensioni costituiscono ostacolo fisso ai sensi dell'art. 3 del Decreto Ministeriale 2367 del 21 giugno 2004 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" come sarà descritto nel prosieguo.

Le cunette sono reputate pericolose poiché possono portare al ribaltamento del veicolo e/o al suo brusco arresto.

Il D.M. 5/11/2001 "Norme Funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" come rappresentato nelle immagini riportate indica che devono essere protette mediante barriere di sicurezza le cunette di forma trapezia con profondità maggiore di 30 cm, mentre non prescrive alcuna protezione per le cunette di profondità contenuta.

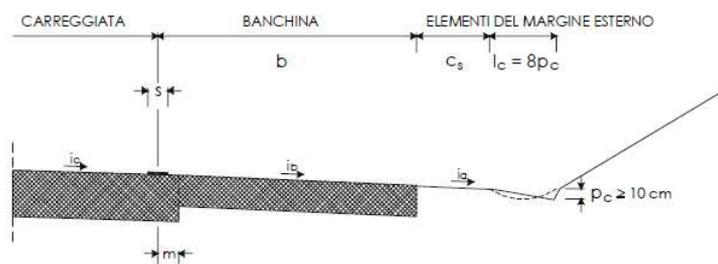


Fig. 4.3.4.b

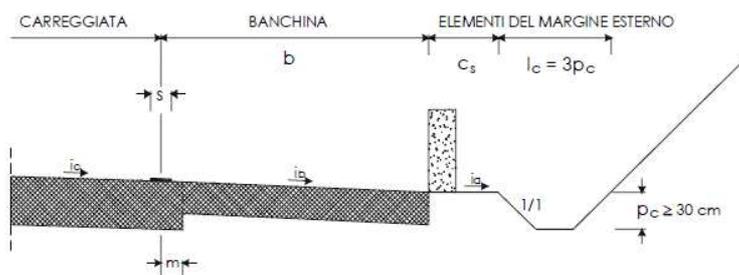


Fig. 4.3.4.c

A conferma di quanto esposto la guida Francese SETRA del 2002 reputa: sicure le cunette in figura 3.3b, moderatamente pericolose le cunette in figura 3.3c e pericolose quelle in figura 3.3d.

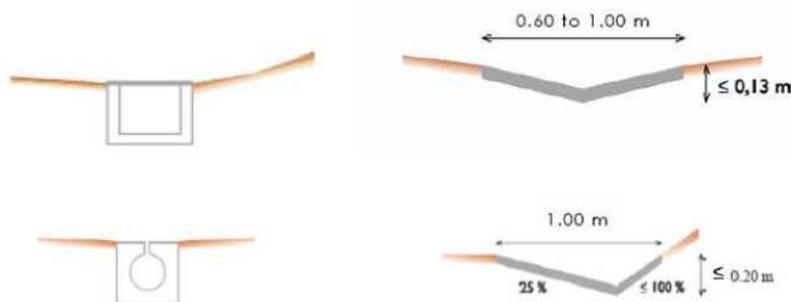


Figura 3.3 b – cunette sicure secondo SETRA 2002

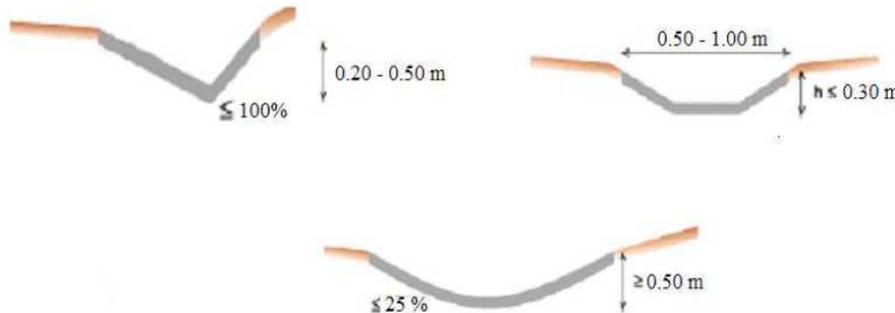


Figura 3.3 c – cunette moderatamente pericolose secondo SETRA 2002



Figura 3.3 d – cunette pericolose secondo SETRA 2002

Nel progetto in oggetto quindi le cunette di drenaggio di forma semicircolare presenti ai margini esterni non costituiscono ostacolo fisso, mentre i fossi di guardia di forma trapezia presenti ai piedi del rilevato o in testa alla trincea sono considerati opere di drenaggio NON attraversabili (pericolosi) e costituiscono ostacolo fisso ai sensi dell'art. 3 del D.M. 2367 21 giugno 2004.

La normativa vigente in materia indica allo stesso articolo che **occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza**. Tale distanza varia, tenendo anche conto dei criteri generali indicati nell'art. 6, in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Nel caso della strada di progetto non è possibile la rimozione dei fossi di drenaggio ed essi si trovano a seconda dell'altezza del rilevato o della trincea ad una distanza che varia tra 2 e 3 m dal ciglio esterno della carreggiata (data la larghezza banchina pari 1 m si trovano a circa 3,25 – 4,25 m dal bordo interno della banchina).

Secondo la AASHTO Roadside design guide di cui si riporta uno stralcio nell'immagine successiva la zona libera da ostacoli dipende dalla velocità di progetto, dal TGM e dalla pendenza delle scarpate (il limite della clear zone è il bordo interno della banchina perciò tale zona include anche la banchina stradale e gli elementi marginali):

- nel caso di scarpate discendenti (in rilevato) con pendenza maggiore di 1:3 quindi anche nel caso di pendenza 2:3 come il caso in oggetto, per qualunque velocità di progetto, dato che la ripresa del controllo del veicolo su scarpate con pendenza maggiore di 1:3 è meno probabile, è opportuno che non vi siano ostacoli fissi al piede del rilevato. Pertanto, gli ostacoli ai piedi delle scarpate costituiscono ostacolo fisso a qualunque

**NV – VIABILITA'**
**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	71 DI 80

distanza dal margine della carreggiata e risulta necessario proteggere gli utenti della strada dai suddetti ostacoli.

- nel caso di scarpate ascendenti (in trincea) con pendenza minore di 1:3 quindi anche nel caso di pendenza 2:3 come il caso in oggetto, la zona libera da ostacoli per velocità di 60 km/h o inferiori (come nel caso delle curve 3 e 4 ove sono presenti tratti in trincea), per TGM 750 – 1500, è pari a 3,0 - 3,5 m. Come accennato, il limite della clear zone è il bordo interno della banchina, pertanto data la distanza dei fossi dal bordo interno della banchina pari a circa 3,25 – 4,25 m essi si trovano al di fuori della zona libera da ostacoli. Pertanto, gli ostacoli in testa delle scarpate in trincea, pur costituendo ostacolo si trovano ad distanza dal margine della banchina per la quale non risulta necessario proteggere gli utenti della strada dai suddetti ostacoli.

Velocità di progetto	TGM di progetto	Scarpata discendente			Scarpata ascendente		
		1V:6H o più piano	1V:5H a 1V:4H	1V:3H	1V:3H	1V:5H a 1V:4H	1V:6H o più piatto
60 Km/h o inferiore	<750	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	**	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0
	750 - 1500	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	**	3.0 - 3.5	3.0 - 3.5	3.0 - 3.5
	1500 - 6000	3.5 - 4.5	4.5 - 5.0	**	3.5 - 4.5	3.5 - 4.5	3.5 - 4.5
	>6000	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5	**	4.5 - 5.0	4.5 - 5.0	4.5 - 5.0
70 - 80 Km/h	<750	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	**	2.5 - 3.0	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5
	750 - 1500	4.5 - 5.0	5.0 - 6.0	**	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	4.5 - 5.0
	1500 - 6000	5.0 - 5.5	6.0 - 8.0	**	3.5 - 4.5	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5
	>6000	6.0 - 6.5	7.5 - 8.5	**	4.5 - 5.0	5.5 - 6.0	6.0 - 6.5
90 Km/h	<750	3.5 - 4.5	4.5 - 5.5	**	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5	3.0 - 3.5
	750 - 1500	5.0 - 5.5	6.0 - 7.5	**	3.0 - 3.5	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5
	1500 - 6000	6.0 - 6.5	7.5 - 9.0	**	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5	6.0 - 6.5
	>6000	6.5 - 7.5	8.0 - 10.0*	**	5.0 - 5.5	6.0 - 6.5	6.5 - 7.5
100 Km/h	<750	5.0 - 5.5	6.0 - 7.5	**	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	4.5 - 5.0
	750 - 1500	6.0 - 7.5	8.0 - 10.0*	**	3.5 - 4.5	5.0 - 5.5	6.0 - 6.5
	1500 - 6000	8.0 - 9.0	10.0 - 12.0*	**	4.5 - 5.5	5.5 - 6.5	7.5 - 8.0
	>6000	9.0 - 10.0	11.0 - 13.5*	**	6.0 - 6.5	7.5 - 8.0	8.0 - 8.5
110 Km/h	<750	5.5 - 6.0	6.0 - 8.0	**	3.0 - 3.5	4.5 - 5.0	4.5 - 5.0
	750 - 1500	7.5 - 8.0	8.5 - 11.0	**	3.5 - 5.0	5.0 - 5.5	6.0 - 6.5
	1500 - 6000	8.5 - 10.0*	10.5 - 13.0	**	5.0 - 6.0	5.5 - 6.0	8.0 - 8.5
	>6000	9.0 - 10.5*	11.5 - 14.0	**	6.5 - 7.5	8.0 - 9.0	8.5 - 9.0

\*se nel sito vi è un'alta probabilità di fuoriuscita, può essere necessario avere una fascia libera da ostacoli di maggiore larghezza. Questa può essere limitata a 9 m per esigenze pratiche e se precedenti esperienze mostrano che ciò è sufficiente.

\*\*dato che la ripresa del controllo del veicolo su scarpate con pendenza 1:3 è meno probabile, è opportuno che non vi siano ostacoli fissi al piede del rilevato. I veicoli che fuoriescono ad alta velocità possono andare oltre il piede del rilevato.

Pertanto, la presenza dei fossi di guardia di forma trapezia ai piedi del rilevato impone la necessità di apporre una protezione lungo il margine della carreggiata. Il progetto prevede l'utilizzo di barriere di sicurezza in acciaio di classe H1 di pari classe a quella utilizzata per rilevati di altezza superiore ad 1 m.

In corrispondenza delle intersezioni stradali, per garantire la visibilità agli utenti, non è previsto l'utilizzo di barriere stradali. In tali casi, ove sono presenti fossi di guardia, non essendo possibile nè conveniente la rimozione degli stessi o lo spostamento ad una maggior distanza dal ciglio esterno della carreggiata (altrimenti ne verrebbe a mancare la



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	72 DI 80

funzionalità stessa), per garantire la sicurezza stradale è stata posizionata una griglia carrabile D400 in corrispondenza dei tratti di fosso di guardia non protetti da barriere. Si precisa che nei casi in oggetto l'altezza del rilevato è sempre minore di 1 m.

### 9.7.2 Cartelli di segnaletica verticale

Il progetto prevede l'utilizzo di sostegni tubolari con diametro non maggiore di 60 mm singoli o su massimo due cavalletti.

Questi ostacoli, di solito molto leggeri, non sono in grado di influenzare il funzionamento delle barriere durante l'urto. Inoltre, se rotti durante l'impatto non creano danni per perdita di funzionalità e non sono in grado di costituire pericolo per gli utenti della strada e per i terzi. Per essi non è prevista alcuna specifica protezione. Se la barriera di sicurezza è prevista per altre ragioni, si manterrà il tipo e la classe di bordo laterale corrente indipendentemente dalla distanza tra essa e l'ostacolo.

### 9.7.3 Imbocchi del sottopasso ferroviario

Le pareti di ingresso in galleria non rientrano tra gli ostacoli per cui il D.M. del 2004 prevede l'obbligo della protezione. Tuttavia, è necessario proteggere l'inizio delle pareti stesse (che costituiscono ostacolo da proteggere a norma del D.M. del 21 giugno 2004). A tale scopo sono state previste due tipologie di protezione:

- la protezione dell'inizio di questi muri mediante il collegamento del profilo redirettivo a barriere new jersey in calcestruzzo deviati verso l'esterno del sottopasso per l'imbocco Sud-ovest;
- la protezione dell'inizio di questi muri sia mediante il collegamento del profilo redirettivo a barriere new jersey in calcestruzzo deviati verso l'esterno del sottopasso sia mediante il collegamento dei suddetti new jersey alle barriere di sicurezza in acciaio bordo rilevato per l'imbocco Nord-est.

#### New jersey deviati verso l'esterno (entrambe gli imbocchi)

Gli inizi dei muri dell'imbocco del sottopasso ferroviario (costituendo ostacolo da proteggere a norma del D.M. del 21 giugno 2004) sono stati protetti sia mediante new jersey in calcestruzzo deviati verso l'esterno che costituiscono la prosecuzione del profilo redirettivo addossato alle pareti del sottopasso.

La deviazione new jersey in calcestruzzo, rispetto alla direzione longitudinale, ha un angolo pari a 7° ed una lunghezza di circa 6 m. La scelta relativa a tale inclinazione è dettata dalla circostanza che le superfici della parete di imbocco e del profilo redirettivo sono quelle che interessano direttamente i conducenti che entrano nel sottopasso, dal punto di vista sia ottico che dell'angolo di impatto con esse. L'inclinazione adoperata per il new jersey che costituisce la prosecuzione del profilo redirettivo addossato alle pareti del sottopasso, rispetto alla direzione longitudinale della strada, deve essere minore del "flare rate" riportato nella tabella 5.9 del Roadside Design Guide 4° edizione per la velocità in prossimità dell'imbocco.

In corrispondenza dell'imbocco, il diagramma di velocità di progetto planimetrico fornisce un valore prossimo a 50-60 km/h. La deviazione massima suggerita dal Roadside Design Guide per tale velocità di progetto e per barriera rigida (cui si assimila il redirettivo su parete e il new jersey in calcestruzzo) posta all'esterno della cosiddetta "shy line" (1.1 m per 50 km/h) è pari a 8:1 (corrispondente a poco più di 7°). La conformazione adoperata rispetta pertanto il limite indicato.



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

**NV – VIABILITA'**

**Relazione tecnica descrittiva**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	73 DI 80

### Collegamento new jersey – barriere in acciaio

Gli inizi dei muri dell'imbocco Nord-est del sottopasso ferroviario sono stati sia protetti sia mediante barriera di sicurezza in acciaio calcestruzzo che deviati verso l'esterno per consentire il funzionamento delle barriere di sicurezza.

In questo caso un'estremità della barriera delle barriere di sicurezza posizionate all'esterno del sottopasso per proteggere gli utenti della strada dai fossi di guardia al piede dei rilevati (come spiegato al paragrafo 9.7.1) è ancorata al new jersey in calcestruzzo che costituisce il prolungamento del profilo redirettivo

Prima del collegamento al new jersey, a vantaggio di sicurezza è stato dimezzato l'interasse delle barriere, per una lunghezza di circa 20 m, ciò al fine di ridurre la differenza di "rigidezza" tra barriera e muro.

La lunghezza di uno dei tratti di barriera (imbocco Nord-est lato sud) è inferiore a quella di installazione su campo prova. Ciò non costituisce un problema poiché le barriere hanno un'estremità saldamente fissata al profilo new jersey in calcestruzzo. Di conseguenza esse assumono la configurazione di barriera indefinita.

## 9.8 DISPOSITIVI DI RIFERIMENTO DI PROGETTO

L'installazione delle barriere dovrà avvenire conformemente a quanto previsto dal produttore, rispettando quanto previsto nella marcatura CE delle stesse in particolare con riferimento a interasse dei montanti, posizione rispetto al ciglio stradale, profondità di infissione palo, terreno di fondazione, ecc.

In considerazione del fatto che il progetto relativo all'installazione alle barriere di sicurezza riguarda prodotti prefabbricati, sono state valutate tutte le possibili soluzioni di barriere compatibili con i vincoli imposti dal progetto di seguito precisati per ogni tipologia. Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei tipi di barriera adoperati in progetto

Nella tabella seguente si riassumono le tipologie di barriere di progetto.

Tipo	Destinazione e ubicazione	Crash test	Classe larghezza operativa	Deflessione dinamica	Classe livelli di intrusione	Livello di severità dell'urto	Posizione
<b>H1 BL</b>	Barriere in acciaio bordo laterale 2 onde	TB 11 TB42	W5 (<1,5 m)	< 1,2 m	VI4 (<1,3 m)	A	Strada Fischino
<b>H2 BL</b>	Barriere in acciaio bordo laterale 3 onde	TB 11 TB51	W3 (<1,0 m)	< 0,9 m	VI6 (<1,9 m)	A	Ricucitura 1
<b>H2 RE</b>	Redirettivo in calcestruzzo bordo laterale	TB 11	W1	< 0,1 m	VI1	B	Sottopasso strada Fischino
<b>H2 NJ</b>	New jersey in calcestruzzo bordo laterale	TB 11	W3 / W5	< 0,6 – 1 m	VI3 – VI5	B	Imbocchi sottopasso strada Fischino

Tabella 20 – Tipologia barriere di progetto

### 9.8.1 Dispositivi di sicurezza bordo laterale su rilevato

Per la viabilità principale (strada Fischino) il progetto prevede la messa in opera di barriere metalliche doppia-onda di classe H1. Le barriere di classe H1 sono previste lungo i tratti in rilevato di altezza superiore ad 1 m con pendenza del rilevato maggiore di 2:3. Inoltre, sono previste a protezione dei punti singolari presenti ai margini della carreggiata, quali i fossi di guardia in rilevato, descritti al paragrafo 9.7.1.

Nel caso invece della ricucitura 1, parallela al tracciato ferroviario, in cui la fuoriuscita dei veicoli comporterebbe pericolo anche per i non utenti della strada, si è adoperata la barriera per bordo laterale di classe H2.

#### - Barriere metalliche H1 Bordo Laterale

Vincoli di progetto sulla strada Fischino:

- in rilevato la distanza ciglio rilevato-bordo banchina (arginello) è pari a 1,25 m (escluso il raccordo verticale come indicato sul DM 5 novembre 2001 che definisce il ciglio della strada come la distanza tra il bordo della banchina e il punto centrale del raccordo del rilevato, diminuito di 50 cm).



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	75 DI 80

- strato vegetale superficiale di spessore massimo 30 cm nel terreno in cui sono infissi i montanti.

Le barriere individuate in progetto sono barriere metalliche con lama a doppia onda:

- Classe di larghezza operativa normalizzata da W5;
- Classe di intrusione del veicolo normalizzati VI4;
- Deflessione dinamica < 1,2 m
- Livello di severità dell'urto A.

La differenza tra la deflessione dinamica nella prova del veicolo pesante pari a 1,20 m e larghezza dell'arginello pari a 1,25 m è minore di 0,55 m (larghezza delle ruote gemellate del veicolo pesante) per le classi H1 ed H2.

- **Barriere metalliche H2 Bordo Laterale**

Vincoli di progetto ricucitura 1:

- in rilevato la distanza ciglio rilevato-bordo banchina (arginello) è pari a 0,50 m.
- strato vegetale superficiale di spessore massimo 30 cm nel terreno in cui sono infissi i montanti.

Le barriere individuate in progetto sono barriere metalliche con lama a tripla onda:

- Classe di larghezza operativa normalizzata da W3;
- Classe di intrusione del veicolo normalizzati VI6;
- Deflessione dinamica < 0,9 m
- Livello di severità dell'urto A.

La differenza tra la deflessione dinamica nella prova del veicolo pesante pari a 0,90 m e larghezza dell'arginello pari a 0,50 m è minore di 0,55 m (larghezza delle ruote gemellate del veicolo pesante) per le classi H1 ed H2.

In entrambi i casi i montanti sono previsti infissi nel corpo del rilevato in corrispondenza dell'arginello di larghezza minima pari a 0,50 m. Le caratteristiche dell'arginello dovranno essere tali da garantire il rispetto delle medesime condizioni impiegate durante l'omologazione della barriera, come esplicitato al paragrafo "Verifica del supporto di impianto". In tali tratti occorrerà verificare che il comportamento globale paletto-terreno sia simile a quello rilevato su campo prova (cfr UNI-TR11785).

### 9.8.2 Dispositivi di sicurezza nel sottopasso ferroviario

- **Redirettivo in calcestruzzo (pareti galleria)**

Le barriere individuate in progetto sono barriere metalliche con lama a tripla onda:

- Classe di larghezza operativa normalizzata da W1;
- Classe di intrusione del veicolo normalizzati VI1;
- Deflessione dinamica < 0,1 m
- Livello di severità dell'urto B.

- *New jersey in calcestruzzo (imbocchi galleria)*

Le barriere individuate in progetto sono barriere metalliche con lama a tripla onda:

- Classe di larghezza operativa normalizzata da W3 a W5;
- Classe di intrusione del veicolo normalizzati VI3 – VI5;
- Deflessione dinamica < 0,6 – 1,0 m
- Livello di severità dell'urto B.

### 9.8.3 Lunghezza minima del dispositivo da installare

Secondo la normativa, lo sviluppo complessivo della barriera installata non deve essere comunque inferiore all'estensione della barriera impiegata nelle prove finalizzate all'ottenimento della marcatura CE, lunghezza di funzionamento (Lf). La lunghezza minima di installazione di un dispositivo deve essere costituita da un tratto centrale, avente un'estensione almeno pari al tratto da proteggere, opportunamente esteso per tener conto della "Length of need" (vedi parag. 5.6.4 del Roadside Design Guide quarta edizione), e da due ali (tratto di inizio e fine) indispensabili per consentire al tratto centrale di esplicare la totalità delle sue funzioni lungo tutto il suo sviluppo. Qualora non venga indicato diversamente dalla documentazione della marcatura CE ed in assenza di ancoraggi, lo sviluppo delle ali deve essere pari a un terzo della lunghezza minima del dispositivo indicata nella documentazione della marcatura CE.

Il valore di Lf (lunghezza di funzionamento) è definito dal produttore in funzione della tipologia di barriere. In alcuni casi è anche prevista una lunghezza di funzionamento ridotta (ad esempio nel caso delle barriere bordo ponte). Nella tabella seguente sono elencate le lunghezze di funzionamento per le barriere di progetto.

Tipo	Destinazione e ubicazione	Lunghezza di funzionamento
H1 W5	Barriere bordo laterale	88,0
H2 W3	Barriere bordo laterale	81,0

*Tabella 21 – Lunghezze di funzionamento di barriere di progetto*

Le lunghezze riportate sono riferite a barriere di sicurezza metalliche tipo "Marcegaglia", tuttavia, per barriere aventi il livello di contenimento, la classe di severità e la larghezza operativa prescritte dal progetto le lunghezze di funzionamento sono dell'ordine di grandezza indicato in tabella.



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

NV – VIABILITA'

Relazione tecnica descrittiva

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ RO NV0100 001	C	77 DI 80

#### 9.8.4 Terminali

Si definiscono terminali i dispositivi di ritenuta posti all'estremità di una barriera di sicurezza con lo scopo di ridurre la pericolosità degli urti frontali o laterali. Gli elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, se non opportunamente protetti, costituiscono, infatti, in caso di urto del veicolo, un potenziale pericolo per gli occupanti del veicolo con conseguenze anche drammatiche a seguito della penetrazione di tali estremità all'interno del veicolo.

Le interruzioni della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovranno essere dotate di un sistema terminale che impedisca l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

Il D.M. 21.6.2004 definisce i "terminali semplici" come "normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza" che "possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI ENV 1317-4, di tipo omologato".

Per la viabilità principale della strada di progetto nei tratti di inizio e fine tratta, sono stati previsti "terminali speciali" testati secondo la ENV 1317-4:2003 (cfr anche prEN1317-7 la quale sarà sostituita da un Technical Specification sui terminali) come richiamato dall'art. 6 del DM del 21/06/2004. In questo caso la scelta è stata realizzata tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione secondo la tabella seguente:

VELOCITÀ IMPOSTA NEL SITO DA PROTEGGERE	CLASSE DEI TERMINALI
CON VELOCITÀ $V \geq 130$ KM/H	P3
CON VELOCITÀ $90 \leq V < 130$ KM/H	P2
CON VELOCITÀ $V < 90$ KM/H	P1

Tabella 22 – Classe dei terminali speciali

Considerando che l'intervallo progettuale di velocità prevede un limite inferiore di 60 km/h ed un limite superiore di 100 km/h ma tuttavia il valore massimo del diagramma delle velocità di progetto è 83 km/h sono previsti terminali di classe P1 (T50 secondo la prEN1317-7 e successive modificazioni).

#### 9.8.5 Transizioni

Quando avviene il passaggio tra diverse tipologie e classi di barriere presenti lungo il margine stradale occorre garantire la continuità delle prestazioni di sicurezza (in termini di contenimento e severità dell'urto) attraverso opportuni elementi di transizione longitudinale, appositamente progettati, che consentono la connessione tra le barriere adiacenti.

La Normativa UNI ENV 1317-4:2003 definisce transizione "un elemento da interporre tra due barriere di sicurezza aventi diversa sezione trasversale o differente rigidità laterale, affinché sia garantito un contenimento continuo".

L'obiettivo della transizione (B) è quello di fornire una variazione graduale di rigidità e di contenimento nel passaggio dalla prima (A) alla seconda barriera (C), aventi differente sezione trasversale o diversa rigidità laterale.

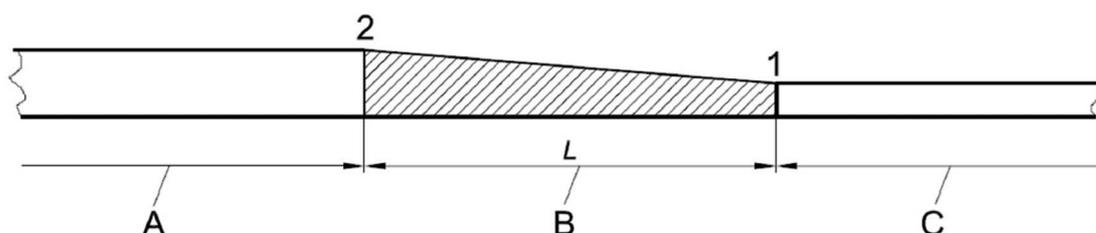


Figura 11 – Particolare transizione

Le transizioni sono generalmente adottate nel passaggio tra barriere:

- caratterizzate dallo stesso materiale ma con sezione trasversale diversa: da doppia onda a tripla onda e viceversa;
- realizzate in materiali differenti: da acciaio e calcestruzzo e viceversa;
- con rigidità laterale diversa: da barriera bordo laterale a bordo ponte e viceversa.

La definizione degli indici di prestazione (larghezze operative, deflessioni dinamiche, indice ASI) e delle classi di contenimento nelle transizioni segue i criteri riportati nella Normativa UNI EN 1317-2. In particolare, tale norma precisa che la connessione tra due barriere aventi la medesima sezione trasversale, costituite dallo stesso materiale e diverse nella larghezza operativa in misura non maggiore di una classe, non deve essere considerata una transizione. Per i restanti casi, invece, la classe di contenimento della transizione non deve essere né inferiore alla minore, né superiore alla maggiore delle classi delle barriere connesse, mentre la larghezza operativa  $W$  non deve essere superiore a quella maggiore delle barriere collegate. Le transizioni, in definitiva, presentano caratteristiche prestazionali intermedie tra quelle delle barriere che connettono e non sono prodotti soggetti a marcatura CE.

Le normative sopra citate forniscono solo indicazioni sulle caratteristiche prestazionali delle transizioni.

Le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo e classe dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

Si prescrive, in via preferenziale, che le transizioni devono aver superato con esito positivo le prove previste dalla UNI-ENV 1317-4:2003. Qualora questi dispositivi non siano disponibili per le barriere previste in progetto, gli elementi di collegamento potranno essere progettati dal fabbricante e scelti dall'installatore in accordo al Technical Report "Assessment methods and design guidelines for transitions and terminal connections" in corso di redazione presso il Comitato Europeo di Normazione (CEN), ad oggi l'ultima versione provvisoria è di marzo 2021. In questo documento si prevede, tra le altre cose, la possibilità di valutare le transizioni mediante Test virtuali per simulare gli impatti in accordo alla EN 16303:2020 e, se ne ricorrono le condizioni, di individuare la connessione tra le barriere seguendo opportune regole di dimensionamento. I due approcci non possono considerarsi equivalenti ma, se correttamente applicati, possono permettere lo sviluppo di transizioni con buone prestazioni. L'impiego dell'approccio "semplificato" (basato su apposite regole di progettazione) o di transizioni non provate con crash test dal vero dovrà essere opportunamente motivato da parte del fornitore/fabbricante.

I test virtuali potranno essere condotti con modelli validati in accordo alla EN 16303:2020 riguardo all'indice ASI, allo spazio di lavoro ed alla deflessione dinamica (validazione parziale). Essi dovranno riprodurre le condizioni di impatto della ENV 1317-4 con le seguenti limitazioni: a) il punto di impatto del test TB11 non dovrà distare più di 2 m dal punto di collegamento alla barriera meno deformabile e b) il punto di impatto del test con veicolo pesante non dovrà distare più di 6 m da detto punto di collegamento.

La condizione che deve verificarsi affinché possa adoperarsi il solo criterio di progetto è che fra le due barriere non vi sia una differenza maggiore di due classi di livello di contenimento. Le regole di dimensionamento attualmente indicate nella bozza di Technical Report sono:

- a) Tutti gli elementi longitudinali di ogni barriera di sicurezza devono essere collegati da una transizione.
- b) La resistenza assiale di ogni collegamento non dovrà essere inferiore della resistenza del collegamento dell'elemento longitudinale pertinente della barriera di sicurezza con il livello di contenimento inferiore. Ciò deve essere dimostrato da prove o da calcoli.
- c) All'interno della lunghezza di transizione, l'altezza del profilo degli elementi longitudinali deve variare continuamente da una barriera di sicurezza all'altra, senza gradini e con un'inclinazione sul piano verticale non maggiore del 8%.
- d) Se la rigidità flettente laterale o il momento flettente di snervamento di un elemento longitudinale singolo o combinato di una delle barriere di sicurezza adiacenti è superiore di oltre il 50% a quello dell'elemento corrispondente, la lunghezza del collegamento degli elementi longitudinali dovrebbe avere un minimo specificato dall'autorità stradale e dall'autorità di regolamentazione. Dovrebbe esserci anche un graduale aumento della rigidità della barriera di sicurezza nell'area del collegamento.
- e) All'interno della lunghezza di transizione la posizione laterale degli elementi longitudinali nel lato esposto al traffico dovrà variare continuamente da una barriera di sicurezza all'altra, senza gradini e con un angolo nel lato esposto al traffico non maggiore del 8%. La normativa nazionale può prevedere limiti inferiori.
- f) All'interno della lunghezza di transizione la deflessione stimata sotto impatto dovrà variare abbastanza gradualmente da quella del sistema meno rigido a quella del più rigido.
- g) La lunghezza della transizione dovrà essere almeno pari a 12,5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate. Nel caso di barriere di classe diversa la lunghezza è definita come 12,5 volte la differenza tra la deflessione dinamica della barriera di classe inferiore e la deflessione dinamica della barriera di classe superiore preventivamente convertita in una "deflessione equivalente" della classe inferiore per mezzo dei coefficienti.

BARRIERA DI CLASSE SUPERIORE	BARRIERA DI CLASSE INFERIORE	FATTORE DI RIDUZIONE DELLA DEFORMAZIONE DINAMICA DELLA BARRIERA DI CLASSE SUPERIORE
H4	H3	0,9
H4	H2	0,63
H3	H2	0,7
H3	H1	0,42
H2	H1	0,6
H2	N2	0,48
H1	N2	0,8
H1	N1	0,56
N2	N1	0,7

Tabella 23 – Fattori di riduzione della deformazione dinamica

In sintesi, nel presente progetto, nello specifico sono previste le seguenti situazioni:

- Elementi di transizione e raccordo fra barriera new jersey in calcestruzzo H2 e redirettivo in calcestruzzo H2
- Elementi di transizione e raccordo fra barriera new jersey in calcestruzzo H2 e barriera metallica H1 bordo rilevato
- Terminali barriera di tipo semplice e comunque nel rispetto delle indicazioni contenute nei certificati di omologazione delle barriere adottate;
- Terminali di barriera di tipo speciale di classe P1/T50 adeguatamente collegati alle barriere di cui costituiscono il terminale.

Si conclude che terminali e transizioni posti in opera dovranno risultare conformi alle prescrizioni di progetto ed a quelle dell'installazione del sistema come risultanti dalle specifiche di progetto del fabbricante. Queste ultime, se in disaccordo dalle prime, saranno prevalenti. La responsabilità sarà in ogni caso in capo al fabbricante.

