



GRUPPO FS ITALIANE

ANAS S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

Cap. Soc. € 2.269.892.000,00 - Iscr. R.E.A. 1024951 - P.IVA 02133681003 - C.F. 80208450587
Sede legale: Via Monzambano, 10 - 00185 Roma - Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224
Sede Compartimentale: Viale dei Mille, 36 - 50131 Firenze - Tel. 055.56401 - Fax. 075.573497
Pec: anas.toscana@postacert.stradeanas.it

STRUTTURA TERRITORIALE TOSCANA - AREA GESTIONE RETE

S.S.330 – Lavori di ricostruzione del ponte sul fiume Magra al km 10+422 STRALCIO 2 – PROGETTO DEL NUOVO PONTE E DELLE OPERE COMPLEMENTARI

PROGETTO DEFINITIVO

COD. ACMSFI00586

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:

MATILDI+PARTNERS

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI

SPECIALISTICHE:

Ing. Filippo Busola – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona al n. A2165

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL
Ordine dei Geologi Regione Veneto – n. 501/A

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Geom. Stefano Caccianiga – POLITECNICA
Collegio Geometri Provincia di Firenze n.3403/12

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giocchino Del Monaco

VISTO: IL DIRETTORE PER L'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

Ing. Mirko Fagioli

PROTOCOLLO:

DATA:

IL PROGETTISTA:

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE, GEOTECNICA E RAPPORTI CON ENTI:

Ing. Luciano Viscanti (Politecnica)–Ordine ingegneri Prov. Firenze n.5709

STRUTTURE:

Ing. Carlo Vittorio Matildi (Matildi+P)–Ord. ingegneri Prov. Bologna n.6457/A

IDROLOGIA ED IDRAULICA:

Ing. Alessandro Cecchelli (Politecnica)–Ord. ingegneri Prov. Grosseto n.760

AMBIENTE E PAESAGGIO:

Arch. Maria Cristina Fregni(Politecnica)–Ord. Architetti Prov.Modena n. 611

CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE:

Geom. Stefano Caccianiga–(Politecnica)–Collegio geometri Firenze n.3403/12

04 – PROGETTO STRADALE Relazione Tecnica

CODICE PROGETTO

NOME FILE

PROGR. ELAB.

REV.

SCALA:

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

0401_T02PS00TRARE01A

0401

MSFI137 P 2001

CODICE ELAB. T02PS00TRARE01

A

-

D

C

B

A

REV.

EMISSIONE

10/2020

POLITECNICA

A.Nesci

L.Viscanti

F.Busola

DESCRIZIONE

DATA

SOCIETA'

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
1.1	INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....	1
1.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	2
1.2.1	Il nuovo ponte.....	2
1.2.2	La variante della SS 62 “della Cisa”.....	2
1.2.3	Nuova viabilità locale.....	3
1.2.4	L'intersezione a rotatoria tra la S.S. 62 e la S.S. 330.....	3
1.2.5	Miglioramento dell'intersezione esistente tra “S.S.62” e “Via Nuova”.....	4
1.3	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
2	CATEGORIA STRADALE	6
3	CRITERI PROGETTUALI	7
3.1	ASSI STRADALI.....	7
3.1.1	CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE.....	7
3.1.2	CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE.....	11
3.1.3	ANALISI DI VISIBILITÀ.....	12
3.2	INTERSEZIONI ROTATORIE.....	14
4	TRACCIATO STRADALE VIABILITA' PRINCIPALE – VARIANTE SS62 E ASSE PONTE	15
4.1	Relazione ex art. 4 DM 22/04/2004.....	15
4.2	ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	17
4.2.1	ELEMENTI PLANIMETRICI ASSE PRINCIPALE – VARIANTE SS62.....	17
4.2.2	ELEMENTI PLANIMETRICI ASSE PONTE.....	18
4.3	ANDAMENTO ALTIMETRICO.....	18
4.3.1	ELEMENTI ALTIMETRICI ASSE PRINCIPALE – VARIANTE SS62.....	18
4.3.2	ELEMENTI ALTIMETRICI ASSE PONTE.....	19
5	TRACCIATO STRADALE VIABILITA' SECONDARIA – STRADA LOCALE	19
5.1	ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	19
5.1.1	ELEMENTI PLANIMETRICI VIABILITA' SECONDARIA – ASSE LOCALE.....	19
5.2	ANDAMENTO ALTIMETRICO.....	20
5.2.1	ELEMENTI ALTIMETRICI ASSE LOCALE.....	20

6	ANALISI DI CONGRUENZA CON LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELLA VIABILITA' PRINCIPALE	
	21	
6.1	VERIFICA DELL'ANDAMENTO PLANIMETRICO	21
6.1.1	ASSE PRINCIPALE – ASSE SS62	21
6.1.2	ASSE PONTE	23
6.2	VERIFICA DELL'ANDAMENTO ALTIMETRICO	25
6.2.1	ASSE PRINCIPALE – VARIANTE SS62.....	25
6.2.2	ASSE PONTE	26
6.3	VERIFICA DI VISIBILITA'	27
7	INTERSEZIONI	28
7.1	ROTATORIA R.01.....	28
8	CORPO STRADALE.....	30
8.1	VIABILITA' PRINCIPALE ASSE SS62.....	30
8.2	ROTATORIA.....	31
8.3	VIABILITA' ASSE LOCALE	31
9	SOVRASTRUTTURA	33
9.1	VIABILITA' PRINCIPALE ED INTERSEZIONI	33
10	SEGNALETICA STRADALE.....	38
10.1	SEGNALETICA VERTICALE.....	38
10.1.1	COSTRUZIONE DEI SEGNALI.....	39
10.1.2	VISIBILITÀ E POSIZIONAMENTO	39
1.1.1	POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA VERTICALE STANDARD.....	41
10.1.3	SEGNALAMENTO VERTICALE DI INDICAZIONE.....	41
10.1.4	DELINEATORI DI MARGINE.....	41
10.2	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	42
10.2.1	STRISCE LONGITUDINALI	42
11	FLUSSI DI TRAFFICO.....	43
12	BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI	46
13	PISTA CICLABILE.....	50

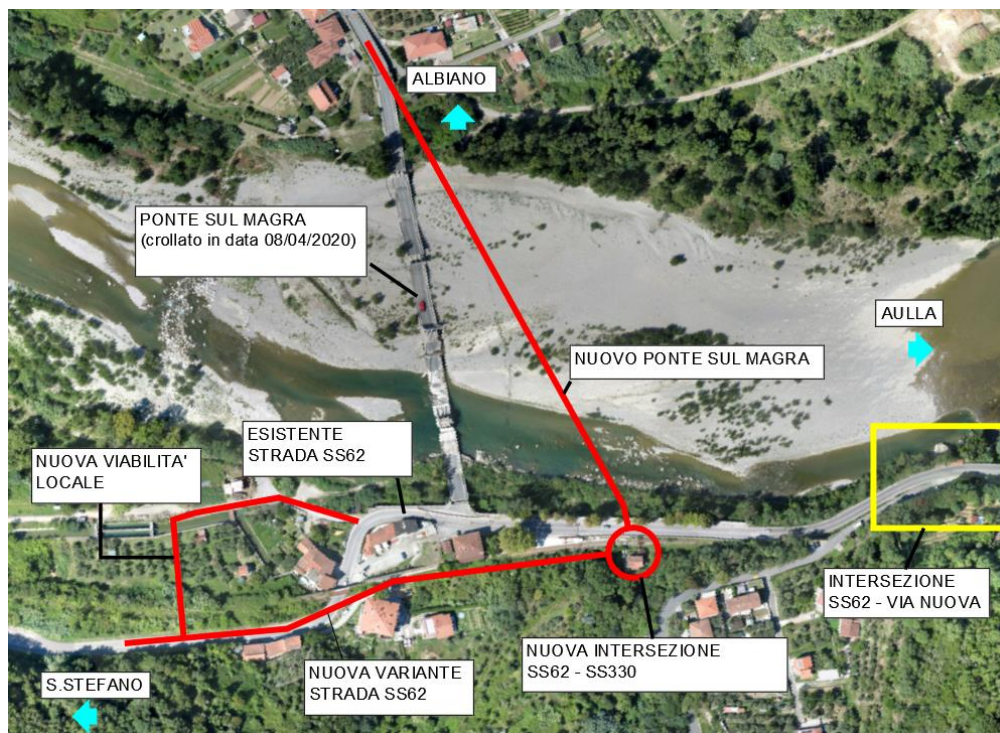
1 PREMESSA

1.1 INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il presente elaborato sviluppa la relazione tecnica stradale relativa agli interventi previsti dal Progetto Definitivo "ACMSFI00586 - S.S.330 - Lavori di ricostruzione del ponte sul fiume Magra al km 10+422". Finalità dell'intervento è quella di ripristinare il collegamento tra le due sponde del Fiume Magra all'altezza dei due abitati di Albiano Magra e Caprigliola, rispettivamente in destra e sinistra idraulica del Fiume Magra, dopo il crollo del ponte in corrispondenza dell'innesto della SS 330 "di Buonviaggio" sulla SS 62 "della Cisa". Il progetto si articola in una serie di interventi di cui la realizzazione del nuovo ponte sul Fiume Magra in luogo di quello crollato l'8 Aprile 2020, ne costituisce il cuore/il perno; ad esso le opere complementari sono strettamente legate per migliorare le viabilità di interesse nazionale (s.s.330 e s.s.62) e per riqualificare le aree adiacenti agli insediamenti abitativi presenti in prossimità del fiume sia lato Albiano sia lato Caprigliola.

Oltre alla nuova opera d'arte, sono previsti i seguenti interventi:

- Variante alla s.s.62 per eliminare le criticità di tracciato in corrispondenza dell'attuale sottopasso ferroviario esistente; nell'ambito del presente intervento è prevista anche la realizzazione di nuova viabilità locale per accesso a fondi privati altrimenti interclusi dalla realizzazione della variante stessa
- Nuova intersezione a rotatoria tra la s.s.330 e la s.s.62.
- Miglioramento dell'intersezione stradale esistente tra la s.s.62 e la strada "Via Nuova" che funge da viabilità di accesso all'abitato di Caprigliola.



Corografia area di intervento

1.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

1.2.1 Il nuovo ponte

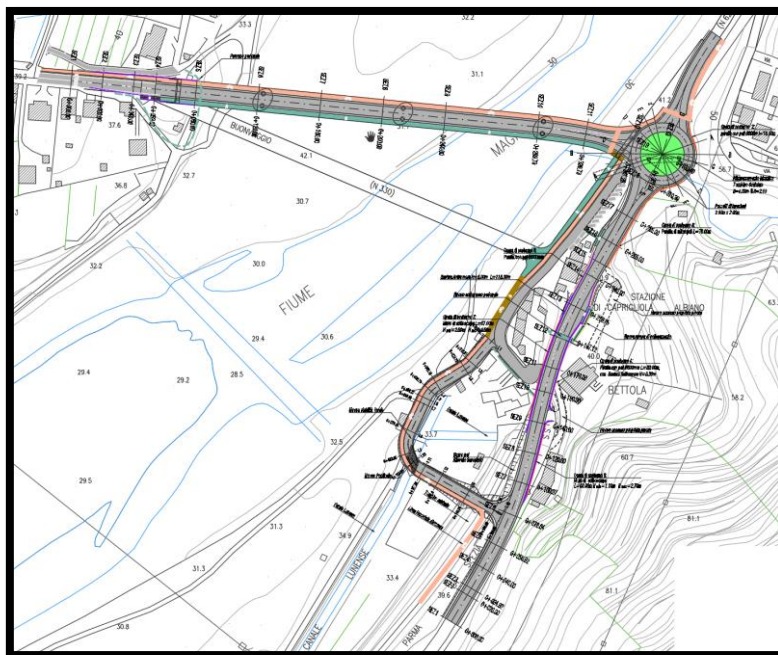
Il nuovo ponte scavalca il sedime del fiume Magra con quattro campate con scansione di luci 54 m + 90 m + 90 m + 54 m per una lunghezza complessiva di 288 m al netto dei retrotrave, con schema statico a trave continua.

La sezione trasversale prevede una carreggiata stradale costituita da due corsie di larghezza pari a 3.50 m, completate da banchine di larghezza pari a 1.25 m, cordoli che ospitano i guard-rail di larghezza pari a 0.60 m, oltre che due piste ciclopedonali poste su entrambi i lati di larghezza pari a 2.50m, per una larghezza complessiva pari a 15.70m .

Planimetricamente l'impalcato è caratterizzato da uno sviluppo rettilineo a meno dell'ultima campata che si immette in rotatoria, caratterizzata da un raggio di 350 m; altimetricamente il tracciato del ponte presenta due livellette con pendenza del 3.04% e del 3.45% con raccordo altimetrico con raggio di 3000 m.

1.2.2 La variante della SS 62 “della Cisa”

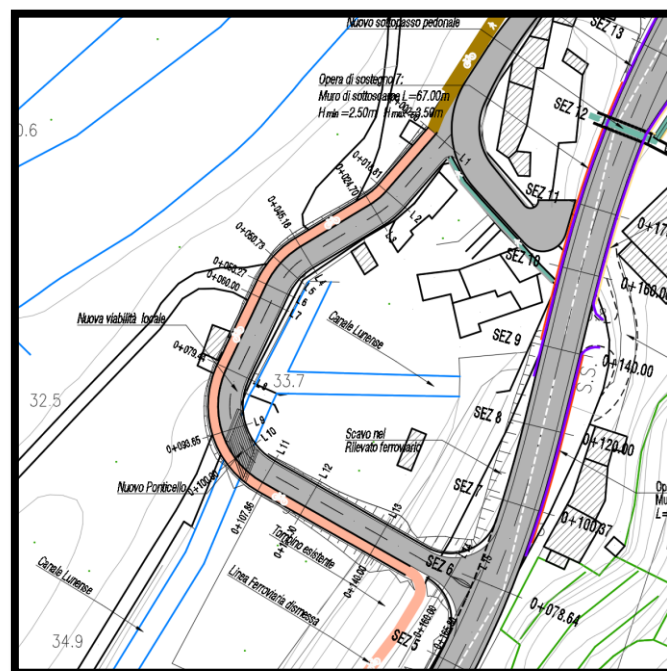
L'esistente SS62 “della Cisa” è attualmente caratterizzata da un andamento plano-altimetrico e da una sezione trasversale che non permette il transito simultaneo di mezzi pesanti nelle due direzioni. Inoltre, l'attuale intersezione con il ponte sul Magra risulta essere dismessa causa crollo del ponte stesso in data 08 Aprile 2020. La soluzione di progetto, maturata a seguito dell'analisi di più alternative, consiste nella realizzazione di un nuovo asse stradale della lunghezza complessiva di 330 m ca. La nuova strada, appartenente alla categoria C2 secondo la classificazione fornita dalla norma (D.M. 05/11/2001), avrà una sezione trasversale complessivamente ampia 9,50m, con corsie e banchine rispettivamente ampie 3,50 m e 1,25 m. E' prevista anche la realizzazione di due fermate per i mezzi di trasporto pubblico da collocare a circa 30 m dalla rotatoria di progetto.



Planimetria generale di progetto

1.2.3 Nuova viabilità locale

Sul lato Ovest del nuovo asse viario è prevista la realizzazione di una strada vicinale per la rilocazione degli accessi privati che insistono sulla sede della SS62 che rimane interclusa dall'intersezione a rotatoria. In particolare l'intervento prevede la riqualificazione di un tratto stradale esistente e la realizzazione di una intersezione a precedenza con il nuovo asse stradale della SS62. La strada di servizio avrà una lunghezza complessiva di 165 m circa e una sezione tipo costituita da corsia e banchina di larghezza pari rispettivamente a 2.75 m e 0.50m. Separatamente dalla sede stradale, tramite cordolo di 0.50m, è prevista la realizzazione di una pista ciclo-pedonale di larghezza pari a 2.50m. La nuova viabilità locale confluirà nella viabilità principale (SS62) attraverso una intersezione a precedenza.

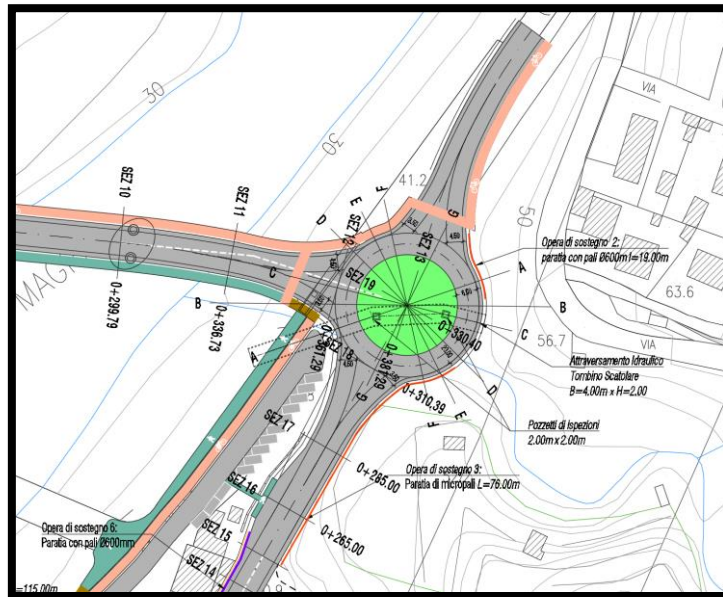


Planimetria viabilità locale

1.2.4 L'intersezione a rotatoria tra la S.S. 62 e la S.S. 330

Rispetto all'intersezione a T esistente, la soluzione a rotatoria comporta notevoli benefici in termini di sicurezza e funzionalità, consentendo di ridurre notevolmente i punti di conflitto all'intersezione e smaltire elevati flussi di traffico rendendo quindi la circolazione veicolare più fluida. Tale soluzione è particolarmente adatta per intersezioni tra strade con uguale livello gerarchico, come il caso in esame. Si ritiene opportuno ricordare che con il ponte (crollato) in esercizio, il tratto terminale della s.s. 330 era costantemente interessato da code di veicoli dovute al mancato assorbimento da parte della s.s.62 sia in occasione di gestione dell'intersezione con impianto semaforico sia con la sola segnaletica stradale. Inoltre la geometria della rotatoria consente l'inserimento di attraversamenti pedonali e ciclabili incrementando il livello di sicurezza dell' "utente debole" della strada sfruttando le isole spartitraffico come "salvagente stradale". Nel caso in esame si prevede infatti l'inserimento di attraversamenti ciclabili sui rami Nord ed Ovest dell'intersezione. Sotto l'aspetto propriamente tecnico, Il progetto prevede la realizzazione di una intersezione a rotatoria di tipo "convenzionale" secondo la classificazione delle rotatorie fornite dalla vigente norma (D.M. 19/04/2006). La rotatoria è caratterizzata da un Diametro Esterno pari a 40m. La sezione tipo adottata per l'anello

rotatorio è composta da una corsia da 6,00 m e una banchina esterna pari a 1,00 m. I tre rami di intersezione sono preisti a singola corsia di larghezza pari a 3,50 m in entrata e 4,50 m in uscita, nel rispetto del D.M. 19/04/2006.



Planimetria nuova intersezione a rotatoria SS62 – SS330

1.2.5 Miglioramento dell'intersezione esistente tra "S.S.62" e "Via Nuova"

Il progetto prevede il miglioramento dell'intersezione esistente e migliora fortemente le condizioni di livello di servizio per la viabilità di accesso a Capriogliola (Strada comunale Via Nuova). L'intervento risolve parzialmente l'accessibilità all'abitato, in quanto non ha lo scopo di riqualificare l'intera viabilità Comunale ma solo di migliorarne l'accessibilità. Il bacino d'utenza effettivamente espresso risulta modesto e comunque non generatore di condizioni critiche in termini di deflusso. L'impatto paesaggistico generato dal paramento di sostegno di notevole altezza è da porre in relazione al reale miglioramento delle condizioni di sicurezza dell'intersezione.



Intersezione tra S.S. 62 e Via Nuova

1.3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La progettazione è stata condotta in accordo alle normative stradali “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (DM del 05/11/01) e “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (DM del 19/04/2006). Poiché il presente Progetto Definitivo interessa interventi da intendersi come adeguamenti di strade esistenti, è stato preso a riferimento quanto contenuto nel D.M. del 22/04/2004 e nel documento “Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti” del 21/03/2006.

Secondo quanto previsto dal D.M. del 22/04/2004 (pubblicato sulla GU n.147 del 25/06/2004), che modifica l'art.2 e l'art.3 del D.M. n.6792 del 05/11/2001 sulle “Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade”, le norme in oggetto si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali 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.

In merito alla composizione delle piattaforme stradali sono state applicate le più recenti geometrie previste dall'attuale normativa in vigore e conformati i bracci di ingresso/uscita alle sezioni tipo previste dalle viabilità connesse.

Per quanto riguarda il progetto delle barriere di sicurezza sono state seguite le “Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione” (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni). La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni.

Il progetto della segnaletica è stato condotto in accordo alle normative D.Lgs. 30 aprile 1992, n°285 “Nuovo codice della strada” – Testo aggiornato in base alla Legge 286/2006 del 29.11.2006 – Aggiornato al D.M. 17-12-2008; D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” – Aggiornato al D.P.R. 6 marzo 2006, n°153; D.M. 5 novembre 2001, n. 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e relativo decreto di modifica del 22 aprile 2004”; D.M. 31 marzo 1995, n°1584 “Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali”; D.M. 10 luglio 2002 “Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo”; D.M. 21 giugno 2004 “Aggiornamento alle 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”; D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”. In merito alla progettazione della pista ciclabile sono state prese a riferimento le Istruzioni tecniche Per la progettazione delle reti ciclabili (Bozza n.3 17 Aprile 2014) e quanto previsto dal D.M. 30 novembre 1999 “Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”.

2 CATEGORIA STRADALE

La viabilità di progetto principale è costituita dalla nuova variante SS62 e dal nuovo ponte sul Magra. La variante SS62 è conforme alla categoria C2 prevista nel D.M. 05/11/2001, caratterizzata da un intervallo della velocità di progetto compreso tra 60 e 100 km/h. La piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre alle banchine. Le due corsie hanno larghezza pari a 3.50 m con banchine di larghezza pari a 1.25 m, per una larghezza complessiva della piattaforma pari a 9.50 m, esclusi gli elementi marginali. La pendenza trasversale della piattaforma è pari a 2.50% verso l'esterno per ciascuna corsia nei tratti in rettilineo, mentre nei tratti in curva circolare è pari al 7% verso l'interno della curva per ambedue le corsie, come indicato dal D.M. 05/11/2001 per i valori di raggi di curvatura adottati nel caso in oggetto. Anche la viabilità del nuovo ponte rientra nella categoria stradale C2 definita dal D.M. 05/11/2001 e presenta, dunque, i medesimi limiti di velocità di progetto e pendenza trasversale e longitudinale precedentemente descritti.

Oltre all'asse principale risultano oggetto del presente intervento anche la viabilità secondaria locale, precedentemente introdotte, ed infine il ramo Nord della rotatoria di progetto, ovvero l'asse di ricucitura con la viabilità esistente confluyente nella nuova intersezione. In particolare la viabilità secondaria si configura come strada di tipo F Locale, la cui piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre alle banchine. Le due corsie hanno larghezza pari a 2.75m con banchine di larghezza minima pari a 0.50 m. La pendenza trasversale della piattaforma è pari a 2.50% verso l'esterno per ciascuna corsia nei tratti in rettilineo, mentre nei tratti in curva circolare è pari al 3.50% verso l'interno della curva per ambedue le corsie, come indicato dal D.M. 05/11/2001 per i valori di raggi di curvatura adottati nel caso in oggetto. Lato fiume Magra la strada locale sarà affiancata dalla nuova pista ciclo-pedonale, di larghezza pari a 2.50 m. Quest'ultima sarà fisicamente separata dalla viabilità stradale tramite un cordolo di larghezza pari a 0.50 m.

3 CRITERI PROGETTUALI

3.1 ASSI STRADALI

3.1.1 CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE

La normativa (DM 2001) richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) *Raggio minimo delle curve planimetriche:*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM2001 che risulta:

- pari a 118 metri nel caso di strade extraurbane locali TIPO C

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

$$\text{per } L < 300 \text{ m} \quad R \geq L$$

$$\text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R \geq 400 \text{ m}$$

(c) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco di Koppel estratto dalla norma e riportato in figura seguente;

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

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

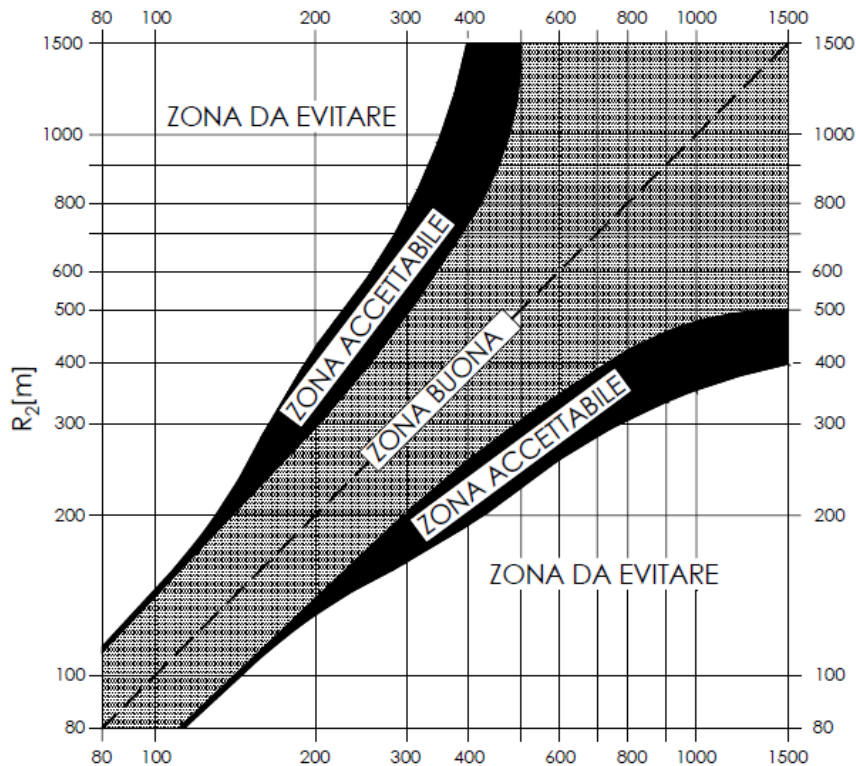
dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità di progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.*

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla seguente tabella estratta dalla norma; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

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

Sviluppo minimo dei rettifili



Abaco di Koppel (DM 05/11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM2001 e di seguito riportato.

- La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2,5}$;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettifili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a $R_{2,5}$;
- Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a $0,8 \text{ m/s}^2$,
- In corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di progetto pari a 30 km/h;
- La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.*

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,\min} = 2.5 \cdot v_P$$

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

(h) Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

- Criterio 1 (Limitazione del contraccollo)

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

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

dove:

- c = contraccollo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- qi = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- qf = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$ si ottiene:

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

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

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

Il DM2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di Amin diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

- Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata

rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

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

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- i_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

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

- Criterio 3 (Ottico)

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

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

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

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

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

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto A_E/A_U delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A_1/A_2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal DM2001:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

3.1.2 CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE DELL'ASSE PRINCIPALE

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) *Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette consentita dal DM2001 per strade di tipo C (strade extraurbane secondarie) è pari al 7%.

I suddetti valori della pendenza massima possono essere aumentati di una unità qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione, in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

(j) *Raccordi verticali convessi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

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

- se invece $D > L$

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

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]
- h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m.

(k) *Raccordi verticali concavi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

se invece $D > L$

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

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento
- h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale
- ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

3.1.3 ANALISI DI VISIBILITÀ

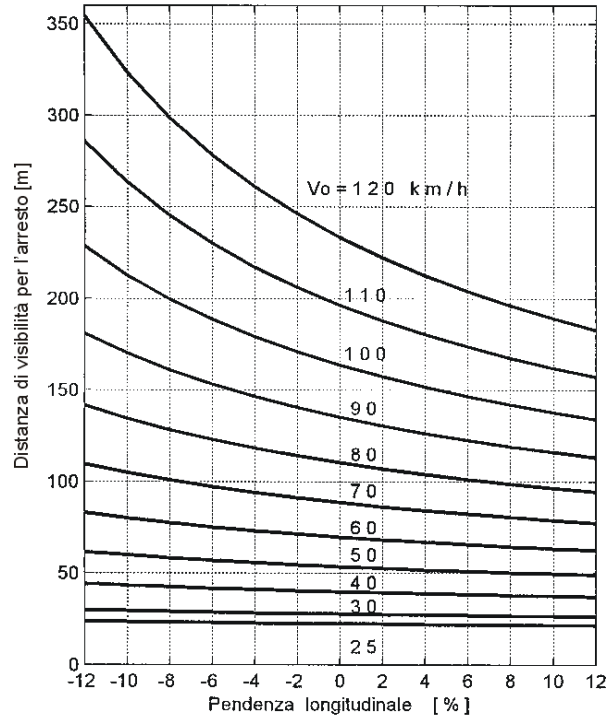
Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto prescritto dal DM2001, lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, con la **distanza di visibilità per l'arresto**: essa è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

Per quanto riguarda la **verifica della distanza di visibilità per il sorpasso**, questa non è oggetto di verifica in quanto tutte le viabilità di progetto sono di lunghezza ridotta e, inoltre, essendo ubicate in prossimità di una intersezione, la manovra di sorpasso risulta non consentita.

La **verifica di visibilità per l'arresto** consiste nel confrontare le distanze di visuale libera lungo l'asse della corsia di marcia, adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m, con le distanze per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale).

Il DM2001 definisce degli abachi di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.

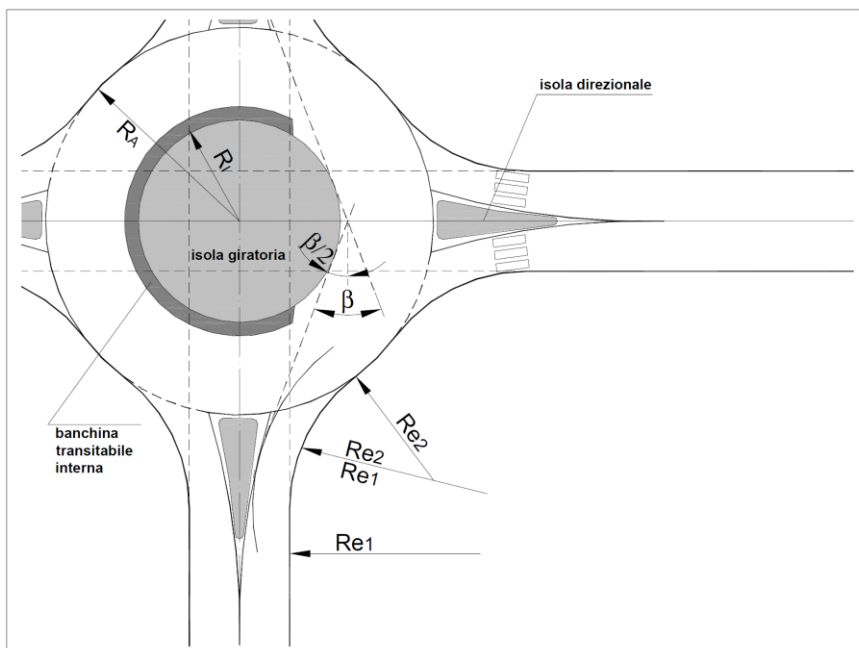


Abaco per il calcolo delle distanze di arresto (DM 05/11/01)

3.2 INTERSEZIONI ROTATORIE

Le principali caratteristiche geometriche necessarie al dimensionamento delle intersezioni a rotatoria sono le seguenti

- Raggi $Re1$ ed $Re2$ dei rami in ingresso;
- Raggi $Ra1$ e $Ra2$ dei rami in uscita;
- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento.



Schema elementi di progetto rotatoria (DM 19/04/2006)

Per il dimensionamento delle principali caratteristiche geometriche della rotatoria, sono stati utilizzati i seguenti valori, ricavati direttamente dalla norma (vedi par.4.5 del DM2006) o riferiti a criteri di buona progettazione ad integrazione di quanto non espressamente riportato nel riferimento normativo:

Relativamente alla corsia nella corona giratoria e ai bracci di ingresso e uscita, si è considerato quanto riportato nella Tabella 6 contenuta nel DM2006 e qui di seguito riportata:

ELEMENTO MODULARE	DIAMETRO ESTERNO DELLA	LARGHEZZA CORSIE (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 14 e 25	7.00 – 8.00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9.00
	< 40	8.50 – 9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia
Bracci di uscita (*)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50

(*) : deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(**) : organizzati al massimo con due corsie.

Inoltre è stato preso in considerazione quanto prescritto nel DM2006 sulle visibilità (triangoli di visibilità) per le intersezioni a rotatoria: i conducenti in fase di approccio all'intersezione devono poter vedere i veicoli in transito sull'anello centrale al fine di dare la precedenza ed eventualmente arrestarsi.

4 TRACCIATO STRADALE VIABILITA' PRINCIPALE – VARIANTE SS62 E ASSE PONTE

4.1 Relazione ex art. 4 DM 22/04/2004

Per quanto riguarda la strada S.S.62 "Della Cisa", l'intervento previsto in progetto consiste essenzialmente in un adeguamento dell'esistente strada statale e inoltre prevede la risoluzione della problematica svolta tra la S.S. 62 e Via Nuova. Come tale esula dall'applicazione rigorosa dei criteri propri del DM 05/11/2001 in base alle modifiche introdotte dal DM 22/04/04: in riferimento all'art. 4 di detto Decreto il presente paragrafo assume quindi la valenza di "specifica relazione di analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza".

Analisi della strada esistente

L'andamento planimetrico della SS62 a monte dell'intersezione con la SS30 (attualmente dismessa causa crollo ponte) si presenta particolarmente tortuoso, con una doppia curva con raggi molto ridotti e con andamento altimetrico variabile per la necessità di sottopassare la ferrovia Pontremolese attualmente dismessa. Inoltre l'infrastruttura stradale è attualmente caratterizzata da un andamento plano-altimetrico e da una sezione trasversale che non permette il transito simultaneo di mezzi pesanti nelle due direzioni.

La sezione tipo esistente presenta mediamente una piattaforma pavimentata di larghezza variabile da circa 7,00 m a circa 7,50 m. La sezione è organizzata con una corsia per senso di marcia; le banchine laterali non sono sempre presenti lungo l'estesa oggetto di intervento. I conducenti sono pertanto costretti a marciare con franchi laterali ridotti, velocità contenute e spaziature più elevate.

Inoltre, l'intersezione della SS62 con Via Nuova è attualmente caratterizzata da un raggio pressochè nullo nella svolta dalla direzione Parma verso Via Nuova, andando alcune volte alla necessità di invadere la corsia opposta per la corretta iscrizione dei mezzi, anche dovuta alla ridotta larghezza della sede stradale di Via Nuova, variabile tra circa 5,00 e 5,50 m.

Interventi per la messa in sicurezza

Considerata l'esigua lunghezza del tracciato di progetto (circa 330 m) e la previsione di due intersezioni adiacenti, al fine di determinare la dimensione dei singoli elementi modulari del tracciato che possa garantire il transito degli utenti in condizioni di sicurezza, è stata condotta una analisi mirante a determinare la Velocità di Progetto massima ottimale. A seguito dello studio di più alternative, si sono adottate delle scelte progettuali in riferimento alla Vpmax da utilizzare, tenendo conto di molteplici fattori:

- Intervallo di Vp consentito dalla norma (D.M. 05/11/2001)
- L'esistente tracciato stradale cui la nuova variante andrà a raccordarsi
- Presenza di accessi ad aree private
- Andamento planimetrico (Previsto un dislivello di circa 6 metri)
- Nuove intersezioni di progetto (intersezione a precedenza lato Sud; intersezione a rotatoria lato Nord).

Di fatto in fase preliminare sono state sviluppate due ulteriori alternative relativamente alla "Configurazione 1" (Vedasi Relazione Generale del presente Progetto Definitivo – Elaborato 0002_T02EG00GENRE01A). Entrambe le alternative progettuali prevedevano la realizzazione di una tipologia di strada di categoria inferiore rispetto alla C2 poi scelta. In particolare la prima alternativa analizzata prevedeva una strada di categoria E (urbana di quartiere) con corsia di 3.50 m (per transito autobus secondo il D.M. 05/11/2001) e banchine di 0.50 m. Tale scelta sarebbe stata tuttavia penalizzante per il caso in esame producendo, di fatto, un evidente declassamento dell'attuale SS62. La seconda alternativa prevedeva una strada di categoria F1 (Strada locale in ambito extraurbano), con sezione trasversale costituita da corsie di 3.50m e banchine di 1.00m, e un intervallo di velocità di progetto 40-100 km/h. Si è optato dunque per una strada di categoria C2 che, rispetto alla F1, dal punto di vista geometrico presenta una carreggiata più ampia e dal punto di vista cinematico ammette velocità di progetto superiori (intervallo 60-100 km/h).

Si riassumono gli aspetti di carattere generale in grado di elevare il livello di sicurezza offerto all'utenza dall'arteria potenziata e riqualificata:

- Ampliamento della sezione trasversale a tipo C2 con conseguente incremento della sicurezza dell'infrastruttura;
- Maggiore linearità di tracciato con conseguente incremento dei livelli di sicurezza;
- Adozione di raggi di curvatura che permettono l'iscrizione anche di mezzi pesanti senza dover bloccare il transito nelle direzioni opposte;
- Rifacimento opere d'arte con moderne tecniche di realizzazione oltre che materiali e calcoli strutturali rispondenti alla normativa cogente;
- Adozione di barriere di sicurezza rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (DM 21/06/04).
- Adozione di adeguata segnaletica orizzontale/verticale

Si sottolinea inoltre come le verifiche previste dal D.M. 05/11/2001 non siano applicabili per quei tratti caratterizzati dalla ravvicinata presenza delle intersezioni di progetto e nei tratti di raccordo con la viabilità esistente caratterizzata da una differente categoria stradale rispetto agli assi di progetto. Infatti, nei tratti in avvicinamento alle intersezioni perdono di significato le prescrizioni sulle caratteristiche degli elementi geometrici basati sull'intervallo di velocità di progetto dell'infrastruttura, diventando invece predominanti quegli accorgimenti progettuali che garantiscono la leggibilità del tracciato e l'avvistamento dell'intersezione.

Dunque, per quanto sopra esposto è stata adottata per il tracciato di progetto della variante SS62 una Vp max pari a 60 km/h per i primi 250 m di tracciato a partire da Ovest, e una Vp max pari a 40 km/h in prossimità della nuova rotonda di progetto. Tale condizione consente di salvaguardare i vincoli fisici presenti lungo il tracciato (edifici esistenti e in particolare il fabbricato viaggiatori esistente della linea ferroviaria dismessa) e al contempo realizzare un tracciamento plano-altimetrico con adeguati standard di sicurezza.

Per l'Asse Ponte è stata adottata la velocità di progetto massima prevista per strade di categoria C, pari a 100km/h, a meno del tratto in prossimità della rotonda di progetto, in cui è stata imposta una Vpmax pari a 40 km/h.

4.2 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Per un maggior dettaglio del tracciato planimetrico e di tracciamento della viabilità principale si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

	Viabilità principale
0402_T02PS00TRAPP01A	Planimetria di progetto
0403_T02PS00TRAPT01A	Planimetria di tracciamento

4.2.1 ELEMENTI PLANIMETRICI ASSE PRINCIPALE – VARIANTE SS62

Il tracciato di progetto della variante SS62, denominato Asse Principale, si sviluppa da Sud in direzione Nord per una lunghezza complessiva di circa 330 m, a partire da un tratto in rettilo da intendersi come elemento di cucitura con il tracciato esistente. Seguono dunque due curve consecutive di verso opposto che, di fatto, generano un flesso stradale con rettilo intermedio di estensione pari a 12,21 m. Tale configurazione è consentita dalla norma (DM 05/11/2001 – Par. 5.2.5) per la quale in caso di flesso è possibile inserire un rettilo intermedio tra i due elementi a curvatura variabile, di lunghezza non superiore a

$$L = \frac{A1 + A2}{12.5}$$

- A1 = parametro A prima clotoide
- A2 = parametro A seconda clotoide

Si riporta di seguito in forma tabellare il dettaglio degli elementi planimetrici del tratto in esame.

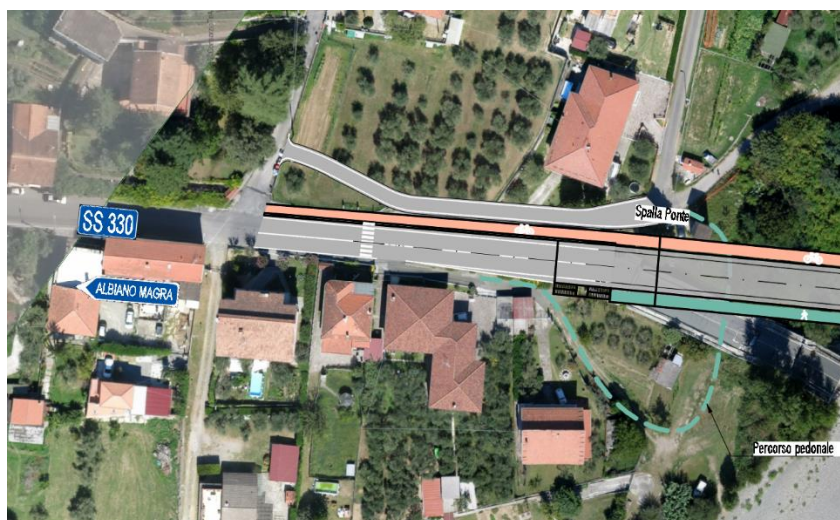
ASSE VARIANTE SS62				
ELEMENTO	NOME	LUNGHEZZA (m)	RAGGIO (m)	A (m)
RETTIFILO	L1	24,41		
CLOTOIDE	T1	33		90,83
CURVA	C1	42,46	250	
CLOTOIDE	T2	33		90,83
RETTIFILO	L2	12,21 (*)		
CLOTOIDE	T3	30		88,32
CURVA	C2	44,06	260	
CLOTOIDE	T4	30		88,32
RETTIFILO	L3	81,25		

(*) Verifica lunghezza massima rettilo soddisfatta:

$$L = \frac{90.83 + 88.32}{12.5} = 14.33 \text{ m}$$

4.2.2 ELEMENTI PLANIMETRICI ASSE PONTE

L'asse di progetto del nuovo Ponte sul Magra, denominato Asse Ponte, si sviluppa da Ovest verso Est per una lunghezza complessiva di circa 381 m, di cui 288 ne costituiscono l'impalcato. L'Asse Ponte si sviluppa prevalentemente in rettilineo, ad eccezione del tratto terminale lato Est di raccordo con l'intersezione a rotatoria in cui si configura un tratto curvilineo di raggio pari a 350.00 m. Sul lato Ovest la cucitura con la viabilità esistente avviene tramite una zona di transizione di lunghezza pari a circa 60 m nella quale vengono garantiti gli accessi privati esistenti come illustrato nella figura seguente.



Tratto di transizione lato Ovest Nuovo Ponte sul Magra

4.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Per un maggior dettaglio dell'andamento altimetrico dell'asse di viabilità principale si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

	Viabilità principale
0404_T02PS00TRAFFP01A	Profilo longitudinale -Diagramma velocità - Diagramma visuali libere

4.3.1 ELEMENTI ALTIMETRICI ASSE PRINCIPALE – VARIANTE SS62

L'asse di progetto si sviluppa da Sud verso Nord a partire da quota 34.96 m (coincidente con la quota altimetrica attuale rilevata) e si alza con una pendenza iniziale del 1.33%. Si ha un successivo incremento di quota altimetrica e di pendenza, che raggiunge un valore massimo del 3.17%, tale da consentire il raggiungimento della quota di attacco alla rotatoria di progetto, valutata in conformità con la quota di progetto del nuovo ponte, pari a 40.86 m. L'andamento altimetrico è caratterizzato da due elementi di raccordo parabolici geometrizzati secondo i criteri definiti dalla normativa (DM 05/11/2001).

A seguire viene riportato il dettaglio degli elementi altimetrici del tratto in esame:

Punto	Progressiva	Quota	Pendenza Ingresso	Pendenza Uscita	Tipo di Raccordo	Raggio Raccordo	Lunghezza Raccordo
1	0+000.000m	34.956m		1.33%			
2	0+073.802m	35.941m	1.33%	3.17%	Sacca	2000.000m	36.783m
3	0+171.967m	39.057m	3.17%	1.30%	Dosso	6000.000m	112.450m
4	0+310.393m	40.856m	1.30%	2.50%			
5	0+330.400m	41.355m	2.50%				

4.3.2 ELEMENTI ALTIMETRICI ASSE PONTE

Dal punto di vista altimetrico l'Asse Ponte è caratterizzato da due livellette di pendenza rispettivamente pari a 3.04% e 3.45% da Ovest verso Est, e relativo raccordo altimetrico parabolico con raggio pari a 3000.00 m e sviluppo di 197.75 m, geometrizzato secondo i criteri definiti dalla normativa (DM 05/11/2001). Il tracciato si sviluppa a partire da quota 39.60 m (coincidente con la quota altimetrica attuale rilevata), raggiunge l'altezza massima di 44.45 m in mezzzeria dell'impalcato alla progressiva 0+204.97 m del tracciamento d'asse, e si riporta a quota 40.86 m in corrispondenza della corona giratoria dell'intersezione a rotatoria di progetto.

A seguire viene riportato il dettaglio degli elementi altimetrici del tratto in esame:

Punto	Progressiva	Quota	Pendenza Ingresso	Pendenza Uscita	Tipo di Raccordo	Raggio Raccordo	Lunghezza Raccordo
1	0+000.000m	39.604m		3.04%			
2	0+211.294m	46.032m	3.04%	-3.45%	Dosso	3000.000m	197.75m
3	0+361.293m	40.858m	-3.45%	2.50%			
4	0+381.290m	41.357m	2.50%				

5 TRACCIATO STRADALE VIABILITA' SECONDARIA – STRADA LOCALE

5.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Per un maggior dettaglio del tracciato planimetrico e di tracciamento della viabilità secondaria si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

	Viabilità secondarie
0409_T02PS00TRAPP01A	Viabilità locale - Planimetria di progetto, tracciamento, profilo e sezioni tipo

5.1.1 ELEMENTI PLANIMETRICI VIABILITA' SECONDARIA – ASSE LOCALE

Il tracciato stradale della viabilità secondaria, denominato Asse Locale, ha una lunghezza complessiva di circa 165m. Il tracciato di progetto dal lato Nord si raccorda con l'esistente SS 62 tramite uno svincolo a precedenza, procedendo verso Sud per circa 95 m mantenendo lo stesso andamento della viabilità esistente che sarà dunque oggetto di

riqualificazione. Seguirà un nuovo tratto stradale di lunghezza pari circa a 75 m, caratterizzata da una nuova opera di scavalco dell'esistente canale, fino a confluire nel tratto di progetto della variante SS62 tramite intersezione a precedenza.

Si riporta di seguito in forma tabellare il dettaglio degli elementi planimetrici del tratto in esame.

ASSE LOCALE			
ELEMENTO	NOME	LUNGHEZZA (m)	RAGGIO (m)
RETTFILO	L1	18,81	
CURVA	C1	5,89	19,00
RETTFILO	L2	20,49	
CURVA	C2	11,09	19,00
RETTFILO	L3	23,17	
CURVA	C3	28,42	19,00
RETTFILO	L4	57,94	

5.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Per un maggior dettaglio del tracciato planimetrico e di tracciamento della viabilità secondaria si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

	Viabilità secondarie
0409_T02PS00TRAPP01A	Viabilità locale - Planimetria di progetto, tracciamento, profilo e sezioni tipo

5.2.1 ELEMENTI ALTIMETRICI ASSE LOCALE

L'asse di progetto si sviluppa da Nord verso Sud a partire da quota 38m ed è caratterizzato da importanti pendenze altimetriche che si mantengono tuttavia inferiori al 10% (pendenza massima per strade di tipo F secondo il DM 05/11/2001). Il tratto iniziale ha pendenza del 9.56% ed è seguito da un tratto a pendenza quasi nulla nel quale si inserisce l'opera di scavalco del canale esistente. I due elementi sono raccordati da raccordo altimetrico parabolico di raggio pari a 180 m. Segue un secondo raccordo convesso, con raggio uguale al precedente, e una livelletta di pendenza pari a 9.01% che consente il raggiungimento della quota di raccordo con la viabilità principale, pari a circa 36 m. A seguire viene riportato il dettaglio degli elementi altimetrici del tratto in esame:

Punto	Progressiva	Quota	Pendenza Ingresso	Pendenza Uscita	Tipo di Raccordo	Raggio Raccordo	Lunghezza Raccordo
1	0+000.000m	37.993m		-2.80%			
2	0+004.228m	37.875m	-2.80%	-9.56%	Dosso	50.000m	3.382m
3	0+053.643m	33.150m	-9.56%	0.08%	Sacca	180.000m	17.349m

4	0+119.765m	33.201m	0.08%	9.01%	Sacca	180.000m	16.073m
5	0+149.525m	35.882m	9.01%	1.17%	Dosso	180.000m	14.098m
6	0+165.799m	36.073m	1.17%				

6 ANALISI DI CONGRUENZA CON LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELLA VIABILITA' PRINCIPALE

6.1 VERIFICA DELL'ANDAMENTO PLANIMETRICO

6.1.1 ASSE PRINCIPALE – ASSE SS62

=====

Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001

=====

Nome del tracciato: ASSE SS62

=====

ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000 a 0+240 [Lunghezza=24.414m]

> Velocità = 60, Velocità massima = 60Km/h

> Punto Iniziale = (1574057.491,4891351.503), Punto Finale = (1574070.007,4891372.464)

****NO**** >Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (50m MIN a 60Km/h) **NB: (tratto iniziale di transizione)**

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 1320m$ con $V=60Km/h$)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=250 > L=24.414$)

ID=2.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+240 a 0+570 [Lunghezza=33m, A=90.83]

> Velocità impostata = 60Km/h)

> Punto Iniziale = (1574070.007,4891372.464), Punto Finale = (1574086.294,4891401.158)

> Limitazione rollio verificata: $A = 90.83 > = 88.9756521002609$

> Limitazione contraccollo verificata: $A = 90.83 > = 57.6344662675038$

> Criterio ottico verificato: $A = 90.83$ compreso in tra 83.333 e 250

ID=2.2 Curva circolare, da progressiva 0+570 a 0+100 [Lunghezza=42.458m, Raggio=250]

> Punto Iniziale = (1574086.294,4891401.158), Punto Finale = (1574102.313,4891440.423)

- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 41.667m - spazio percorso in 2.5s a 60Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ($R=250m$ maggiore di $R_{min}=118m$ per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')
- > Campo di utilizzo clotoidi verificato: $A1/A2 = 90.83/90.83 = 1$ compreso tra 2/3 e 3/2

ID=2.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+100 a 0+133 [Lunghezza=33m, A=90.83]

- > Velocità impostata = 60Km/h)
- > Punto Iniziale = (1574102.313,4891440.423), Punto Finale = (1574110.745,4891472.321)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 90.83 > = 88.9756521002609$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 90.83 > = 57.6344662675038$
- > Criterio ottico verificato: $A = 90.83$ compreso in tra 83.333 e 250

ID=3 Rettifilo, da progressiva 0+133 a 0+145 [Lunghezza=12.212m]

- > Velocità = 60, Velocità massima = 60Km/h)
- > Punto Iniziale = (1574110.745,4891472.321), Punto Finale = (1574113.606,4891484.193)
- > rettilineo di flesso massimo consentito ($(A1 + A2)/12,5$)
- > Lunghezza MAX del rettilifilo OK (minore di $22*V=1320m$ con $V=60Km/h$)
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilifilo ($R=250 > L=12.212$)

ID=4.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+145 a 0+175 [Lunghezza=30m, A=88.318]

- > Velocità impostata = 59.075722249046Km/h)
- > Punto Iniziale = (1574113.606,4891484.193), Punto Finale = (1574121.191,4891513.213)
- > Limitazione rollio verificata: $A = 88.318 > = 79.1115008947836$
- > Limitazione contraccollo verificata: $A = 88.318 > = 54.5153500193481$
- > Criterio ottico verificato: $A = 88.318$ compreso in tra 86.667 e 260

ID=4.2 Curva circolare, da progressiva 0+175 a 0+219 [Lunghezza=44.065m, Raggio=260]

- > Punto Iniziale = (1574121.191,4891513.213), Punto Finale = (1574137.47,4891554.104)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 37.237m - spazio percorso in 2.5s a 53.6211767945006Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ($R=260\text{m}$ maggiore di $R_{\text{min}}=118\text{m}$ per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato: $A1/A2 = 88.318/88.318 = 1$ compreso tra $2/3$ e $3/2$

ID=4.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+219 a 0+249 [Lunghezza=30m, A=88.318]

> Velocità impostata = 45.6094462869864Km/h)

> Punto Iniziale = (1574137.47,4891554.104), Punto Finale = (1574151.906,4891580.398)

> Limitazione rollio verificata: $A = 88.318 \geq 79.1115008947836$

> Limitazione contraccollo verificata: $A = 88.318 \geq 22.8985256030264$

> Criterio ottico verificato: $A = 88.318$ compreso in tra 86.667 e 260

ID=5 Rettifilo, da progressiva 0+249 a 0+330 [Lunghezza=81.254m]

> Velocità = 45.61, Velocità massima = 60Km/h)

> Punto Iniziale = (1574151.906,4891580.398), Punto Finale = (1574192.371,4891650.859)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 50m a 45.6094462869864Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V=1003.4078183137\text{m}$ con $V=45.6094462869864\text{Km/h}$)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R=260 > L=81.254$)

6.1.2 ASSE PONTE

=====

Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001

=====

Nome del tracciato: ASSE PONTE

=====

ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000 a 0+300 [Lunghezza=299.79m]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (1573814.584,4891697.756), Punto Finale = (1574112.909,4891668.154)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)

- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 2200\text{m}$ con $V = 100\text{Km/h}$)
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R = 350 > L = 299.79$)

ID=2 Curva circolare, da progressiva 0+300 a 0+374 [Lunghezza=73.871m, Raggio=350]

- > Velocità = 40, Velocità massima = 40Km/h
- > Punto Iniziale = (1574112.909,4891668.154), Punto Finale = (1574185.108,4891653.185)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 27.778m - spazio percorso in 2.5s a 40Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ($R = 350\text{m}$ maggiore di $R_{\text{min}} = 118\text{m}$ per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=3 Rettifilo, da progressiva 0+374 a 0+381 [Lunghezza=7.627m]

- > Velocità = 40, Velocità massima = 25Km/h
- > Punto Iniziale = (1574185.108,4891653.185), Punto Finale = (1574192.371,4891650.859)
- > Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di -1m a 40Km/h)
- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di $22 \cdot V = 880\text{m}$ con $V = 40\text{Km/h}$)
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ($R = 350 > L = 7.627$)

6.2 VERIFICA DELL'ANDAMENTO ALTIMETRICO

6.2.1 ASSE PRINCIPALE – VARIANTE SS62

Verifica altimetrica PROFILO DI PROGETTO ASSE VARIANTE SS62		
1 - Livelletta		Progressiva iniziale: 0
		Progressiva finale: 55.41
		Lunghezza L (m): 55.41
		Pendenza (%): 1.33
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7
		$1.33 \leq 7$
2 - Raccordo		Progressiva iniziale: 55.41
		Progressiva finale: 92.19
		Tipo raccordo: Sacca
		Raggio raccordo vert.(m): 2000
		Pendenza in ingresso (%): 1.33
		Pendenza in uscita (%): 3.17
		Lunghezza L (m): 36.78
		Velocità di progetto (km/h): 60
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 40
		$2000 \geq 40$
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6
		Raggio verticale minimo (m) : 462.96
		$2000 \geq 462.96$
Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 71.9	
	Raggio verticale minimo (m): -2557.27	
	$2000 \geq -2557.27$	
3 - Livelletta		Progressiva iniziale: 92.19
		Progressiva finale: 115.74
		Lunghezza L (m): 23.55
		Pendenza (%): 3.17
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7
		$3.17 \leq 7$
4 - Raccordo		Progressiva iniziale: 115.74
		Progressiva finale: 228.19
		Tipo raccordo: Dosso
		Raggio raccordo vert.(m): 6000
		Pendenza in ingresso (%): 3.17
		Pendenza in uscita (%): 1.3
		Lunghezza L (m): 112.45
		Velocità di progetto (km/h): 60
	Verifica percorribilità raccordo: OK	Raggio verticale minimo (m): 20

		6000 >= 20
	Verifica accelerazione altimetrica: OK	Accelerazione massima (m/s ²): 0.6
		Raggio verticale minimo (m) : 462.96
		6000 >= 462.96
	Verifica visuale libera arresto : OK	Distanza di arresto D (m): 71.88
		Raggio verticale minimo (m): 1386.6
		6000 >= 1386.6
	Verifica visuale libera sorpasso : Errore (NB: sorpasso non consentito in prossimità dell'intersezione)	Distanza di sorpasso D (m): 330
		Raggio verticale minimo (m): 10162.33
		Errore: 6000 < 10162.33
5 - Livelletta		Progressiva iniziale: 228.19
		Progressiva finale: 310.39
		Lunghezza L (m): 82.2
		Pendenza (%): 1.3
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7
		1.3 <= 7
6 - Livelletta		Progressiva iniziale: 310.39
		Progressiva finale: 330.4
		Lunghezza L (m): 20.01
		Pendenza (%): 2.5
	Verifica pendenza massima: OK	Pendenza massima (%): 7
		2.5 <= 7

6.2.2 ASSE PONTE

1 - Livelletta	Verifica pendenza massima: OK	Progressiva iniziale: 0 Progressiva finale: 113.92 Lunghezza L (m): 113.92 Pendenza (%): 3.04 Pendenza massima (%): 7 3.04 <= 7
2 - Raccordo	Verifica percorribilità raccordo: OK	Progressiva iniziale: 113.92 Progressiva finale: 308.67 Tipo raccordo: Dosso Raggio raccordo vert.(m): 3000 Pendenza in ingresso (%): 3.04 Pendenza in uscita (%): -3.45 Lunghezza L (m): 194.75 Velocità di progetto (km/h): 77.2 Raggio verticale minimo (m): 20 3000 >= 20

	<p>Verifica accelerazione altimetrica: OK</p> <p>Verifica visuale libera arresto : OK</p> <p>Verifica visuale libera sorpasso : Errore (NB: sorpasso non consentito sul ponte)</p>	<p>Accelerazione massima (m/s²): 0.6</p> <p>Raggio verticale minimo (m) : 766.44 3000 >= 766.44</p> <p>Distanza di arresto D (m): 104.45</p> <p>Raggio verticale minimo (m): 2927.48 3000 >= 2927.48</p> <p>Distanza di sorpasso D (m): 424.6</p> <p>Raggio verticale minimo (m): 10993.36</p> <p>Errore: 3000 < 10993.36</p>
3 - Livelletta	Verifica pendenza massima: OK	<p>Progressiva iniziale: 308.67</p> <p>Progressiva finale: 361.29</p> <p>Lunghezza L (m): 52.63</p> <p>Pendenza (%): -3.45</p> <p>Pendenza massima (%): 7</p> <p>-3.45 <= 7</p>
4 - Livelletta	Verifica pendenza massima: OK	<p>Progressiva iniziale: 361.29</p> <p>Progressiva finale: 381.29</p> <p>Lunghezza L (m): 20</p> <p>Pendenza (%): 2.5</p> <p>Pendenza massima (%): 7</p> <p>2.5 <= 7</p>

6.3 VERIFICA DI VISIBILITA'

La distanza di visuale libera risulta sempre compatibile con la distanza necessaria per l'arresto.

Per maggiori dettagli si rimanda al diagramma delle visuali libere riportate nel profilo di progetto all'interno del seguente elaborato grafico:

	Viabilità principale
0404_T02PS00TRAFFP01A	Profilo longitudinale -Diagramma velocità - Diagramma visuali libere

7 INTERSEZIONI

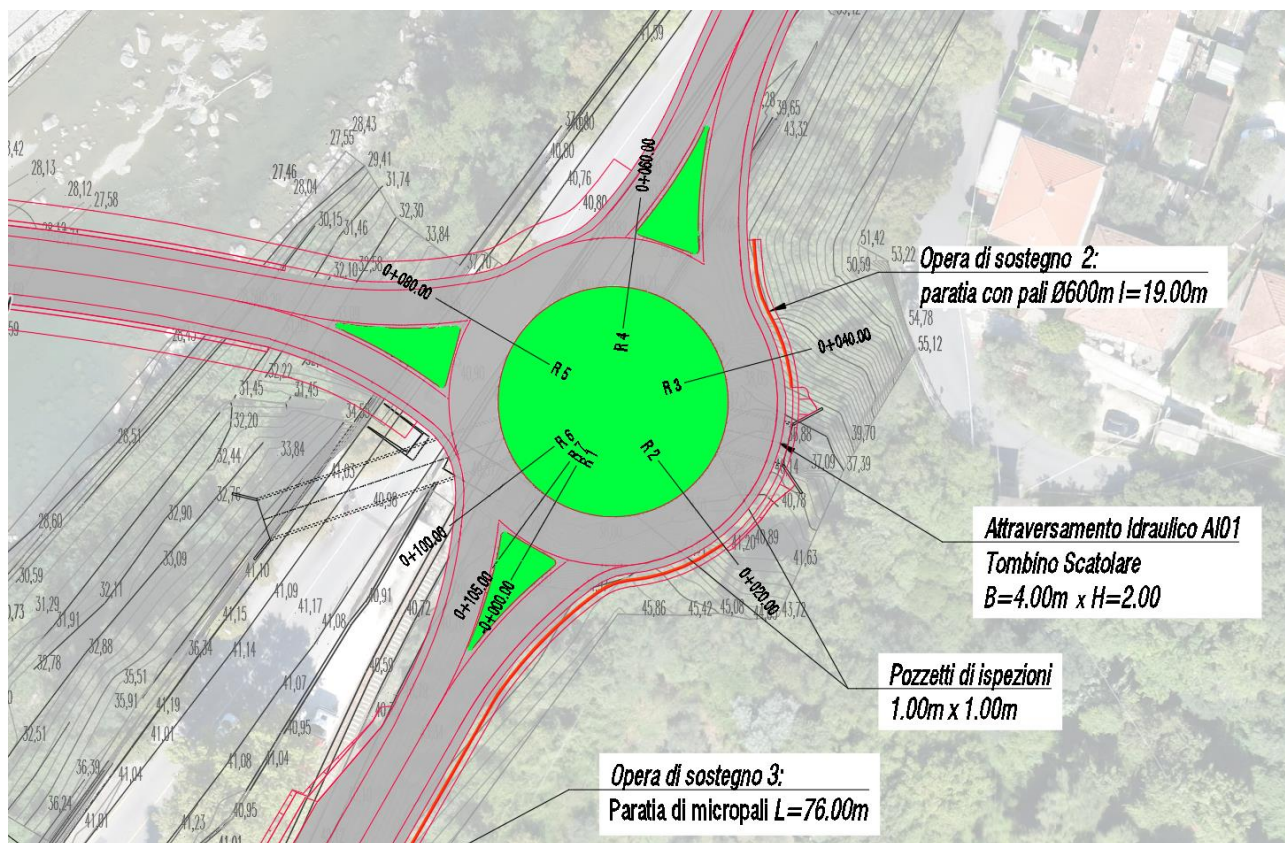
Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

	Intersezioni
0409_T02PS00TRAPP03A	"R.01" - Planimetria di progetto, tracciamento, profilo e sezione tipo
0410_T02PS00TRAPP04A	"T.01" - Planimetria di progetto, sezione tipo e segnaletica

7.1 ROTATORIA R.01

La rotatoria a tre bracci che collega la SS62 con il nuovo ponte di progetto presenta le seguenti dimensioni:

- Raggio Esterno = 20.00 m;
- Larghezza anello di circolazione = 6.00 m.



Planimetria Rotatoria R01

La piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 8.50 m costituita da anello di circolazione di 6.00 m, banchina interna di 1.50m e banchina esterna di 1.00 m. La pendenza trasversale dell'anello è ovunque pari al 2.50% verso l'esterno.

I bracci di ingresso e uscita della rotatoria presentano le seguenti caratteristiche:

Bracci di ingresso

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 3.50 m

Bracci di uscita

- Numero corsie = 1
- Larghezza complessiva = 4.50 m

Nella tabella seguente si riportano i parametri geometrici caratteristici dell'intersezione di progetto denominata Rotatoria R1. I bracci della rotatoria sono così denominati:

- R1 Ramo 1 : SS62 Ramo Sud
- R1 Ramo 2 : Ramo Nuovo ponte
- R1 Ramo 3 : SS62 Ramo Nord

Rotatoria di progetto	Angoli di deviazione		Braccio	Raggi di entrata		Raggi di uscita	
	Manovra di attraversamento	Angolo di deviazione β [°]		Re1 [m]	Re2 [m]	Ra1 [m]	Ra2 [m]
42	SS62 Ramo Sud – SS62 Ramo Nord	71°	SS62 Ramo Sud	57	10	56	15
			Ramo Nuovo ponte	56	10	57	15
			SS62 Ramo Nord	57	10	56	15

Dove:

- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento;
- Raggi Re1 ed Re2 dei rami in ingresso;
- Raggi Ra1 e Ra2 dei rami in uscita.

L'angolo di deviazione β per la manovra di attraversamento risulta superiore al valore minimo indicato dalla normativa, pari a 45°.

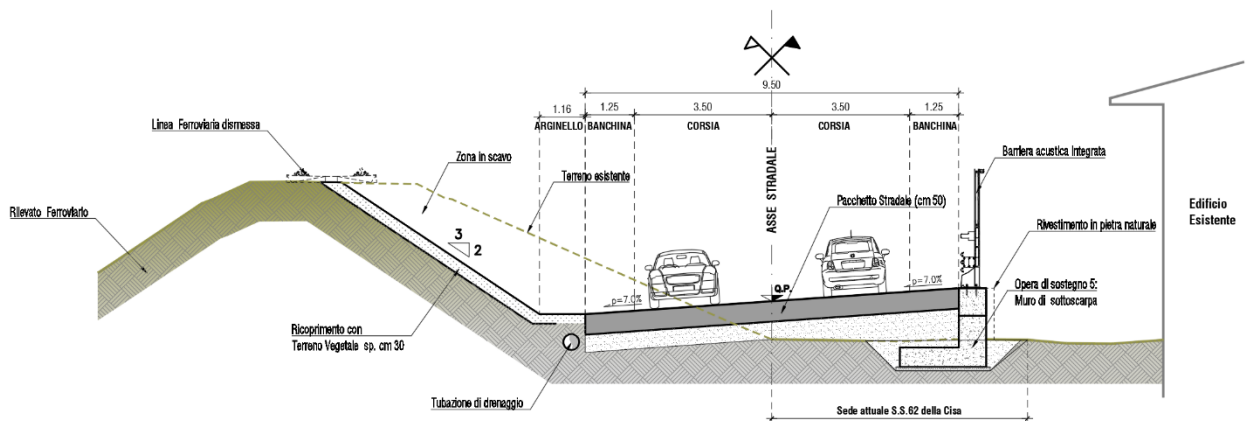
8 CORPO STRADALE

Per maggiori dettagli si rimanda ai seguenti elaborati grafici del presente Progetto Definitivo:

0405_T02PS00TRAST01A	Sezioni Tipo
----------------------	--------------

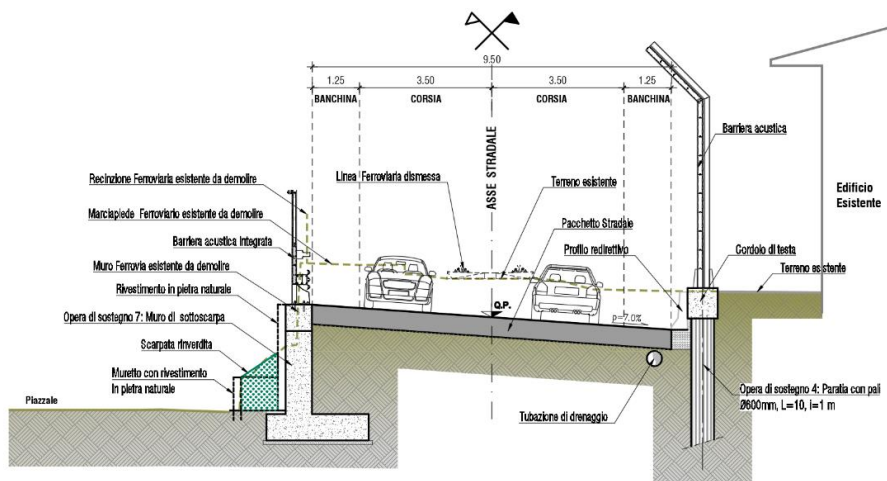
8.1 VIABILITA' PRINCIPALE ASSE SS62

Il tracciato stradale relativo alla SS62 si sviluppa per il primo tratto da Sud verso Nord (140m circa) con conformazione a mezza costa, rendendo necessaria la realizzazione di opere di sostegno quali muri di sottoscarpa con barriera acustica integrata al fine di non creare interferenza con i fabbricati esistenti.



Sezione Tipologica SS62 – Tratto a mezza costa

Nella seconda parte di tracciato in cui viene raggiunta la quota dell'esistente linea ferroviaria dismessa, il corpo stradale si presenta prevalentemente in scavo rendendo necessaria la realizzazione di opere di sostegno quali paratie di micropali.

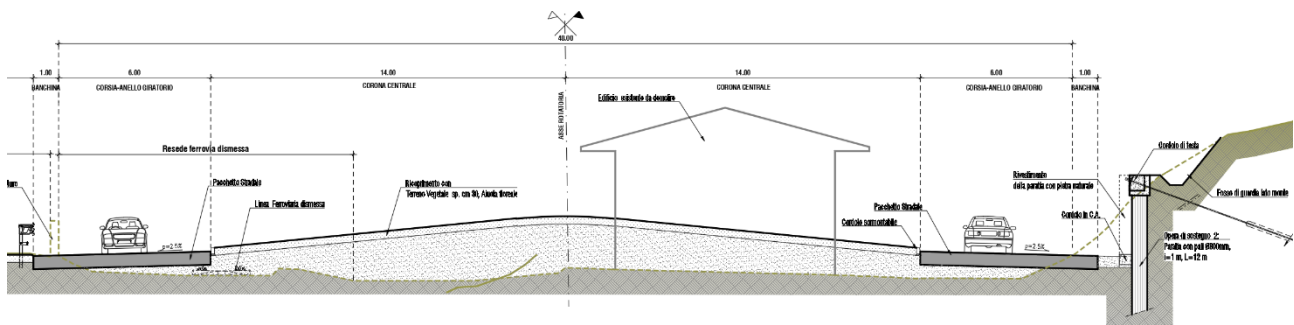


Sezione Tipologica SS62 – Tratto in scavo

Per tutto il tracciato esternamente alla carreggiata stradale il progetto si prevede la realizzazione degli elementi di raccolta dell'acqua di piattaforma (si vedano gli elaborati specifici del presente Progetto Definitivo), l'installazione, ove presente, delle barriere di sicurezza ed infine, distanziate tramite idonea zona "vuota" rifinita a verde per permettere la larghezza di lavoro dei guard-rail, l'installazione di barriere fonoassorbenti ove necessario.

8.2 ROTATORIA

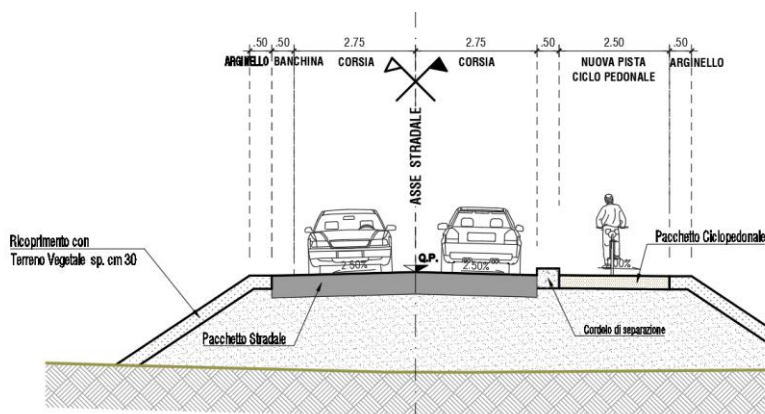
Il corpo stradale della rotatoria si presenta, sul lato Ovest (zona attacco ponte), ad una quota prossima a quella del piano campagna rilevato, mentre risulta essere a mezza costa sul lato Est, rendendo necessaria la realizzazione di una paratia di micropali. L'isola centrale, totalmente in rilevato, interessa un fabbricato esistente (fabbricato servizi della linea ferroviaria dismessa, oggi proprietà privata) per il quale è prevista la demolizione. Inoltre la corona giratoria intercetta una linea d'acqua (Rio Cafaggio) per la quale si prevede la realizzazione di un tombino idraulico (vedasi relativi elaborati del presente Progetto Definitivo).



Sezione Tipologica Rotatoria

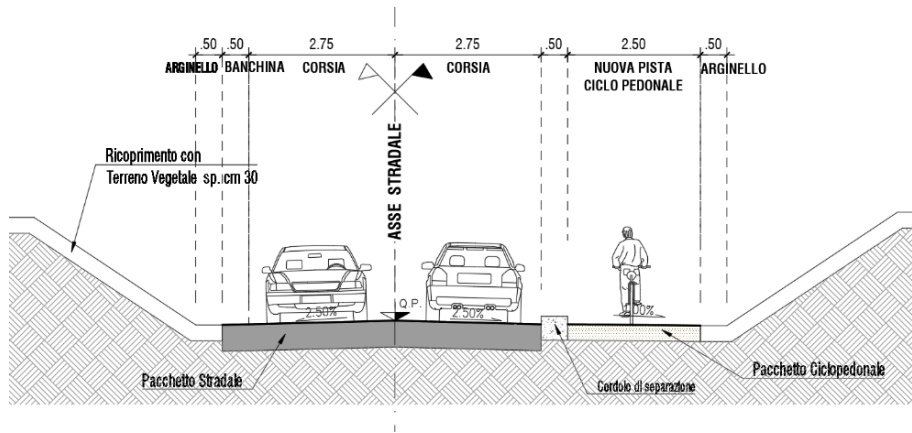
8.3 VIABILITA' ASSE LOCALE

Il corpo stradale dell'asse locale riprende, nel tratto iniziale, la conformazione esistente con l'aggiunta della pista ciclo-pedonale separata dalla carreggiata tramite cordolo di 0.50 m. Nel tratto successivo al nuovo ponticello di progetto si sussegue un tratto in rilevato necessario a raggiungere la quota di immissione nella SS62.



Sezione Tipologica Asse Locale – Tratto in rilevato

Il tratto finale dell'Asse Locale è invece in condizioni di scavo conseguentemente alla presenza dell'esistente rilevato ferroviario.



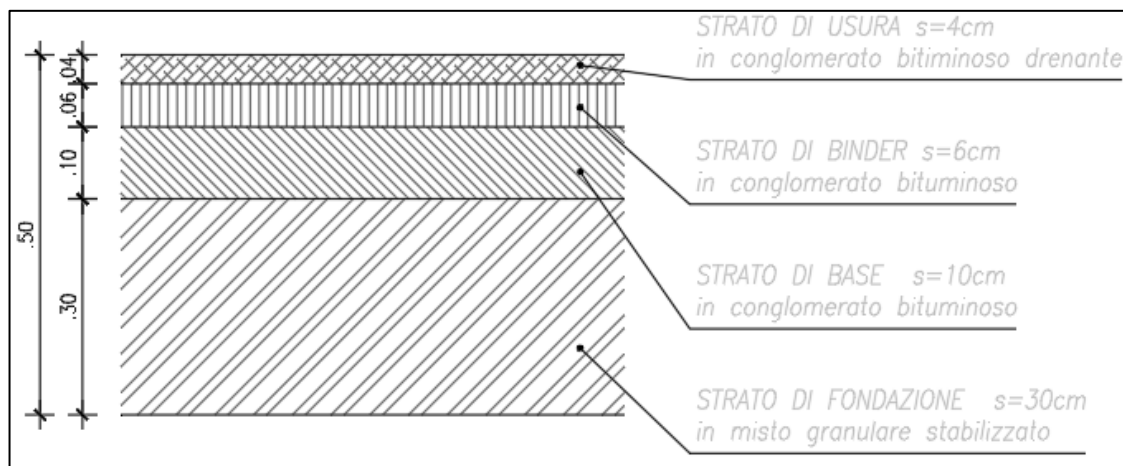
Sezione Tipologica Asse Locale – Tratto in scavo

9 SOVRASTRUTTURA

9.1 VIABILITA' PRINCIPALE ED INTERSEZIONI

Il pacchetto stradale previsto in progetto per la viabilità stradale e le relative intersezioni (comprehensive dei rami di svincoli) è costituito da:

- strato di usura in conglomerato bituminoso di tipo splittmastix asphalt SMA di spessore 4 cm;
- strato di binder in conglomerato bituminoso di spessore 6 cm;
- strato di base in conglomerato bituminoso di spessore 10 cm;
- strato di fondazione in misto granulare di spessore 30 cm.



Per la verifica della pavimentazione stradale è stato adottato il software MnPAVE sviluppato dal Dipartimento dei Trasporti del Minnesota (<http://www.dot.state.mn.us/app/mnpave>) e basato sull'analisi empirico-razionale delle pavimentazioni stradali flessibili. In particolare, attraverso 3 categorie di inputs, clima, traffico, struttura, è possibile stimare la vita utile del pacchetto di pavimentazione o verificare il raggiungimento, con un certo livello di affidabilità, della vita utile di progetto.

Clima

Le condizioni climatiche di progetto sono state dedotte dalla temperatura dell'aria media mensile per la località di Prato, ricavando quindi la temperatura della pavimentazione media stagionale.

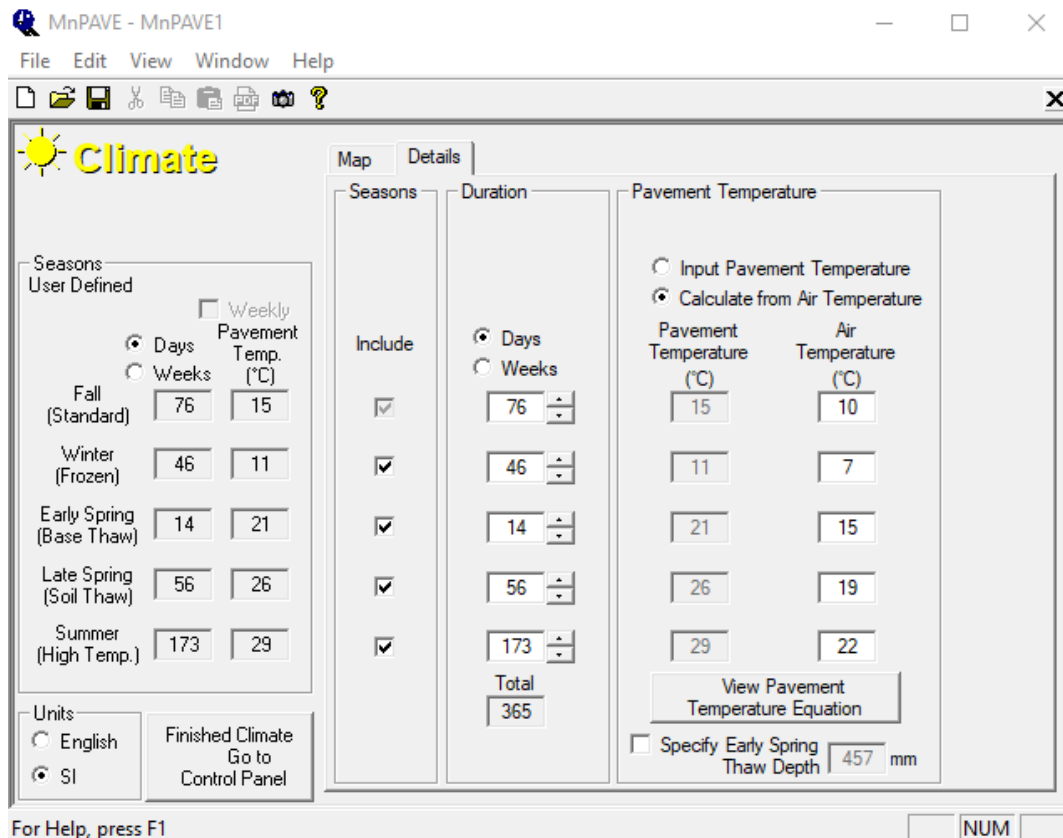


Figura 1 – Estratto scheda clima MnPAVE

Traffico

In linea con le analisi trasportistiche è stato dedotto il traffico di progetto per la pavimentazione nell'arco di vita utile pari a 20 anni ed in termini di ESALs.

$$\sum ESALs = (TGM_{tot})(T)(Tf)(G)(D)(L)(365)$$

Dove:

- TGM_{tot} è il traffico giornaliero medio totale (oppure il traffico giornaliero medio per direzione di marcia critica nel caso di D=1);
- T è la percentuale di traffico pesante e funzione dello spettro di traffico considerato;
- G è il fattore cumulato di crescita del traffico nell'arco di vita utile considerato, stimato a partire dal fattore "g" pari all'incremento percentuale del traffico annuo;
- D è la distribuzione del traffico nelle direzioni considerate;

- L è la distribuzione del traffico per corsia (nel caso di carreggiata a singola corsia di marcia è pari a 1, mentre si considera variabile tra 0,5 e 1 se presenti fino a 4 corsie per senso di marcia).

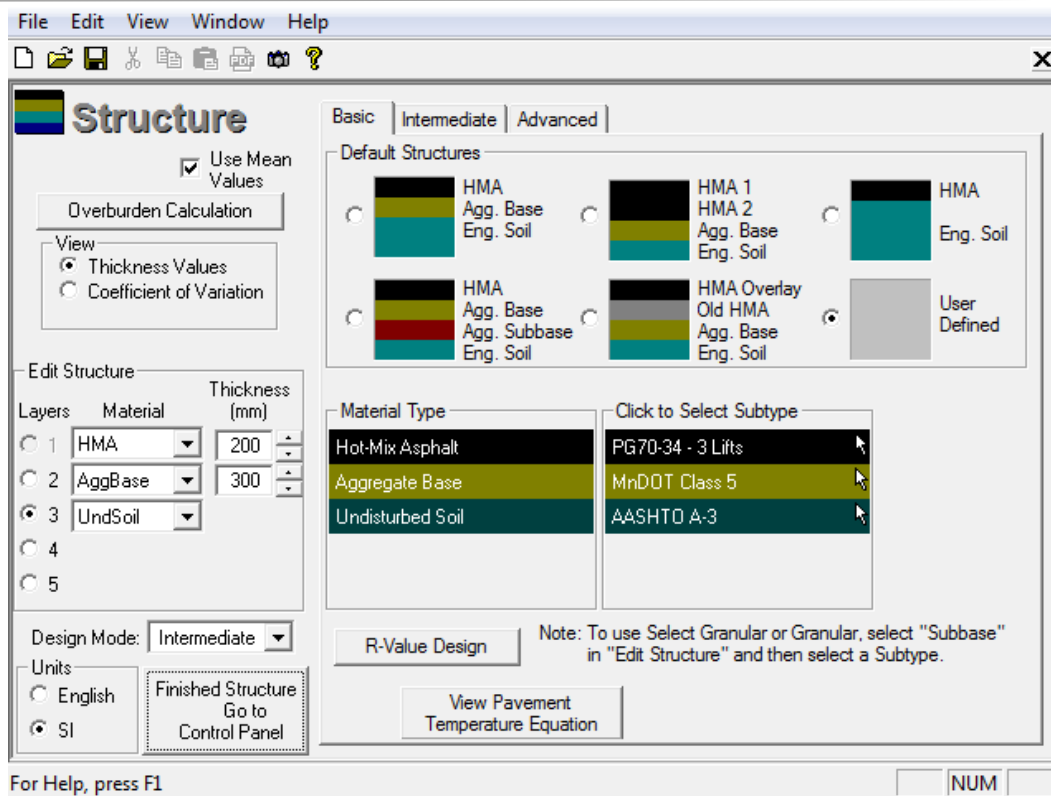
Struttura della pavimentazione

La modellazione degli strati all'interno del software è coerente con la sezione tipo del pacchetto di pavimentazione introdotto ad inizio paragrafo. Nel dettaglio, sono stati trasposti i materiali e le geometrie previste in progetto con le corrispettive categorie e caratteristiche implementate nel software (di derivazione AASHTO), ponendo l'attenzione ai requisiti prestazionali di ogni singolo strato:

1. usura in SMA s=4cm;
2. binder in CB (con bitume modificato hard) s=6cm;
3. base in CB (con bitume modificato hard) s=10cm;
4. fondazione stradale in misto granulare stabilizzato s=30cm;
5. materiale da rilevato.

I primi 3 strati, che costituiscono il gruppo degli strati legati a bitume, sono stati inseriti in MnPAVE come composizione di 3 strati con specifici spessori, quantità di legante, granulometrie e quindi moduli caratteristici. È opportuno evidenziare che la schematizzazione dei 3 strati legati a bitume è stata eseguita senza considerare il possibile comportamento maggiormente performante dello strato di usura in SMA anziché usura standard. Ciò si è reso necessario per correlare i materiali effettivamente impiegati con le impostazioni del software, comportando quindi una verifica che risulta a favore di sicurezza, pur apportando lo strato di usura un contributo solitamente non così determinante come gli strati con elevata capacità portante.

Per quanto riguarda lo strato di fondazione, è stato assunto come parametro prestazionale, anche in questo caso cautelativo, un modulo di progetto equivalente e derivato dalla classe 5 MnDoT per strati granulometricamente stabilizzati. Infine, per il sottofondo, sulla base delle indagini eseguite è stata adottata una categoria A-2-6 e quindi derivato il modulo di progetto dello strato.



Estratto input pavimentazione MnPAve

Output e verifica

La verifica della pavimentazione è basata sull'affidabilità della stessa di non presentare difetti strutturali durante l'arco di vita utile, espressa in termini probabilistici e quindi in percentuale. In funzione dei dati di input descritti nelle pagine precedenti, si ottiene una stima di vita utile, sia per fenomeni di fatica sia per ormaiamaneto superiore ai 20 anni previsti. Inoltre l'affidabilità stimata è superiore al valore raccomandato pari al 90 % per il numero di ESALs complessivo.

Dal software è possibile ricavare anche le sollecitazioni e deformazioni in corrispondenza dei singoli strati a differente profondità. Ciò permette altresì la verifica dei seguenti controlli dello stato tenso-deformativo:

1. Nel conglomerato bituminoso superficiale le sollecitazioni medie devono essere tali da non superare i seguenti valori:

$$\sigma_{\max} \text{ compressione} = 0,96 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\max} \text{ trazione} = 0,54 \text{ MPa}$$

Le verifiche sono soddisfatte essendo i valori rispettivamente:

$$\sigma_{\max} \text{ compressione} = 0,83 \text{ MPa}$$

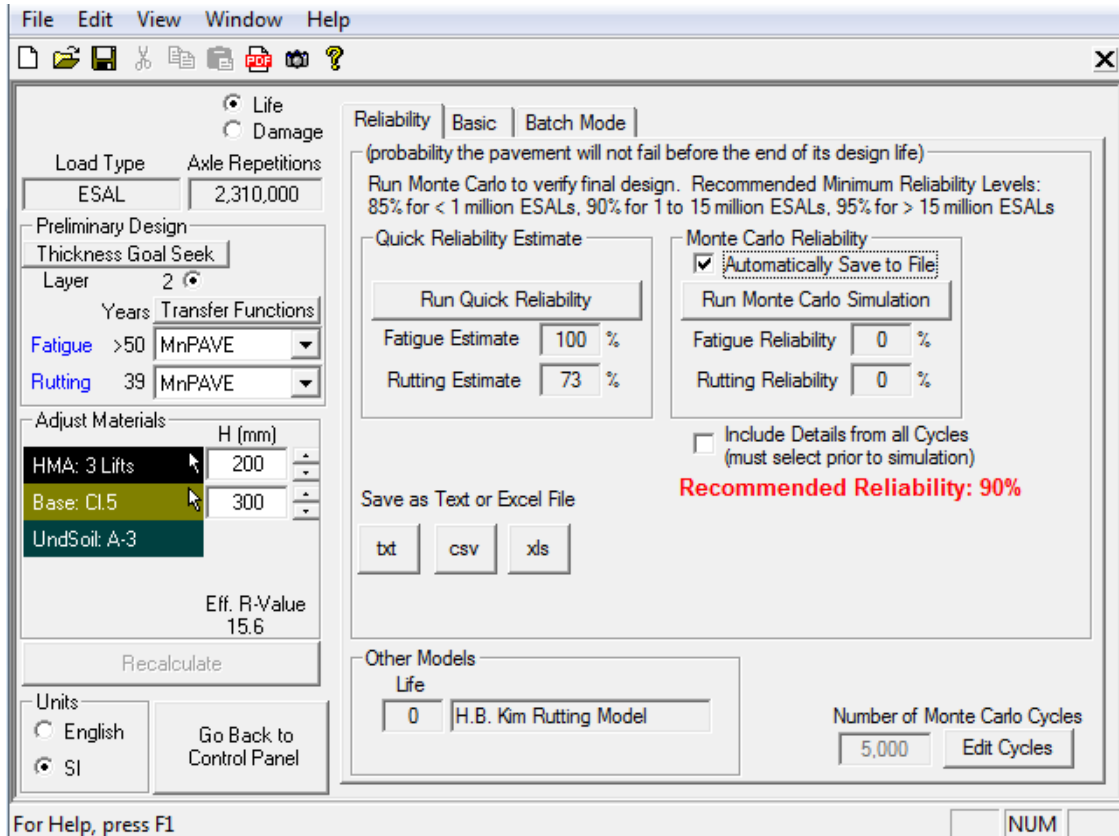
$$\sigma_{\max} \text{ trazione} = 0,45 \text{ MPa}$$

2. Per evitare deformazioni plastiche di fondazione deve essere, alla sommità del sottofondo:

$$\sigma_{ZZ} < 800 \mu\epsilon$$

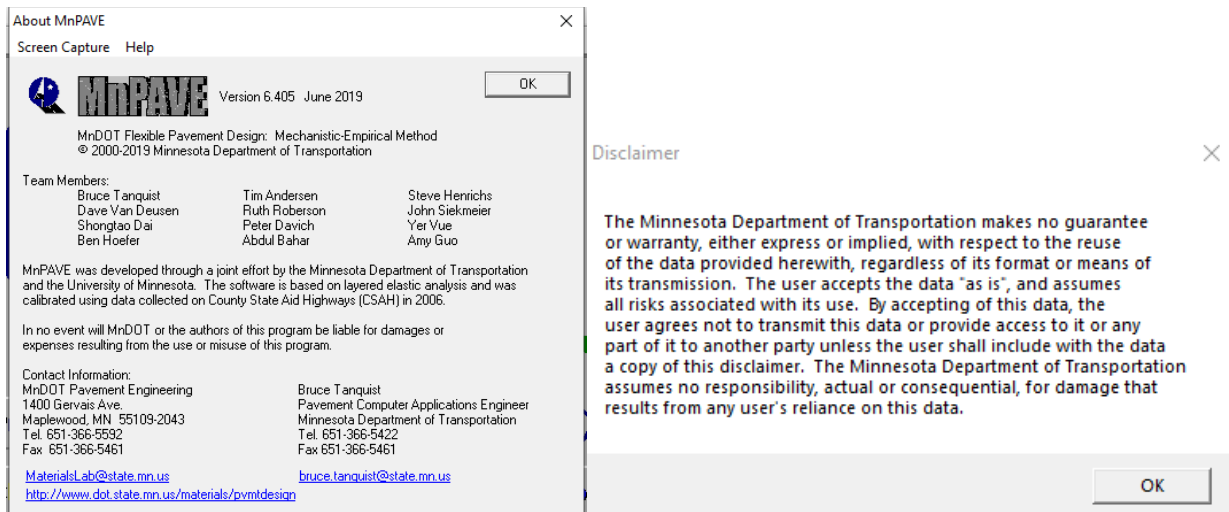
Tale limitazione risulta soddisfatta (477,80 $\mu\epsilon$)

3. La deflessione massima in superficie deve risultare inferiore al valore limite di riferimento pari a 0,1 cm. Tale verifica risulta soddisfatta, essendo la deflessione massima calcolata pari a 0,064 cm.



Estratto output MnPAve

Output dettagliato del software



10 SEGNALETICA STRADALE

I criteri adottati sono stati definiti nel rispetto del “Nuovo codice della Strada” (D. Lg.vo n. 285/92) e del relativo “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” (D.P.R. n. 495/92). Il progetto della segnaletica è stato condotto in modo da garantire continuità di criteri e scelte progettuali con quanto previsto per le viabilità interferenti. In tal modo si garantisce uniformità e coerenza della segnaletica verticale ed orizzontale e, quindi, effettiva leggibilità da parte dell’utente.

Negli elaborati di dettaglio, sono riportati ubicazione e tipologia delle segnaletiche. Si sottolinea come il campo di applicazione della segnaletica del presente progetto non è limitato alla sola estensione dell’intervento di realizzazione del nuovo tracciato e delle 3 rotatorie, infatti le viabilità interferite dovranno essere dotate di idonea segnaletica di preavviso anche nei tratti al di fuori dei limiti di intervento, ovvero dovranno essere rimossi, ad esempio, i segnali posti in opera sulla S.S. 67 Tosco-Romagnola e sulla S.P. 106 che non tengano di conto della presenza nuovo tracciato e delle rotatorie in progetto.

10.1 SEGNALETICA VERTICALE

L’art. 77 del “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” (D.P.R. n. 495/92) in attuazione all’art 39 del “Nuovo codice della Strada” (D. Lg.vo n. 285/92) stabilisce le informazioni che deve contenere il progetto e in particolare deve:

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza* e della *fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;

Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l’uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

I successivi articoli definiscono

- art. 78 colore
- art. 79 visibilità
- art. 80 dimensione e formato
- art. 81 installazione - posizionamento
- art. 82 caratteristiche dei sostegni

10.1.1 COSTRUZIONE DEI SEGNALI

Pellicole

Per il tratto stradale in oggetto caratterizzato da un alto numero di veicoli pesanti, dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di CLASSE 2 ad alta risposta luminosa.

Strutture di sostegno

I sostegni per cartelli e targhe di superficie inferiore a 6 m² saranno in ferro tubolare Ø 48mm, 60mm o 90mm, in configurazione a palo singolo o multipalo con controvento, zincati a caldo per immersione. Le dimensioni di ogni sostegno vengono riportate nelle planimetrie di progetto.

I sostegni saranno muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La chiusura superiore avverrà mediante apposizione di cappello in plastica.

Le dimensioni delle fondazioni per ciascun tubolare è prevista che non sia inferiori a 50 x 50 cm di base e 70 cm di altezza

Per sostegni per cartelli e targhe maggiori di 6 m² e per cartelli e targhe posizionate sopra la carreggiata si è previsto l'utilizzo di strutture diverse dai sostegni tubolari; per forma e dimensione si rimanda agli elaborati specifici.

Staffe per fissaggio ai sostegni

Tutte le staffe di qualsiasi tipo utilizzate per il fissaggio dei segnali ai sostegni, devono essere in lega di alluminio estruso e la relativa bulloneria in acciaio inox.

Per quanto riguarda impianti bifacciali il fissaggio dei segnali ai relativi sostegni dovrà essere effettuato utilizzando solo ed esclusivamente le apposite staffe bifacciali.

10.1.2 VISIBILITÀ E POSIZIONAMENTO

Per perseguire le finalità sopra esposte il posizionamento dei principali segnali verticali deve tener conto di:

- posizionamento dei sostegni in punti singolari che non ingenerino pericolo in caso di svio di un veicolo;
- spazio di funzionamento delle barriere di sicurezza;
- spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale in relazione alla velocità prevalente di percorrenza della strada nonché al contesto in cui si colloca.

Per quest'ultimo punto l'art. 79 del Regolamento prescrive che per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento tra il conducente ed il segnale stesso libero da ostacoli per una corretta visibilità; il conducente deve quindi poter metter in pratica le operazioni espresse di seguito in sequenza, percepire la presenza del segnale, riconoscerlo come segnale stradale, identificarne il significato e attuare il comportamento richiesto.

Le misure minime dello spazio di avvistamento ed il posizionamento dei *segnali di pericolo* e dei *segnali di prescrizione* sono indicativamente di seguito riassunte.

Tipi di strade	Segnali di pericolo ⁽¹⁾		Segnali di prescrizione	
	spazio di avvistamento	posizionamento ⁽²⁾	spazio di avvistamento	posizionamento ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie e urbane di scorrimento (con velocità superiore a 50 km/h)	m 100	m 150	m 150	Inizio prescrizione
Altre strade	m 50	m 150	m 80	Inizio prescrizione

Le misure minime dello spazio di avvistamento ed il posizionamento dei segnali di pericolo e dei segnali di prescrizione

Per quanto riguarda i *segnali di indicazione* l'art 126 del Regolamento indica al comma 1 che occorre assicurare uno spazio di avvistamento "d" e al comma 2 indica la distanza "d" dal punto in cui inizia la manovra di svolta in funzione della velocità locale predominante, conformemente ai valori espressi nella seguente tabella:

Segnali di indicazione (preavviso di cui art. 127)		
Velocità locale predominante	spazio di avvistamento	posizionamento
90 km/h	m 170	m 100
70 km/h	m 140	m 80
50 km/h	m 100	m 60

Spazio di avvistamento e di posa in base alla velocità locale predominante (D.P.R. 495/92 art. 126 – comma 1 e 2)

Quando il segnale non può essere installato con il rispetto delle distanze indicate nella tabella, può trovare collocazione a **distanza superiore** purché la distanza venga riportata su pannello integrativo.

¹ Se inferiore di oltre il 20% deve essere preceduto da identico cartello con pannello integrativo

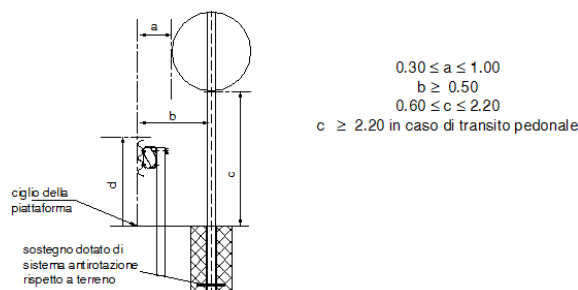
² I segnali di pericolo devono essere installati, di norma, ad una distanza di 150 m dal punto di inizio del pericolo segnalato mentre per i segnali di prescrizione vanno installati nel luogo ove inizia tale obbligo.

Oltre alle predette indicazioni riguardanti la distanza di avvistamento il Nuovo Codice della Strada prevede una serie di norme riguardanti le dimensioni, i formati e una serie di norme che regolano le modalità di installazione dei segnali verticali, che verranno riportate successivamente nella presente relazione.

1.1.1 POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA VERTICALE STANDARD

Per il posizionamento della segnaletica verticale il l'art. 81 del Regolamento di Attuazione del Nuovo Codice della Strada fissa i valori di distanza dal bordo stradale e di altezza rispetto alla carreggiata che devono essere garantiti. Il progetto, in coerenza con quanto previsto dagli standard adottati per la Variante alla S.P.27 - Tratto sud, impone delle condizioni più restrittive che vengono illustrate nella figura seguente.

b) su strade extraurbane (Tipo C e F)



Schema d'installazione dei segnali verticali

I valori indicati, riguardo alla distanza dal ciglio stradale, possono essere ridotti in relazione alle situazioni al contorno, purché il segnale non sporga sulla piattaforma.

10.1.3 SEGNALAMENTO VERTICALE DI INDICAZIONE

La particolarità del progetto consiste nell'aver il suo fulcro nell'elemento di congiunzione tra diverse viabilità, per cui la segnaletica di indicazione riveste un ruolo fondamentale per il corretto funzionamento della rotatoria, in particolare nei tratti di avvicinamento alla rotatoria.

10.1.4 DELINEATORI DI MARGINE

Il DPR. 16/12/92 n°495, all'art. 17 e seguenti definisce forma, tipo, collocazione e misure per i segnali complementari, definendoli come dispositivi e mezzi segnaletici atti a fornire ai conducenti le informazioni utili alla determinazione della traiettoria di marcia nelle varie situazioni stradali ed alla percezione di ostacoli posti in prossimità o entro la carreggiata, nonché quelli atti a rafforzare l'efficacia dei normali segni sulla carreggiata.

A questa categoria appartengono:

- delineatori normali di margine;

- delineatori speciali;
- mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;
- isole di traffico.

Come previsto dal Regolamento C.d.S., per garantire la visualizzazione a distanza dell'asse stradale si è previsto l'utilizzo di elementi rifrangenti. Per le diverse tipologie e modalità di installazione si rimanda agli elaborati specifici facenti parte del progetto della segnaletica.

10.2 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione".

10.2.1 STRISCE LONGITUDINALI

Le strisce longitudinali servono per separare i sensi di marcia o le corsie di marcia, per delimitare la carreggiata ovvero per incanalare i veicoli verso determinate direzioni; in particolare le strisce longitudinali si suddividono in:

- strisce di separazione dei sensi di marcia;
- strisce di corsia;
- strisce di margine della carreggiata;
- strisce di raccordo;
- strisce di guida sulle intersezioni.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue; le lunghezze dei tratti e degli intervalli delle strisce discontinue, sono rappresentate nella figura seguente.

In curva, gli intervalli delle strisce di tipo "a" e "b", possono essere ridotti in funzione dei raggi di curvatura, fino alla lunghezza del tratto.

Le strisce di margine della carreggiata sono continue in corrispondenza delle corsie di emergenza e delle banchine, mentre sono discontinue in corrispondenza di corsie di immissione e diversione e delle piazzole di sosta.

La larghezza minima delle strisce di margine è di 15 cm per le rampe delle autostrade e delle strade extraurbane principali, per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere, e di 12 cm per le strade locali.

Per quanto riguarda le strisce di delimitazione delle corsie, la larghezza minima è di 12 cm per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere e 10 cm per le strade locali.

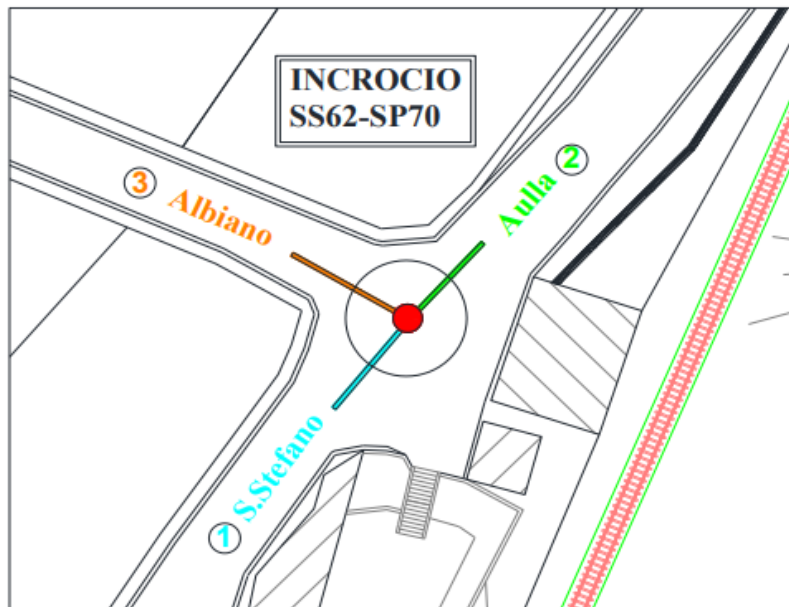
In corrispondenza delle isole di separazione delle corsie nei bracci di ingresso/uscita rotatoria, realizzate con elementi non sormontabili, saranno realizzate anche zebraure, come riportato negli elaborati di dettaglio.

11 FLUSSI DI TRAFFICO

Lo studio dei flussi di traffico è stato condotto sulla base dei risultati di due misurazioni dirette:

- Misurazioni effettuate dal Dipartimento di ingegneria Civile dell'Università di Pisa mediante telecamere digitali all'incrocio nei pressi dell'ex-Stazione ferroviaria tra la SS62 "della Cia" e la SP70 (oggi s.s.330) "di Buonviaggio" (Postazione A) ed incrocio in loc. Bettola tra la via Nuova (per fraz. Caprgliola,MS) e la SS62 "della Cisa" (postazione B), nel giorno 27/09/2011.
- Dati ANAS di TGMA rilevati alla Postazione 518 della SS62, km 13+392, nel periodo dal 01/01/2016 al 31/12/2016.

I risultati della prima misurazione hanno consentito di risalire alla matrice oraria dell'ora di punta che è risultata essere quella della mattina (07:15 – 08:15), differenziati per mezzi leggeri e pesanti.



Matrice oraria 07:15 - 08:15 (Veic. Leggeri Tot)				
O/D	1. S.Stefano	2. Aulla	3. Albiano	Tot
1. S.Stefano	0	250	173	422
2. Aulla	504	0	165	669
3. Albiano	273	119	0	392
Tot	777	368	338	1482

Matrice oraria 07:15 - 08:15 (Pesanti)				
O/D	1. S.Stefano	2. Aulla	3. Albiano	Tot
1. S.Stefano	0	20	46	66
2. Aulla	64	0	53	117
3. Albiano	40	27	0	67
Tot	104	47	99	250

Sulla base di questi dati è stata definita la percentuale di mezzi leggeri e pesanti transitanti su ciascun ramo dell'intersezione.

Veicoli Leggeri		
RAMO	VEIC/ORA	%
1	1199	40%
2	1037	35%
3	729	25%
Tot	2964	100%

Veicoli Pesanti		
RAMO	VEIC/ORA	%
1	170	34%
2	164	33%
3	166	33%
Tot	500	100%

I risultati della misurazione condotta da ANAS sulla postazione 518 della SS62 hanno invece consentito di risalire al TGMA, differenziato per classi di veicoli e fasi temporali giorno/notte, relativamente al flusso in direzione Aulla (Ramo 2),

DIREZIONE	DIURNI		NOTTURNI		TGM	
	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
INTERSEZIONE	5042	107	440	6	5482	113
AULLA	4888	106	505	17	5393	123
TOT	9930	213	945	23	10875	236

Per risalire ai valori di TGM dei rimanenti due rami, sono state applicate le percentuali determinate dai risultati delle indagini condotte dal Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Pisa, ottenendo i seguenti risultati:

Scenario Attuale								
RAMO	DIREZIONE	Veicoli Totali Periodo Diurno		Veicoli Totali Periodo Notturno		Veicoli Totali Giorno		
		TGM DIURNO		TGM NOTTURNO		TGM		
		LD	PD	LN	PN	L	P	TOT
1	Tot	11482	221	1093	24	12575	245	12819
2	Tot	9930	213	945	23	10875	236	11111
3	Tot	6984	216	665	23	7649	239	7888
TOT		28396	649	2702	70	31098	720	31818

Infine, per simulare uno scenario futuro, è stato ipotizzato un tasso di incremento della domanda di trasporto dello 0.5% a partire dall'anno 2023, anno della presumibile entrata in esercizio del nuovo ponte sul Magra. La tabella seguente mostra i valori di TGM ottenuti al 2033.

Scenario 2033								
RAMO	DIREZIONE	Veicoli Totali Periodo Diurno		Veicoli Totali Periodo Notturno		Veicoli Totali Giorno		
		TGM DIURNO		TGM NOTTURNO		TGM		
		LD	PD	LN	PN	L	P	TOT
1	Tot	12374	238	1178	26	13552	264	13815
2	Tot	10701	230	1018	25	11720	254	11974
3	Tot	7527	232	716	25	8243	257	8500
TOT		30602	700	2912	76	33514	775	34290

Questi dati, sia quelli attuali che quelli dello scenario al 2033, sono stati utilizzati sia per le simulazioni dell'atmosfera che per le simulazioni acustiche.

12 BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI

I dispositivi di sicurezza stradali verranno installati a protezione delle zone individuate in progetto secondo le tipologie generali, le classi indicate e con larghezza operativa compatibile con le dimensioni della strada, secondo il disposto del D.M. n. 223 del 18 febbraio 1992 e del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004. In particolare per definire gli spazi necessari alle barriere occorre richiamare quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001, dalle norme UNI EN 1317-2/2007 Parte A, UNI EN 1317-2/2010 Parte B ed ultima circolare ministeriale n° 62032 del 21/07/2010.

La scelta dei dispositivi di sicurezza è avvenuta tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata, salvo per le barriere di cui al punto c) dell'art. 1 del D.M. 21 giugno 2004 n. 2367 (barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.) per le quali dovranno sempre essere usate protezioni delle classi H2, H3, H4 e comunque in conformità della vigente normativa sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali. Ai fini applicativi il traffico è classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei seguenti livelli:

Tipo di traffico	TGM (*)	% veicoli con massa > 3.5t
I	≤ 1000	qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15

III	> 1000	> 15
-----	--------	------

(*) Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

Ai fini applicativi le tabelle seguenti riportano, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera, le classi minime di dispositivi da applicare.

Tabella A – Barriere longitudinali

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

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista in funzione dell'ampiezza w della larghezza utile della barriera scelta, delle caratteristiche geometriche della strada, della percentuale di traffico pesante e della relativa incidentalità (D.M. n.235 del 03/06/1998).

La strada oggetto dell'intervento di adeguamento e messa in sicurezza ha le caratteristiche geometriche di una strada extraurbana secondaria di Tipo C2 secondo la classificazione del D.M. 5/11/2001 n. 6792 con $V_p = 60$ km/h e una corsia per senso di marcia.

Relativamente ai dati di traffico necessari per la scelta delle classi delle barriere di sicurezza secondo il D.M. 21/6/2004 n. 2367 si è considerato, secondo i dati in nostro possesso, un TGMA di circa 11000, e % mezzi pesanti inferiore al 5%.

Il traffico si può quindi classificare di **tipo I** (TGM > 1000, presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 t minore del 5%) secondo il D.M. 21/6/2004.

In funzione della classe di traffico di tipo I, per le strade di tipo C (extraurbane secondarie) sono sufficienti barriere di tipo N2 per i rilevati e di tipo H2 per i ponti. Si è comunque scelto di utilizzare barriere di tipo H2 in rilevato e tipo H4 NJ per i ponti per omogeneità delle tipologie con le viabilità limitrofe e per garantire una maggiore sicurezza.

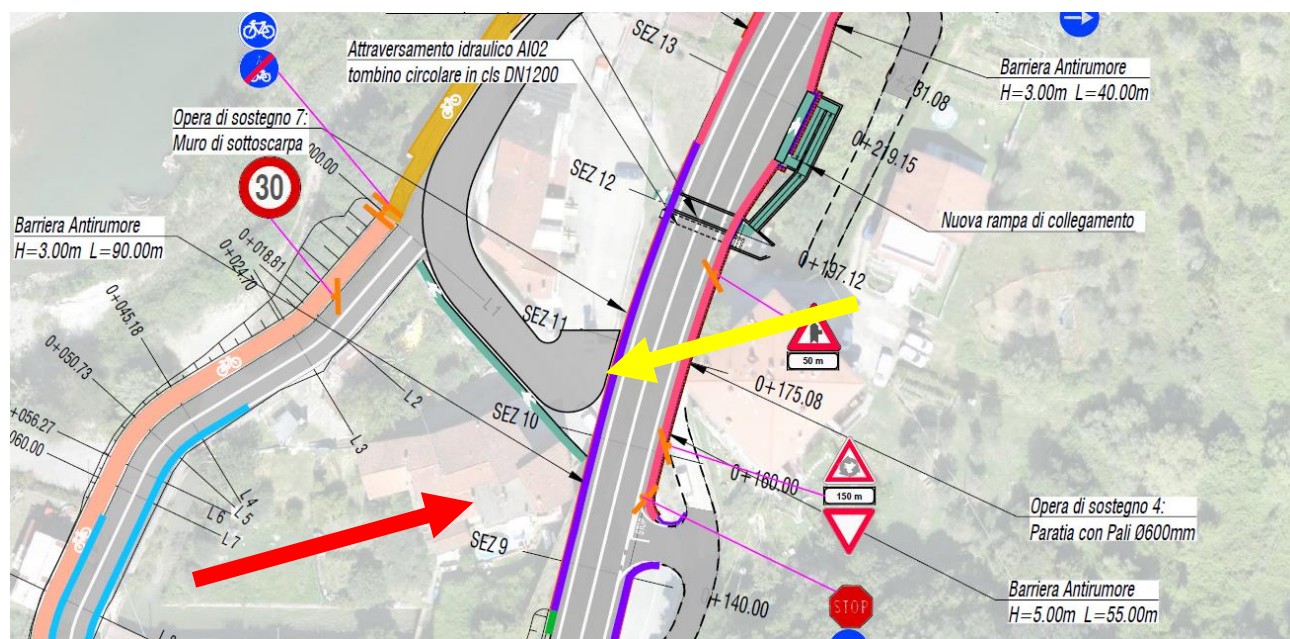
Nello specifico, è prevista la posa dei seguenti dispositivi di contenimento rispondenti alle normative vigenti lungo l'asse principale:

- Barriere di sicurezza di classe H2 bordo laterale per i tratti con altezza del piano viabile rispetto al p.c. superiore ad 1 m ;

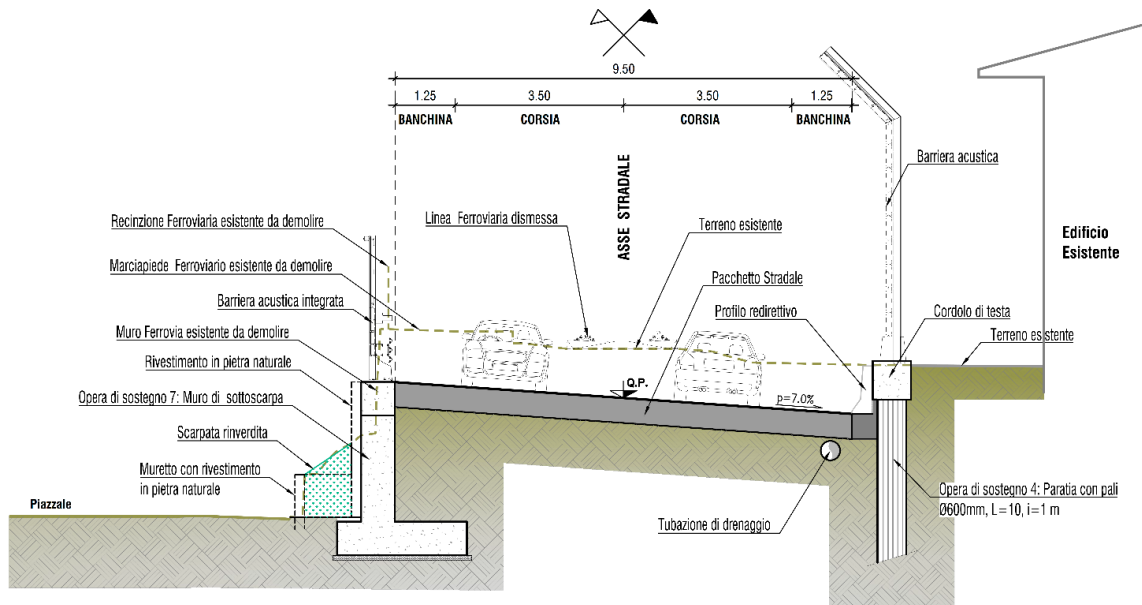
- Barriere New Jersey di classe H4 bordo ponte per i tratti in corrispondenza del nuovo ponte.
- Barriere integrate fonoassorbenti H4 nei casi in cui fosse necessario prevedere l'installazione di una barriera antifonica ma non fossero disponibili spazi sufficienti per garantire il corretto funzionamento di barriere di sicurezza tradizionali
- Profili redirettivi in corrispondenza delle opere di sostegno/protezione del versante

Il progetto prevede anche l'installazione di barriere di sicurezza nei tratti in rilevato della viabilità secondaria: si prevede l'utilizzo di barriere H1 bordo laterale sui tratti in rilevato naturale, e H2 bordo ponte lungo l'opera di scavalco.

Vista la presenza di particolari criticità lungo il tracciato, sono state adottate barriere di sicurezza con larghezze utili (W) tali garantire il corretto funzionamento degli elementi di ritenuta anche in condizioni di particolare vicinanza con edifici esistenti. E' il caso delle barriere integrate fonoassorbenti classe H4 W5 (1.5m), indicate nella seguente figura con una freccia rossa, previste a breve distanza dall'abitazione: è stato infatti attentamente verificato che la distanza fra filo barriera ed edificio sia superiore a quella richiesta, anche nei punti di massima vicinanza.

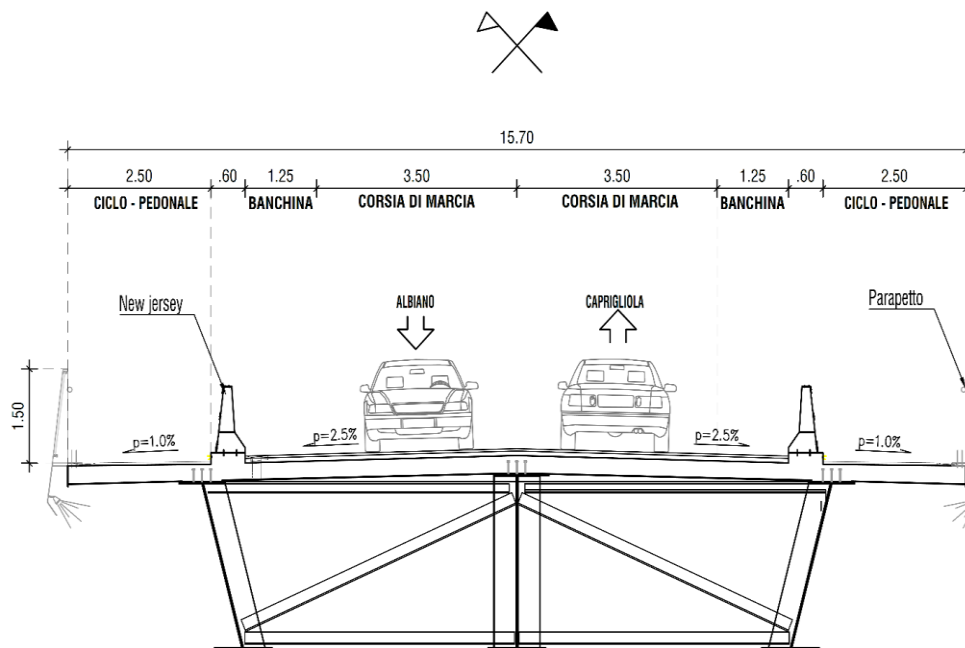


Discorso analogo per la zona indicata con una freccia gialla nella precedente figura: in corrispondenza delle zone di massima vicinanza agli edifici esistenti sono previste opere di sostegno integrate con un profilo redirettivo, così da limitare il pericolo di intrusione con le parti alti del cassone di un mezzo pesante in caso di urto con la struttura. Quanto appena descritto è rappresentato anche nella seguente figura.



Si fa comunque presente che il tracciato della variante alla SS62 ha comunque una velocità di progetto $V_p=60$ km/h e presenta tratti in approccio/uscita all'intersezione a rotatoria in cui la velocità di progetto risulta ancora più bassa.

Per quanto riguarda il tracciato del nuovo ponte, che, ricordiamolo, è caratterizzato da una $V_p=60$ km/h e da una conformazione particolare, in quanto ha inizio/fine, da un lato, in una rotatoria e dall'altro in un centro abitato ed una estensione di circa 300 m, sono state scelte barriere NJ H4 BP. La larghezza di funzionamento di detti dispositivi (W5) non sarebbe sufficiente a garantire il corretto funzionamento delle stesse, vista la presenza a tergo della pista ciclabile, ma viste le premesse fatte e la scarsità prevista di mezzi pesanti, si ritiene che la scelta sia sufficientemente cautelativa, vista l'impossibilità di allargare ulteriormente l'impalcato.



13 PISTA CICLABILE

Come già anticipato nei precedenti capitoli della presente relazione, fa parte del presente progetto anche la realizzazione di una nuova pista ciclabile.

La pista ciclabile si svilupperà parallelamente alla viabilità secondaria (Asse Locale) per poi proseguire sull'esistente SS62 verso la rotatoria di progetto dove è previsto un attraversamento ciclo-pedonale sia sul ramo Ovest (nuovo ponte di progetto) che sul ramo Nord. Dopo l'attraversamento sul Ramo Nord la pista seguirà lo stesso tracciamento dell'attuale linea ferroviaria dismessa. Il progetto della pista ciclabile è stato realizzato utilizzando come riferimento normativo le linee guida emanate con Decreto Ministeriale Del 30.11.1999 e le Istruzioni tecniche per la progettazione delle reti ciclabili (Bozza n.3 17 Aprile 2014). Nello specifico è stata stabilita una larghezza della piattaforma pari a 2,50 m con due corsie da 1,25 metri ciascuna. In accordo con quanto riportato nelle linee guida, per permettere il corretto drenaggio delle acque superficiali la pendenza trasversale è stata fissata al 1% con pendenza ad unica falda, mentre la pendenza longitudinale segue quella stradale. Si riporta di seguito il pacchetto di sovrastruttura utilizzato per la pista ciclabile.

