

REGIONE
TOSCANA



REGIONE TOSCANA

Progettazione e realizzazione Viabilità Regionale Arezzo, Siena e Grosseto

Regione Toscana - Giunta Regionale

Direzione Politiche mobilità, infrastrutture e trasporto pubblico locale
Settore Progettazione e realizzazione Viabilità Regionale
Arezzo, Siena e Grosseto

Direttore: Ing. Enrico Becattini

Provincia di Arezzo

Realizzazione della Variante Stradale di Categoria C alla S.R.T. 71
nel tratto compreso tra Subbiano Nord e la Loc. Calbenzano,
nel Comune di Subbiano (AR). Lotti 1 e 2

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Sandra Grani

PROGETTAZIONE STRADALE:

Ing. Carmelo Cacciatore
Ing. Renato Bacci
Geom. Francesco Tellini
Geom. Gianni Giovacchini

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:

Ing. Carmelo Cacciatore
Ing. Laura Cenni
Ing. Barbara Manganaro

PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO:

Geom. Leonardo Bindi
Geom. Daniele Del Santo

PROGETTAZIONE IDRAULICA

Ing. Carmelo Cacciatore

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO:

Ing. Michela Di Matteo

ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Geol. Mariangela Bisti

RILIEVI TOPOGRAFICI

Geom. Francesco Tellini
Geom. Gianni Giovacchini
Geom. Lorenzo Tizzanini
Geom. Paolo Rossi

ASPETTI AMBIENTALI

H.S. Ingegneria s.r.l.

PROGETTO ILLUMINOTECNICO

DRISALDI ASSOCIATI
Dott. Ing. Gianni Drisaldi
Dott. Ing. Gloria Drisaldi

PROGETTO DEFINITIVO

CODICE:

RG

TAVOLA N°

01.06.01

SCALA :

.

FORMATO:

A4

RELAZIONI GENERALI

RELAZIONE TECNICA

DATA: DICEMBRE 2018

REV: 00

www.rete.toscana.it, www.regione.toscana.it
via A. Testa n. 2 52100 Arezzo, Tel. 055/4382625 (segreteria), Fax 0575/316241



INDICE

1 PREMESSA	3
2 RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA	5
3.1 TRACCIATO STRADALE	5
3.2 SOLUZIONE ALTERNATIVA INTERSEZIONE LOC. SPEDALETTO	7
4 SEZIONE TIPO CORPO STRADALE	8
5 DISTANZE DI VISIBILITÀ	10
6 ANDAMENTO PLANIMETRICO	11
7 ANDAMENTO ALTIMETRICO	16
8 DIAGRAMMA DELLA VELOCITÀ	20
9 INTERSEZIONI	21
9.1 SVINCOLO TRAVIGANTE	21
9.2 ROTATORIA SPEDALETTO	21
9.3 DISTANZE DI VISIBILITÀ	23
10 OPERE D'ARTE	27
10.1 PONTI	27
10.2 PARATIE DI SOSTEGNO	28
10.3 MURI DI SOTTOSCARPA E DI SOSTEGNO	28
10.4 TERRE ARMATE	30
10.5 OPERE IDRAULICHE PRINCIPALI	30
10.6 OPERE IDRAULICHE MINORI	30
11 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE	31
12 BARRIERE DI SICUREZZA	32
12.1 DEFINIZIONE DEL TIPO E DELLA CLASSE	32
12.2 CRITERI DI INSTALLAZIONE	32
12.3 TRANSIZIONI	33
13 PAVIMENTAZIONE DELLA CARREGGIATA	35



**PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T..71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO
NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2**

13.1 GENERALITÀ	35
13.2 TRAFFICO COMMERCIALE DI PROGETTO	35
13.3 TRAFFICO SOPPORTABILE	36



1 PREMESSA

I lavori di costruzione della variante alla SRT 71 tra Subbiano Nord e la loc. Calbenzano, nel Comune di Subbiano (AR), sono finalizzati a dare continuità all'azione di adeguamento di un tratto di SRT 71 la cui sinistrosità è dovuta essenzialmente alla larghezza della piattaforma attuale, pari a circa 6,00m, ed alla presenza di numerosi accessi diretti pericolosi .

Il presente progetto di fattibilità è relativo alla variante alla SRT 71, nel tratto che va dalla Km 165+900 - inizio della variante di Calbenzano - alla Km 164+230; il tratto di variante si sviluppa completamente nel Comune di Subbiano.

**2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

<i>RIFERIMENTO</i>	<i>TITOLO</i>
CNR n.77 del 05/05/1980	Istruzioni per la redazione dei progetti di strada
CNR n.78 del 28/07/1980	Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane
CNR n.90 del 15/04/1983	Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane
Legge n.1248 del 20/03/1965	Strade e autostrade - Legge sulle opere pubbliche
D.M. LL.PP. del 04/05/90	Aggiornamento delle Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali
C.N.R. B.V. n.150 (15/12/1992)	Norme sull'arredo funzionale urbano
D.M. n. 223 del 18/02/1992	Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
D.M. LL.PP. del 15/10/1996	Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
D.M. LL.PP. del 03/06/1998	Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche ai fini dell'omologazione
D.M. LL.PP. 11/06/1999	Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale , recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
D.M. LL.PP. del 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
Direttiva n. 3065 del 25/08/2004	Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
D. L.vo n. 285 del 30/04/1992	Nuovo codice della strada
DPR n. 495 del 16/12/1992	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (G.U. 28.12.1982, N. 303 - suppl.)
DPR n. 147 del 26/04/1993	Regolamento recante modificazioni ed integrazioni agli art. 26 e 28 del DPR 16/12/1992, n. 495 (regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada)
DL n. 360 del 17/09/1993	Disposizioni correttive e integrative del codice della strada, approvato con decreto legislativo 30/04/1992, n. 285
DPR n. 610 del 16/09/1996	Regolamento recante modifiche al DPR 16/12/1992 n. 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada
D.M. M.I.T. del 05/11/2001	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
D.M. M.I.T. del 19/04/2006	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle int. stradali



3 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA

3.1 TRACCIATO STRADALE

Il presente progetto riguarderà la realizzazione della variante stradale di categoria C1 – Extraurbana secondaria (D.M. 05.11.2001 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*) alla SRT 71, nel tratto compreso tra la progressiva Km 165+900 e la prog. Km 163+000 per complessivi Km 2,900.

L'intervento ricade interamente nel territorio del Comune di Subbiano ed è suddiviso nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto 1: viabilità principale ed assi secondari rientranti nel tratto compreso tra la sez. 59 in Loc. La Ramaccia (Progr. Km 164+230) e la sez. 126 in Loc. Calbenzano (Progr. Km 165+930);
- Lotto 2: viabilità principale ed assi secondari rientranti nel tratto compreso tra la sez. 0 in Loc. La Marga (Progr. Km 163+000) e la sez. 59 in Loc. La Ramaccia (Progr. Km 164+230).

Percorrendo la SRT 71 in direzione Arezzo, il Lotto 1 prenderà avvio all'altezza della progr. Km 165+930, alla fine della variante di Calbenzano.

In questo tratto iniziale sarà prevista la definitiva chiusura dell'innesto della contro strada esistente lungo la corsia nord oltre l'adeguamento in sede alla categoria C1 della viabilità attuale, realizzando lato monte una doppia paratia di pali e muri di controripa terminali

Inoltre, tenuto conto del parallelismo con la ferrovia LFI Arezzo – Pratovecchio - Stia, verrà garantito il mantenimento della distanza minima tra la più vicina rotaia ed il solido stradale estendendo il muro di sottoscarpa esistente.

Contestualmente alla realizzazione dei lavori di costruzione della variante, si procederà alla definitiva chiusura del passaggio al livello esistente all'altezza della sez. 115.

Successivamente, il tracciato proseguirà a mezza costa a monte della SRT 71 attuale, verso la Loc. Spedaletto.

In corrispondenza dello svincolo a raso attuale sarà prevista la realizzazione di una intersezione a rotatoria, per la connessione della variante con la S.C. di Vogognano ed il tratto residuo della regionale declassato a viabilità secondaria.

Lungo questo tratto la variante si svilupperà prevalentemente in trincea, fino al ciglio di scarpa della conca in cui scorre il torrente Gravenna, in corrispondenza del quale sarà prevista la



realizzazione di un nuovo viadotto a quattro campate di luce complessiva 112,50m, in fregio all'attuale opera di scavalco.

Per l'esecuzione dei lavori nella porzione di tracciato suddetta verranno demoliti due fabbricati esistenti posti lungo la regionale attuale in Loc. Spedaletto, oltre quello adibito ad attività ricreativa/ricettiva ubicato in prossimità del torrente Gravenna.

Superato il torrente Gravenna la variante si manterrà costantemente a monte della regionale attuale, descrivendo un'ampia curva destrorsa di raggio pari a 625m, parallelamente all'ansa del fiume Arno.

Lungo questo tratto la piattaforma stradale assumerà ancora un assetto a mezza costa, per cui a monte sarà necessario realizzare una serie alternata di muri di controripa e paratie di pali.

Il punto di interconnessione tra i due lotti sarà individuato in corrispondenza della progr. Km 164+230 (sez. 59 di progetto), dove la variante risulterà sovrapposta con la regionale attuale.

Nella parte iniziale del Lotto 2 il tracciato in progetto si sposterà a valle della SR 71 attuale e, per la presenza di un impluvio naturale tra le sezioni 56-55, sarà necessario procedere alla costruzione di un nuovo ponte di luce pari a 37,90m.

Dopo di ché, questi tornerà a disporsi nuovamente a monte della SRT 71, procedendo in rilevato nell'area pianeggiante antistante la loc. Il Travigante.

Nel tratto compreso tra le sez. 58-16 sarà prevista la realizzazione di una intersezione a livelli sfalsati, per la connessione della variante con la S.C. di Giuliano ed il tratto residuo della regionale declassato a viabilità secondaria.

I rami di uscita e di entrata dell'intersezione lungo la corsia direzione Subbiano, nonché quello di entrata lungo la corsia direzione Bibbiena saranno materializzati lungo le parti terminali dei tratti residui di regionale.

Il ramo di uscita dell'intersezione lungo la corsia direzione Bibbiena sarà, invece, realizzato ex novo.

Per l'attraversamento della nuova infrastruttura sarà necessario realizzare di un nuovo ponte a tre campate di luce complessiva 55,40m.

La S.C. presente a monte verrà prolungata parallelamente alla variante, lato monte e parallelamente alla corsia in direzione Bibbiena, con lo scopo di raccogliere e coordinare i numerosi innesti a raso attualmente esistenti lungo la regionale.



Superata la loc. Il Travigante ed attraversato il torrente Lendra, tramite un nuovo ponte di luce complessiva 29,10m, il tracciato di progetto tornerà a sovrapporsi alla regionale attuale.

Nell'ultima parte del Lotto 2, fino alla progr. Km 163+000 all'altezza dello svincolo con la S.P. 57 di Catenaia, sarà previsto l'adeguamento in sede alla categoria C1 della viabilità attuale monte, realizzando una paratia di pali e muri di controripa terminali.

Per maggiori dettagli si rimanda ad un'analisi approfondita degli elaborati progettuali.

3.2 SOLUZIONE ALTERNATIVA INTERSEZIONE LOC. SPEDALETTO

Durante la fase di verifica di assoggettabilità a VIA erano state proposte due soluzioni dell'intersezione in loc. Spedaletto: una a rotatoria ed una a livelli sfalsati.

Come illustrato nel paragrafo precedente la Soprintendenza ha optato per la rotatoria, adducendo le seguenti motivazioni: *"...in quanto l'intersezione a raso è caratterizzata, sulla base della percezione visiva, di un impatto inferiore rispetto allo svincolo a livelli sfalsati e non determina una rottura nella continuità del territorio producendo un effetto di barriera".*

Tale preferenza è stata, tra l'altro, condivisa nel Decreto 12703 del 06/08/2018 di conclusione del procedimento di verifica di assoggettabilità a V.I.A.

Il presente progetto propone, tuttavia, un nuovo studio di fattibilità dell'intersezione a livelli sfalsati, in cui è previsto in luogo del cavalcavia sulla variante alla SRT 71 un sottopasso situato in prossimità della riva in destra del Torrente Gravenna.

Per maggiori dettagli si rimanda ai foto-inserimenti contenuti nella relazione paesaggistica.



4 SEZIONE TIPO CORPO STRADALE

La sezione tipo dell'asse principale corrisponde alla categoria C1 – Extraurbana secondaria ($V_p = 60-100\text{km/h}$) del Decreto Ministeriale del 05.11.2001 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*, per cui la carreggiata è comprensiva di due corsie di 3.75m affiancate da banchine di 1.50m.

La sezione tipo della viabilità secondaria denominata “Asse Spedaletto” corrisponde alla categoria F - Locale ambito extraurbano ($V_p = 40-100\text{km/h}$) del Decreto Ministeriale del 05.11.2001 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*, per cui la carreggiata è comprensiva di due corsie di 3.25m affiancate da banchine di 1.00m.

La sezione tipo delle viabilità secondarie denominate “Asse Uscita San Giuliano, Asse San Giuliano 1, Asse San Giuliano 2 e Asse Vogognano” corrisponde alla categoria F – Locale ambito urbano ($V_p = 25-60\text{km/h}$) del Decreto Ministeriale del 05.11.2001 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*, per cui la carreggiata è comprensiva di due corsie di 2.75m affiancate da banchine di 0.50m.

La sezione tipo dei rami di svincolo, secondo quanto previsto dal Decreto Ministeriale del 19/04/2006 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”*, è comprensiva di una corsia di 3.50m affiancata da banchine di 0.50m.

La scelta di categoria della viabilità secondaria denominata “Asse Spedaletto” è stata dettata dalla necessità di mantenere una sezione stradale di adeguate dimensioni in previsione di deviarci tutto il traffico della SRT 71, durante la realizzazione dei lavori.

Il solido stradale, nei tratti in rilevato, presenta le seguenti caratteristiche:

- arginello/ciglio erboso di larghezza 1.25m;
- barriera di sicurezza infissa nell'arginello con bordo del nastro metallico lame sul filo del ciglio;
- inerbimento delle scarpate con terreno vegetale di spessore 0.30m;
- scarpate con pendenza 2/3 e arginello che sormonta di circa 10cm il piano viabile;
- preparazione del piano di posa dei rilevati, comprensiva di m 0.20 di scotico e m 0.30 minimo per la formazione del cassonetto.

I rilevati delle strade sono eseguiti con l'utilizzo di materiali inerti appartenenti alla classe A1 delle norme UNI 11531 e/o aggregati di ghiaia o sabbia limosa o argillosa appartenenti alla classe A2 delle norme UNI 10006, posti in opera a strati dello spessore finito massimo di 30 cm,



con una densità non inferiore al 90% del valore ottimale valutato secondo la AASHO modificata (95 % per lo strato sommitale del rilevato).

Le caratteristiche del solido stradale, nei tratti in trincea, sono le seguenti:

- zanella di 0,90 m;
- inerbimento delle scarpate con terreno vegetale di spessore 0.30 m;
- scarpate con pendenza 1/1 e fosso di guardia a monte delle scarpate;
- preparazione del piano di posa della fondazione stradale, comprensiva di m 0.20 di scotico.



5 DISTANZE DI VISIBILITÀ

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

Il diagramma della visibilità (vedi elaborato 03.07.01) fornisce, a tal proposito, la rappresentazione grafica dell'andamento della distanza di visuale libera, per ogni senso di circolazione ed in funzione della progressiva stradale.



6 ANDAMENTO PLANIMETRICO

L'andamento planimetrico dei tracciati delle viabilità di progetto è stato definito a partire dall'analisi delle caratteristiche del territorio in esame e dei vincoli presenti, nel rispetto delle normative vigenti in materia di progettazione stradale, in particolare il D.M. 5/11/2001 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”* ed il D.M. 19/4/2006 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”*.

Quello dell'asse principale (vedi elaborati 03.05.01 e 03.05.02) si articola, in particolare, in un tratto iniziale di collegamento con la cosiddetta “variante di Calbenzano” lungo circa 300m ed una sequenza di quattro curve circolari di raggio compreso tra 400m e 625m (1^a, 2^a e 4^a sinistrorse e 3^a destrorsa), raccordate mediante archi di clotoide ad altrettanti rettifili di lunghezza compresa tra 41m e 448m.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le caratteristiche planimetriche dell'asse principale e le relative verifiche di normativa:



PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T. 71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2

CONTROLLO NORMATIVA							Pagina Nr.	1
Dati generali		Minimo	Massimo					
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia								
Asse: Asse Principale_AGGIORNATO								
Tipo di strada: C1 - Extraurbana secondaria								
Larghezza semicarreggiata (m)		3.750						
Velocità progetto (Km/h)		60	80					
Rettilino n°1 - Lunghezza (m):149.176		Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
Progressiva								0.000
Lunghezza minima (m)		65.000						
Lunghezza massima (m)			1760.000					
Valori minimi/massimi da normativa		65.000	1760.000					
Rettilino in normativa		149.176						
Clotilde n°1 - Parametro A:144.000 - Lunghezza (m):51.840		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva								149.176
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)								70
Fattore di forma						1.000		
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		102.900						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		101.559						
Criterio ottico		133.333						
Criterio ottico			400.000					
Clotilde rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza					1.000			
Valori minimi/massimi da normativa		133.333	400.000					
Clotilde in normativa		144.000		51.840		1.000		
Raccordo n°1 - Raggio (m):400.000 - Lunghezza (m):55.791		Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
Progressiva								201.016
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)								70
Raggio minimo in funzione della velocità		118.110						
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilino precedente		149.176						
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilino successivo		41.268						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				48.611				
Valori minimi/massimi da normativa		149.176		48.611				
Raccordo in normativa		400.000		55.791				
Clotilde n°2 - Parametro A:144.000 - Lunghezza (m):51.840		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva								256.807
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)								70
Fattore di forma						1.000		
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		102.900						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		101.559						
Criterio ottico		133.333						
Criterio ottico			400.000					
Clotilde rettilino-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza					1.000			
Valori minimi/massimi da normativa		133.333	400.000					
Clotilde in normativa		144.000		51.840		1.000		
Rettilino n°2 - Lunghezza (m):41.268		Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
Progressiva								308.647
Lunghezza massima (m)			42.320					
Valori minimi/massimi da normativa		0.000	42.320					
Rettilino in normativa		41.268						

\\Clanis\utlità\SETTORE STRADE REGIONALI\AVORI\S.R.T. 71\SUBBIANO NORD - CALBENZANO\2017_201



PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T. 71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	2
Clotoidi n°3 - Parametro A:385.000 - Lunghezza (m):237.160	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva						349.915	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					1.000	80	
Fattore di forma							
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	133.486						
Criterio ottico	208.333						
Criterio ottico		625.000					
Clotoidi rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.283			
Valori minimi/massimi da normativa	208.333	625.000					
Clotoidi in normativa	385.000		237.160		1.000		
Raccordo n°2 - Raggio (m):625.000 - Lunghezza (m):1047.08	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
Progressiva						587.075	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80	
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110						
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			55.556				
Valori minimi/massimi da normativa	118.110		55.556				
Raccordo in normativa	625.000		1047.081				
Clotoidi n°4 - Parametro A:300.000 - Lunghezza (m):144.000	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva						1634.156	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					1.000	80	
Fattore di forma							
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	133.486						
Criterio ottico	208.333						
Criterio ottico		625.000					
Clotoidi rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				0.779			
Valori minimi/massimi da normativa	208.333	625.000					
Clotoidi in normativa	300.000		144.000		1.000		
Rettilo n°3 - Lunghezza (m):197.265	Lung. Min	Lung. Max				Parametri	
Progressiva						1778.156	
Lunghezza minima (m)	90.000						
Lunghezza massima (m)		1760.000					
Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000					
Rettilo in normativa	197.265						
Clotoidi n°5 - Parametro A:210.000 - Lunghezza (m):110.250	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri	
Progressiva						1975.421	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					1.000	79	
Fattore di forma							
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	130.422						
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	115.144						
Criterio ottico	133.333						
Criterio ottico		400.000					
Clotoidi rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000			
Valori minimi/massimi da normativa	133.333	400.000					
Clotoidi in normativa	210.000		110.250		1.000		
Raccordo n°3 - Raggio (m):400.000 - Lunghezza (m):316.572	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri	
Progressiva						2085.671	
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						62	

\\Cians\utlità\SETTORE STRADE REGIONALI\AVORI\S.R.T. 71\SUBBIANO NORD - CALBENZANO\2017_201



PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T. 71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO
NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2

CONTROLLO NORMATIVA							Pagina Nr.	3
ⓘ Raggio minimo in funzione della velocità	118.110							
ⓘ Raggio minimo calcolato rispetto al rettilineo precedente	197.265							
ⓘ Raggio minimo calcolato rispetto al rettilineo successivo	400.000							
ⓘ Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				43.047				
⚠ Valori minimi/massimi da normativa	400.000			43.047				
✓ Raccordo in normativa	400.000			316.572				
✓ Clotoide n°6 - Parametro A:210.000 - Lunghezza (m):110.250	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri		
ⓘ Progressiva						2402.242		
⚙ Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80		
ⓘ Fattore di forma					1.000			
ⓘ Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400							
ⓘ Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	117.062							
ⓘ Criterio ottico	133.333							
ⓘ Criterio ottico		400.000						
ⓘ Clotoide rettilineo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000				
⚠ Valori minimi/massimi da normativa	134.400	400.000						
✓ Clotoide in normativa	210.000		110.250		1.000			
✓ Rettilineo n°4 - Lunghezza (m):448.516	Lung. Min	Lung. Max				Parametri		
ⓘ Progressiva						2512.492		
ⓘ Lunghezza minima (m)	90.000							
ⓘ Lunghezza massima (m)		1760.000						
⚠ Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000						
✓ Rettilineo in normativa	448.516							
✓ Clotoide n°7 - Parametro A:170.000 - Lunghezza (m):69.639	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri		
ⓘ Progressiva						2961.008		
⚙ Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80		
ⓘ Fattore di forma					1.000			
ⓘ Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400							
ⓘ Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	118.296							
ⓘ Criterio ottico	138.333							
ⓘ Criterio ottico		415.000						
ⓘ Clotoide rettilineo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000				
⚠ Valori minimi/massimi da normativa	138.333	415.000						
✓ Clotoide in normativa	170.000		69.639		1.000			
✓ Raccordo n°4 - Raggio (m):415.000 - Lunghezza (m):62.413	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri		
ⓘ Progressiva						3030.647		
⚙ Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80		
ⓘ Raggio minimo in funzione della velocità	118.110							
ⓘ Raggio minimo calcolato rispetto al rettilineo successivo	43.450							
ⓘ Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				55.556				
⚠ Valori minimi/massimi da normativa	118.110			55.556				
✓ Raccordo in normativa	415.000		62.413					
✓ Clotoide n°8 - Parametro A:170.000 - Lunghezza (m):69.639	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri		
ⓘ Progressiva						3093.059		
⚙ Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80		
ⓘ Fattore di forma					1.000			
ⓘ Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	134.400							
ⓘ Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	118.296							
ⓘ Criterio ottico	138.333							

\\Clanis\utlita\SETTORE STRADE REGIONALI\AVORI\S.R.T. 71\SUBBIANO NORD - CALBENZANO\2017_201



PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T..71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr.	4
❗ Criterio ottico		415.000			1.000		
❗ Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza							
❗ Valori minimi/massimi da normativa	138.333	415.000				1.000	
✅ Clotoide in normativa	170.000		69.639				
⚠ Rettifilo n°5 - Lunghezza (m):43.450	Lung. Min	Lung. Max					Parametri
➡ Progressiva							3162.698
❗ Lunghezza minima (m)	90.000						
❗ Lunghezza massima (m)		1760.000					
❗ Valori minimi/massimi da normativa	90.000	1760.000					
⚠ Rettifilo fuori normativa	43.450						

\\Clanis\utlità\SETTORE STRADE REGIONALI\AVORI\S.R.T. 71\SUBBIANO NORD - CALBENZANO\2017_201



7 ANDAMENTO ALTIMETRICO

L'andamento altimetrico dei tracciati delle viabilità di progetto risulta condizionato, oltre che dal rispetto delle Norme in materia di progettazione stradale, dai vincoli idraulici presenti sul territorio in esame e dalle quote che è necessario mantenere, ai sensi delle Normative vigenti, rispetto alle infrastrutture già presenti.

Il profilo dell'asse principale (vedi elaborati 03.06.01 e 03.06.02) è costituito, in particolare, da una serie di livellette con pendenza compresa tra l'1.1% ed il 4.5%, raccordati con archi di parabola quadratica, aventi raggio del cerchio osculatore nel vertice compreso tra 2250m e 10000m.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le caratteristiche altimetriche dell'asse principale e le relative verifiche di normativa:



PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T. 71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO
NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr. 1	
Dati generali	Minimo	Massimo	
① Tipo di strada: C1 - Extraurbana secondaria			
① Larghezza semicarreggiata (m)	3.750		
① Velocità progetto (Km/h)	60	80	
✓ Livelletta n°1 - Pendenza (h/b): 3.200%	Pend. Max		Parametri
① Progressiva			-6.060
① Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
✓ Livelletta in normativa	3.200%		
✓ Parabola n°1 - Raggio (m): 2250.000 - Lunghezza (m): 110.250 - K: 22.500 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
① Progressiva			42.260
① Distanza utilizzata			90.547
① Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			70
① Raggio minimo da visibilità	2200.032		
① Raggio minimo comfort accelerazione verticale	630.144		
✓ Parabola in normativa	2250.000		
✓ Livelletta n°2 - Pendenza (h/b): -1.700%	Pend. Max		Parametri
① Progressiva			152.510
① Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
✓ Livelletta in normativa	-1.700%		
✓ Parabola n°2 - Raggio (m): 4900.000 - Lunghezza (m): 230.300 - K: 49.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
① Progressiva			189.608
① Distanza utilizzata			99.075
① Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			74
① Raggio minimo da visibilità	2201.767		
① Raggio minimo comfort accelerazione verticale	706.850		
✓ Parabola in normativa	4900.000		
✓ Livelletta n°3 - Pendenza (h/b): 3.000%	Pend. Max		Parametri
① Progressiva			419.908
① Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
✓ Livelletta in normativa	3.000%		
✓ Parabola n°3 - Raggio (m): 10000.000 - Lunghezza (m): 185.000 - K: 100.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
① Progressiva			525.666
① Distanza utilizzata			115.210
① Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
① Raggio minimo da visibilità	3561.741		
① Raggio minimo comfort accelerazione verticale	823.045		
✓ Parabola in normativa	10000.000		
✓ Livelletta n°4 - Pendenza (h/b): 1.150%	Pend. Max		Parametri
① Progressiva			710.666
① Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
✓ Livelletta in normativa	1.150%		
✓ Parabola n°4 - Raggio (m): 5300.000 - Lunghezza (m): 145.750 - K: 53.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
① Progressiva			1449.447
① Distanza utilizzata			111.662
① Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
① Raggio minimo da visibilità	3345.763		
① Raggio minimo comfort accelerazione verticale	823.045		
✓ Parabola in normativa	5300.000		
✓ Livelletta n°5 - Pendenza (h/b): -1.600%	Pend. Max		Parametri

\\Clan\utl\SETTORE STRADE REGIONALI\AVORI\S.R.T. 71\SUBBIANO NORD - CALBENZANO\2017_201

**PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T. 71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO
NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2**

CONTROLLO NORMATIVA				Pagina Nr.	2
Progressiva				1595.197	
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%			
Livellotta in normativa		-1.600%			
Parabola n°5 - Raggio (m):2650.000 - Lunghezza (m):161.650 - K:26.500 (Concavo)				Raggio Min	Lung. Min
Progressiva					Parametri
Distanza utilizzata					1806.106
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					113.970
Raggio minimo da visibilità				2609.253	80
Raggio minimo comfort accelerazione verticale				823.045	
Parabola in normativa				2650.000	
Livellotta n°6 - Pendenza (h/b):4.500%				Pend. Max	Parametri
Progressiva					1967.756
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%			
Livellotta in normativa		4.500%			
Parabola n°6 - Raggio (m):5000.000 - Lunghezza (m):440.000 - K:50.000 (Convesso)				Raggio Min	Lung. Min
Progressiva					Parametri
Distanza utilizzata					2036.537
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					99.983
Raggio minimo da visibilità				2682.464	75
Raggio minimo comfort accelerazione verticale				720.491	
Parabola in normativa				5000.000	
Livellotta n°7 - Pendenza (h/b):-4.300%				Pend. Max	Parametri
Progressiva					2476.537
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%			
Livellotta in normativa		-4.300%			
Parabola n°7 - Raggio (m):5500.000 - Lunghezza (m):311.520 - K:55.000 (Concavo)				Raggio Min	Lung. Min
Progressiva					Parametri
Distanza utilizzata					2577.310
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					114.005
Raggio minimo da visibilità				2610.218	80
Raggio minimo comfort accelerazione verticale				823.045	
Parabola in normativa				5500.000	
Livellotta n°8 - Pendenza (h/b):1.364%				Pend. Max	Parametri
Progressiva					2888.830
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%			
Livellotta in normativa		1.364%			
Parabola n°8 - Raggio (m):7000.000 - Lunghezza (m):175.000 - K:70.000 (Convesso)				Raggio Min	Lung. Min
Progressiva					Parametri
Distanza utilizzata					2927.820
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)					111.461
Raggio minimo da visibilità				3333.704	80
Raggio minimo comfort accelerazione verticale				823.045	
Parabola in normativa				7000.000	
Livellotta n°9 - Pendenza (h/b):-1.136%				Pend. Max	Parametri
Progressiva					3102.820
Pendenza massima (+/- h/b):		7.000%			
Livellotta in normativa		-1.136%			
Parabola n°9 - Raggio (m):3380.000 - Lunghezza (m):73.370 - K:33.800 (Concavo)				Raggio Min	Lung. Min
Progressiva					Parametri
					3128.691

\\Clan\utl\Settore STRADE REGIONALI\AVORI\S.R.T. 71\SUBBIANO NORD - CALBENZANO\2017_201



PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T. 71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO
NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2

CONTROLLO NORMATIVA		Pagina Nr. 3	
Distanza utilizzata			111.347
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			80
Raggio minimo da visibilità	0.000		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	823.045		
Parabola in normativa	3380.000		
Livelletta n°10 - Pendenza (h/b): 1.035%	Pend. Max		Parametri
Progressiva			3202.061
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	1.035%		

\\Clanis\utilità\SETTORE STRADE REGIONALI\AVORI\S.R.T. 71\SUBBIANO NORD - CALBENZANO\2017_201



8 DIAGRAMMA DELLA VELOCITÀ

Il diagramma di velocità (vedi elaborato 03.07.01) fornisce la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto, per ogni senso di circolazione ed in funzione della progressiva stradale.

Si costruisce sulla base del tracciato altimetrico calcolando in ogni suo elemento velocità di progetto, che deve essere contenuta nei limiti inferiore e superiore, e verificando il rispetto delle condizioni sulle distanze di transizione “ D_T ” relative alle manovre di accelerazione e di decelerazione.

Per le accelerazioni e decelerazioni è stato adottato il valore di 0.8 m/sec², così come imposto dalla norma.



9 INTERSEZIONI

Il tracciato di progetto prevede la realizzazione di una intersezione “a livelli sfalsati” in loc. Travigante ed una intersezione “a rotatoria” in Loc. Spedaletto, la cui geometrizzazione è stata condotta in ottemperanza del Decreto Ministeriale del 19.4.2006 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”*.

9.1 SVINCOLO TRAVIGANTE

L'intersezione si estende tra le sez. 58-16 dell'asse principale e permette la connessione della variante con la S.C. di Giuliano ed il tratto residuo della regionale, declassato a viabilità secondaria.

I rami di uscita e di entrata dell'intersezione lungo la corsia direzione Subbiano, nonché quello di entrata lungo la corsia direzione Bibbiena saranno materializzati lungo le parti terminali dei tratti residui di regionale.

Il ramo di uscita dell'intersezione lungo la corsia direzione Bibbiena sarà, invece, realizzato ex novo.

Per l'attraversamento della nuova infrastruttura sarà necessario realizzare di un nuovo ponte a tre campate di luce complessiva 55,40m.

La S.C. presente a monte verrà prolungata parallelamente alla variante, lato monte e parallelamente alla corsia in direzione Bibbiena, con lo scopo di raccogliere e coordinare i numerosi innesti a raso attualmente esistenti lungo la regionale.

Dal punto di vista del grado di funzionalità offerto, si tratta di uno schema di connessione a livelli sfalsati “non omogeneo”, in quanto riserva traiettorie protette per le correnti di traffico principali e traiettorie risolte con intersezioni a raso o canalizzate per quelle secondarie.

La scelta della soluzione suddetta, pur essendo risolvibile dalla norma con una semplice intersezione “a raso”, è stata giustificata dalla necessità di incrementare la sicurezza degli utenti della variante, con conseguente riduzione dei condizionamenti veicolari e del rischio di incidenti, nonché dai vincoli piano altimetrici imposti dall'orografia del territorio.

9.2 ROTATORIA SPEDALETTO

L'intersezione in esame permette la connessione della variante con la S.C. di Vogognano ed il tratto residuo della regionale, declassato a viabilità secondaria.



Trattandosi di una rotatoria "convenzionale", avente diametro esterno pari a 51.00m, l'anello verrà organizzato con un'unica corsia di larghezza 6.00m, affiancato da banchine di larghezza pari a 1.50m.

Gli elementi modulari della rotatoria, quali la larghezza delle corsie dei rami di ingresso ed uscita saranno modificate, rispettivamente, fino a 3.50m e 4.50m.

I raggi di curvatura dei rami di ingresso-uscita lungo l'asse principale risulteranno non minori di 35.00m, mentre quelli lungo la SC di Vogognano ed il raccordo con l'asse Spedaletto, compatibilmente con tipo di traffico veicolare che li verrà ad interessare, saranno ridotti fino a 15.00m.

La sezione trasversale dell'anello rotatorio presenterà un'unica pendenza verso l'esterno, in modo da agevolare lo smaltimento delle acque meteoriche verso i fossi ed i recapiti esistenti adattati alla nuova infrastruttura.

L'isola centrale e quelle spartitraffico saranno delimitate con cordoli in c.a.v.; quest'ultime, saranno, inoltre, pavimentate con masselli autobloccanti.

Gli assi afferenti alla rotatoria sono stati orientati in maniera tale da garantire angoli di deflessione " β " delle traiettorie in attraversamento non inferiori al valore raccomandato di 45°, così come disposto al § 4.5.3 del D.M. 19/4/2006.

Fa eccezione la traiettoria in attraversamento lungo la variante in direzione Subbiano, caratterizzata da una deflessione ridotta ($\beta = 37^\circ$), giustificata dalla necessità di agevolare la percorribilità dell'intersezione al numero rilevante di trasporti eccezionali di manufatti prefabbricati in c.a.p. provenienti da alcuni stabilimenti di produzione presenti nel comune di Bibbiena.

Tuttavia, si ritiene che tale soluzione non influisca in maniera significativa sul livello di sicurezza offerto dall'intersezione.

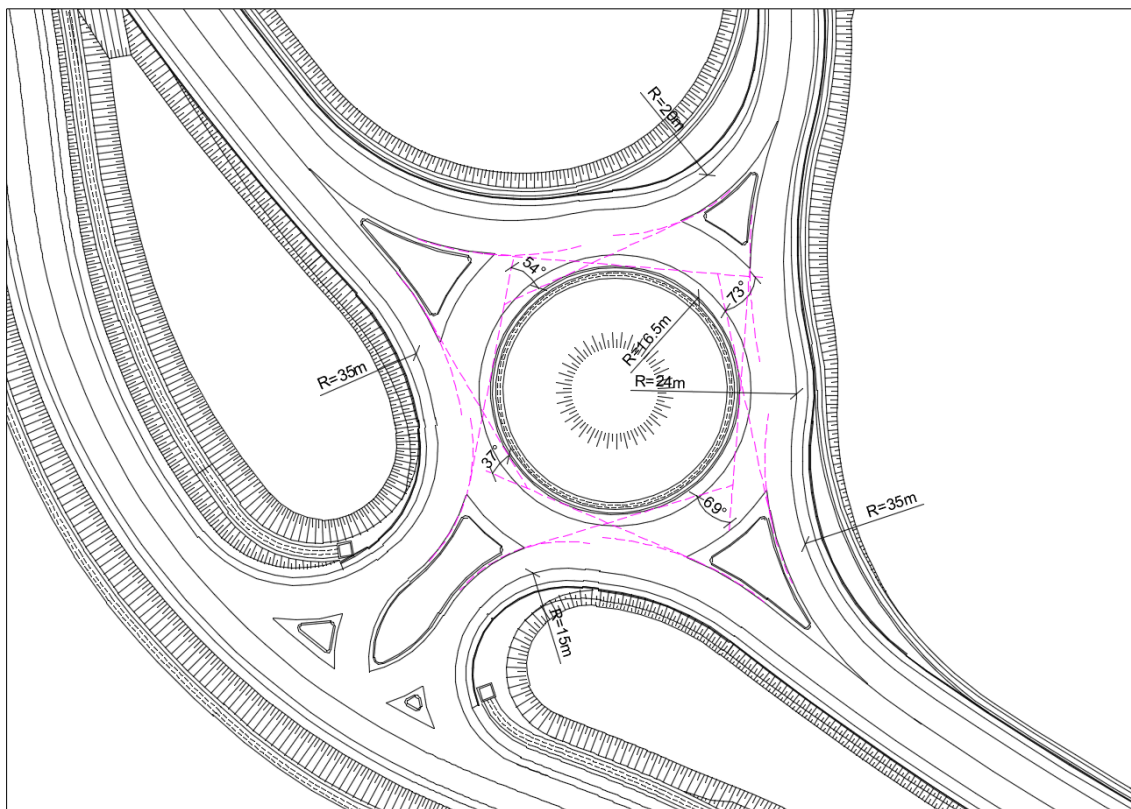


Fig. 1 – Verifica angoli di deflessione rotatoria “Spedaletto”

9.3 DISTANZE DI VISIBILITÀ

Nelle intersezioni a raso devono, in linea generale, essere mantenute per le traiettorie primarie le medesime condizioni di visibilità previste dalla norma lungo le viabilità afferenti.

Per le manovre non prioritarie, regolate da precedenza o da Stop, le suddette visuali libere vengono garantite secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto.

Per quanto riguarda l'intersezione a rotatoria sarà sufficiente garantire, in ogni ramo di ingresso, una visione completamente libera del quarto di anello in sinistra, posizionando il conducente che si appresta ad immettersi nell'intersezione a 15m dalla linea di dare precedenza.

Nelle figure seguenti sono evidenziate le aree all'interno delle quali non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti i punti di conflitto presenti nelle intersezioni di progetto.

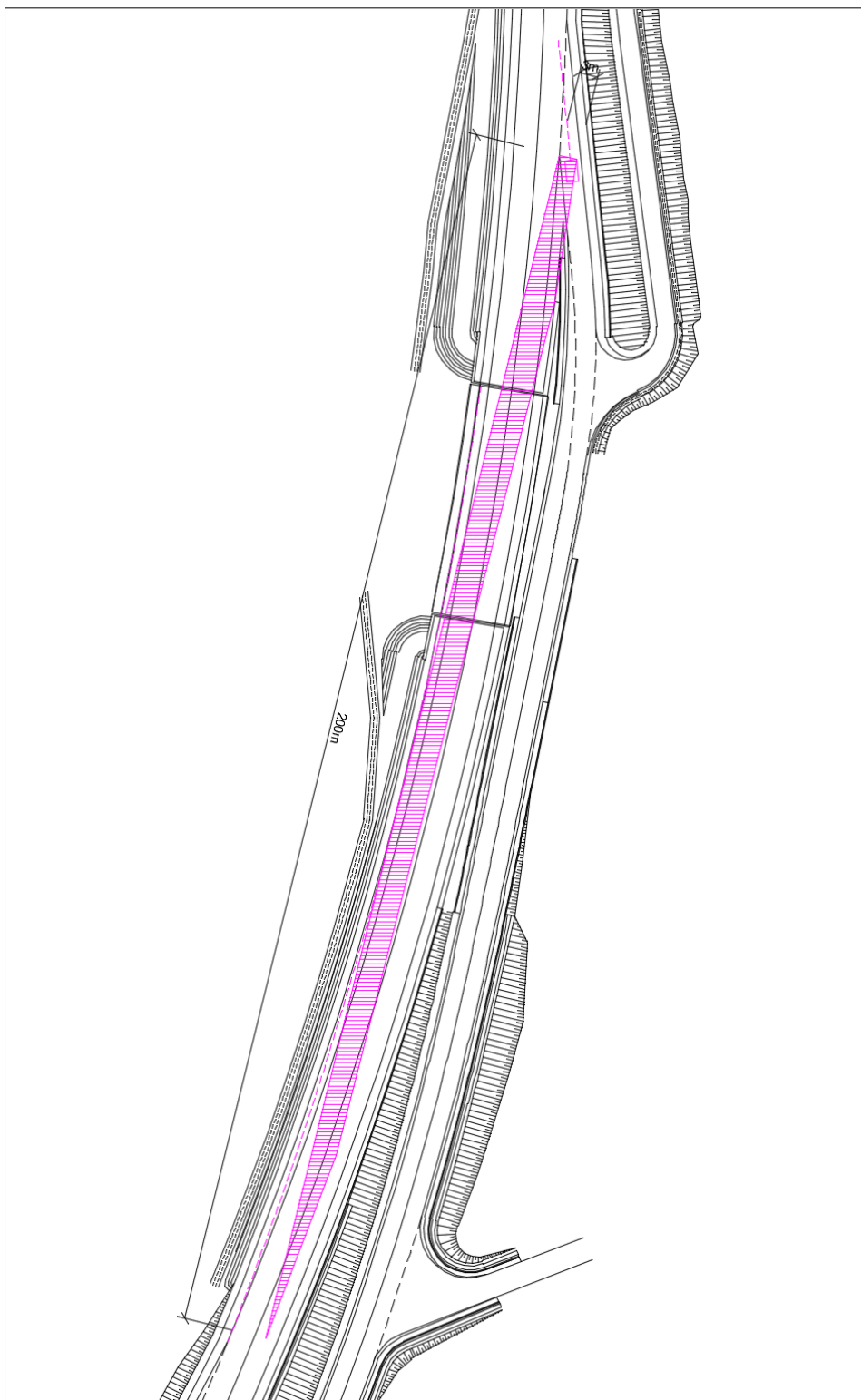


Fig. 2a – Verifica campi di visibilità svincolo “Travigante” (direzione Bibbiena)

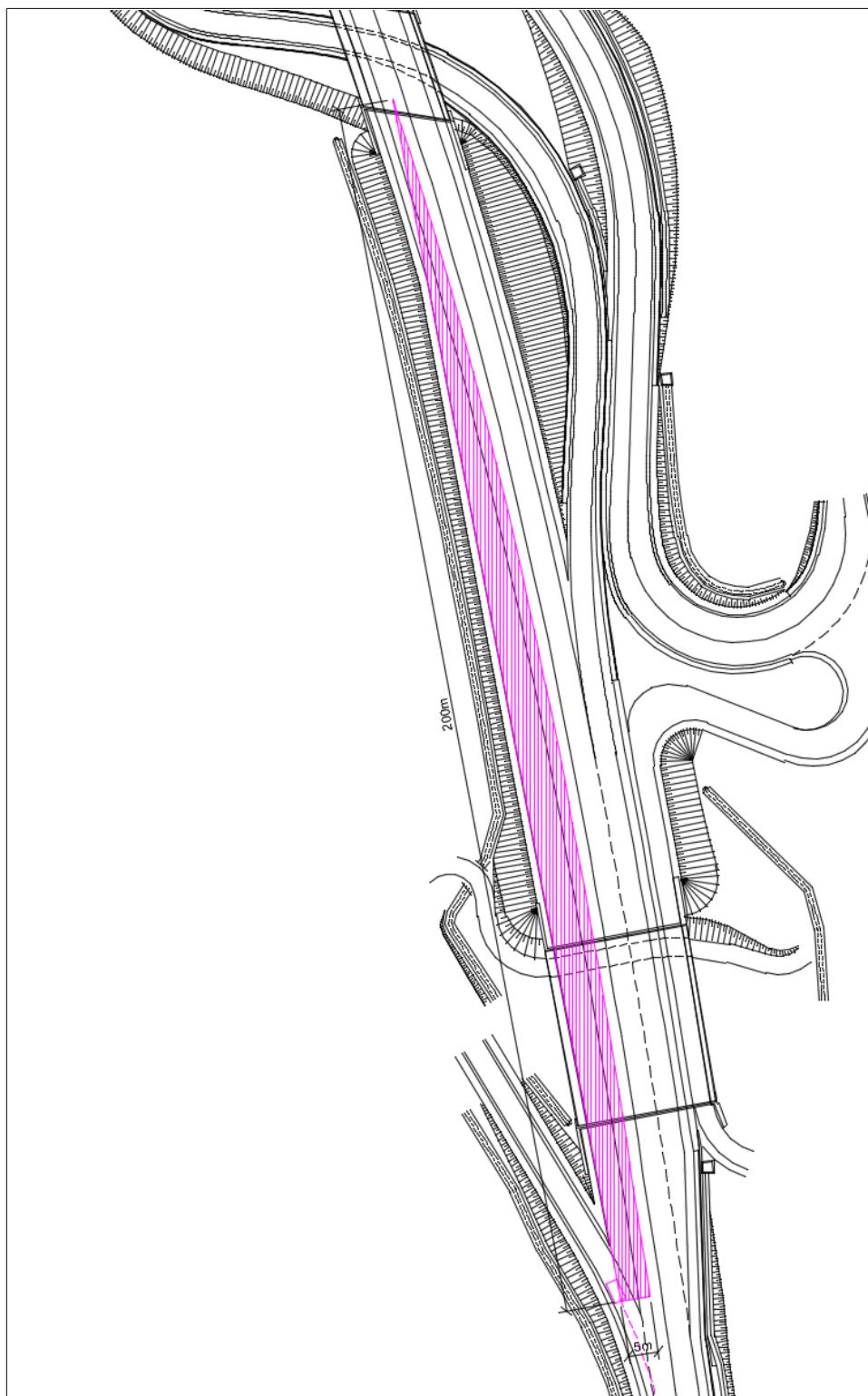


Fig. 2b – Verifica campi di visibilità svincolo “Travigante” (direzione Arezzo)

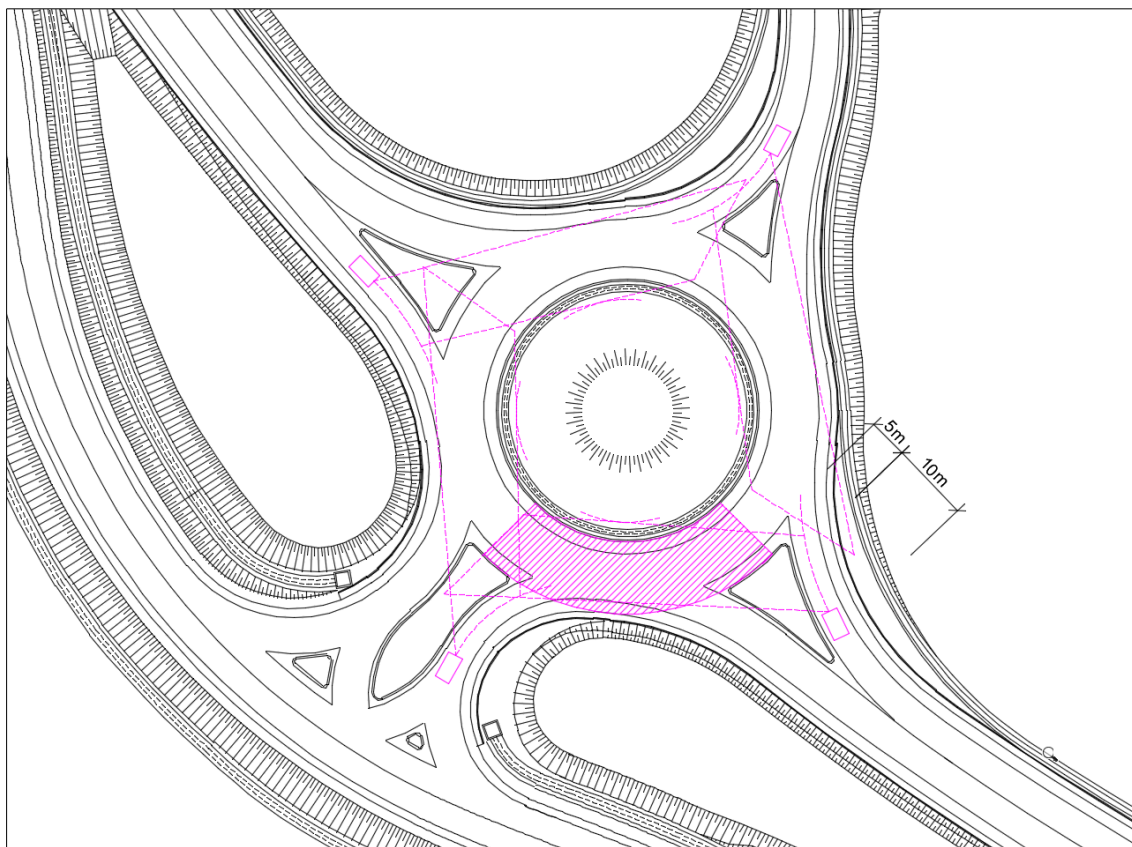


Fig. 3 – Verifica campi di visibilità rotatoria “Spedaletto”

10 OPERE D'ARTE

10.1 PONTI

I viadotti, classificati come *“Ponti per il transito dei carichi mobili indicati con il loro intero valore”* ai sensi del §5.1.3.3.4 delle NTC 2018, presentano una o più campate di luce totale variabile tra 29.10-112.50m e larghezza totale minima pari a 13.50m, comprensiva della sede di 10.50m per la carreggiata stradale, oltre due cordoli laterali sopraelevati di 0.80m e 1.50m per il posizionamento dei sicurvia ed un passo d'uomo.

L'impalcato è costituito da travi in acciaio composte con sezione a “doppio T” e poste in opera su appoggi in disco elastomerico confinato e PTFE (schema isostatico), con traversi di controvento asimmetrici e soprastante soletta in c.a. gettato in opera di spessore minimo 25cm.

Le spalle e le pile sono realizzate interamente in c.a. e risultano costituite, rispettivamente, da una parete ed un fusto cilindrico con soprastante pulvino parallelepipedo.

Le spalle sono altresì completate con muri d'ala costituiti e setto paraghiaia in c.a..

Le fondazioni sono di tipo profondo è costituita da una platea in c.a. di spessore pari a 1.50m sostenuta da pali in c.a Ø800 di lunghezza minima pari a 10.00m.

A tergo di ognuna delle spalle è prevista la realizzazione di una soletta di transizione in c.a. gettato in opera, di spessore 20cm e lunghezza minima 3.00m, con il compito di attenuare i cedimenti dei terreni di riempimento della spalla.

Il piano degli apparecchi di appoggio si trova ad una quota rispetto quella di spiccato delle fondazioni, in modo da garantire i seguenti franchi minimi con l'intradosso impalcato:

- 1.5m rispetto la quota idrometrica riferita alla piena con un tempo di ritorno di 200anni, nelle opere di scavalco dei corsi d'acqua tributari della sinistra idraulica ed afferenti al reticolo idrografico di cui all'art. 22, lett. e) della L.R. 79/2012;
- 4.00m rispetto il piano viario, nelle opere di scavalco della rete stradale.

A seguire si riporta l'elenco delle paratie previste in progetto:

OPERA	CARATTERISTICHE
Ponte torrente Lendra	1 campata, L=29.10m
Ponte Travigante	3 campate, L=18.46m+18.46m+18.46m
Ponte sez. 55	1 campata, L=37.90m
Ponte torrente Gravenna	4 campate, L=23.95m+29.98m+29.98m+23.95m



10.2 PARATIE DI SOSTEGNO

Sono costituite da berlinesi di micropali Ø250/50cm gettati a bassa pressione, ancorate con tiranti attivi da 60t/2.50m ed altresì rivestite con pannelli prefabbricati in c.a.v.

La paratie si articolano nei seguenti schemi tipologici:

- Schema tipo 1: Hf.t. massima pari a 8.55m e ancorata con tre ordini di tiranti;
- Schema tipo 2: Hf.t. massima pari a 6.50m e ancorata con due ordini di tiranti;
- Schema tipo 3: Hf.t. massima pari a 4.50m e ancorata con un ordine di tiranti.

A seguire si riporta l'elenco delle paratie previste in progetto:

OPERA	CARATTERISTICHE
Paratia sez. 6-15	Berlinese, H=var. 3.00-8.55m, L=200.00m
Paratia sez. 61-63	Berlinese, H=var. 3.00-8.55m, L=70.50m
Paratia sez. 65-66	Berlinese, H=var. 3.00-6.00m, L=17.50m
Paratia sez. 71-78	Berlinese, H=var. 3.00-8.55m, L=182.00m
Paratia sez. 83-84	Berlinese, H=var. 3.00-6.00m, L=28.00m
Paratia sez. 107-112 primo ordine	Berlinese, H=var. 3.00-6.50m, L=92.00m
Paratia sez. 107-112 secondo ordine	Berlinese, H=var. 3.00-6.00m, L=81.00m
Paratia sez. 3-5 (Asse SG2)	Berlinese, H=var. 3.00-6.00m, L=30.00m

10.3 MURI DI SOTTOSCARPA E DI SOSTEGNO

Sono costituiti in parte con pannelli prefabbricati in c.a.v. ed in parte con c.a. gettato in opera, con fondazione diretta di tipo nastriforme.

A seguire si riporta l'elenco dei muri previsti in progetto:

MURO	CARATTERISTICHE
Muro di sostegno sez. 5	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=20.00m
Muro di sostegno sez. 16-17	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=39.00m
Muro di sostegno sez. 32-35	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.60m, L=88.00m
Muro di sottoscarpa sez. 40-44	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.20m, L=122.00m
Muro di sostegno sez. 41-50	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-4.80m, L=204.50m

**PROGETTO DEFINITIVO - REALIZZAZIONE DELLA VARIANTE STRADALE DI CATEGORIA C ALLA S.R.T. 71 NEL TRATTO COMPRESO TRA SUBBIANO
NORD E LA LOC. CALBENZANO, NEL COMUNE DI SUBBIANO (AR) – LOTTI 1 E 2**

Muro di sostegno sez. 59-60	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=54.00m
Muro di sostegno sez. 64	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=10.00m
Muro di sostegno sez. 67	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=25.00m
Muro di sostegno sez. 69-71	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=47.50m
Muro di sostegno sez. 79	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=10.00m
Muro di sostegno sez. 82-83	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=22.50m
Muro di sostegno sez. 85	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=12.00m
Muro di sottoscarpa sez. 79-85	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=143.00m
Muro di sostegno sez. 90-97	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-4.20m, L=243.50m
Muro di sostegno sez. 97-107	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.60m, L=286.00m
Muro di sottoscarpa sez. 108-118	Muro prefabbricato, H=var. 2.50-3.20m, L=240.00m
Muro di sostegno sez. 112-113	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=45.00m
Muro di sostegno sez. 116-120	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.80m, L=85.00m
Muro di sottoscarpa sez. 3-7 (Asse SG1)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-4.70m, L=103.00m
Muro di sostegno sez. 7-9 (Asse SG1)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=92.00m
Muro di sostegno sez. 6 (Asse SG2)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=5.00m
Muro di sostegno sez. 9-10 (Asse SG2)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.00m, L=29.50m
Muro di sostegno sez. 17-20 (Asse SG2)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-2.50m, L=72.50m
Muro di sostegno sez. 22-27 (Asse SG2)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.50m, L=111.00m
Muro di sostegno sez. 27-29 (Asse SG2)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-2.50m, L=72.00m
Muro di sostegno sez. 30 (Asse SG2)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-2.00m, L=21.50m



Muro di sostegno sez. 57 (Strada privata)	Muro gettato in opera, Hmax=1.50m e muro prefabbricato, H=var. 1.50-3.60m, L=15.00m
---	--

10.4 TERRE ARMATE

Sono costituite da una serie di geogriglie in HDPE per il rinforzo del rilevato stradale.

A seguire si riporta l'elenco delle terre armate previste in progetto:

OPERA	CARATTERISTICHE
Terre armate sez. 32-36	H=var. 2.40-4.80m, L=125.00m
Terre armate sez. 50-54	H=var. 3.00-9.00m, L=110.00m
Terre armate sez. 56-59	H=var. 3.00-9.00m, L=77.00m

10.5 OPERE IDRAULICHE PRINCIPALI

Comprendono le altre opere di attraversamento dei corsi d'acqua corsi d'acqua tributari afferenti al reticolo idrografico, di cui all'art. 22, lett. e) della L.R. 79/2012.

Sono costituiti da una struttura scatolare prefabbricata in c.a.v. oppure in c.a. gettato in opera, con fondazione diretta e sono classificati come *“Ponti per il transito dei carichi mobili indicati con il loro intero valore”*, ai sensi del §5.1.3.3.4 delle NTC 2018.

Le dimensioni interne sono tali da garantire un franco minimo con l'intradosso impalcato pari a 1.5m rispetto la quota idrometrica riferita alla piena con un tempo di ritorno di 200anni.

A seguire si riporta l'elenco degli scatolari previsti in progetto:

OPERA	CARATTERISTICHE
Ponte AV10604	Scatolare prefabbricato, BxH =1.25x2.50m
Ponte AV10518	Scatolare prefabbricato, BxH =2.50x2.50m
Ponte AV10203	Scatolare prefabbricato, BxH =2.50x2.50m
Ponte AV9906 (fosso Della Magliana)	Scatolare gettato in opera, BxH =3.00xvar.7.00-9.00m

10.6 OPERE IDRAULICHE MINORI

Comprendono le opere di regimazione delle acque superficiali quali: fossi di guardia, vasche, pozzetti, tombini, caditoie e canalette.



11 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE

E' prevista l'esecuzione degli impianti elettrici e di illuminazione a servizio dello svincolo "Travigante" e "della rotatoria "Spedaletto".

Per maggiori dettagli si rimanda espressamente ai contenuti del progetto progetto illuminotecnico.



12 BARRIERE DI SICUREZZA

12.1 DEFINIZIONE DEL TIPO E DELLA CLASSE

La definizione delle classi di barriere è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale di appartenenza delle viabilità (tipo C1 ed F del D.M. del 5 novembre 2001), al livello di traffico ed alla destinazione delle protezioni (bordo laterale e bordo ponte).

I volumi di traffico rilevati lungo la SRT 71 a cura della Regione Toscana, nel periodo compreso tra Aprile 2015 - Maggio 2016, evidenziano un TGM di circa 12000 veicoli/giorno, con una percentuale di veicoli con massa > 3.5 ton pari al 10%.

Ne consegue che la classe di traffico ai sensi del DM 21.06.2004 è classificata di livello II.

Lungo i rami di svincolo e le viabilità secondarie, tenuto conto del carattere locale della rete, si assume invece un livello di traffico I.

Tutte le barriere previste in progetto, a protezione del margine dei rilevati di altezza pari o superiore ad 1m sul p.c. ed in sommità alle opere d'arte, sono di tipo metallico a lame.

La classe minima dei dispositivi adottati risulta essere:

Asse principale:

- Barriere spartitraffico classe H2;
- Barriere bordo laterale classe H1;
- Barriere bordo ponte classe H2.

Rami di svincolo e viabilità secondarie:

- Barriere bordo laterale su rilevati classe N2.

I punti in inizio barriere in corrispondenza delle rampe di uscita, denominati “cuspidi”, sono protetti con attenuatori d'urto di classe minima 50 (Velocità imposta nel sito da proteggere < 90km/h).

Lo spartitraffico previsto lungo i tratti in affiancamento tra asse principale ed assi secondari è realizzato, invece, con elementi monofilari tipo new jersey in c.a.v.

12.2 CRITERI DI INSTALLAZIONE

Il criterio generale seguito per la scelta delle barriere, in accordo con quanto richiamato dalla Circ. n. 62032/2010, prevede l'utilizzo di dispositivi di ritenuta caratterizzati da valori minimi di



classe di contenimento (Lc) e livello di severità d'urto sugli occupanti dei veicoli in svio (ASI, PHD e THIV).

Tale scelta è ovviamente condizionata dai vincoli imposti dal progetto e qui di seguito precisati:

Per le barriere bordo laterale:

- Arginello di larghezza pari a 1,30m;
- Distanza orizzontale tra il fronte della lama (filo fisso) e gli ostacoli a tergo non inferiore a 1,70m.

Per le barriere bordo ponte:

- Cordolo in c.a. di larghezza minima pari a 0,70m;
- Rck minimo del calcestruzzo pari a 35MPa;
- Distanza orizzontale tra il fronte della lama (filo fisso) e gli ostacoli a tergo non inferiore a 1,70m.

Per cui, si prevede l'installazione di barriere caratterizzate da una classe di livello di larghezza operativa pari a W4 A – W5 B.

Il DM 21/06/2004 stabilisce tra l'altro che, al fine di garantire il corretto funzionamento delle barriere, lo sviluppo di un tratto della medesima classe non deve essere inferiore alla lunghezza di funzionamento (Lf) posta in opera nel crash test.

Detto valore di Lf, coerentemente con la quasi totalità dei crash test dei dispositivi disponibili in commercio, si considera pari a 90m.

Perciò, qualora lo sviluppo della zona da proteggere sia inferiore a quella testata, sono poste in opera a monte ed a valle della barriera opportune estensioni di sviluppo pari a $L_m = 2/3 L_f$ e $L_v = 1/3 L_f$, costituite da dispositivi diversi ma di pari classe di contenimento e strutturalmente connesse negli elementi longitudinali.

12.3 TRANSIZIONI

Tutte le transizioni tra barriere metalliche sono ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali previsti dal produttore, evitando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali.

Nell'attesa che venga emanata una specifica norma in cui siano definite le modalità per verificare la sussistenza della continuità strutturale suddetta, si considerano tali i sistemi di transizione che prevedono:



- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali "resistenti"; tale requisito è inderogabile la lama principale, mentre per gli altri elementi potranno essere utilizzati pezzi speciali di raccordo.
- una differenza di quota tra gli elementi longitudinali resistenti delle due barriere non superiore a 20 cm.

Nello specifico sono previste transizioni di sviluppo pari a 10m, per barriere metalliche caratterizzate dalla medesima classe di "W" oppure classi di "W" adiacente.

Al fine di omogeneizzare il sistema dei dispositivi di ritenuta, evitando continue discontinuità di classe, non se ne prevede infine il cambio su tratti di lunghezza inferiore a 100m, anche se all'interno è previsto l'utilizzo di elementi di classe inferiore a quella corrente.



13 PAVIMENTAZIONE DELLA CARREGGIATA

13.1 GENERALITÀ

Il calcolo della pavimentazione è svolto con il metodo empirico-statistico dell'AASHTO *Interim Guide for Design of Pavement Structures*, attraverso il quale si determina il numero totale di passaggi di assi standard da 8,2t che una pavimentazione riesce a sopportare nel corso della "vita utile", prima raggiungere un "livello di funzionalità" ovvero di ammaloramento inaccettabile.

Il numero di passaggi di assi standard va, quindi, calcolato e confrontato con il traffico commerciale che transiterà alla fine della vita utile della pavimentazione.

13.2 TRAFFICO COMMERCIALE DI PROGETTO

Il numero di veicoli commerciali N_c che transiterà durante la "vita utile" equivale a:

$$N_c = TGM \cdot 365 \cdot P_c \cdot D \cdot L \cdot ((1+R)^n - 1) / R = 7.945.000 \text{ veicoli/vita lungo la SRT 71;} \\ = 274.325 \text{ veicoli/vita lungo le viabilità locali;}$$

dove:

TGM = 11500 veicoli/giorno: traffico giornaliero medio lungo la SRT 71;

= 500 veicoli/giorno: traffico giornaliero medio lungo le viabilità locali;

R = 1.5%: tasso di incremento annuo del traffico commerciale;

P_c = 10%: percentuale veicoli pesanti;

D = 40-60%: coefficienti di distribuzione direzionale, nei due sensi di marcia (presunto);

L = 100%: coefficiente di distribuzione di linea, per strade ad una corsia per senso di marcia;

n = 25 anni: durata vita utile della pavimentazione;

Considerando i dati di traffico registrati nella postazione di monitoraggio n. 27 al km 175+590 della S.R.T. 71, nel Comune di Chiusi della Verna, sono utilizzati come spettri di traffico commerciale di progetto, rispettivamente quelli di:

- "strade extraurbane secondarie a forte traffico", per il dimensionamento della pavimentazione della S.R.T 71 e dell'asse Spedaletto;
- "strade extraurbane secondarie ordinarie", per il dimensionamento della pavimentazione delle rampe e delle viabilità locali.

Tipo di veicolo	Distribuzione dei carichi per asse Pi (KN)	Spettro di traffico	
		Strade extraurbane secondarie a forte traffico	Strade extraurbane secondarie ordinarie
Autocarri leggeri	↓15 ↓30	13.1	0.0
Autocarri medi pesanti	↓40 ↓80	39.5	58.5
Autocarri medi pesanti	↓50 ↓110	10.5	29.4
Autocarri pesanti	↓40 ↓80 ↓80	7.9	0.0
Autocarri pesanti	↓60 ↓100 ↓100	2.6	5.9
Autotreni e autoarticolati	↓40 ↓90 ↓80 ↓80	2.6	0.0
Autotreni e autoarticolati	↓60 ↓100 ↓100 ↓100	2.5	2.8
Autotreni e autoarticolati	↓40 ↓80 ↓80 ↓80 ↓80	2.6	0.0
Autotreni e autoarticolati	↓60 ↓90 ↓90 ↓100 ↓100	2.5	0.0
Autotreni e autoarticolati	↓40 ↓100 ↓80 ↓80 ↓80	2.6	0.0
Autotreni e autoarticolati	↓60 ↓110 ↓90 ↓90 ↓90	2.6	0.0
Mezzi d'opera	↓50 ↓120 ↓130 ↓130 ↓130	0.5	0.5
Autobus	↓50 ↓80	10.5	2.9

Tab. 1 – Spettri di traffico commerciale di progetto

Noti gli spettri di traffico, sarà possibile determinare il numero di transiti di ciascuna tipologia di veicoli commerciali e, d il numero di passaggi per ogni tipologia di asse, attraverso la seguente relazione:

$$N_i = N_C \cdot \sum_j f_{j,i}$$

Dove:

$f_{j,i}$ è la percentuale di transiti del veicolo di classe j in cui compare l'asse i .

13.3 TRAFFICO SOPPORTABILE

Il traffico sopportabile dalle pavimentazioni previste, in termini di numero di assi standard da 8,2t ($W_{8,2}$) è determinato attraverso la seguente funzione di regressione:

$$\log W_{8,2} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log \left(\frac{SN}{2.54} + 1 \right) - 0.20 + \frac{\log \left(\frac{PSI_i - PSI_f}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1 \right)^{5.39}}} + 2.32 \cdot \log M_R - 3.056$$

dove:

Z_R : valore della variabile normale standard per il percentile pari al livello di affidabilità prescelto;

S_0 : deviazione standard assunta per i dati di input;

SN (*Structural Number*) = $\sum (a_i \times m_i \times s_i)$: parametro che tiene conto della resistenza strutturale della pavimentazione;

a_i : coefficiente strutturale dello strato i-esimo;

m_i : coefficiente di drenaggio dello strato i-esimo;

s_i : spessore dello strato i-esimo;

PSI (*Present Serviceability Index*): indice di servizio della pavimentazione;

M_R : modulo resiliente del sottofondo, costante durante tutto l'anno solare.

Lo Structural Number (SN) rappresenta lo spessore equivalente della sovrastruttura ed è funzione degli spessori “s” dei vari strati, delle loro proprietà meccaniche (attraverso i coefficienti strutturali “a_i”) e, per gli strati in materiali non legati, della loro sensibilità all’acqua (mediante i coefficienti di drenaggio “m_i”).

Il coefficiente “a_i” esprime la capacità di un determinato strato a funzionare proprio come “componente strutturale” ed è funzione del modulo di rigidità del materiale che lo costituisce.

Il coefficiente di drenaggio “m_i” è funzione sia delle capacità drenanti del materiale utilizzato negli strati non legati, che del contenuto d’acqua.

qualità del drenaggio	percentuale di tempo in cui il materiale è prossimo a saturazione			
	<1%	1÷5%	5÷25%	>25%
ottimo	1,40÷1,35	1,35÷1,30	1,30÷1,20	1,20
buono	1,35÷1,25	1,25÷1,15	1,15÷1,00	1,00
discreto	1,25÷1,15	1,15÷1,05	1,05÷0,80	0,80
scarso	1,15÷1,05	1,05÷0,80	0,80÷0,60	0,60
molto scarso	1,05÷0,95	0,95÷0,75	0,75÷0,40	0,40

Tab. 2 - Coefficienti di drenaggio per strati di base e di fondazione in materiale non legato

Il livello di funzionalità della sovrastruttura è invece definito attraverso il Present Serviceability Index (PSI), il quale è un valore numerico ricavato con leggi regressive a partire dai dati dedotti dal monitoraggio di pavimentazioni esistenti.

Tale valore è funzione di vari parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, la portanza del sottofondo, ecc.

Il PSI può assumere valori compresi tra 0 (pavimentazione in pessime condizioni) e 5 (pavimentazione in ottimo stato), in funzione dell'estensione e della gravità del danno.



Per le pavimentazioni flessibili l'evoluzione del PSI con il numero di passaggi di assi dello stesso tipo è data da:

$$PSI = PSI_{f-} (PSI_{i-} - PSI_f) \cdot (N/\rho)^\beta$$

dove:

PSI_i : indice di servizio della pavimentazione nuova;

PSI_f : indice di servizio della pavimentazione a fine vita utile;

N : numero di passaggi dell'asse i -esimo;

ρ e β : coefficienti funzione del tipo di asse e delle caratteristiche strutturali della pavimentazione.

$$\rho = 5.93 + 9.36 \cdot \log (SN + 1) - 4.79 \cdot \log (L_1 + L_2) + 4.33 \cdot \log (L_2);$$

$$\beta = 0.40 + [0.081 \cdot (L_1 + L_2)^{3.23}] / [(SN + 1)^{5.19} \cdot L_2^{3.23}];$$

L_1 : peso complessivo dell'asse del veicolo i -esimo [KN];

L_2 : tipologia dell'asse del veicolo i -esimo (=1 per assi singoli, =2 per assi tandem, = 3 per assi tridem).

Poiché il traffico commerciale che transita sulla strada è costituito da veicoli che si differenziano per numero di assi, carico per asse e tipologia di asse, è possibile determinare il numero di assi standard equivalenti che produce il medesimo danno attraverso la relazione:

$$N_{eq} = \sum_i N_i \cdot EALF_i$$

dove:

$EALF_i$ (*Equivalent Axle Load Factor*): coefficiente di equivalenza dell'asse i , definito come il rapporto tra il numero di passaggi che determinano lo stesso grado di ammaloramento, ovvero:

$$\log \left(\frac{N_{82}}{N_i} \right) = \log EALF_i = -6.12 + \log \left(\frac{PSI_0 - PSI_f}{PSI_0 - PSI_{lim}} \right) \cdot \left(\frac{1}{\beta_{82}} - \frac{1}{\beta_i} \right) + 4.79 \cdot \log (L_1 + L_2) - 4.33 \cdot \log L_2$$

A seguire si riportano i particolari dei pacchetti di pavimentazione di tipo semi-rigido previsti lungo le viabilità di progetto e le relative caratteristiche:

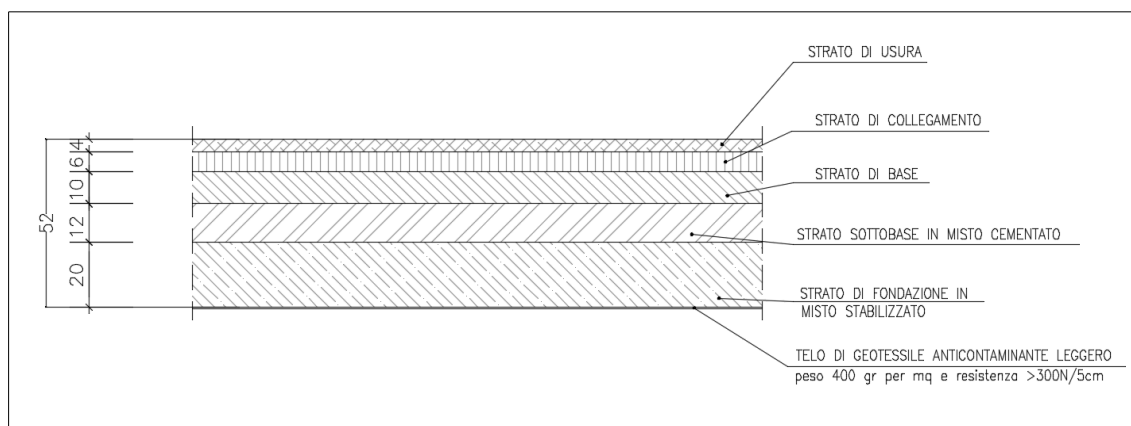


Fig. 4a - Particolare pavimentazione asse principale

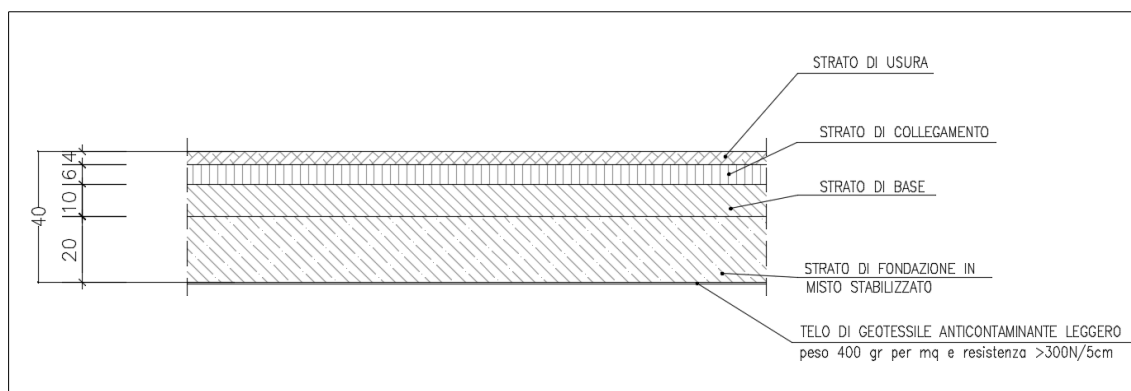


Fig. 4b - Particolare pavimentazione asse Spedaletto

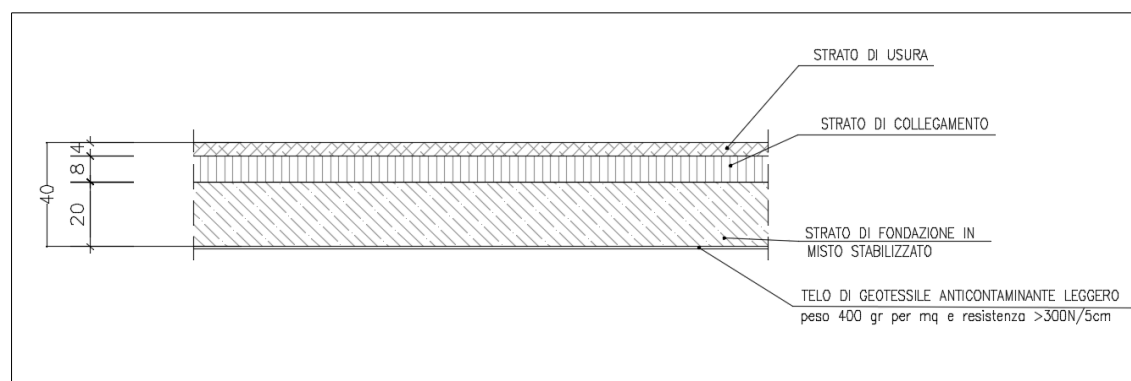


Fig. 4c - Particolare pavimentazione altri assi secondari



strato	materiale	coeff. strutturale	spessore (cm)		
			Asse principale	Asse Spedaletto	Altri assi secondari
usura	conglomerato bituminoso	0.38	4	4	4
binder	conglomerato bituminoso	0.41	6	6	8
base	conglomerato bituminoso	0.30	10	10	-
sottobase	misto cementato	0.28	12	-	-
fondazione	misto granulare	0.13	20	20	20

Tab. 3 – Caratteristiche pacchetti di pavimentazione di progetto

I valori dei coefficienti strutturali sono stati assunti sulla base delle caratteristiche meccaniche che mediamente si riscontrano in materiali da costruzione utilizzati.

Ipotizzando che la capacità di drenaggio dello strato di fondazione sia scarsa e che lo strato sia prossimo alla saturazione al massimo per il 5% del tempo, il coefficiente di drenaggio è stato assunto pari a 1.00.

I valori di SN delle pavimentazioni supposte sono, dunque, rispettivamente pari a: 12.88 cm nel caso dell'asse principale, 9.58 cm nel caso dell'asse Spedaletto e 7.40 cm nel caso degli altri assi secondari.

In via cautelativa il modulo resiliente del sottofondo M_r è stato ipotizzato pari a 60 MPa, corrispondente a un CBR di progetto uguale a 6.

I valori di PSI utilizzati per il dimensionamento sono, rispettivamente pari a: $PSI_0 = 4.2$, $PSI_f = 2.5$ e $PSI_{lim} = 1.5$.

La deviazione standard S_0 è stata assunta pari a 0.45, mentre il valore Z_R della variabile normale standard è stata considerata pari a, rispettivamente: 1.28 nel caso dell'asse principale (per un livello di affidabilità del 90%) e 1.04 nel caso dell'asse Spedaletto e degli altri assi secondari (per un livello di affidabilità pari a 85%).

Sulla base dei valori di input sopra riportati, si stima che il numero di assi standard equivalenti (N_{82}) che le pavimentazioni di progetto possono sostenere nell'arco della vita utile è, rispettivamente, pari a circa: 16.500.000 per l'asse principale, 2.350.000 per l'asse Spedaletto e 625.000 per gli altri assi secondari.

Calcolati, inoltre, i vari EALF (Equivalent Axle Load Factor) tra ciascuna tipologia di asse circolante e l'asse standard da 82 KN, il numero di assi standard equivalenti che produce il medesimo danno del traffico commerciale circolante durante la vita utile delle pavimentazioni (N_{eq}) corrisponde a:



tipo asse	peso KN	passaggi equivalenti	
		S.R.T. 71	viabilità locale
singolo	10	0	0
singolo	15	1.035	0
singolo	20	0	0
singolo	30	15.799	0
singolo	40	221.560	11.663
singolo	50	221.567	14.817
singolo	60	226.262	7.565
singolo	80	3.977.324	153.340
singolo	90	298.092	0
singolo	100	1.737.435	50.322
singolo	110	3.230.931	260.695
singolo	120	170.718	6.399
tandem	160	1.298.365	0
tandem	180	394.267	0
tandem	200	1.206.788	48.619
tridem	240	310.528	0
tridem	270	494.112	0
tridem	390	381.304	14.968
N _{eq}		14.186.088	568.687

Tab. 4 – Numero di passaggi equivalenti spettri di traffico commerciale

Per quanto riguarda l'asse Spedaletto, il valore di N_{eq} è stato stimato in 1.920.000 transiti di asse equivalente, di cui: 1.360.000 nell'arco dei tre anni di durata dei lavori del Lotto 1 (con TGM di 11.500 veic/giorno e lo spettro di traffico per "strade extraurbane a forte traffico"), e 560.000 nei 22 anni residui (con TGM di 500 veic./giorno e spettro di traffico per "strade extraurbane ordinarie").

Essendo, dunque verificato che $N_{82} > N_{eq}$, con un adeguato margine di sicurezza, le pavimentazioni proposte risultano correttamente dimensionate.