

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. PROGETTAZIONE LINEE NODI E ARMAMENTO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO – FRASSO TELESINO E VARIANTE  
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 – Via Calabroni

Relazione tecnica di viabilità

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IFOK 00 D 13 RG IF0005 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G.Grimaldi	Feb. 2015	Sciannameo	Feb. 2015	F. Carrone	Feb. 2015	V.Conforti	Feb. 2015

File: IF0K00D13RGIF0005001A.doc

n. Elab.:

23

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	3
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE VIABILITA' .....	4
4	INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	9
5	ANALISI DELLA SICUREZZA .....	11
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE IN PROGETTAZIONE .....	14
	6.3.1 <i>Visibilità per l'arresto</i> .....	19
7	BARRIERE DI CONTENIMENTO STRADALI .....	23

## 1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di descrivere il progetto stradale dell'opera di viabilità sostitutiva del Passaggio a Livello (PL) ubicato al km **143+833**.

L'opera suddette verrà realizzata mediante un sovrappasso delle linea ferroviaria.

### 1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nel documento verranno affrontati i seguenti aspetti tipici della progettazione stradale:

- ✚ descrizione dell'intervento
- ✚ inquadramento normativo
- ✚ verifiche di sicurezza plano altimetriche
- ✚ sovrastruttura stradale

### 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto con riferimento alle seguenti normative:

- D.Lg.vo n. 285/92 e s.m.i. – “Nuovo Codice della Strada”.
- D.M. 05/11/2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- D.M. 22/04/2004 – Rettifiche al D.M. 05/11/2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- D.M. 24/07/2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
- Adeguamento alle strade esistenti – Bozza al Decreto Ministeriale 21/03/2006

### 3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE VIABILITA'

L'intervento si rende necessario al fine di ripristinare il collegamento tra le zone di Fossi e Santa Maria Impesole, in seguito all'interruzione dovuta alla chiusura del PL ubicato al km **143+833**.

L'interferenza è risolta mediante la realizzazione di un cavalcaferrovia a campata unica di 48 m, inclinato di 37° circa rispetto all'ortogonale all'asse ferroviario di progetto.

L'intervento ha inizio in prossimità della rampa del cavalcavia che sovrappassa la strada **Fondo Valle Isclero**, la costeggia mediante due tratti in rettilo raccordati da una curva di ampio raggio (500 m), per poi deviare verso sinistra con un raccordo circolare di raggio 55 m, al fine di ottenere lo scavalco dell'opera ferroviaria in rettilo e con la minore inclinazione possibile. Al termine dell'opera, la strada devia nuovamente verso sinistra mediante un raggio di 45 m, per poi immettersi ortogonalmente, dopo un breve tratto in rettilo, con un incrocio a raso sulla viabilità locale.

Altimetricamente, la nuova viabilità segue dapprima l'andamento della rampa della strada esistente fino alla pk 75+000 circa, in modo da ripristinare un accesso esistente, per poi salire – proprio dove la strada esistente girava con una brusca curva verso il passaggio a livello - con una pendenza del 7,5%, necessaria per ottenere il franco minimo di scavalco sopra la ferrovia pari a 7,20 m. Successivamente la strada prosegue orizzontalmente sull'opera, discende con pendenza longitudinale del 8,4% e si collega alla viabilità locale con un raccordo concavo di raggio R=710 m.

Lo sviluppo complessivo dell'intervento è di 444.850m.

La viabilità in progetto presenta caratteristiche, per dimensioni della carreggiata, pacchetto di pavimentazione e andamento piani – altimetrico, tipiche di una viabilità locale extraurbana, assimilabile ad una tipo **F2** con larghezza minima della piattaforma incrementata in curva, ove necessario, al fine di agevolare l'iscrizione dei veicoli.

Nella seguente tabella 1 sono riassunti i principali elementi geometrici identificativi della strada in progetto.

<i>Categoria strada</i>	<b>Tipo locale extra urbana</b>
<i>Sviluppo intervento</i>	458,199 m
<i>Larghezza piattaforma</i>	8,50 m (2x3,25 + 2x1,00)
<i>Raggio planimetrico minimo</i>	45,00 m
<i>Raggio altimetrico concavo minimo</i>	710 m
<i>Raggio altimetrico convesso minimo</i>	500 m
<i>Pendenza longitudinale massima</i>	8,40%
<i>Pendenza trasversale minima</i>	2,50%
<i>Pendenza trasversale massima</i>	7,00%
<i>Velocità di progetto</i>	40 Km/h

Tabella 1. Elementi geometrici di progetto

La seguente **tabella 2** riassume la geometria degli elementi planimetrici delle viabilità

ELEMENTI PLANIMETRICI						Rif.to Dis.:		Pagina Nr. 1	
Num.	Elem.	Progressiva Lunghezza	Raggio In. Raggio Fn.	Parametro A Scostamento		COORDINATE		Azimuth	Deviazione
						E	N		
1	Rett.	0.000	-	-	I	2474776.342	4554437.669	18.8482c	0.0000c
		44.287	-	-	F	2474789.263	4554480.030	18.8482c	
2	Clot.	44.287	-	100.000	I	2474789.263	4554480.030	18.8482c	-1.2732c
		20.000	-500.000	0.033	F	2474794.971	4554499.198	17.5749c	
3	Curva	64.287	-500.000	-	I	2474794.971	4554499.198	17.5749c	-3.6533c
		28.693	-500.000	-	F	2474801.995	4554527.013	13.9216c	
					C	2474313.903	4554635.484		
					V	2474798.882	4554513.005		
4	Clot.	92.980	-500.000	100.000	I	2474801.995	4554527.013	13.9216c	-1.2732c
		20.000	-	0.033	F	2474806.074	4554546.593	12.6484c	
5	Rett.	112.980	-	-	I	2474806.074	4554546.593	12.6484c	0.0000c
		41.842	-	-	F	2474814.332	4554587.612	12.6484c	
6	Clot.	154.822	-	35.000	I	2474814.332	4554587.612	12.6484c	-12.8902c
		22.273	-55.000	0.375	F	2474817.241	4554609.653	399.7582c	
7	Curva	177.095	-55.000	-	I	2474817.241	4554609.653	399.7582c	-21.9005c
		18.921	-55.000	-	F	2474813.948	4554628.190	377.8577c	
					C	2474762.241	4554609.444		
					V	2474817.205	4554619.207		
8	Clot.	196.015	-55.000	35.000	I	2474813.948	4554628.190	377.8577c	-12.8902c
		22.273	-	0.375	F	2474803.626	4554647.881	364.9674c	
9	Rett.	218.288	-	-	I	2474803.626	4554647.881	364.9674c	0.0000c
		49.349	-	-	F	2474777.820	4554689.944	364.9674c	
10	Clot.	267.637	-	35.000	I	2474777.820	4554689.944	364.9674c	-19.2558c
		27.222	-45.000	0.684	F	2474761.390	4554711.510	345.7116c	
11	Curva	294.859	-45.000	-	I	2474761.390	4554711.510	345.7116c	-90.8766c
		64.237	-45.000	-	F	2474702.470	4554711.763	254.8351c	
					C	2474731.784	4554677.621		
					V	2474732.040	4554737.151		
12	Clot.	359.096	-45.000	35.000	I	2474702.470	4554711.763	254.8351c	-19.2558c
		27.222	-	0.684	F	2474685.856	4554690.339	235.5793c	
13	Rett.	386.318	-	-	I	2474685.856	4554690.339	235.5793c	0.0000c
		58.532	-	-	F	2474654.820	4554640.713	235.5793c	
		444.850							

Tabella 1. Elementi Planimetrici viabilità

Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	7 di 23

La seguente **tabella 3** riassume la geometria degli elementi altimetrici delle viabilità

ELEMENTI ALTIMETRICI							Rif.to Dis.:	Pagina Nr.	1
1	LIVELLETTA	Distanza:	67.246	Sviluppo:	67.276	Diff.Qt.:	-2.017	Pendenza (h/b):	-3.000000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	0.000	Quota 1	58.745	Prog.2	14.746	Quota 2	58.303
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	0.000	Quota 1	58.745	Prog.2	67.246	Quota 2	56.728
2	PARABOLA	Distanza:	105.000	Sviluppo:	105.075				
	Raggio: 1000.000	Lunghezza	105.000	A:	10.500				
	ESTREMI	Prog.1	14.746	Quota 1	58.303	Prog.2	119.746	Quota 2	60.666
	VERTICE	Prog	67.246	Quota	56.728				
3	LIVELLETTA	Distanza:	111.629	Sviluppo:	111.942	Diff.Qt.:	8.372	Pendenza (h/b):	7.500000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	119.746	Quota 1	60.666	Prog.2	160.124	Quota 2	63.694
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	67.246	Quota 1	56.728	Prog.2	178.874	Quota 2	65.100
4	PARABOLA	Distanza:	37.500	Sviluppo:	37.535				
	Raggio: 500.000	Lunghezza	37.500	A:	7.500				
	ESTREMI	Prog.1	160.124	Quota 1	63.694	Prog.2	197.624	Quota 2	65.100
	VERTICE	Prog	178.874	Quota	65.100				
5	LIVELLETTA	Distanza:	105.167	Sviluppo:	105.167	Diff.Qt.:	0.000	Pendenza (h/b):	0.000000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	197.624	Quota 1	65.100	Prog.2	262.201	Quota 2	65.100
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	178.874	Quota 1	65.100	Prog.2	284.041	Quota 2	65.100
6	PARABOLA	Distanza:	43.680	Sviluppo:	43.731				
	Raggio: 520.000	Lunghezza	43.680	A:	8.400				
	ESTREMI	Prog.1	262.201	Quota 1	65.100	Prog.2	305.881	Quota 2	63.266
	VERTICE	Prog	284.041	Quota	65.100				
7	LIVELLETTA	Distanza:	118.549	Sviluppo:	118.967	Diff.Qt.:	-9.958	Pendenza (h/b):	-8.400000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	305.881	Quota 1	63.266	Prog.2	363.896	Quota 2	58.392
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	284.041	Quota 1	65.100	Prog.2	402.591	Quota 2	55.142
8	PARABOLA	Distanza:	77.390	Sviluppo:	77.462				
	Raggio: 710.000	Lunghezza	77.390	A:	10.900				
	ESTREMI	Prog.1	363.896	Quota 1	58.392	Prog.2	441.286	Quota 2	56.109
	VERTICE	Prog	402.591	Quota	55.142				
9	LIVELLETTA	Distanza:	42.259	Sviluppo:	42.272	Diff.Qt.:	1.056	Pendenza (h/b):	2.500000
	ESTREMI LIVELLETTA	Prog.1	441.286	Quota 1	56.109	Prog.2	444.850	Quota 2	56.199
	VERTICI LIVELLETTA	Prog.1	402.591	Quota 1	55.142	Prog.2	444.850	Quota 2	56.199

Tabella 3. Elementi Altimetrici Asse

Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	8 di 23

La successiva **figura 1** riporta la situazione di progetto.

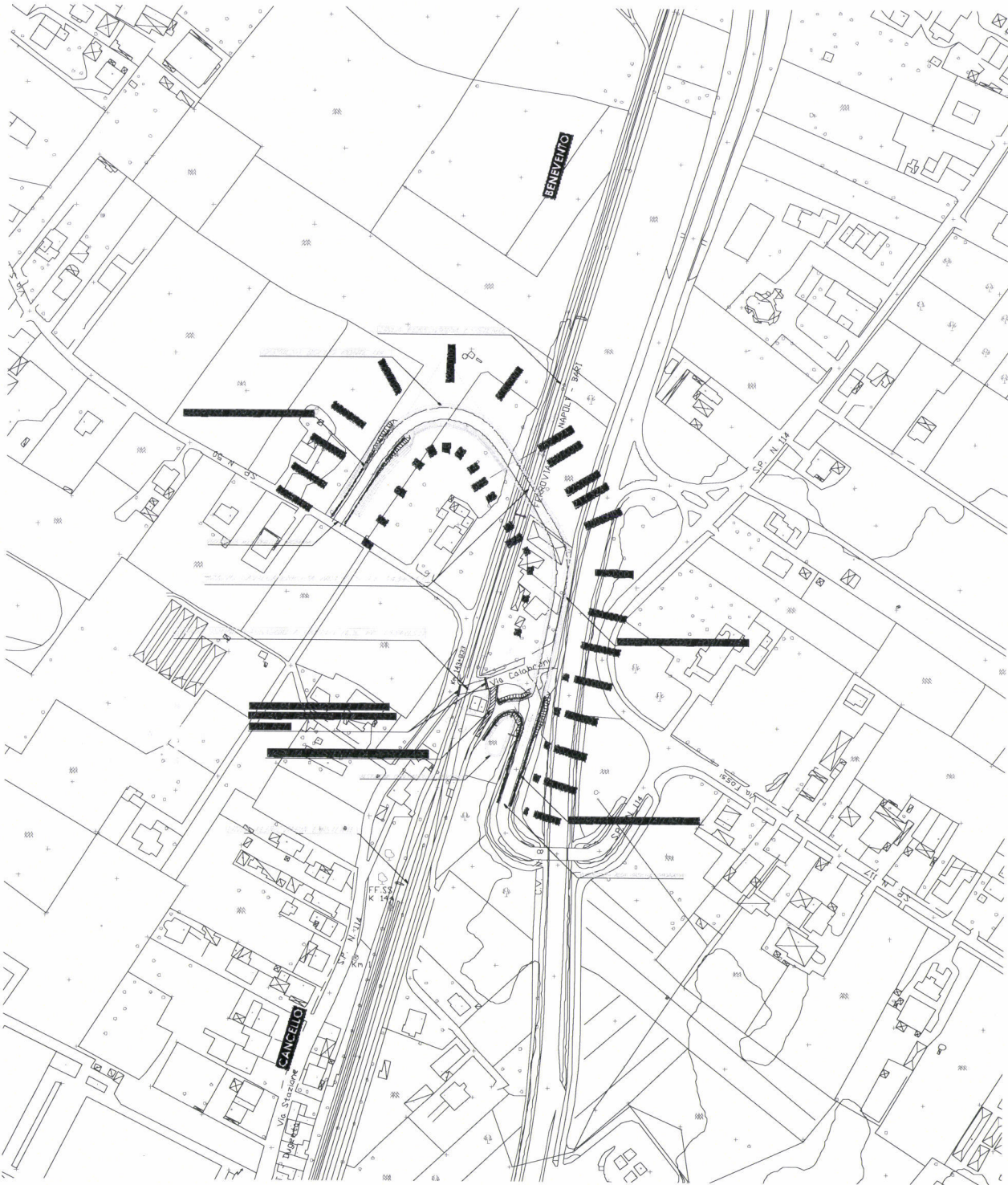


Figura 1. Planimetria di progetto



#### 4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La viabilità in progetto ha lo scopo di ripristinare l'esistente attraversamento ferroviario in corrispondenza di **Via Calabroni**, attualmente a raso, regolamentato mediante passaggio a livello che verrà chiuso in concomitanza con gli interventi di potenziamento della linea ferroviaria.

L'intervento si configura pertanto come un adeguamento della esistente viabilità di attraversamento che, in continuità con il ramo di approccio al cavalcavia esistente sulla strada **Fondo Valle Isclero**, viene deviata per consentire lo scavalco della ferrovia su opera d'arte per poi ricollegarsi alla Strada Provinciale n°114, ubicata sull'altro lato dell'infrastruttura ferroviaria, la quale, a sua volta, converge verso il passaggio a livello ripristinando l'originario collegamento.

Il progetto stradale viene quindi inquadrato come adeguamento ai sensi del **DM 22/04/2004** che, per tali tipologie di interventi, consente di utilizzare il **DM 05/11/2001** come riferimento per la progettazione ammettendo alcune deviazioni rispetto alle prescrizioni dell'Allegato Tecnico al DM 05/11/2001.

Con riferimento a quanto sopra detto, poiché nel quadro normativo attuale non sono ancora state emanate delle specifiche norme per l'adeguamento delle strade esistenti, si farà riferimento alla bozza di *Norma per gli Interventi di Adeguamento delle Strade Esistenti* del 21/03/2006.

Nel paragrafo 7.2 la bozza descrive gli interventi di adeguamento "strutturali", che dovranno mirare, per quanto possibile, a conferire alla rete stradale esistente gli standard geometrici e funzionali previsti dall'allegato tecnico al D.M. 5.11.2001 e successivi, riportate nei paragrafi precedenti.

Al punto C descrive le deviazioni rispetto alla suddette verifiche. Essi riguardano i seguenti aspetti:

- Lunghezza minima e massima dei rettifili;
- Lunghezza minima dello sviluppo delle curve circolari;
- Pendenza minima della falda della carreggiata in rettifilo, che potrà assumere valori inferiori a 2,5% , fino ad un massimo assoluto di 1,5%, purché vengano contestualmente adottati interventi per la riduzione dello spessore del film d'acqua sulla carreggiata;
- Valore minimo del parametro A delle curve di transizione (clotoidi) con riferimento al criterio ottico;
- Assenza di curve di transizione (clotoidi) per raggi di curve planimetriche superiori o uguali ai seguenti valori:



ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO

*VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni*

Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	10 di 23

Vpmax<80km/h                      R>1900m

Vpmax>80km/h                      R>3500m

## 5 ANALISI DELLA SICUREZZA

Il presente capitolo ha come oggetto l'analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza secondo quanto previsto dal D.M. del 22/04/2004 che modifica il D.M. n.6792 del 05/11/2001 sulle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade".

Il D.M. del 22/04/2004 modifica l'art.2 e l'art.3 del D.M. 6792/2001, stabilendo che le norme in oggetto si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e prevedendo (art.3) la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, restando inteso che i criteri del D.M. 05/11/01 restano "di riferimento" anche per gli interventi di adeguamento.

Il D.M. del 22/04/2004 stabilisce inoltre (art.4) che, fino all'emanazione delle suddette norme, i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza.

Nel seguito sarà stimato l'incremento del livello di sicurezza attuato dal progetto rispetto al tessuto stradale esistente tramite la valutazione di indicatori globali delle performance di sicurezza, secondo quanto previsto dall'art.4.

L'intervento è posto in continuità con il ramo di scavalco della **SP114** sulla strada fondo valle Isclero al fine di rispettare la prescrizione degli enti territoriali relativa al mantenimento dell'esistente opera d'arte.

Tale prescrizione ha condizionato, tra l'altro, la scelta della sezione stradale che è stata definita con l'obiettivo di mantenere le dimensioni della piattaforma esistente sul ponte stradale al fine di evitare brusche variazioni delle dimensioni trasversali della sezione stessa.

La scelta è quindi ricaduta su una sezione stradale tipica di una strada locale in ambito extraurbano assimilabile ad una tipo **F2** con corsie da **3,25 m** e banchine da **1,00 m** secondo DM 05/11/2001.

Ove necessario le dimensioni della piattaforma sono state incrementate con l'inserimento degli allargamenti in curva calcolati secondo le indicazioni del DM suddetto al fine di garantire in sicurezza l'iscrizione dei veicoli.

La molteplicità di vincoli da rispettare, tra cui il mantenimento del ponte stradale esistente, la ristrettezza degli spazi disponibili per la viabilità che è inserita all'interno di aree intercluse tra la ferrovia e la strada di fondo valle nonché il rispetto delle preesistenze ha condizionato la geometria del tracciato che risulta verificato per una **Velocità di Progetto** pari a **40 km/h**.

In particolare, lo sviluppo dei rettili e delle curve circolari risulta verificato per una velocità di **40 km/h**, mentre non è risultato possibile il pieno rispetto del valore minimo del parametro di alcune clotoidi con riferimento al soddisfacimento del criterio ottico. Tali aspetti rientrano tuttavia tra quelli per i quali sono ammesse deviazioni, rispetto al DM 05/11/2001, dalla citata bozza di Norma per gli Interventi di Adeguamento delle Strade Esistenti.

Analogamente, il tracciato risulta verificato altimetricamente per la velocità di **40 km/h**.

Sotto le condizioni suddette il **Limite Amministrativo** per la strada verrà impostato a **30 km/h**. Tale valore di velocità risulta peraltro coerente con i raggi di curva in ingresso ed uscita dal ponte stradale esistente.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</b>  <b>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</b>					
	<b>Relazione tecnica di viabilità</b>	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 13	CODIFICA RG	DOCUMENTO IF005 001	REV. A

Infine, ove necessario la piattaforma stradale è integrata con idonee barriere di sicurezza come di seguito precisato nella presente relazione.

Nel complesso l'intervento in progetto risulta migliorativo rispetto alla situazione esistente in quanto:

- ✚ consente la eliminazione del passaggio a livello, di per se elemento intrinseco di rischio per la circolazione stradale
- ✚ elimina la strettoia sulla strada provinciale rappresenta dall'attuale attraversamento a raso sulla ferrovia ove confluisce anche la viabilità locale
- ✚ migliora le condizioni di visibilità
- ✚ migliora la fluidità della circolazione stradale garantendo continuità di percorrenza nell'itinerario di attraversamento della ferrovia

Nelle seguenti **figure 2 e 3** è rappresentata la attuale situazione dell'attraversamento in questione.



**Fig. 2** Passaggio a livello attuale

Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	13 di 23



**Fig. 3** Passaggio a livello attuale

## 6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE IN PROGETTAZIONE

### 6.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Sulla base di quanto previsto dal **DM 22/04/04** sugli adeguamenti stradali la progettazione degli elementi piano altimetrici della viabilità è stata eseguita utilizzando il D.M. 05/11/2001 come riferimento.

In particolare, tra i raccordi circolari ed rettili, sono state inserite curve a raggio variabile del tipo clotoidi di equazione:

$$r \times s = A^2$$

dove:

$r$  = raggio di curvatura nel punto  $P$  generico

$s$  = ascissa curvilinea nel punto  $P$  generico

$A$  = parametro di scala

Per quanto attiene al parametro di scala  $A$  delle curve di transizione si è tenuto conto delle seguenti condizioni:

- criterio 1 (**limitazione del contraccolpo**)

seguendo delle considerazioni che portano ad imporre una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo si determina che :

$$A \geq 0,021 \times V_p^2$$

- criterio 2 (**sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata**)

tale criterio effettua delle verifiche sulle pendenze longitudinali che i cigli stradali assumono nello sviluppo del raccordo clotoidico. Con tale criterio si arriva alla determinazione di un parametro  $A$  minimo di corretta percezione della curva circolare.

- criterio 3 (**ottico**)

per garantire la percezione ottica del raccordo deve essere verificata la relazione:

$$A \geq R/3$$


















































Il soddisfacimento delle suddette condizioni è riportato in forma grafica sugli elaborati piano altimetrici di progetto, ed in forma tabellare di seguito.

La seguente **tabella 4** riassume le verifiche degli elementi planimetrici:

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	1
<b>Dati generali</b>							
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia	Minimo	Massimo					
Asse: 02_Cancello_F2							
Tipo di strada: F2 - Locali Extraurbane							
Larghezza semicarreggiata (m)	3.250						
Velocità progetto (Km/h)	40	40					
<b>Rettillo n°1 - Lunghezza (m):44.287</b>							
<b>Progressiva</b>	<b>Lung. Min</b>	<b>Lung. Max</b>					<b>Parametri</b>
Lunghezza minima (m)	30.000						0.000
Lunghezza massima (m)		880.000					
Valori minimi/massimi da normativa	30.000	880.000					
Rettillo in normativa	44.287						
<b>Clotoide n°1 - Parametro A:100.000 - Lunghezza (m):20.000</b>							
<b>Progressiva</b>	<b>A Min</b>	<b>A Max</b>	<b>Lung. Min</b>	<b>Rapporto</b>	<b>FF</b>		<b>Parametri</b>
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							44.287
Fattore di forma					1.000		40
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	33.600						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	74.536						
Criterio ottico	166.667						
Criterio ottico		500.000					
Clotoide rettillo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$ . A1/A2 in tolleranza				1.000			
Valori minimi/massimi da normativa	166.667	500.000					
Clotoide fuori normativa	100.000		20.000		1.000		
<b>Raccordo n°1 - Raggio (m):500.000 - Lunghezza (m):28.693</b>							
<b>Progressiva</b>	<b>Raggio Min</b>	<b>Raggio Max</b>	<b>Lung. Min</b>				<b>Parametri</b>
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							64.287
Raggio minimo in funzione della velocità	44.994						40
Raggio minimo calcolato rispetto al rettillo precedente	44.287						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			27.778				
Valori minimi/massimi da normativa	44.994		27.778				
Raccordo in normativa	500.000		28.693				
<b>Clotoide n°2 - Parametro A:100.000 - Lunghezza (m):20.000</b>							
<b>Progressiva</b>	<b>A Min</b>	<b>A Max</b>	<b>Lung. Min</b>	<b>Rapporto</b>	<b>FF</b>		<b>Parametri</b>
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							92.980
Fattore di forma					1.000		40
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	33.600						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	74.536						
Criterio ottico	166.667						
Criterio ottico		500.000					
Clotoide rettillo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$ . A1/A2 in tolleranza				1.000			
Valori minimi/massimi da normativa	166.667	500.000					
Clotoide fuori normativa	100.000		20.000		1.000		
<b>Rettillo n°2 - Lunghezza (m):41.842</b>							
<b>Progressiva</b>	<b>Lung. Min</b>	<b>Lung. Max</b>					<b>Parametri</b>
Lunghezza minima (m)	30.000						112.980
Lunghezza massima (m)		880.000					
Valori minimi/massimi da normativa	30.000	880.000					
Rettillo in normativa	41.842						

Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	16 di 23

CONTROLLO NORMATIVA							Pagina Nr. 2	
 <b>Clotoide n°3 - Parametro A:35.000 - Lunghezza (m):22.273</b>		<b>A Min</b>	<b>A Max</b>	<b>Lung. Min</b>	<b>Rapporto</b>	<b>FF</b>	<b>Parametri</b>	
 <b>Progressiva</b>  Velocità utilizzata per la verifica (km/h)  Fattore di forma  Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo  Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli  Criterio ottico  Criterio ottico  Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$ . A1/A2 in tolleranza  Valori minimi/massimi da normativa  Clotoide in normativa						1.000	154.822 40	
 <b>Raccordo n°2 - Raggio (m):55.000 - Lunghezza (m):18.921</b>		<b>Raggio Min</b>	<b>Raggio Max</b>	<b>Lung. Min</b>			<b>Parametri</b>	
 <b>Progressiva</b>  Velocità utilizzata per la verifica (km/h)  Raggio minimo in funzione della velocità  Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo precedente  Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione  Valori minimi/massimi da normativa  Raccordo fuori normativa							177.095 40	
 <b>Clotoide n°4 - Parametro A:35.000 - Lunghezza (m):22.273</b>		<b>A Min</b>	<b>A Max</b>	<b>Lung. Min</b>	<b>Rapporto</b>	<b>FF</b>	<b>Parametri</b>	
 <b>Progressiva</b>  Velocità utilizzata per la verifica (km/h)  Fattore di forma  Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo  Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli  Criterio ottico  Criterio ottico  Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$ . A1/A2 in tolleranza  Valori minimi/massimi da normativa  Clotoide in normativa						1.000	196.015 40	
 <b>Rettifilo n°3 - Lunghezza (m):49.349</b>		<b>Lung. Min</b>	<b>Lung. Max</b>				<b>Parametri</b>	
 <b>Progressiva</b>  Lunghezza minima (m)  Lunghezza massima (m)  Valori minimi/massimi da normativa  Rettifilo in normativa							218.288	
 <b>Clotoide n°5 - Parametro A:35.000 - Lunghezza (m):27.222</b>		<b>A Min</b>	<b>A Max</b>	<b>Lung. Min</b>	<b>Rapporto</b>	<b>FF</b>	<b>Parametri</b>	
 <b>Progressiva</b>  Velocità utilizzata per la verifica (km/h)  Fattore di forma  Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo  Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli  Criterio ottico  Criterio ottico  Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$ . A1/A2 in tolleranza  Valori minimi/massimi da normativa  Clotoide in normativa						1.000	267.637 40	
 <b>Raccordo n°3 - Raggio (m):45.000 - Lunghezza (m):64.237</b>		<b>Raggio Min</b>	<b>Raggio Max</b>	<b>Lung. Min</b>			<b>Parametri</b>	
 <b>Progressiva</b>							294.859	



Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	17 di 23

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	3
⚙️ Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							40
📏 Raggio minimo in funzione della velocità	44.994						
📏 Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo precedente	49.349						
📏 Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo successivo	58.532						
📏 Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			27.778				
🚫 Valori minimi/massimi da normativa	58.532		27.778				
⚠️ Raccordo fuori normativa	45.000		64.237				
<hr/>							
✅ Clotoide n°6 - Parametro A:35.000 - Lunghezza (m):27.222	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
📏 Progressiva						359.096	
⚙️ Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							40
📏 Fattore di forma					1.000		
📏 Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	33.600						
📏 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	30.821						
📏 Criterio ottico	15.000						
📏 Criterio ottico		45.000					
📏 Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$ . A1/A2 in tolleranza				1.000			
🚫 Valori minimi/massimi da normativa	33.600	45.000					
✅ Clotoide in normativa	35.000		27.222		1.000		
<hr/>							
✅ Rettifilo n°4 - Lunghezza (m):58.532	Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
📏 Progressiva						386.318	
📏 Lunghezza minima (m)	30.000						
📏 Lunghezza massima (m)		880.000					
🚫 Valori minimi/massimi da normativa	30.000	880.000					
✅ Rettifilo in normativa	58.532						

## 6.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

I raccordi altimetrici sono eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale di equazione:

$$y = bx - ax^2$$

dove:

$$a = \frac{\Delta i}{100 \times 2L} = \frac{1}{2R_v}$$

$$b = \frac{i_1}{100}$$

a = parametro della parabola

$\Delta i$  = variazione di pendenza in percento delle livellette da raccordare

$R_v$  = raggio del cerchio osculatore nel vertice A della parabola

L = lunghezza dell'arco di parabola

La seguente **tabella 5** riassume le verifiche degli elementi altimetrici :

Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	18 di 23

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr.	
		1	
<b>Dati generali</b>			
Tipo di strada: F2 - Locali Extraurbane		Minimo	Massimo
Larghezza semicarreggiata (m)		3.250	
Velocità progetto (Km/h)		40	40
<b>Livelletta n°1 - Pendenza (h/b):-3.000%</b>			
Progressiva		Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%	0.000
Livelletta in normativa		-3.000%	
<b>Parabola n°1 - Raggio (m):1000.000 - Lunghezza (m):105.000 - K:10.000 (Concavo)</b>			
Progressiva		Raggio Min	Lung. Min
Distanza utilizzata			14.746
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			41.437
Raggio minimo da visibilità		701.882	40
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		205.761	
Parabola in normativa		1000.000	
<b>Livelletta n°2 - Pendenza (h/b):7.500%</b>			
Progressiva		Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%	119.746
Livelletta in normativa		7.500%	
<b>Parabola n°2 - Raggio (m):500.000 - Lunghezza (m):37.500 - K:5.000 (Convesso)</b>			
Progressiva		Raggio Min	Lung. Min
Distanza utilizzata			160.124
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			41.975
Raggio minimo da visibilità		456.831	40
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		205.761	
Parabola in normativa		500.000	
<b>Livelletta n°3 - Pendenza (h/b):0.000%</b>			
Progressiva		Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%	197.624
Livelletta in normativa		0.000%	
<b>Parabola n°3 - Raggio (m):520.000 - Lunghezza (m):43.680 - K:5.200 (Convesso)</b>			
Progressiva		Raggio Min	Lung. Min
Distanza utilizzata			262.201
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			42.145
Raggio minimo da visibilità		476.614	40
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		205.761	
Parabola in normativa		520.000	
<b>Livelletta n°4 - Pendenza (h/b):-8.400%</b>			
Progressiva		Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%	305.881
Livelletta in normativa		-8.400%	
<b>Parabola n°4 - Raggio (m):710.000 - Lunghezza (m):77.390 - K:7.100 (Concavo)</b>			
Progressiva		Raggio Min	Lung. Min
Distanza utilizzata			363.896
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			41.684
Raggio minimo da visibilità		707.764	40
Raggio minimo comfort accelerazione verticale		205.761	
Parabola in normativa		710.000	
<b>Livelletta n°5 - Pendenza (h/b):2.500%</b>			
Progressiva		Pend. Max	Parametri
Pendenza massima (+/- h/b):		10.000%	441.286
Livelletta in normativa		2.500%	

## 6.3 ANALISI DI VISIBILITÀ

### 6.3.1 Visibilità per l'arresto

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione. Per distanza di visuale libere 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.

L'adozione delle barriere di sicurezza, pur aumentando intrinsecamente il livello di sicurezza della strada, costituisce di fatto, un ostacolo alla visuale nelle curve destrorse. Per tale motivo si è reso necessario analizzare le condizioni di visibilità lungo l'intero tracciato, considerando come continua la presenza delle barriere di sicurezza a margine.

Le distanze di visuale libera per l'arresto sono state calcolate secondo i criteri previsti dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. n.6792 del 05/11/2001) adottando un'altezza dell'occhio del guidatore (PdV) a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo (PdM) dal piano viabile di 0.10 m.

L'analisi è stata condotta utilizzando un apposito programma di calcolo automatico basato su una metodologia numerica operante simultaneamente nelle tre dimensioni e che tiene conto di tutti gli aspetti della geometria della piattaforma (tracciamento, profilo, pendenze di falda, sezioni trasversali) creando un modello 3D del nastro stradale comprensivo dell'ostacolo a margine rappresentato dalla barriera di sicurezza.

La singola verifica di visibilità tra un Punto di Vista (PdV) ed un Punto di Mira (PdM) avviene ricostruendo la traiettoria spaziale del raggio ottico e confrontandola con il profilo derivante dall'insieme degli elementi costitutivi della sezioni attraversate (pavimentazione e ostacolo laterale), opportunamente discretizzate attraverso un campionamento con passo arbitrario, posto pari a 25 m. Naturalmente, si ha ostacolo alla visuale allorché il raggio ottico viene intercettato da un elemento di sezione, cioè quando si verifica il passaggio del punto-traccia del raggio ottico (cioè il punto di intersezione del raggio con il piano della sezione) dalla zona "vuota" della sezione precedente alla zona "piena" della sezione successiva.

Le operazioni di verifica descritte per un singolo PdM, vengono ripetute iterando per distanze via via crescenti dal PdM all'interno di un intervallo di valori arbitrario: il valore minimo corrisponde di regola ad una visuale libera sempre assicurata mentre quello massimo, di solito, è la soglia oltre la quale non si ha interesse ad indagare.

Il confronto tra la DVL e la distanza di visibilità richiesta consente di identificare i punti del tracciato dove la configurazione piano - altimetrica e l'organizzazione della sezione non consentono di garantire la visibilità richiesta dalla norma.

La distanza di visibilità per l'arresto è stata calcolata in base a quanto riportato al paragrafo 5.1.2. delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (D.M. n.6792 del 05/11/2001). Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 25 metri) in funzione della velocità di progetto e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

dove:

$D_1$  = spazio percorso nel tempo

$D_2$  = 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 [ $m/s^2$ ]

$R_a$  = resistenza aerodinamica [ N ]

$m$  = massa del veicolo [kg]

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

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

Per  $f_i$  si sono adottati i valori riportati nella tabella seguente. Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm):

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
$f_i$ Autostrade	-	-	-	0,44	0,4	0,36	0,34
$f_i$ Altre strade	0,45	0,43	0,35	0,3	0,25	0,21	-

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 dell'attenzione più concentrata alle alte velocità.

I risultati dell'analisi di visibilità sono riportati in forma di diagramma delle visuali libere nel profilo di progetto.

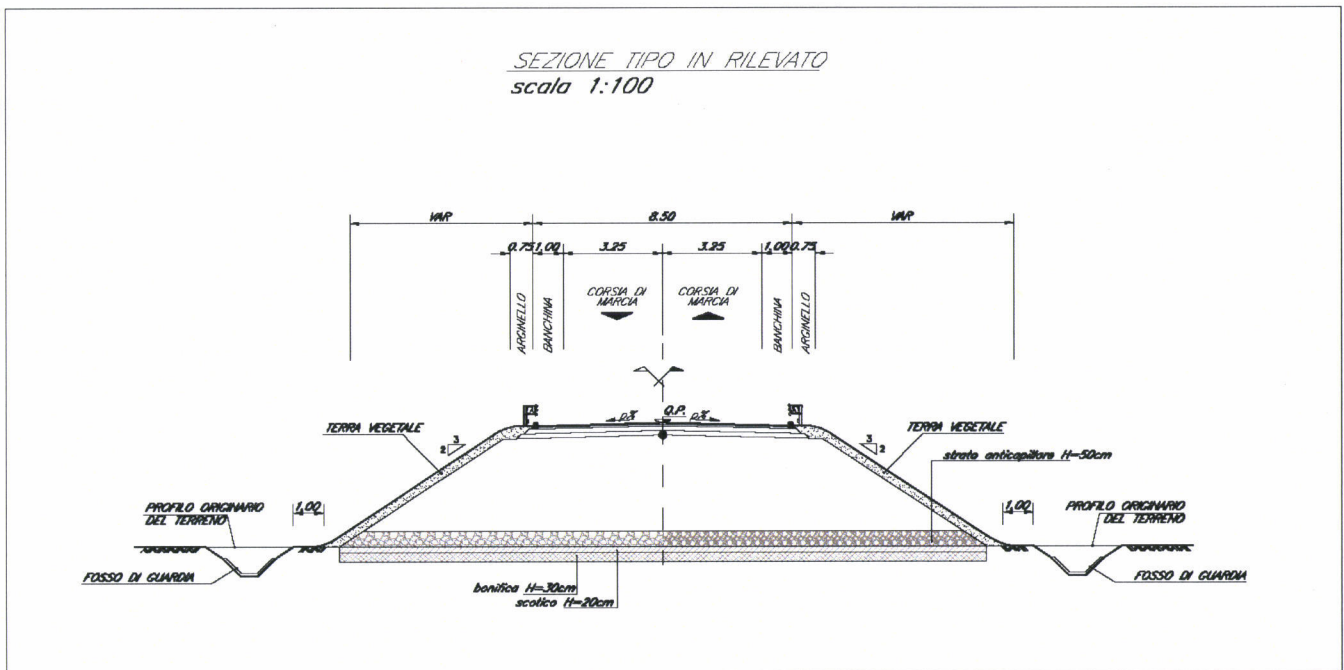
Relazione tecnica di viabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	21 di 23

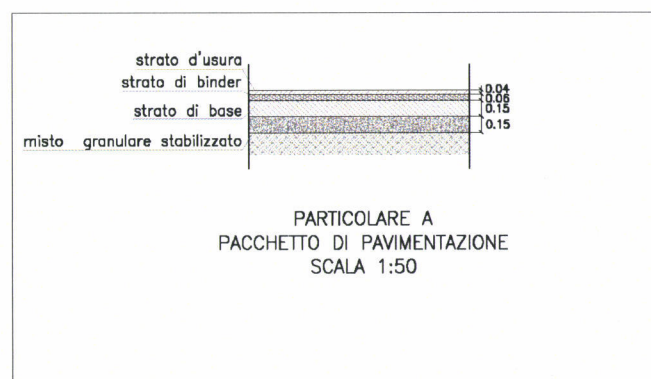
In sintesi:

curva	prog. Inizio	prog. Fine	Raggio (m)	Allargamento (m)
1	0+064.28	0+092.98	500	0
2	0+177.1	0+196.01	55	1.64
3	0+294.86	0+359.09	45	2

#### 6.4 SEZIONI TIPO



La pavimentazione delle viabilità sarà caratterizzata dagli strati sottoelencati:



**Relazione tecnica di viabilità**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 13	RG	IF005 001	A	22 di 23

- Massicciata stradale a semi-penetrazione in pietrisco di pezzatura – sp. 10 cm
- Fondazione stradale in pietrame – sp. 35 cm

## **7 BARRIERE DI CONTENIMENTO STRADALI**

In considerazione dell'andamento piano altimetrico dell'intervento, caratterizzato in sostanza da due rampe per lo scavalco della linea ferroviaria, della ridotta estensione della viabilità in progetto nonché della necessità di rispettare gli sviluppi minimi per il corretto funzionamento dei dispositivi di contenimento, si prevede l'apposizione di barriere antisvio della categoria **H4** per l'intero sviluppo del tracciato di progetto.

Per ragioni di continuità e corretto funzionamento si prevede altresì il prolungamento delle barriere fino all'estremità del ponte stradale esistente ancorché la prima curva in uscita dal ponte suddetto non sia oggetto di intervento.