

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)
1° stralcio

PROGETTO ESECUTIVO

COD. AN58

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



sinergo

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL PROGETTISTA:

Ing. Alberto Rinaldi – Società Erre.vi.a. Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 16951

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Massimo Mezzanzanica – Società Pro Iter Srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Mangini – Società Erre.vi.a. Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Varese n. 1502

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Dott. ing. Vincenzo Catone



PROTOCOLLO:

DATA:

05 - PROGETTO STRADALE

05.01 - PARTE GENERALE

Relazione tecnica sul progetto stradale

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

LO702M E 2101

NOME FILE

T00PS00TRARE01A.pdf

REVISIONE

SCALA

CODICE
ELAB.

T00PS00TRARE01

A

-

D					
C					
B					
A	EMISSIONE	FEBBRAIO 2023	VISCHIONI	VISCHIONI	RINALDI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	1
2	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	2
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE	10
3.1	Normative di riferimento.....	13
3.2	Geometria delle sezioni stradali e pavimentazioni	14
3.2.1	<i>Asse Principale</i>	14
3.2.1.1	<i>Tratte in galleria</i>	14
3.2.1.2	<i>Tratte all'aperto a singola corsia</i>	16
3.2.1.3	<i>Tratte all'aperto a doppia corsia</i>	17
3.2.2	<i>Intersezioni</i>	19
3.2.2.1	<i>Intersezione lato Umbria</i>	19
3.2.2.2	<i>Intersezione lato Marche</i>	22
3.2.3	<i>Adeguamento via Cà Lillina</i>	23
3.3	Descrizione dei tracciati piano altimetrici	25
3.3.1	<i>Asse Principale</i>	25
3.3.2	<i>Intersezioni</i>	28
3.3.2.1	<i>Intersezione lato Umbria</i>	28
3.3.2.1.1	<i>Rotatoria n.1</i>	28
3.3.2.1.2	<i>Asse 3 – braccio direzione Grosseto</i>	28
3.3.2.1.3	<i>Asse 4 – Asse principale</i>	29
3.3.2.1.4	<i>Asse 5 – braccio direzione Parnacciano</i>	29
3.3.2.2	<i>Intersezione lato Marche</i>	30
3.3.2.2.1	<i>Rotatoria n.2</i>	30
3.3.2.2.2	<i>Asse 1_1 – Asse principale</i>	30
3.3.2.2.3	<i>Asse 1_2 – Adeguamento via Cà Lillina</i>	30
3.3.2.2.4	<i>Asse 2 – braccio tratto iniziale via Cà Lillina</i>	30
3.3.3	<i>Adeguamento via Cà Lillina</i>	31
3.4	Diagrammi delle velocità	33
3.5	Verifiche degli elementi di tracciato e delle visibilità.....	34
3.6	Verifiche di sicurezza delle rotatorie	39
3.7	Verifiche di visibilità accessi / innesti	42
4	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE	46
4.1	Dati di input.....	47
4.2	Traffico di progetto.....	47
4.3	Calcolo degli ESAL's.....	49
4.4	Portanza del sottofondo	49
4.5	Spessore strati	51

Titolo relazione

RTP di progettazione:

Mandataria:



Mandanti:



1 PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto Esecutivo per l'apertura al traffico della Galleria della Guinza (Lotto 2°) e del Tratto Guinza – Mercatello Ovest (Lotto 3°) – 1° Stralcio, del Tratto Selci Lama (E45) – Santo Stefano di Gaifa dell'itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto - Fano.

L'intervento è localizzato tra le Regioni Umbria e Marche, nei Comuni di San Giustino (PG) e Mercatello sul Metauro (PU) ed è costituito dal 2° Lotto comprendente la Galleria della Guinza, e dal 3° Lotto comprendente tutte le opere dall'uscita della Guinza sul lato marchigiano, fino al termine dell'intervento.

Nello specifico si evidenziano di seguito le tratte comprese nella presente progettazione:

- Tratto galleria Guinza - 2° Lotto, compreso dalla S.P. n.200 (nuova intersezione rotatoria 1 - lato Umbria - progr. Km 0+000) all'imbocco Nord della galleria Guinza (lato Marche – progr. Km 6+168.77), di sviluppo complessivo pari a 6168.77m;
- Tratto compreso dall'imbocco Nord della galleria Guinza (lato Marche progr. Km 6+168.77) alla nuova intersezione rotatoria 2 - 3° Lotto (progr. Km 9+741.10), di sviluppo complessivo pari a 3572.33m;
- Adeguamento in sede di via Cà Lillina, dalla nuova intersezione rotatoria 2 all'inizio del centro abitato di Mercatello sul Metauro di sviluppo complessivo pari a 982.80m.

Il progetto è finalizzato alla messa in esercizio della Galleria della Guinza, e consiste nel completamento della carreggiata stradale esistente in parte già realizzata e mai messa in esercizio (carreggiata direzione Sud – carreggiata di valle), sono presenti le seguenti opere d'arte principali:

- galleria naturale della Guinza (lunghezza 5969.50m);
- ponte uscita lato Marche galleria Guinza in c.a.p. (lunghezza 27m);
- galleria naturale Valpiana (lunghezza 237m);
- viadotto metallico Valpiana (lunghezza 159m);
- galleria artificiale S. Veronica (lunghezza 42.80m);
- viadotto metallico Sorgente (lunghezza 183.95m);
- galleria naturale S. Antonio (lunghezza 648.50m);
- viadotto metallico Pieruccia (lunghezza 52.40m).

Il progetto originario dei lotti 2 e 3 prevedeva la realizzazione di una strada extraurbana principale a carreggiate separate, ciascuna con due corsie per senso di marcia (sezione tipo III secondo la CNR-80).

A causa delle mutate esigenze di traffico e soprattutto della mancanza dei finanziamenti necessari per il completamento dell'intervento, i lavori sono stati interrotti, pertanto il tratto risulta realizzato solo in parte (realizzata una sola carreggiata per la galleria Guinza, per la galleria Valpiana e per il viadotto Valpiana).

La progettazione definitiva di riferimento in ultima analisi è stata quindi sviluppata per il tratto ricadente nella galleria Guinza, con la proposta di cui alla nota Anas prot. CDG-0329024-P del 06/06/2019, che prevedeva una configurazione di messa in esercizio del fornice esistente a senso unico monodirezionale (direzione dalle Marche all'Umbria), con utilizzo dell'attuale galleria senza la necessità di ulteriori manufatti e con una più facile e uniforme gestione della circolazione. In tale configurazione di progetto, i veicoli pesanti di massa superiore a 3,5 t e i veicoli destinati al trasporto di merci pericolose per entrambe le direzioni e i traffici in direzione dall'Umbria alle Marche è previsto il transito sulla S.S.73 di Bocca Trabaria.

2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il progetto originale dei lotti 2 e 3 prevedeva la realizzazione di una strada di tipo III secondo la CNR-80, a carreggiate separate con due corsie per senso di marcia. Le gallerie erano previste a doppia canna.

L'opera principale del lotto 2 è la Galleria della Guinza, di lunghezza pari a circa 6 km. La galleria si inserisce in un contesto morfologico ed orografico caratterizzato da tratti di valico con versanti acclivi, presenza di boschi ed incisioni profonde, per cui il superamento del passo della Guinza era possibile solo mediante la realizzazione della omonima galleria.

La pavimentazione delle gallerie Guinza, Valpiana e S. Antonio è parzialmente realizzata, manca la stesura degli strati finali di binder e usura, l'inclinazione della sezione è del 2,5 % mono falda, e ai margini della sede stradale sono collocate due canalette in calcestruzzo per la raccolta degli sversamenti accidentali.

Le piazzole di sosta sono poste a distanza di circa 1 km, sia in destra che in sinistra. Le gallerie, inoltre, non sono fornite di alcuna dotazione impiantistica.

La galleria della Guinza termina sul versante marchigiano, in corrispondenza del fosso Guinza, il cui superamento è stato realizzato mediante un ponte in c.a.p. a campata unica.

Il lotto 3 esistente, inizia all'imbocco lato Marche della Galleria Guinza e si sviluppa per circa 4 Km con una serie di viadotti in carpenteria metallica, gallerie naturali ed artificiali, e tratti all'aperto in rilevato, fino a raggiungere l'abitato di Mercatello sul Metauro. In quest'ultimo tratto è presente la strada comunale via Cà Lillina di cui si prevede l'adeguamento in sede per uno sviluppo di circa 980m.

La pavimentazione della galleria S. Veronica e dei tratti all'aperto è costituita da uno strato di base con binder e usura di spessore complessivo pari a 25cm; nei tratti su viadotto è presente uno strato di usura di spessore pari a 4cm.

L'intervento in esame ha inizio in corrispondenza dell'attuale area di cantiere sulla S.P. n.200 (lato Umbria) in località Parnacciano, realizzata per la costruzione dell'imbocco sud della galleria Guinza. In questa area sono visibili le opere strutturali già realizzate consistenti nelle paratie di imbocco posizionate sul fronte della galleria e le paratie sul lato ovest dell'area di cantiere a protezione della futura intersezione a rotatoria.

Si evidenzia nella seguente figura l'area sopra descritta.



Figura 1 – Imbocco sud galleria Guinza (lato Umbria) e paratie

In corrispondenza dell'imbocco nord della galleria Guinza (lato Marche) sono visibili oltre alle opere di imbocco, il ponte in c.a.p. sul fosso Guinza (di sviluppo pari a 27m) già predisposto con una larghezza di impalcato per accogliere la doppia carreggiata, in direzione nord è presente una paratia rivestita di contenimento sul lato est della carreggiata stradale e l'imbocco sud della galleria Valpiana.

Si evidenziano nelle seguenti figure le opere sopra descritte.



Figura 2 – Imbocco nord galleria Guinza (lato Marche) e ponte fosso Guinza



Figura 3 – Imbocco sud galleria Valpiana e paratia lato est

Il tratto successivo all'aperto è compreso tra l'imbocco nord della galleria Valpiana (di sviluppo complessivo pari a 237m) e l'imbocco sud della galleria artificiale S. Veronica (di sviluppo complessivo pari a 42.80m), in questo tratto è presente il viadotto metallico Valpiana di lunghezza pari a 159m.

Si evidenziano nelle seguenti figure le opere sopra descritte.



Figura 4 – Viadotto Valpiana



Figura 5 – Imbocco sud galleria artificiale S. Veronica

Procedendo in direzione nord il tratto successivo all'aperto è compreso tra l'imbocco nord della galleria S. Veronica e l'imbocco sud della galleria S. Antonio (di sviluppo complessivo pari a 648.50m), in questo tratto è presente il viadotto metallico Sorgente di lunghezza pari a 183.95m, e un'opera di sostegno tra le due carreggiate (lato est della carreggiata oggetto d'intervento).

Si evidenziano nelle seguenti figure le opere sopra descritte.



Figura 6 – Viadotto Sorgente e imbocco nord galleria artificiale S.Veronica



Figura 7 – Imbocco sud galleria S. Antonio e opera di sostegno lato est

Il tratto finale all'aperto compreso tra l'imbocco nord della galleria S. Antonio e l'area in cui è localizzata la nuova intersezione a rotatoria di progetto, comprende il viadotto metallico Pieruccia di lunghezza pari a 52.40m, e il manufatto scatolare posizionato in corrispondenza dello scavalco alla viabilità denominata via Cà Lillina in corrispondenza del termine del tratto stradale già realizzato. In questo tratto, in uscita dalla galleria S. Antonio le carreggiate risultano a quote altimetriche differenti con la carreggiata di monte a quota maggiore; si evidenzia la presenza di un'opera di sostegno tra le due carreggiate a sostegno di quella di monte, procedendo in direzione del termine del tratto realizzato le due carreggiate diventano complanari.

Si evidenziano nelle seguenti figure le opere sopra descritte.



Figura 8 – Tratto con carreggiate a quote altimetriche differenti (opera di sostegno)



Figura 9 – Tratto con carreggiate complanari



Figura 10 – Termine del tratto realizzato e manufatto su via Cà Lillina

L'intervento in esame prevede l'adeguamento in sede di via Cà Lillina dalla nuova intersezione di progetto (rotatoria n.2) al centro abitato di Mercatello sul Metauro.

La viabilità in esame si colloca in un contesto prettamente collinare che vincola fortemente le caratteristiche del tracciato piano altimetrico.

L'attuale sedime stradale ha una larghezza di pavimentato pari a circa 5.00m, ed è caratterizzato prevalentemente da una sezione stradale a mezza costa con scarpate a monte e a valle.

Il tratto iniziale di via Cà Lillina compreso tra il manufatto esistente sottopassante il tracciato stradale già realizzato e la progr. di progetto Km 0+180, presenta una sezione in leggera mezza costa con scarpata più rilevante a monte (lato est del sedime stradale) di altezza massima pari a circa 3.00m. Nel tratto successivo fino alla progr. di progetto Km 0+320 la sezione a mezzacosta si ridimensiona portando la scarpata di monte ad altezze massime di circa 2m mentre a valle la scarpata è in linea con il piano campagna esistente. Dalla progr. di progetto Km 0+320 alla progr Km 0+500 si segnala il tratto altimetrico più impegnativo per la presenza di un dosso con pendenze longitudinali pari al 7.%; in questo tratto si ha un incremento delle altezze delle due scarpate passando a valori di circa 5.00 di altezza su entrambi i lati della carreggiata stradale. Nel restante tratto compreso dalla progr. di progetto Km 0+500 alla progr. Km 0+980 (termine intervento) il percorso di via Cà Lillina mantiene una altimetria costante con scarpata a monte di altezza pari a circa 2.00-3.00m e a valle si raccorda la piano campagna esistente.

Si segnala la presenza della rete idrica- acquedotto sotto al sedime stradale (n.2-3 condotte DN 63-110) evidenziata dall'ente gestore Marche Multiservizi e opportunamente riportata e trattata negli specifici elaborati progettuali. Tale rete idrica è a servizio degli edifici abitativi presenti sul lato ovest del sedime stradale.

Si evidenziano nelle seguenti figure le tratte sopra descritte.



Figura 11 – Tratto iniziale dal manufatto esistente a progr. di progetto Km 0+180



Figura 12 – Tratto compreso tra la progr. di progetto Km 0+180 e progr. Km 0+320



Figura 12 – Tratto compreso tra la progr. di progetto Km 0+320 e progr. Km 0+500



Figura 13 – Tratto compreso tra la progr. di progetto Km 0+500 e progr. Km 0+980 (termine intervento)

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE

Il progetto stradale in esame prevede il completamento e adeguamento della carreggiata stradale di valle (per le direttrici da Fano lato Marche a Grosseto lato Umbria) al fine di consentire l'apertura al traffico per la sola direzione Nord – Sud a senso unico di marcia.

Di seguito si descrive in linea generale l'intervento stradale, i dettagli tecnici specifici di ogni singola tratta sono evidenziati nei capitoli successivi e negli elaborati progettuali di riferimento.

L'intervento ha origine in territorio umbro lungo la SP200 (località Parnacciano), in corrispondenza dell'imbocco sud della galleria Guinza.

In questa area è prevista la realizzazione della nuova intersezione a rotatoria (rotatoria n.1) che si sviluppa ad una quota altimetrica superiore al piano viabile della S.P. n.200m (circa 2.00m) al fine raccordarsi agevolmente con le quote del piano stradale in galleria. In prossimità dell'imbocco della galleria su entrambi i lati del tracciato stradale è posizionato il piazzale impianti, e la deviazione della rete idrica interferente (fosso del Casale) con un nuovo manufatto scatolare con briglia a monte e recapito nel vicino torrente Lama. Per i bracci della rotatoria posizionati sulla S.P. n.200 sono previsti dei muri di sostegno sul lato di valle lungo tutto lo sviluppo del tratto adeguato, e un breve tratto di consolidamento della scarpata a monte (braccio di innesto lato nord).

Il tratto successivo di sviluppo complessivo pari a 5969.5 m, compreso dalla progr. di progetto Km 0+225.12 alla progr. Km 6+168.77 corrisponde al tratto in galleria Guinza, dove si prevede la realizzazione della pavimentazione stradale (previa la demolizione della soletta e la rimozione del materiale posizionato sopra all'arco rovescio) e degli elementi marginali (redirettivi), l'adeguamento della rete di smaltimento acque di piattaforma e di versante, e la realizzazione dei nuovi impianti specifici per le opere in galleria. La sezione stradale con larghezza di pavimentato pari a 8.00m è costituita da una corsia di marcia da 3.50m una banchina in sinistra di 1.00m e una corsia di soccorso in destra di 3.50m.

In corrispondenza dell'imbocco nord della galleria Guinza inizia un breve tratto all'aperto di sviluppo complessivo pari a 91.65m (compreso tra le progr. di progetto Km 6+168.77 e progr. Km 6+260.42) fino all'imbocco sud della galleria Valpiana. In questo tratto è previsto il rifacimento con demolizione degli strati superficiali della pavimentazione, pari a 25 cm per i tratti in rilevato e 10 cm per il ponte Guinza (progr. di progetto Km 6+200), di quest'ultima opera si adeguerà il cordolo laterale di valle per alloggiare le barriere di sicurezza. La sezione stradale con larghezza minima di pavimentato pari a 9.50m è costituita da una corsia di marcia da 3.50m una banchina in sinistra di 1.75m e una corsia di soccorso in destra di 3.50m con banchina di 0.75m. A completamento dei lavori descritti saranno realizzate le opere complementari quali barriere di sicurezza e segnaletica.

Il tratto successivo di sviluppo complessivo pari a 237 m, compreso dalla progr. di progetto Km 6+260,42 alla progr. Km 6+497.44, corrisponde al tratto in galleria Valpiana dove si prevedono tutte quelle opere descritte per la galleria Guinza e si confermano le dimensioni della piattaforma stradale.

In corrispondenza dell'imbocco nord della galleria Valpiana ha inizio un tratto all'aperto di sviluppo complessivo pari a 464.57m (compreso tra le progr. di progetto Km 6+260.42 e progr. Km 6+962.01) fino all'imbocco sud della galleria artificiale S. Veronica. In questo tratto è previsto l'adeguamento dei cordoli laterali del viadotto metallico Valpiana di lunghezza pari a 159 m (progr. di progetto Km 6+662.9) per l'alloggiamento delle barriere di sicurezza. Si prevede il rifacimento con demolizione degli strati superficiali della pavimentazione, pari a 25 cm per i tratti in rilevato e 4 cm per i tratti su opere d'arte. La sezione stradale con larghezza minima di pavimentato pari a 9.50m è costituita da una corsia di marcia da 3.50m una banchina in sinistra di 1.75m e una corsia di soccorso in destra di 3.50m con banchina di 0.75m. A completamento dei lavori descritti saranno realizzate le opere complementari quali barriere di sicurezza e segnaletica.

Il tratto successivo di sviluppo complessivo pari a 42.80m, compreso dalla progr. di progetto Km 6+971.33 alla progr. Km 7+014.19, corrisponde al tratto in galleria artificiale S. Veronica dove si prevede il rifacimento con demolizione degli strati superficiali della pavimentazione pari a 25 cm, la realizzazione degli elementi marginali (redirettivi), l'adeguamento della rete di smaltimento acque di piattaforma +e di versante, e la realizzazione

dei nuovi impianti specifici per le opere in galleria. La sezione stradale ha le stesse caratteristiche dei tratti in galleria precedentemente descritti.

In corrispondenza dell'imbocco nord della galleria artificiale S. Veronica ha inizio un tratto all'aperto di sviluppo complessivo pari a 412.66m (compreso tra le progr. di progetto Km 7+014.19 e progr. Km 7+426.85) fino all'imbocco sud della galleria S. Antonio. In questo tratto è previsto l'adeguamento dei cordoli laterali del viadotto metallico Sorgente di lunghezza pari a 183.95m (progr. di progetto Km 7+054.14) per l'alloggiamento delle barriere di sicurezza. Si prevede il rifacimento con demolizione degli strati superficiali della pavimentazione, pari a 25 cm per i tratti in rilevato e 4 cm per i tratti su opere d'arte. La sezione stradale con larghezza minima di pavimentato pari a 9.50m è costituita da una corsia di marcia da 3.50m una banchina in sinistra di 1.75m e una corsia di soccorso in destra di 3.50m con banchina di 0.75m. A completamento dei lavori descritti saranno realizzate le opere complementari quali barriere di sicurezza e segnaletica.

Il tratto successivo di sviluppo complessivo pari a 648.50m, compreso dalla progr. di progetto Km 7+426.85 alla progr. Km 8+075.41, corrisponde al tratto in galleria S. Antonio Valpiana dove si prevedono tutte quelle opere descritte per la galleria Guinza. La sezione stradale ha le stesse caratteristiche dei tratti in galleria precedentemente descritti.

In corrispondenza dell'imbocco nord della galleria S. Antonio ha inizio il tratto terminale dell'intervento, in sede alla carreggiata già realizzata di sviluppo complessivo pari a 1674.59m (compreso tra le progr. di progetto Km 8+75.41 e progr. Km 9+750). Il tracciato si conclude in corrispondenza della nuova intersezione a rotatoria (rotatoria n.2) da dove ha inizio il tratto di adeguamento in sede di via Cà Lillina. In questo tratto è previsto l'adeguamento dei cordoli laterali del viadotto metallico Pieruccia di lunghezza pari a 183.95m (progr. di progetto Km 8+838.99) e del sottopasso scatolare (progr. di progetto Km 9+540) per l'alloggiamento delle barriere di sicurezza. Si prevede il rifacimento con demolizione degli strati superficiali della pavimentazione, pari a 25 cm per i tratti in rilevato e 4 cm per i tratti su opere d'arte. La sezione stradale per il primo tratto a singola corsia prevede una larghezza minima di pavimentato pari a 9.50m è costituita da una corsia di marcia da 3.50m una banchina in sinistra di 1.75m e una corsia di soccorso in destra di 3.50m con banchina di 0.75m. Per il successivo tratto a doppia corsia la sezione stradale prevede una larghezza minima di pavimentato pari a 9.50m è costituita da due corsie di marcia da 3.50m una banchina in sinistra di 0.75m e una banchina in destra di 1.750m. A completamento dei lavori descritti saranno realizzate le opere complementari quali barriere di sicurezza e segnaletica.

La nuova intersezione a rotatoria è costituita da n.3 bracci; il primo braccio in direzione sud rappresenta il collegamento diretto con il tracciato principale sopra descritto; il secondo braccio in direzione nord costituisce l'inizio dell'intervento di adeguamento in sede di via Cà Lillina in direzione del centro abitato di Mercatello sul Metauro; il terzo braccio posto a est del tracciato principale permette l'innesto in rotatoria dell'attuale percorso di via Cà Lillina proveniente dal sottopasso scatolare esistente.

Il tratto di adeguamento in sede di via Cà Lillina di sviluppo complessivo pari a 982.20m, ha inizio in corrispondenza della nuova intersezione a rotatoria da cui si stacca con un breve tratto fuori sede per poi sovrapporsi al sedime stradale esistente (di larghezza pari a circa 5.00m) fino al termine dell'intervento previsto in prossimità del centro abitato di Mercatello sul Metauro. La sezione stradale adottata è una cat. F2 -strade locali ambito extraurbano, con larghezza complessiva del pavimentato pari a 8.50m, costituita da due corsie da 3.25m e banchine laterali da 1.00m. L'andamento piano altimetrico ricalca l'attuale tracciato migliorandone l'andamento generale attraverso la messa a norma degli elementi che lo compongono (raggi planimetrici e raccordi verticali); nello specifico in corrispondenza del tratto con maggiori criticità (presenza di un dosso alla progr. di progetto Km 0+380) si è incrementato il valore del raccordo verticale al fine di renderlo compatibile con quanto previsto dalla normativa vigente. Sono previsti gli adeguamenti di opere idrauliche interferite, la principale è costituita da un tombino scatolare alla progr. di progetto Km 0+320. È previsto un sistema di smaltimento delle acque di piattaforma di tipo chiuso con trattamento. A completamento dei lavori descritti saranno realizzate le opere complementari quali barriere di sicurezza e segnaletica.

Si evidenzia nella seguente figura lo schema planimetrico delle tratte sopra descritte.

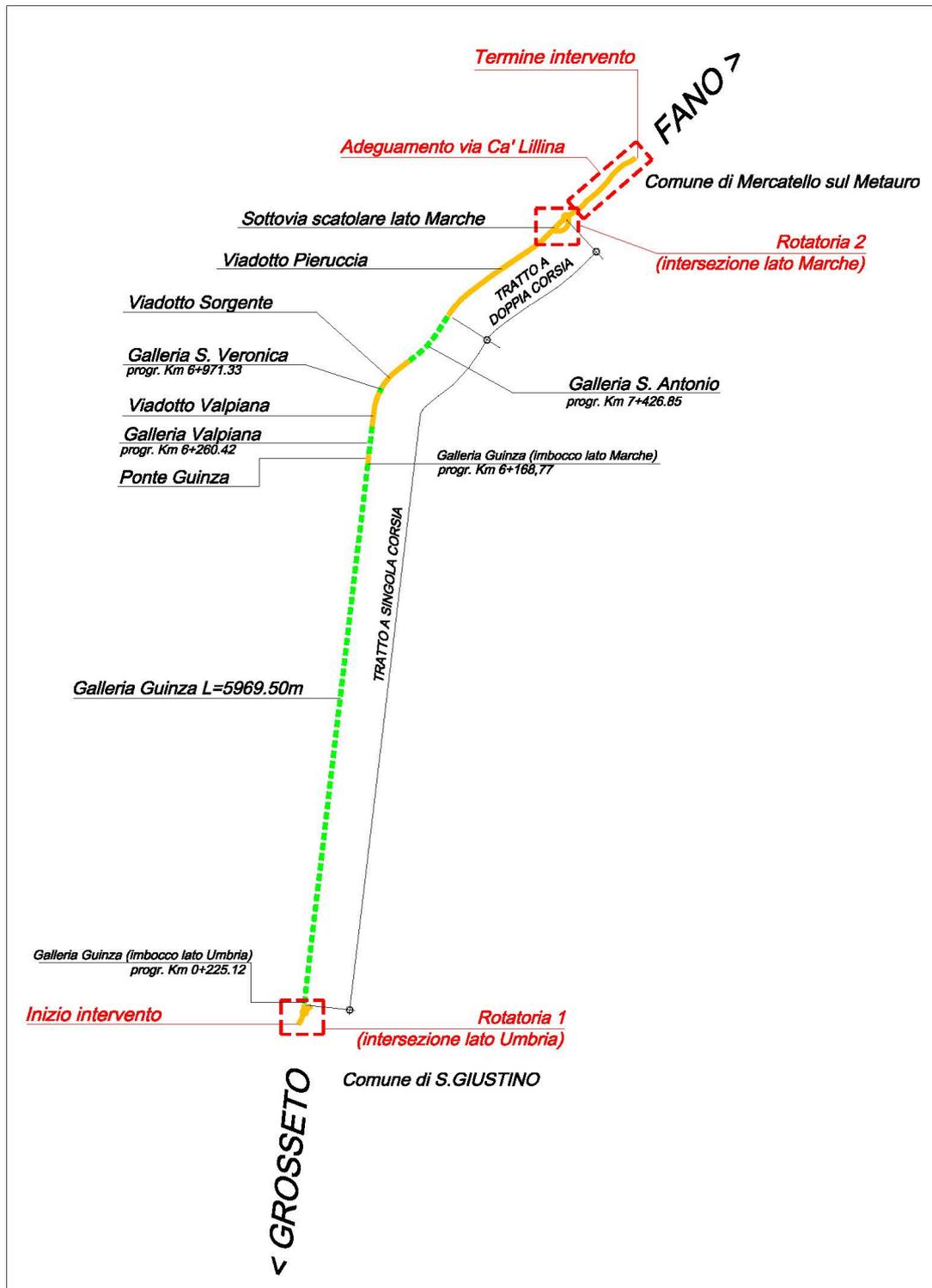


Figura 14 – Schema planimetrico di inquadramento

3.1 Normative di riferimento

Di seguito si evidenzia il quadro normativo di riferimento per la presente progettazione:

- D.lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- DM 05-11-01, n. 6792: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, aggiornato dal DM 22-04-04 che rende le citate norme di riferimento per gli adeguamenti delle strade esistenti;
- DM 18-02-92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”, così come recentemente aggiornato dal DM 21/06/04: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- DM 28-06-2011 “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”, pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011;
- DM 19-04-06: “Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, pubblicato sulla G.U. n° 170 del 24-07-06;
- D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.

3.2 Geometria delle sezioni stradali e pavimentazioni

Nei successivi capitoli si evidenzia nel dettaglio la geometria delle sezioni stradali e le relative pavimentazioni dell'asse principale delle due nuove intersezioni lato Umbria e lato Marche, e del tratto di adeguamento di via Cà Lillina.

3.2.1 Asse Principale

La geometria della sezione stradale dell'Asse Principale si compone di n.3 tipologie distinte riferite all'organizzazione della sede stradale, che risulta così definita da una prima tipologia per le tratte in galleria, una seconda tipologia per le tratte all'aperto con singola corsia, e una terza tipologia valida per le tratte all'aperto con doppia corsia.

Come di seguito evidenziato, l'asse di tracciamento è stato posizionato con lo scopo di garantire l'allineamento su tutte sezioni tipologiche in esame ed ha un andamento come da Progetto Definitivo con progressivazione da Sud (lato Umbria) a nord (lato Marche) in direzione opposta al senso di marcia e in conformità con l'itinerario Internazionale Grosseto – Fano.

Tale posizionamento coincide per le tratte in galleria con il limite pavimentato in sinistra del senso di marcia (limite esterno della banchina); per i tratti all'aperto a singola corsia è posizionato all'interno della banchina in sinistra del senso di marcia ad una distanza di 1.00m dal limite della corsia di marcia al fine di mantenere l'allineamento con le altre tratte; per i tratti all'aperto a doppia corsia coincide con il limite interno della banchina in sinistra.

L'asse della segnaletica posizionato sul limite destro della corsia di marcia rappresenta l'asse utilizzato per effettuare le verifiche stradali ed ha quindi un andamento conforme al senso di marcia da nord (lato Marche) a sud (lato Umbria).

L'infrastruttura in esame tramite la ridefinizione della segnaletica risulta compatibile per le fasi successive ovvero quando si provvederà al raddoppio della galleria Guinza (progettazione della seconda canna in fase di redazione) e al completamento della carreggiata lato monte (in direzione nord lato Marche) con la configurazione originaria prevista con due carreggiate distinte a due corsie per senso di marcia.

3.2.1.1 Tratte in galleria

La sezione stradale predisposta per **le tratte in galleria** con larghezza complessiva di pavimentato di 8.00m (come da sede stradale esistente per le opere già realizzate) prevede (nella direzione di marcia) una corsia di marcia da 3.50m, una banchina in sinistra da 1.00m, e una corsia di soccorso in destra da 3.50m, come di seguito evidenziato.

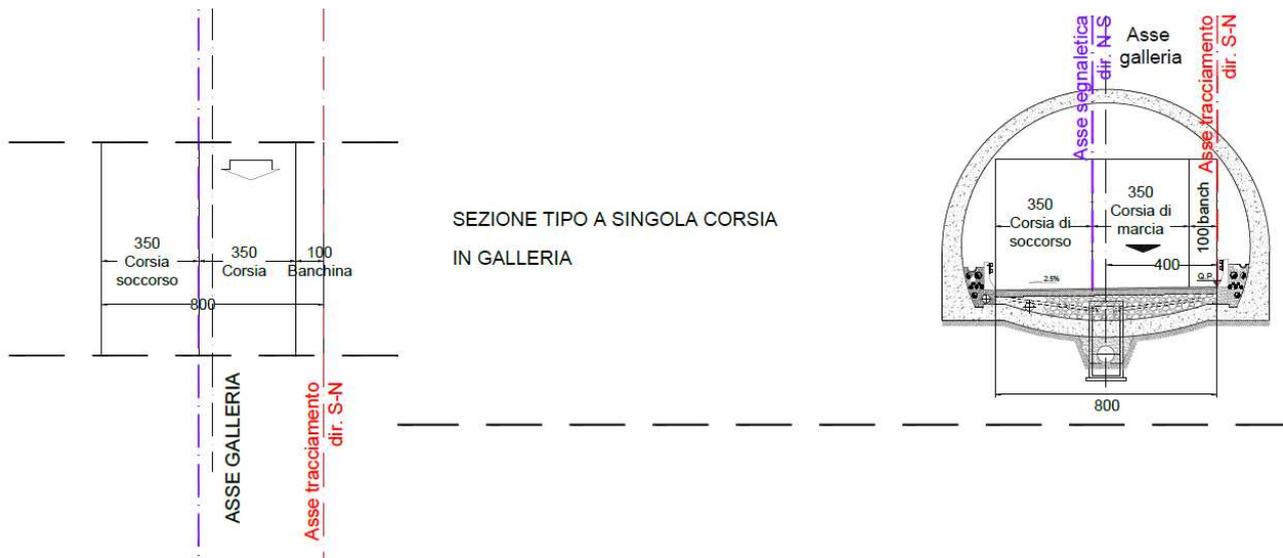


Figura 15 – Schema planimetrico e sezione stradale per i tratti in galleria

I tratti stradali corrispondenti alla tipologia sopra descritta riguardano tutte le gallerie esistenti di cui di seguito si evidenziano le rispettive lunghezze e progressive di riferimento:

- galleria naturale della Guinza L= 5969.50m (da progr. Km 0+225.12 a progr. Km 6+168,77);
- galleria naturale Valpiana L= 237m (da progr. Km 6+260.42 a progr. Km 6+497.44);
- galleria artificiale S. Veronica L=42.80m (da progr. Km 6+971.33 a progr. Km 7+014.19);
- galleria naturale S. Antonio L=648.50m (da progr. Km 7+426.85 a progr. Km 8+075.41).

Si evidenzia nella seguente figura il dettaglio della sezione tipologica valida per i tratti in galleria.

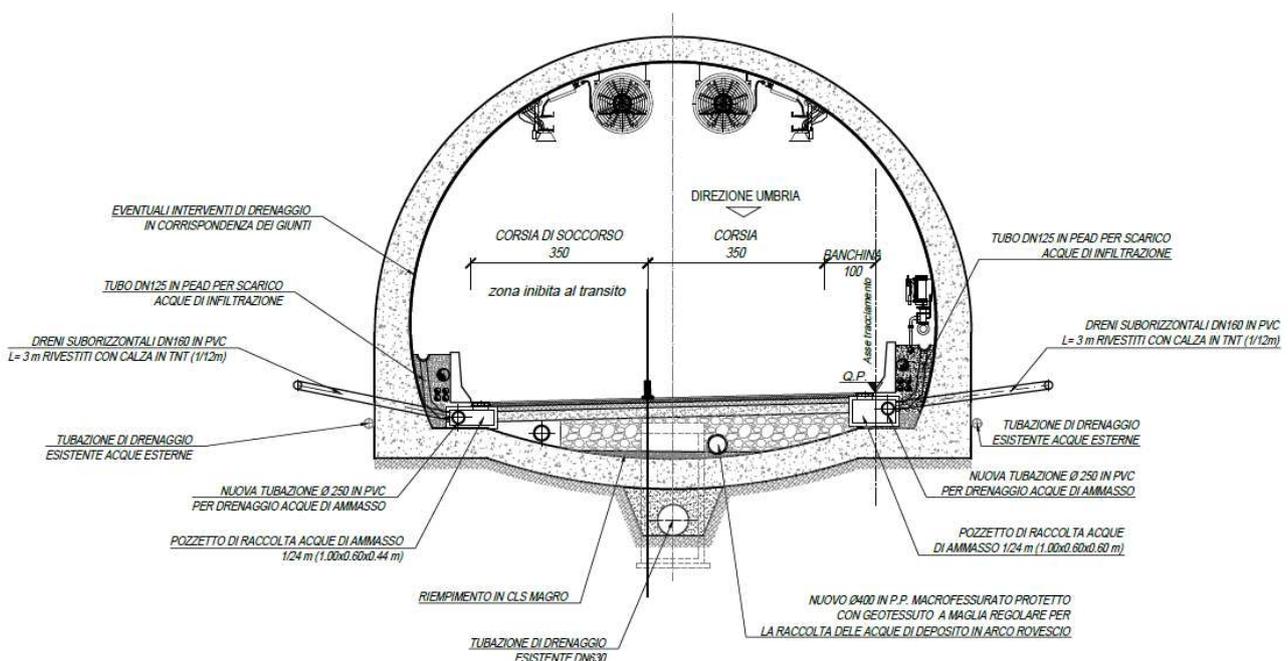


Figura 16 – Sezione tipologica tratti in galleria

La pavimentazione prevista per le tratte in galleria con l'esclusione della galleria artificiale S. Veronica, si compone di un pacchetto con spessore complessivo pari a 40cm costituito dai seguenti strati:

- strato di usura spessore 4cm
- strato di collegamento binder spessore 6cm;
- strato di base tout-venant spessore 10cm;
- sottofondazione in misto granulare stabilizzato spessore 20cm.

La pavimentazione prevista per il tratto in galleria S. Veronica prevede il rifacimento previa scarifica dei primi strati per uno spessore totale di 7 cm così costituito:

- strato di usura spessore 4cm
- strato di imbottitura spessore 3cm.

3.2.1.2 *Tratte all'aperto a singola corsia*

La sezione stradale predisposta per **le tratte all'aperto a singola corsia** prevede una larghezza minima di pavimentato di 9.50m, ed è costituita (nella direzione di marcia) da una corsia di marcia da 3.50m, una banchina in sinistra da 1.75m (larghezza minima), e una corsia di soccorso in destra da 3.50m con banchina laterale da 0.75m (larghezza minima) come di seguito evidenziato.

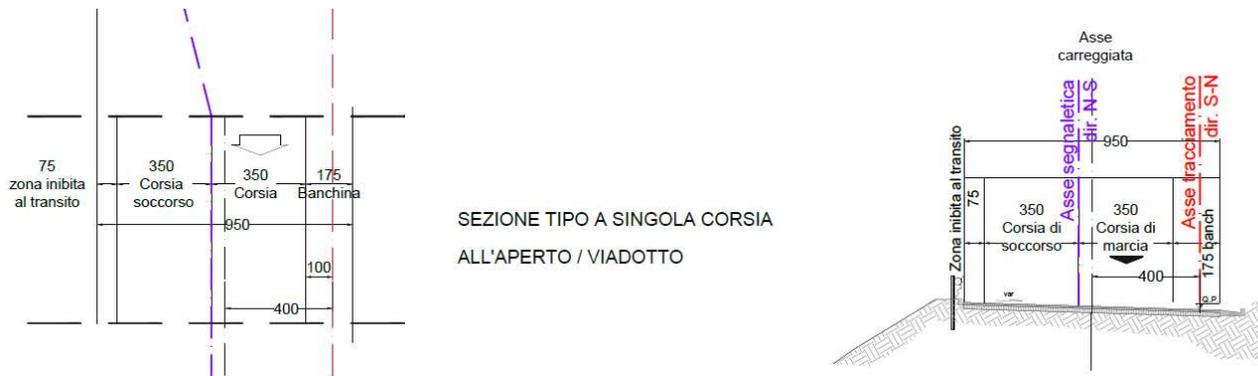


Figura 17 – Schema planimetrico e sezione stradale per i tratti all'aperto a singola corsia

Si evidenziano di seguito i tratti stradali corrispondenti alla tipologia sopra descritta con le rispettive progressive di riferimento:

- tratto iniziale intersezione lato Umbria – imbocco sud galleria Guinza (da progr. Km 0+154.68 a progr. Km 0+225.12);
- tratto imbocco nord galleria Guinza – imbocco sud galleria Valpiana (da progr. Km 6+168.77 a progr. Km 6+260.42)
- tratto imbocco nord galleria Valpiana – imbocco sud galleria S. Veronica (da progr. Km 6+497.44 a progr. Km 6+971.33)
- tratto imbocco nord galleria S. Veronica – imbocco sud galleria S. Antonio (da progr. Km 7+014.19 a progr. Km 7+426.85).

Si evidenzia nella seguente figura il dettaglio della sezione tipologica valida per i tratti all'aperto a corsia singola.

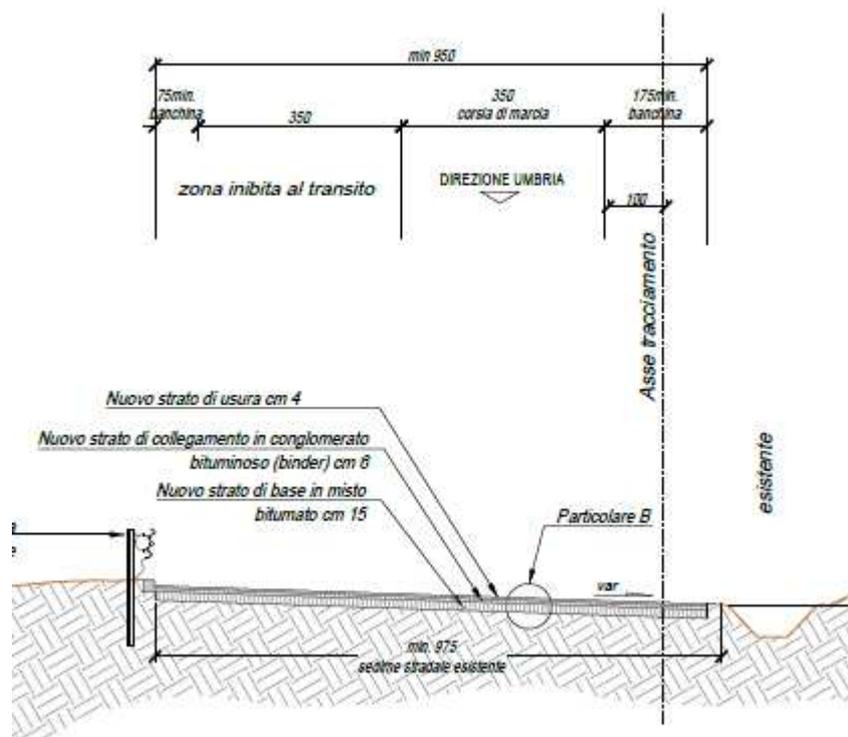


Figura 18 – Sezione tipologica valida per i tratti all'aperto a singola corsia

La pavimentazione prevista per le tratte all'aperto a singola corsia, si compone di un pacchetto con spessore complessivo variabile in funzione del tratto in cui si posiziona.

Per i tratti in rilevato su carreggiata esistente si prevede il rifacimento previa scarifica dei primi strati per uno spessore totale di 25cm così costituito:

- strato di usura spessore 4cm
- strato di collegamento binder spessore 6cm;
- strato di base tout-venant spessore 10cm.

Per i tratti su viadotto o manufatto esistente si prevede il rifacimento previa scarifica dello strato di usura (multifunzionale hard) di spessore pari a 4cm.

3.2.1.3 Tratte all'aperto a doppia corsia

La sezione stradale predisposta per le **tratte all'aperto a doppia corsia** prevede una larghezza minima di pavimentato di 9.50m, ed è costituita (nella direzione di marcia) da due corsie di marcia da 3.50m, una banchina in sinistra da 0.75m (larghezza minima), e una banchina in destra da 1.75m (larghezza minima), come di seguito evidenziato.

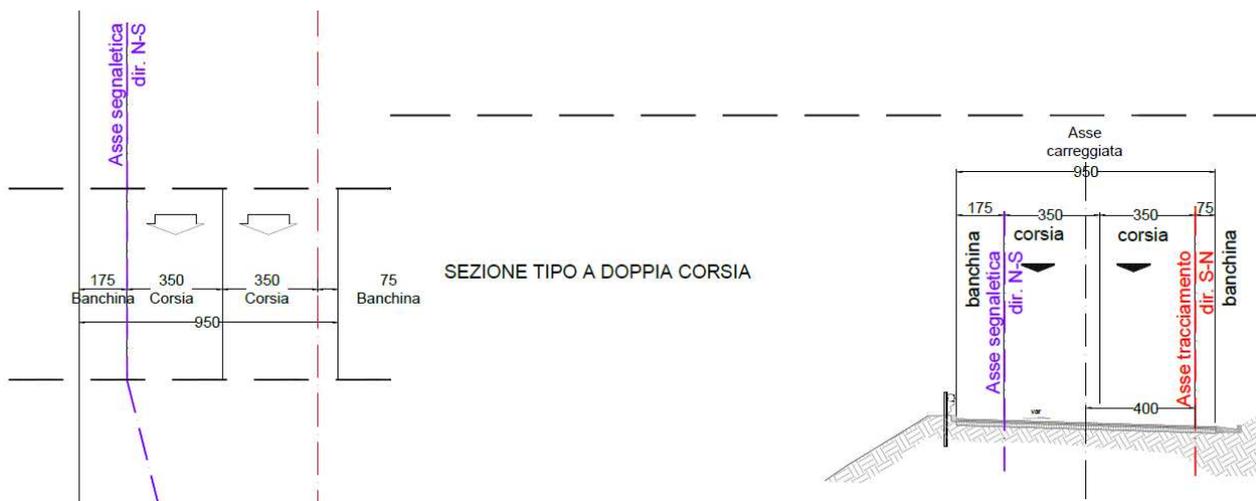


Figura 19 – Schema planimetrico e sezione stradale per i tratti all’aperto a doppia corsia

Si evidenziano di seguito i tratti stradali corrispondenti alla tipologia sopra descritta con le rispettive progressive di riferimento:

- tratto finale imbocco nord galleria S. Antonio - intersezione lato Umbria - rotatoria n.2 (da progr. Km 8+075.41 a progr. Km 9+750), in questo tratto sono compresi le due porzioni di transizione per il passaggio da singola corsia a doppia corsia comprese tra le progr. Km 8+075.41 - progr. Km 8+520, e progr. Km 9+440 – progr. Km 9+750.

Si evidenzia nella seguente figura il dettaglio della sezione tipologica valida per i tratti all’aperto a doppia corsia singola.

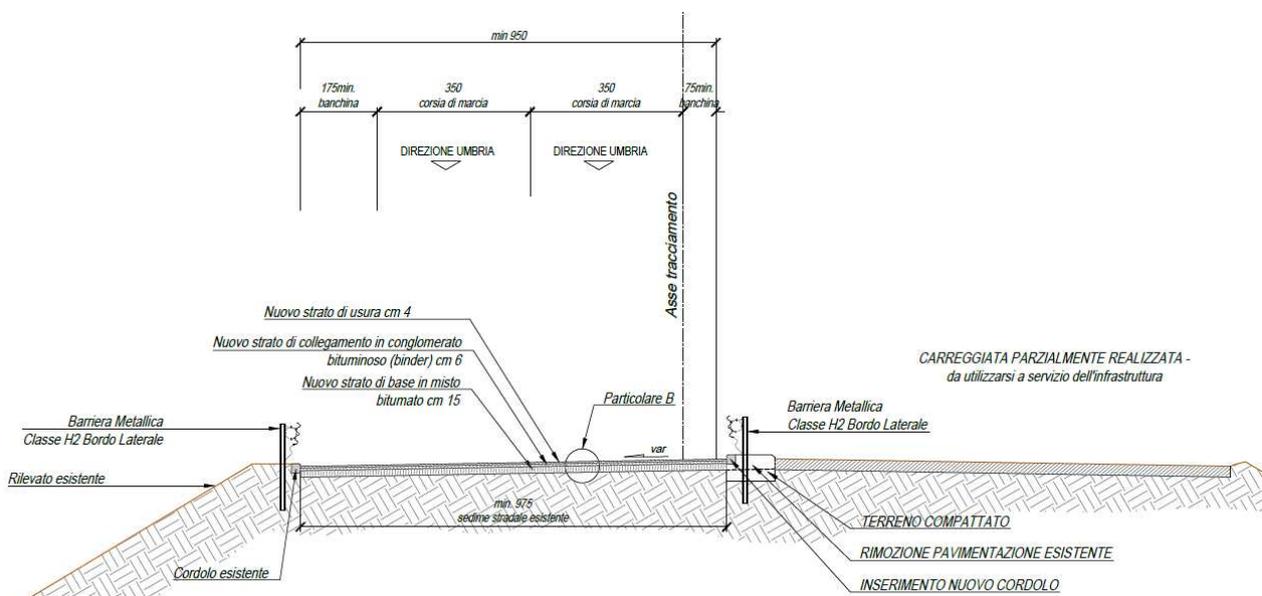


Figura 20 – Sezione tipologica valida per i tratti all’aperto a doppia corsia

La pavimentazione prevista per le tratte all'aperto a doppia corsia risulta coincidente con quanto previsto per la tratta precedente a singola corsia, si compone di un pacchetto con spessore complessivo variabile in funzione del tratto in cui si posiziona.

Per i tratti in rilevato su carreggiata esistente si prevede il rifacimento previa scarifica dei primi strati per uno spessore totale di 25cm così costituito:

- strato di usura spessore 4cm
- strato di collegamento binder spessore 6cm;
- strato di base tout-venant spessore 10cm.

Per i tratti su viadotto o manufatto esistente si prevede il rifacimento previa scarifica dello strato di usura (multifunzionale hard) di spessore pari a 4cm.

3.2.2 Intersezioni

3.2.2.1 Intersezione lato Umbria

L'intersezione lato Umbria del tipo a rotatoria a raso (rotatoria n.1), si posiziona all'inizio dell'intervento dell'asse principale sopra descritto e permette il collegamento funzionale con la viabilità esistente rappresentata dalla S.P. n.200.

La rotatoria a tre bracci in riferimento alle dimensioni geometriche del diametro esterno è classificabile come "rotatoria compatta" (D.M. LL.PP. 19/04/2006).

Gli elementi planimetrici di tracciato che la costituiscono hanno le seguenti caratteristiche:

- Diametro circonferenza esterna $D_e=32.00m$;
- Raggio giratorio interno (limite pavimentato interno) $R_{gi}=8.00m$;
- Raggio giratorio esterno (limite pavimentato esterno) $R_{ge}=16.00m$;
- La pendenza trasversale della rotatoria è prevista verso l'esterno con valore pari al 2.00%.

La piattaforma stradale è costituita dai seguenti elementi:

- Larghezza corsie nella corona rotatoria $L=7.00m$;
- Larghezza corsia braccio di ingresso $L=3.50m$;
- Larghezza corsia braccio di uscita $L=4.50m$;

Fascia sormontabile interna $b=2.00m$ con pendenza trasversale del 4.00%.

All'interno dell'isola centrale il terreno verrà modellato con un leggero terrapieno di pendenza massima pari al 15%, al fine di aumentare la percezione della nuova intersezione.

Si evidenzia nella seguente figura la sezione tipologica sopra descritta.

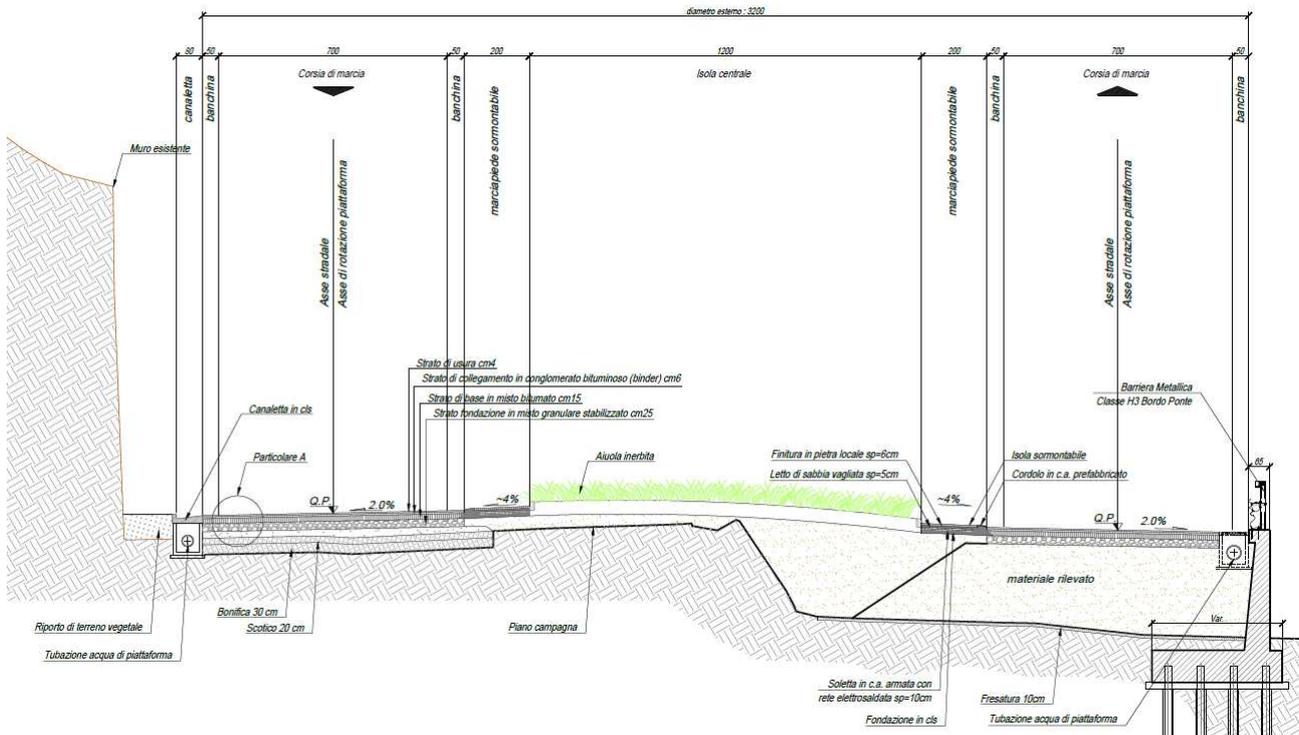


Figura 21 – Sezione tipologica rotatoria lato Umbria

I due bracci della rotatoria posizionati sulla S.P. n.200 (Asse 3 e Asse 5), presentano entrambi una sezione stradale di categoria F2 Locali ambito extraurbano (D.M. 05.11.2001), costituita da due corsie da 3.25m con banchine laterali da 1.00m per un totale del sedime pavimentato pari a 8.50m. Gli elementi marginali (arginelli) hanno dimensioni di 1.30m, le scarpate presentano una pendenza al 2/3.

Il terzo braccio della rotatoria (Asse 4) proveniente dall' Asse principale (imbocco lato sud galleria della Guinza) ne conferma le stesse caratteristiche geometriche riconducibili alla sezione stradale valida per i tratti all'aperto a singola corsia descritta nel capitolo precedente.

Si evidenzia nella seguente figura il dettaglio della sezione tipologica valida per i bracci (Asse 3 e Asse5) della rotatoria.

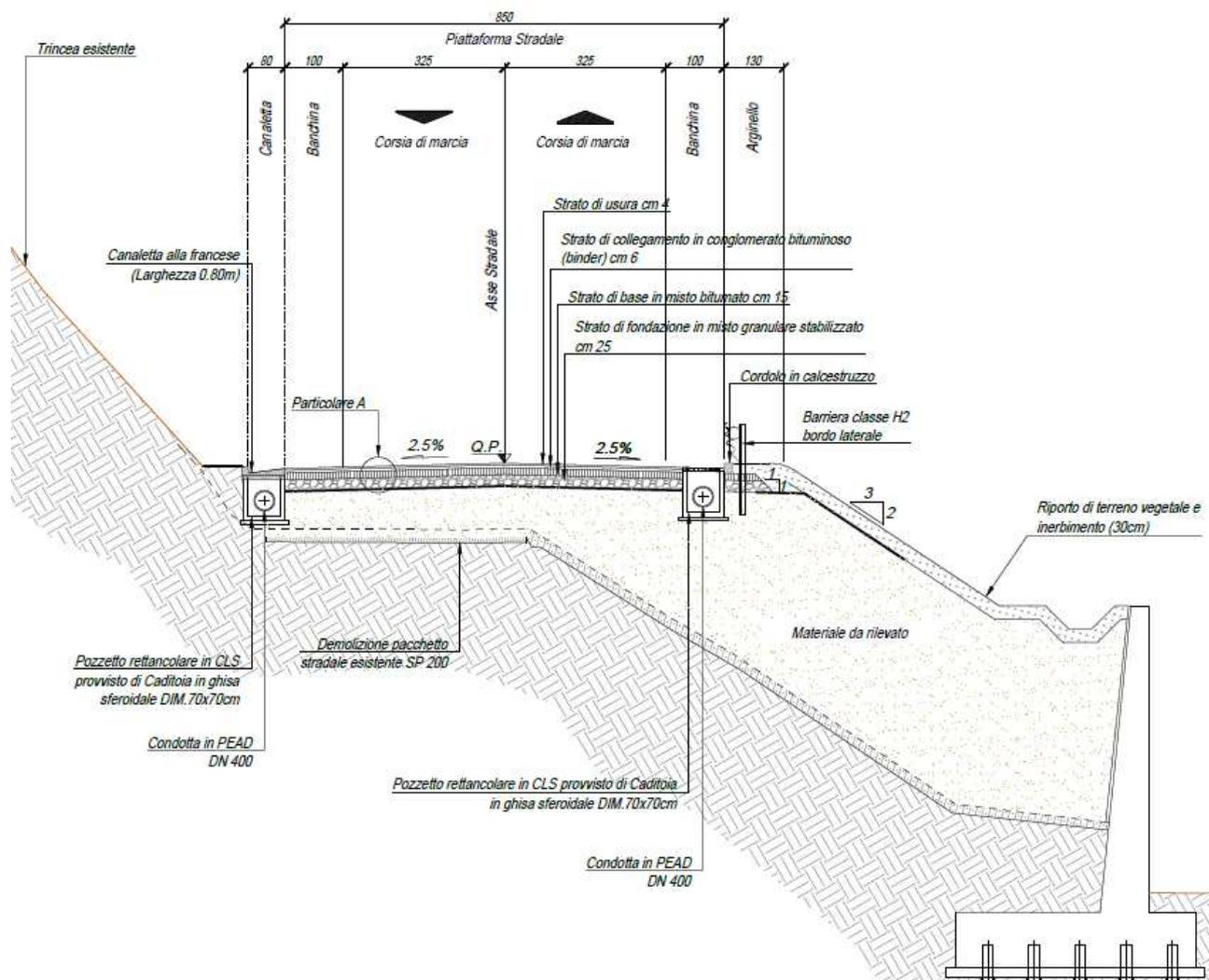


Figura 22 – Sezione tipologica valida per i bracci della rotonda (Asse 3 e Asse 5)

La pavimentazione prevista per la rotonda e i bracci si compone di un pacchetto con spessore complessivo di 50cm così costituito:

- strato di usura spessore 4cm
- strato di collegamento binder spessore 6cm;
- strato di base tout-venant spessore 15cm;
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato spessore 25cm.

La pavimentazione prevista per la fascia sormontabile interna alla corona rotonda si compone di un pacchetto con spessore complessivo pari a 31cm così costituito:

- finitura in pietra locale spessore 6cm
- strato di sabbia vagliata spessore 5cm;
- soletta in c.a. armata con rete elettrosaldata spessore 10cm;
- Fondazione in cls spessore 10cm.

3.2.2.2 Intersezione lato Marche

L'intersezione lato Marche del tipo a rotatoria a raso (rotatoria n.2), si posiziona al termine dell'intervento dell'asse principale in continuità con lo stesso percorso e permette il collegamento funzionale con la viabilità esistente rappresentata dalla via Cà Lillina.

La rotatoria a tre bracci in riferimento alle dimensioni geometriche del diametro esterno è classificabile come "rotatoria compatta" (D.M. LL.PP. 19/04/2006).

Gli elementi planimetrici di tracciato che la costituiscono hanno le seguenti caratteristiche:

- Diametro circonferenza esterna $D_e=39.00m$;
- Raggio giratorio interno (limite pavimentato interno) $R_{gi}=10.50m$;
- Raggio giratorio esterno (limite pavimentato esterno) $R_{ge}=19.50m$;
- La pendenza trasversale della rotatoria è prevista verso l'esterno con valore pari al 2.00%.

La piattaforma stradale è costituita dai seguenti elementi:

- Larghezza corsie nella corona rotatoria $L=7.00m$;
- Larghezza corsia braccio di ingresso $L=3.50m$;
- Larghezza corsia braccio di uscita $L=4.50m$;

Fascia sormontabile interna $b=2.00m$ con pendenza trasversale del 4.00%.

All'interno dell'isola centrale il terreno verrà modellato con un leggero terrapieno di pendenza massima pari al 15%, al fine di aumentare la percezione della nuova intersezione.

Si evidenzia nella seguente figura la sezione tipologica sopra descritta.

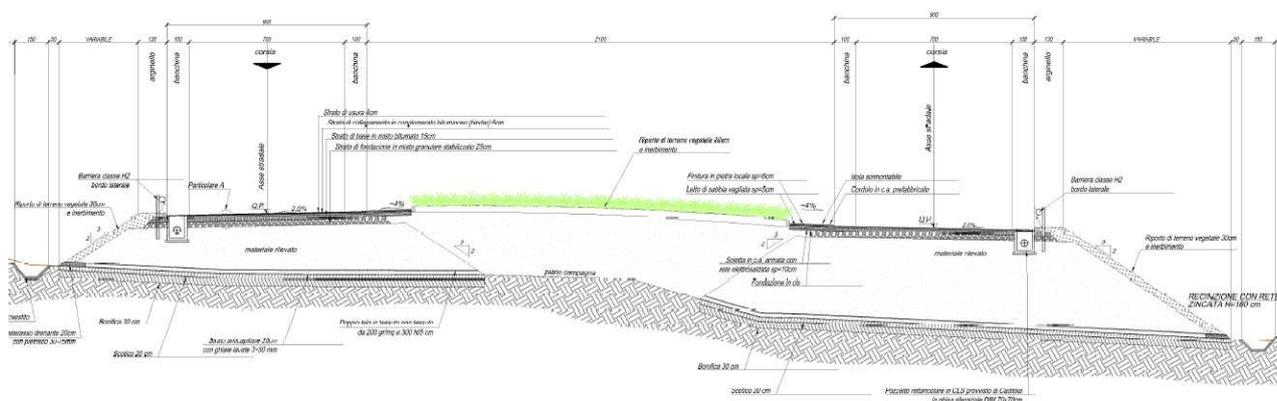


Figura 23 – Sezione tipologica valida per la rotatoria 2

I tre bracci della rotatoria presentano una sezione stradale in funzione del tratto stradale convergente nella stessa rotatoria. Il braccio in direzione dell'Asse Principale (Asse 1_1) conferma le stesse caratteristiche geometriche riconducibili alla sezione stradale valida per i tratti all'aperto a doppia corsia (in questo caso tratto di transizione da corsia singola a doppia) descritta nel capitolo precedente.

Il braccio di collegamento con l'attuale percorso di via Cà Lillina proveniente dal sottopasso scatolare esistente (Asse 2), presenta una sezione stradale di categoria C2 Extraurbane secondarie (D.M. 05.11.2001), costituita da due corsie da 3.50m con banchine laterali da 1.25m per un totale del sedime pavimentato pari a 9.50m. Gli elementi marginali (arginelli) hanno dimensioni di 1.30m, le scarpate presentano una pendenza al 2/3.

Si evidenzia nella seguente figura il dettaglio della sezione tipologica valida per il braccio (Asse 2) della rotatoria.

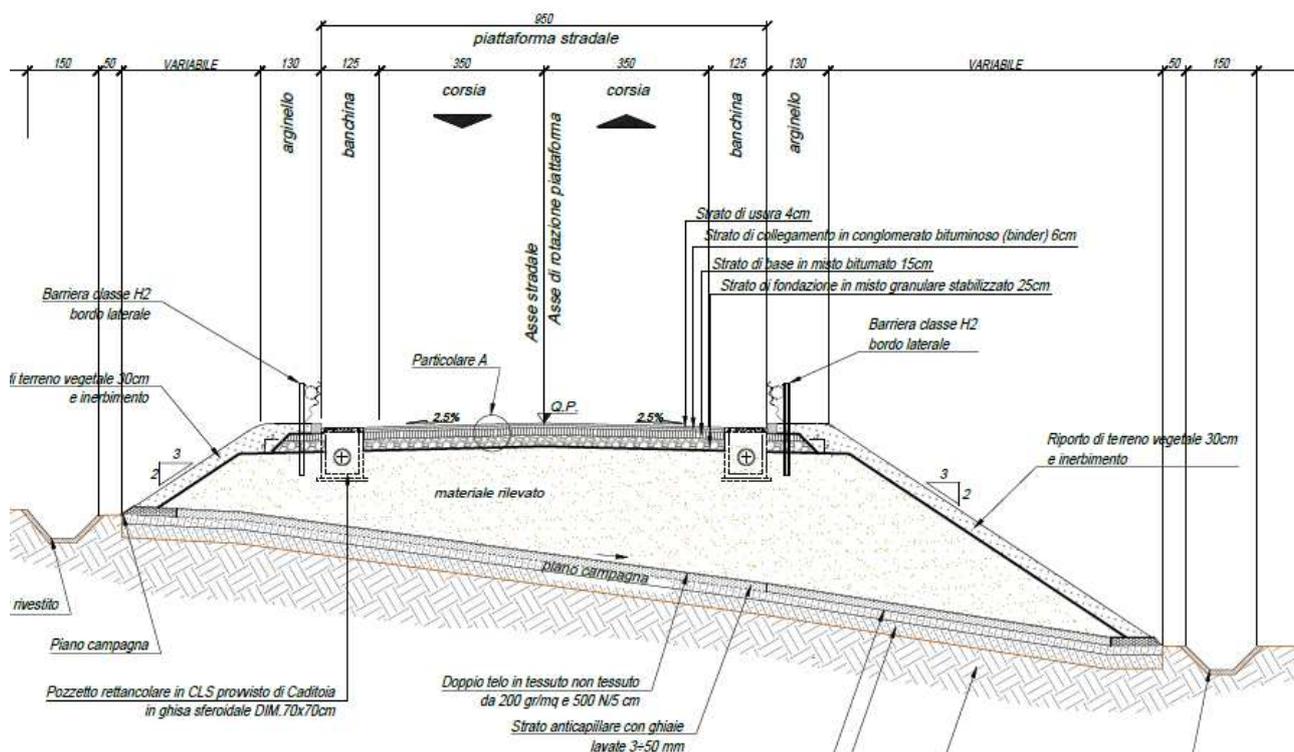


Figura 24 – Sezione tipologica valida per il braccio della rotatoria (Asse 2)

Il braccio della rotatoria in direzione nord rappresenta l'intervento relativo all' adeguamento di via Cà Lillina che si sviluppa dalla stessa rotatoria fino al centro abitato di Mercatello sul Metauro, la descrizione di tale intervento è riportata nel successivo paragrafo.

La pavimentazione prevista per la rotatoria e i bracci si compone di un pacchetto con spessore complessivo di 50cm così costituito:

- strato di usura spessore 4cm
- strato di collegamento binder spessore 6cm;
- strato di base tout-venant spessore 15cm;
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato spessore 25cm.

La pavimentazione prevista per la fascia sormontabile interna alla corona rotatoria si compone di un pacchetto con spessore complessivo pari a 31cm così costituito:

- finitura in pietra locale spessore 6cm
- strato di sabbia vagliata spessore 5cm;
- soletta in c.a. armata con rete elettrosaldata spessore 10cm;
- Fondazione in cls spessore 10cm.

3.2.3 Adeguamento via Cà Lillina

L'intervento di Adeguamento di via Cà Lillina si estende dalla rotatoria n.2 - intersezione lato Marche e sovrapponendosi all'attuale percorso raggiunge il limite del centro abitato di Mercatello sul Metauro per uno sviluppo complessivo di circa 980m.

La sezione stradale adottata per tale intervento è una categoria F2 Locali ambito extraurbano (D.M. 05.11.2001), costituita da due corsie da 3.25m con banchine laterali da 1.00m per un totale del sedime

pavimentato pari a 8.50m. Gli elementi marginali (arginelli) per i tratti in rilevato hanno dimensioni di 1.30m, le cunette per i tratti in trincea hanno dimensioni di 1.00m; le scarpate presentano una pendenza al 2/3.

Si evidenzia nella seguente figura il dettaglio della sezione tipologica valida per l'adeguamento di via Cà Lillina.

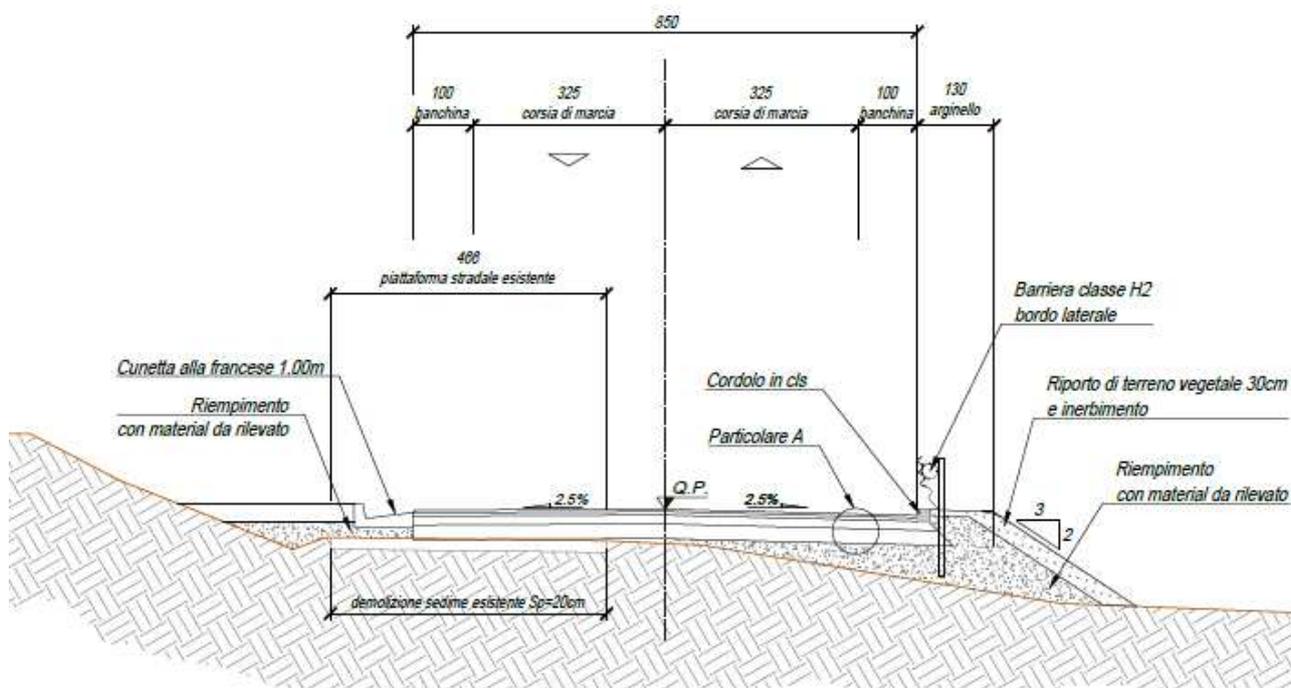


Figura 25 – Sezione tipologica valida per l'adeguamento di via Cà Lillina

La pavimentazione prevista per l'intervento in esame si compone di un pacchetto con spessore complessivo di 50cm così costituito:

- strato di usura spessore 4cm
- strato di collegamento binder spessore 6cm;
- strato di base tout-venant spessore 15cm;
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato spessore 25cm.

3.3 Descrizione dei tracciati piano altimetrici

3.3.1 Asse Principale

Il tracciato planimetrico dell'Asse Principale è stato impostato seguendo quanto già definito dalla progettazione precedente (Progetto Definitivo) che prevedeva l'andamento da sud (lato Umbria) a nord (lato Marche) in conformità con l'itinerario Internazionale Grosseto – Fano.

L'asse di tracciamento vede quindi un andamento che risulta opposto al senso di marcia in quanto l'intervento in esame prevede l'utilizzo della carreggiata esistente con senso unico di marcia in direzione da nord (lato Marche) a sud (lato Umbria).

Come anticipato nel capitolo precedente, il posizionamento di tale asse al fine di renderlo compatibile con il futuro raddoppio dell'intervento (previsione di adeguamento e completamento della carreggiata di monte in direzione Fano) è stato fatto coincidere per le tratte in galleria con il limite pavimentato in sinistra del senso di marcia (limite esterno della banchina); per i tratti all'aperto a singola corsia è stato posizionato all'interno della banchina in sinistra del senso di marcia ad una distanza di 1.00m dal limite della corsia di marcia al fine di mantenere l'allineamento con le altre tratte; per i tratti all'aperto a doppia corsia coincide con il limite interno della banchina in sinistra.

L'asse della segnaletica posizionato sul limite destro della corsia di marcia rappresenta l'asse utilizzato per effettuare le verifiche stradali descritte nei capitoli successivi, ed ha quindi un andamento conforme al senso di marcia da nord (lato Marche) a sud (lato Umbria).

Il tracciato planimetrico dell'Asse principale è stato impostato come da Progetto Definitivo di riferimento, posizionando l'inizio del tracciamento alla progressiva Km 0+250 e confermando così anche l'imbocco sud della galleria Guinza alla progressiva Km 0+225.12.

Analogamente a quanto sopra indicato, anche per il tratto iniziale del tracciato dell'asse principale, compreso dalla rotatoria n.1 (progr. Km 0+154.68) alla progr. Km 0+250, si è mantenuta la stessa impostazione del Progetto Definitivo di riferimento che lo comprendeva nello stesso tratto principale denominandolo Asse 4.

Il tracciato planimetrico dell'Asse Principale è quindi costituito da una prima curva in destra di R=126m (innesto nella rotatoria n,1) che si collega al rettilineo in ingresso alla galleria Guinza.

Per tutte le tratte previste in galleria il tracciato è stato geometrizzato utilizzando come riferimento il rilievo specifico di dettaglio eseguito con laserscanner. Si ha così che il tracciato in corrispondenza della galleria Guinza e ai due successivi tratti all'aperto e in galleria Valpiana, risulta caratterizzato da una serie di n.8 rettilinei consecutivi il cui sviluppo complessivo risulta pari a 6500m. Tale impostazione è stata attuata con lo scopo di rendere l'asse di tracciamento aderente al limite fisico del margine pavimentato presente in galleria (limite del pavimentato in sinistra del senso di marcia, vedi organizzazione della sezione stradale riportata nel paragrafo 3.2.1.1) desunto dal rilievo di dettaglio suindicato.

Il tracciato oltre il rettilineo sopra descritto prosegue con una curva in destra di R=655m in corrispondenza del viadotto Valpiana, della galleria artificiale S. Veronica e del viadotto Sorgente; il rettilineo seguente di sviluppo pari a 162.34m si collega alla curva in sinistra di R=1008m e al successivo rettilineo di sviluppo pari a 81.62m, in questo tratto è localizzata la galleria S. Antonio. Proseguendo in direzione nord il tracciato si sviluppa all'aperto con una curva in destra di R=1000m collegata da un rettilineo di sviluppo pari a 135.21m ad una successiva curva in destra di R=3500m. Nel successivo rettilineo di sviluppo pari a 375.47m è localizzato il viadotto Pieruccia; il tracciato prosegue quindi con una curva in sinistra di R=1065m e con un rettilineo di sviluppo pari a 89.24m si collega ad una serie di tre curve in destra di R=570m , R=30m e R=15m che portano il tracciato ad innestarsi nella rotatoria n.2 (intersezione lato Marche) dove ha termine l'intervento dell'Asse Principale.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]
ARCO	154,678	167,983	13,305	0,000	15,000	15,000	Sx	1,650	-1,650
ARCO	167,983	178,900	10,918	0,000	126,000	126,000	Dx	1,959	-1,959
CLOTOIDE	178,900	203,989	25,089	56,224	126,000	0,000	Dx	0,000	0,000
RETTIFILO	203,989	1080,000	876,011	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
RETTIFILO	1080,000	1880,000	800,000	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
RETTIFILO	1880,000	2280,000	400,000	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
RETTIFILO	2280,000	2602,565	322,565	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
RETTIFILO	2602,565	2899,761	297,196	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
RETTIFILO	2899,761	3199,996	300,235	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
RETTIFILO	3199,996	3499,996	300,000	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
RETTIFILO	3499,996	6704,001	3204,005	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
CLOTOIDE	6704,001	6784,765	80,763	230,000	0,000	655,000	Dx	0,000	0,000
ARCO	6784,765	7223,607	438,843	0,000	655,000	655,000	Dx	-4,000	4,000
CLOTOIDE	7223,607	7304,371	80,763	230,000	655,000	0,000	Dx	0,000	0,000
RETTIFILO	7304,371	7466,706	162,335	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
CLOTOIDE	7466,706	7588,234	121,528	350,000	0,000	1008,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	7588,234	7818,597	230,363	0,000	1008,000	1008,000	Sx	4,000	-4,000
CLOTOIDE	7818,597	7940,125	121,528	350,000	1008,000	0,000	Sx	0,000	0,000
RETTIFILO	7940,125	8021,741	81,617	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
CLOTOIDE	8021,741	8133,966	112,225	335,000	0,000	1000,000	Dx	0,000	0,000
ARCO	8133,966	8377,973	244,006	0,000	1000,000	1000,000	Dx	-3,500	3,500
CLOTOIDE	8377,973	8490,198	112,225	335,000	1000,000	0,000	Dx	0,000	0,000
RETTIFILO	8490,198	8625,407	135,209	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500
ARCO	8625,407	8820,906	195,500	0,000	3500,000	3500,000	Dx	1,500	-1,500
RETTIFILO	8820,906	9196,371	375,465	0,000	0,000	0,000		0,244	-0,244
CLOTOIDE	9196,371	9314,704	118,333	355,000	0,000	1065,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	9314,704	9409,688	94,984	0,000	1065,000	1065,000	Sx	3,500	-3,500
CLOTOIDE	9409,688	9528,022	118,333	355,000	1065,000	0,000	Sx	0,000	0,000
RETTIFILO	9528,022	9617,262	89,240	0,000	0,000	0,000		3,000	-3,000
CLOTOIDE	9617,262	9681,261	63,999	190,996	0,000	570,000	Dx	0,000	0,000
ARCO	9681,261	9731,138	49,877	0,000	570,000	570,000	Dx	-3,500	3,500
ARCO	9731,138	9741,095	9,957	0,000	30,000	30,000	Dx	-1,815	1,815
ARCO	9741,095	9749,993	8,898	0,000	15,000	15,000	Dx	-3,121	3,121

Tabella 1 – Elementi planimetrici dell’Asse Principale

Il tracciato altimetrico dell'Asse Principale come risulta per quello planimetrico si appoggia al piano viabile della carreggiata lato valle oggetto dell'intervento in esame.

Le livellette sono quindi state elaborate in funzione di quanto previsto per le sistemazioni / adeguamenti delle pavimentazioni esistenti, nello specifico nei tratti in galleria la livelletta è stata posizionata a + 10cm dal piano viabile esistente in quanto mancante degli ultimi due strati di pavimentazione (usura e binder), per i tratti all'aperto e su viadotto la livelletta è invece coincidente con l'attuale piano viabile vista la previsione di scarificare e rifare gli ultimi strati di pavimentazione (4 cm per i tratti in viadotto e 25cm per i tratti all'aperto e nella galleria S. Veronica).

Il tracciato altimetrico ha inizio in corrispondenza della rotatoria n.1 (intersezione lato Umbria) da cui si stacca con una prima livelletta con pendenza del 4.16% collegata al piano viabile della rotatoria con un raccordo verticale concavo di R=250m. La successiva livelletta in entrata nella galleria Guinza presenta una pendenza del 0.30% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=500m. Per questo tratto iniziale vale quanto già evidenziato per il tracciato planimetrico, dove si mantiene la stessa impostazione del Progetto Definitivo di riferimento che lo comprendeva nello stesso tratto principale denominandolo Asse 4.

Il tracciato prosegue in galleria con una livelletta con pendenza del 0.44% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=10000m; tale livelletta si mantiene per tutto lo sviluppo della galleria Guinza fino al successivo tratto all'aperto e all'imbocco della galleria Valpiana, da dove si collega con un raccordo verticale convesso di R=20000m ad una successiva con pendenza del 0.54%. Nel successivo tratto all'aperto il tracciato prosegue con una nuova livelletta con pendenza del 2.19% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=10000m. Superato il viadotto Valpiana il tracciato prosegue con una livelletta con pendenza del 3.48% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=10000m, in questo tratto è localizzata la galleria S. Veronica, il viadotto Sorgente e la galleria S. Antonio. Al termine della galleria S. Antonio il tracciato con nuova livelletta con pendenza del 3.61%, collegata alla precedente da un raccordo verticale di R=5000m, prosegue nel tratto all'aperto con una successiva livelletta con pendenza del 1.83% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=10000m. Il tracciato altimetrico prosegue in direzione nord con una livelletta con pendenza del 3.08% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=10000m, dove è localizzato il viadotto Pieruccia. Il tratto terminale del tracciato è costituito da una livelletta con pendenza del 0.45% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=20000m, per poi proseguire per innestarsi nella rotatoria n.2 (intersezione lato Umbria) dove ha termine l'intervento, con le ultime due livellette con pendenze rispettivamente del 0.19% e del 1.63% collegate tra loro da un primo raccordo verticale concavo di R=2000m e da un secondo raccordo verticale convesso di R=500m.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
0	153,178	579,342	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
1	158,775	579,460	5,597	2,082	2,110	0,118	5,598	2,082	1	Par	180,000	-3,906	7,030	155,260	162,290	7,030
2	169,871	579,261	11,096	0,133	-1,795	-0,199	11,098	0,133	2	Par	250,000	5,958	14,899	162,423	177,319	14,896
3	216,031	581,183	46,160	29,065	4,163	1,922	46,200	29,090	3	Par	500,000	-3,859	19,301	206,384	225,679	19,295
4	369,310	581,649	153,279	106,433	0,304	0,466	153,279	106,433	4	Par	10000,000	-0,744	74,397	332,112	406,509	74,397
5	6308,668	555,538	5939,358	5892,213	-0,440	-26,111	5939,415	5892,270	5	Par	20000,000	-0,099	19,894	6298,721	6318,615	19,894
6	6543,949	554,270	235,280	142,606	-0,539	-1,268	235,284	142,608	6	Par	10000,000	-1,655	165,472	6461,221	6626,676	165,455
7	6905,480	546,339	361,531	214,584	-2,194	-7,931	361,618	214,635	7	Par	10000,000	-1,284	128,492	6841,260	6969,700	128,440
8	7968,514	509,366	1063,035	995,613	-3,478	-36,973	1063,678	996,215	8	Par	5000,000	-0,128	6,407	7965,313	7971,716	6,403
9	8420,003	493,085	451,489	359,348	-3,606	-16,281	451,782	359,581	9	Par	10000,000	1,779	177,947	8331,064	8508,943	177,879
10	8701,176	487,947	281,173	129,356	-1,827	-5,138	281,220	129,378	10	Par	10000,000	-1,258	125,793	8638,299	8764,053	125,754
11	9217,976	472,005	516,799	190,875	-3,085	-15,942	517,045	190,966	11	Par	20000,000	2,630	526,192	8954,929	9481,023	526,094
12	9608,687	470,230	390,712	121,207	-0,454	-1,775	390,716	121,208	12	Par	2000,000	0,646	12,915	9602,230	9615,145	12,915
13	9721,885	470,446	113,198	102,181	0,191	0,217	113,198	102,181	13	Par	500,000	-1,824	9,119	9717,326	9726,444	9,118
14	9749,996	469,987	28,111	23,552	-1,632	-0,459	28,115	23,555	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 2 – Elementi altimetrici dell'Asse Principale

3.3.2 Intersezioni

3.3.2.1 Intersezione lato Umbria

L'intersezione lato Umbria del tipo rotatoria a raso (rotatoria n.1), è stata sviluppata con la definizione dei seguenti tracciati stradali desunti dal Progetto Definitivo di riferimento:

- Rotatoria n.1;
- Asse 3 – braccio posizionato sulla S.P. n.200 in direzione Grosseto (Ovest);
- Asse 4 – coincidente con la parte iniziale dell'Asse principale fino all'imbocco lato sud della galleria Guinza;
- Asse 5 –braccio posizionato sulla S.P. n.200 in direzione Parnacciano (Est).

3.3.2.1.1 Rotatoria n.1

L'andamento planimetrico della rotatoria presenta un raggio riferito all'asse della corona rotatoria pari a 12m, le caratteristiche geometriche di tutti gli elementi che la compongono sono evidenziati nel precedente paragrafo n.3.2.2.1.

L'andamento altimetrico è contraddistinto da una serie di livellette con pendenze del 3.0% e 3.50% collegate da raccordi verticali concavi e convessi di R=250m e R=280m.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
0	0,000	579,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
1	22,540	578,384	22,540	14,415	-3,000	-0,676	22,550	14,421	1	Par	250,000	6,500	16,253	14,415	30,665	16,250
2	57,325	579,601	34,785	17,560	3,500	1,217	34,807	17,571	2	Par	280,000	-6,500	18,203	48,225	66,425	18,200
3	75,368	579,060	18,043	8,943	-3,000	-0,541	18,051	8,947	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 3 – Elementi altimetrici della Rotatoria n.1

3.3.2.1.2 Asse 3 – braccio direzione Grosseto

Il tracciato planimetrico dell'Asse 3 – braccio direzione Grosseto ha inizio dal sedime stradale esistente della S.P. n.200 dal quale si stacca con un rettilineo di sviluppo pari a 12.70m e prosegue in direzione della rotatoria con una curva in sinistra di R=100m; con un successivo rettilineo di sviluppo pari a 1.58m collegato ad una curva in destra di R=280m il tracciato si innesta nella rotatoria n.1 dove ha termine l'intervento.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]
RETTIFILO	0,000	12,695	12,695	0,000	0,000	0,000		1,500	-1,500
CLOTOIDE	12,695	32,945	20,250	45,000	0,000	100,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	32,945	54,970	22,025	0,000	100,000	100,000	Sx	4,200	-4,200
CLOTOIDE	54,970	70,180	15,210	39,000	100,000	0,000	Sx	0,000	0,000
RETTIFILO	70,180	71,765	1,585	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500
CLOTOIDE	71,765	103,997	32,232	95,000	0,000	280,000	Dx	0,000	0,000
ARCO	103,997	130,457	26,460	0,000	280,000	280,000	Dx	-2,500	2,500
RETTIFILO	130,457	138,335	7,878	0,000	0,000	0,000		-2,500	2,212

Tabella 4 – Elementi planimetrici dell'ASSE 3

Il tracciato altimetrico dell'Asse 3 – braccio direzione Grosseto, presenta una prima livelletta con pendenza del 4.21% coincidente con l'attuale andamento della S.P. n.200 da cui si stacca. La successiva livelletta collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=900m, ha una pendenza del 8.00% e raggiunge la quota della rotonda in cui si innesta con un raccordo verticale convesso di R=200m.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
0	0,000	569,988	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
1	48,903	572,049	48,903	31,869	4,215	2,061	48,947	31,897	1	Par	900,000	3,785	34,134	31,869	65,937	34,068
2	128,910	578,449	80,007	56,522	8,000	6,401	80,262	56,703	2	Par	200,000	-6,450	12,917	122,459	135,360	12,901
3	138,335	578,595	9,426	2,975	1,550	0,146	9,427	2,976	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 5 – Elementi altimetrici dell'ASSE 3

3.3.2.1.3 Asse 4 – Asse principale

Il tracciato piano altimetrico dell'Asse 4 coincide con il tratto iniziale dell'Asse principale compreso tra la rotonda n.1 e la progr. Km 0+250 posta poco dopo l'imbocco sud della galleria Guinza, pertanto, per la descrizione degli elementi che compongono il tracciato si rimanda al precedente paragrafo n. 3.3.1.

3.3.2.1.4 Asse 5 – braccio direzione Parnacciano

Il tracciato planimetrico dell'Asse 5 – braccio direzione Parnacciano, ha inizio dal sedime stradale della S.P. n.200 e in direzione della rotonda (ovest) si sviluppa con un primo rettilineo di lunghezza pari a 36.42m collegato ad una curva in sinistra di R=65m che porta il tracciato ad innestarsi nella rotonda n.1 dove ha termine il tracciato.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]
RETTIFILO	0,000	36,416	36,416	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500
CLOTOIDE	36,416	45,710	9,294	24,579	0,000	65,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	45,710	56,001	10,291	0,000	65,000	65,000	Sx	3,500	-3,500
CLOT. FLESSO E	56,001	65,232	9,231	24,495	65,000	0,000	Sx	0,000	0,000
CLOT. FLESSO U	65,232	79,723	14,491	19,596	0,000	26,500	Dx	0,000	0,000
ARCO	79,723	79,852	0,129	0,000	26,500	26,500	Dx	2,500	-2,500
RETTIFILO	79,852	89,135	9,283	0,000	0,000	0,000		2,500	-2,500

Tabella 6 – Elementi planimetrici dell'ASSE 5

Il tracciato altimetrico dell'Asse 5 – braccio direzione Parnacciano, presenta una prima livelletta con pendenza del 7.00% coincidente con l'attuale andamento della S.P. n.200 da cui si stacca. La successiva livelletta collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=750m, presenta una pendenza del 2.00% coincidente con quella della rotonda dove si innesta.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
0	0,000	581,140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
1	4,170	580,855	4,170	3,973	-6,821	-0,284	4,180	3,982	1	Par	220,000	-0,179	0,395	3,973	4,367	0,394
2	41,703	578,228	37,533	3,581	-7,000	-2,627	37,625	3,590	2	Par	750,000	9,001	67,553	7,949	75,458	67,510
3	89,135	579,177	47,431	13,677	2,001	0,949	47,441	13,679	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 7 – Elementi altimetrici dell'ASSE 5

3.3.2.2 Intersezione lato Marche

L'intersezione lato Marche del tipo rotatoria a raso (rotatoria n.1), è stata sviluppata con la definizione dei seguenti tracciati stradali desunti dal Progetto Definitivo di riferimento:

- Rotatoria n.2;
- Asse 1_1 – coincidente con la parte finale dell'Asse Principale dalla progr. Km 9+528.02 all'innesto nella rotatoria n.2;
- Asse 1_2 – coincidente con il tratto di adeguamento in sede di via Cà Lillina;
- Asse 2 – braccio tratto iniziale di via Cà Lillina proveniente dal sottopasso scatolare esistente.

3.3.2.2.1 Rotatoria n.2

L'andamento planimetrico della rotatoria presenta un raggio riferito all'asse della corona rotatoria pari a 15m, le caratteristiche geometriche di tutti gli elementi che la compongono sono evidenziati nel precedente paragrafo n. 3.2.2.2.

L'andamento altimetrico è contraddistinto da una serie di livellette con pendenze del 2.10% e 2.58% collegate da raccordi verticali concavi e convessi di R=300m.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
0	0,000	470,140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
1	14,857	470,452	14,857	7,838	2,100	0,312	14,861	7,839	1	Par	300,000	-4,680	14,041	7,838	21,877	14,039
2	57,149	469,361	42,291	28,252	-2,580	-1,091	42,305	28,262	2	Par	300,000	4,680	14,041	50,129	64,168	14,039
3	94,244	470,140	37,095	30,076	2,100	0,779	37,104	30,082	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 8 – Elementi altimetrici della Rotatoria n.2

3.3.2.2.2 Asse 1_1 – Asse principale

Il tracciato piano altimetrico dell'Asse 1_1 coincide con il tratto finale dell'Asse principale compreso tra la progr. Km 9+528.02 e la rotatoria n.2, pertanto, per la descrizione degli elementi che compongono il tracciato si rimanda al precedente paragrafo n. 3.3.1.

3.3.2.2.3 Asse 1_2 – Adeguamento via Cà Lillina

Il tracciato piano altimetrico dell'Asse 1_2 coincide con il tratto di adeguamento in sede di via Cà Lillina che si sviluppa dalla rotatoria n.2 fino al centro abitato di Mercatello sul Metauro, pertanto, per la descrizione degli elementi che compongono il tracciato si rimanda al successivo paragrafo n. 3.3.3.

3.3.2.2.4 Asse 2 – braccio tratto iniziale via Cà Lillina

Il tracciato planimetrico dell'Asse 2 – braccio tratto iniziale via Cà Lillina, ha inizio dal sedime stradale della stessa via in corrispondenza del sottopasso scatolare posizionato sotto alla carreggiata oggetto d'intervento; il primo elemento è un rettilineo di sviluppo pari a 14.24m da cui si stacca una prima curva in sinistra di R=110m collegata ad una seconda curva in sinistra di R=60m che porta il tracciato ad innestarsi nella rotatoria n.2 dove ha termine l'intervento.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]
RETTIFILO	0,000	14,236	14,236	0,000	0,000	0,000		0,915	-0,915
CLOTOIDE	14,236	62,593	48,357	72,933	0,000	110,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	62,593	188,853	126,260	0,000	110,000	110,000	Sx	7,000	-7,000
CLOTOIDE CONT.	188,853	211,760	22,907	54,988	110,000	60,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	211,760	245,530	33,770	0,000	60,000	60,000	Sx	6,578	-6,578
RETTIFILO	245,530	252,378	6,849	0,000	0,000	0,000		-2,442	1,550

Tabella 9 – Elementi planimetrici dell'ASSE 2

Il tracciato altimetrico dell'Asse 2 – braccio tratto iniziale via Cà Lillina, presenta una prima livelletta con pendenza del 0.54% coincidente con il sedime stradale da cui si stacca. La successiva livelletta collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=300m presenta una pendenza del 2.10%; il tracciato prosegue in direzione della rotatoria n.2, con una livelletta con pendenza del 6.50% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=1500m, e con un'ultima livelletta con pendenza del 1.46% collegata alla precedente con un raccordo verticale convesso di R=500m si innesta nella rotatoria n.2.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
0	0,000	462,833	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
1	4,067	462,855	4,067	0,098	0,544	0,022	4,067	0,098	1	Par	300,000	-2,646	7,939	0,098	8,037	7,939
2	87,550	461,099	83,483	14,993	-2,103	-1,755	83,501	14,996	2	Par	1500,000	8,603	129,111	23,030	152,070	129,040
3	209,549	469,029	121,999	44,883	6,500	7,930	122,256	44,978	3	Par	500,000	-5,038	25,214	196,953	222,145	25,191
4	252,378	469,655	42,829	30,234	1,462	0,626	42,834	30,237	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 10 – Elementi altimetrici dell'ASSE 2

3.3.3 Adeguamento via Cà Lillina

L'intervento di Adeguamento di via Cà Lillina si estende dalla rotatoria n.2 - intersezione lato Marche e sovrapponendosi all'attuale percorso raggiunge il limite del centro abitato di Mercatello sul Metauro per uno sviluppo complessivo di circa 980m.

Il tracciato planimetrico dell'adeguamento di via Cà Lillina di sviluppo complessivo pari a 982.80m, ha come caposaldo iniziale la rotatoria n.2 (intersezione lato Marche) di cui nella prima parte ne costituisce uno dei tre bracci che la compongono. Tale tracciato mantiene la denominazione di Asse 1_2 come risulta dal Progetto Definitivo di riferimento.

Il primo elemento è costituito da un rettilineo di lunghezza pari a 114.75m in uscita dalla rotatoria n.2 che collegato ad una curva in sinistra di R=300m porta il tracciato a sovrapporsi al sedime stradale esistente. Il tracciato prosegue con un rettilineo di lunghezza pari a 19.62m e con una successiva curva in destra di R=200m si porta in prossimità del manufatto idraulico di cui si prevede l'adeguamento con sezione scatolare. Il rettilineo seguente di lunghezza pari a 111.68m coincide con la parte di tracciato più impegnativa caratterizzata da una sezione stradale a mezza costa con scarpate accentuate a monte e a valle. La curva seguente in destra di R=350m collegata al rettilineo di lunghezza pari a 106.05m fa oltrepassare al tracciato il tratto più critico per riportarlo ad un andamento planimetrico più lineare. Il tracciato prosegue in direzione del centro abitato di Mercatello sul Metauro con una curva in destra di R=400m collegata con un rettilineo di lunghezza pari a 26.34m ad una successiva curva in destra di R=350m, per poi raggiungere con un'ultima curva in sinistra di R=160m e un rettilineo di lunghezza pari a 3.81m il limite del centro abitato dove ha termine l'intervento.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi planimetrici del tracciato sopra descritto.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]
RETTIFILO	0,000	114,749	114,749	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500
CLOTOIDE	114,749	148,082	33,333	100,000	0,000	300,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	148,082	195,609	47,527	0,000	300,000	300,000	Sx	3,856	-3,856
CLOTOIDE	195,609	228,942	33,333	100,000	300,000	0,000	Sx	0,000	0,000
RETTIFILO	228,942	248,564	19,621	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500
CLOTOIDE	248,564	273,769	25,205	71,000	0,000	200,000	Dx	0,000	0,000
ARCO	273,769	280,200	6,432	0,000	200,000	200,000	Dx	-4,998	4,998
CLOTOIDE	280,200	305,373	25,173	70,955	200,000	0,000	Dx	0,000	0,000
RETTIFILO	305,373	417,050	111,677	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500
CLOTOIDE	417,050	458,193	41,143	120,000	0,000	349,999	Sx	0,000	0,000
ARCO	458,193	491,786	33,593	0,000	349,999	349,999	Sx	3,494	-3,494
CLOTOIDE	491,786	532,929	41,143	120,000	349,999	0,000	Sx	0,000	0,000
RETTIFILO	532,929	638,982	106,053	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500
CLOTOIDE	638,982	705,379	66,397	162,969	0,000	400,000	Dx	0,000	0,000
ARCO	705,379	726,337	20,959	0,000	400,000	400,000	Dx	-3,208	3,208
CLOTOIDE	726,337	746,584	20,247	89,993	400,000	0,000	Dx	0,000	0,000
RETTIFILO	746,584	772,927	26,343	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500
CLOTOIDE	772,927	793,570	20,643	85,000	0,000	350,000	Dx	0,000	0,000
ARCO	793,570	885,009	91,439	0,000	350,000	350,000	Dx	-3,494	3,494
CLOT. FLESSO E	885,009	899,009	14,000	70,000	350,000	0,000	Dx	0,000	0,000
CLOT. FLESSO U	899,009	929,634	30,625	70,000	0,000	160,000	Sx	0,000	0,000
ARCO	929,634	948,382	18,748	0,000	160,000	160,000	Sx	5,764	-5,764
CLOTOIDE	948,382	978,998	30,616	69,989	160,000	0,000	Sx	0,000	0,000
RETTIFILO	978,998	982,805	3,807	0,000	0,000	0,000		-1,810	-2,500

Tabella 11 – Elementi planimetrici dell’Adeguamento di via Cà Lillina

Il tracciato altimetrico dell’adeguamento di via Cà Lillina vede come primo elemento un raccordo altimetrico convesso di R=600m che si stacca dal piano viabile della rotatoria n.2 e prosegue con una prima livelletta sopra al piano campagna con pendenza del 7.00%. Il raccordo verticale successivo di tipo concavo con R=2000m collega la stessa livelletta con una seconda di pendenza pari al 1.91% in corrispondenza dell’adeguamento del manufatto idraulico esistente. Il tratto successivo corrisponde a quello più critico da un punto di vista altimetrico in quanto è presente un dosso molto accentuato. Tale tracciato viene migliorato attraverso l’introduzione di una livelletta con pendenza del 5.21% inferiore al valore attuale, collegata alla precedente da un raccordo verticale concavo di R=1482m. In corrispondenza dello steso dosso si inserisce un nuovo raccordo verticale convesso di R=1357m di valore maggiore rispetto all’attuale, che si collega alla successiva livelletta con pendenza del 5.92%. Il tracciato prosegue in direzione del centro abitato di Mercatello sul Metauro con una livelletta con pendenza del 2.26% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R=3500m, e si conclude con un’ultima livelletta con pendenza del 1.65% collegata alla precedente con un raccordo verticale concavo di R= 4000m sul limite del centro abitato dove ha termine l’intervento.

Nella seguente tabella è riportato un riepilogo degli elementi altimetrici del tracciato sopra descritto.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R
0	-0,021	469,576	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
1	25,475	469,023	25,496	11,005	-2,170	-0,553	25,502	11,008	1	Par	600,000	-4,830	29,015	10,984	39,966	28,981
2	198,358	456,921	172,883	107,462	-7,000	-12,102	173,306	107,725	2	Par	2000,000	5,093	101,973	147,427	249,288	101,861
3	312,822	454,738	114,464	10,795	-1,907	-2,183	114,485	10,797	3	Par	1482,000	7,117	105,516	260,083	365,562	105,479
4	466,742	462,758	153,920	25,659	5,210	8,020	154,128	25,694	4	Par	1357,000	-11,131	151,121	391,221	542,263	151,042
5	708,672	448,435	241,930	102,404	-5,920	-14,323	242,354	102,583	5	Par	3500,000	3,657	128,126	644,666	772,678	128,012
6	879,056	444,580	170,384	94,218	-2,263	-3,855	170,427	94,242	6	Par	4000,000	0,608	24,324	866,896	891,216	24,320
7	983,854	442,846	104,798	92,638	-1,655	-1,734	104,813	92,651	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 12 – Elementi altimetrici dell’Adeguamento di via Cà Lillina

3.4 Diagrammi delle velocità

L'impostazione del diagramma di velocità per l'Asse Principale è stata eseguita come anticipato nei capitoli precedenti considerando il senso unico di marcia nella direzione Fano (lato Nord) – Grosseto (lato Sud).

La velocità di progetto per tutto lo sviluppo dell'intervento è fissata a 80Km/h (introduzione del limite di velocità a 70Km/h).

I diagrammi di velocità dell'Asse Principale sono riportati negli elaborati progettuali n. T00PS00TRADG01A Diagramma di visibilità e velocità - tav. 1/3; T00PS00TRADG02A Diagramma di visibilità e velocità - tav. 2/3; T00PS00TRADG03A Diagramma di visibilità e velocità - tav. 3/3.

Per quanto riguarda le due intersezioni lato Umbria (rotatoria n.1) e lato Marche (rotatoria n.2) i diagrammi di velocità dei bracci di innesto sono stati impostati con velocità di progetto in funzione della categoria di ogni singola sezione stradale. Pertanto, per ogni tracciato si hanno i seguenti intervalli di velocità di progetto:

- Intersezione lato Umbria (rotatoria n.1) – Asse 3 e Asse 5 – cat. F2 $V_{pmin}=40\text{Km/h}$ $V_{pmax}=100\text{Km/h}$
- Intersezione lato Umbria (rotatoria n.1) – Asse 4 inserito nel tracciato dell'Asse Principale;
- Intersezione lato Marche (rotatoria n.2) – Asse 2 – cat. C2 $V_{pmin}=60\text{Km/h}$ $V_{pmax}=100\text{Km/h}$;
- Intersezione lato Marche (rotatoria n.2) – Asse 1_1 inserito nel tracciato dell'Asse Principale.

In prossimità delle due intersezioni di progetto (rotatoria n.1 e n.2) i limiti minimi delle velocità di progetto saranno inferiori a quanto definito dalla normativa.

L'adeguamento di via Cà Lillina (denominato Asse 1_2) prevede una categoria stradale F2 con $V_{min}=40\text{Km/h}$ $V_{pmax}=100\text{Km/h}$, si è definito di mantenere l'attuale limite di velocità presente su tutta la tratta interessata dai lavori, pari a 50 Km/h; pertanto, la V_{pmax} utilizzata risulta di 60Km/h. Il tutto è riportato sull'elaborato progettuale n. T00SV03TRADG 01° Diagramma di visibilità e velocità.

3.5 Verifiche degli elementi di tracciato e delle visibilità

Le verifiche eseguite per l'Asse Principale, sono riferite all'asse della segnaletica posizionato sul limite destro della corsia di marcia ed ha quindi un andamento conforme al senso di marcia da nord (lato Marche) a sud (lato Umbria).

Le verifiche effettuate riguardano dapprima le geometrie degli elementi piano altimetrici che compongono i tracciati, comprensive degli allargamenti per l'iscrizione dei veicoli nei tratti in curva, e successivamente l'analisi delle visuali libere riferite nello specifico alla distanza di visibilità per l'arresto.

Tali verifiche eseguite su tutti i tracciati stradali contenuti nella presente progettazione non hanno evidenziato criticità particolari.

Per il tracciato dell'Asse Principale gli elementi piano altimetrici che lo compongono risultano verificati come da normativa vigente; non è risultato necessario introdurre allargamenti della sezione stradale per garantire la distanza di visibilità per l'arresto. Vedi elaborati progettuali n. T00PS00TRADG01A Diagramma di visibilità e velocità - tav. 1/3; T00PS00TRADG02A Diagramma di visibilità e velocità - tav. 2/3; T00PS00TRADG03A Diagramma di visibilità e velocità - tav. 3/3.

Si evidenzia nella seguente tabella l'esito della verifica eseguita per gli elementi planimetrici dell'Asse Principale.

Tipo	Prog.l. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio l. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	Verifica	
ARCO	0,000	11,280	11,280	0,000	20,087	20,087	Dx	-2,500	-2,500	26,730	OK	tratto innesto rotatoria 2
ARCO	11,280	25,480	14,199	0,000	40,000	40,000	Dx	-2,500	-2,500	37,710	OK	
ARCO	25,480	69,839	44,359	0,000	570,000	570,000	Sx	-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	69,839	133,954	64,115	191,169	570,000	0,000	Sx	0,000	0,000	50,564	OK	
RETTIFILO	133,954	223,361	89,407	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	67,934	OK	
CLOTOIDE	223,361	341,305	117,944	353,249	0,000	1058,000	Dx	0,000	0,000	80,000	OK	
ARCO	341,305	435,275	93,970	0,000	1058,000	1058,000	Dx	-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	435,275	553,221	117,946	353,252	1058,000	0,000	Dx	0,000	0,000	80,000	OK	
RETTIFILO	553,221	928,879	375,658	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
ARCO	928,879	1124,770	195,891	0,000	3507,000	3507,000	Sx	-2,500	-2,500	80,000	OK	
RETTIFILO	1124,770	1231,459	106,689	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	1231,459	1389,438	157,979	397,466	0,000	1000,000	Sx	0,000	0,000	80,000	OK	
ARCO	1389,438	1592,435	202,997	0,000	1000,000	1000,000	Sx	-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	1592,435	1740,924	148,489	385,343	1000,000	0,000	Sx	0,000	0,000	80,000	OK	
RETTIFILO	1740,924	1812,113	71,189	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	1812,113	1933,369	121,256	348,828	0,000	1003,500	Dx	0,000	0,000	80,000	OK	
ARCO	1933,369	2162,433	229,064	0,000	1003,500	1003,500	Dx	-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	2162,433	2283,689	121,256	348,828	1003,500	0,000	Dx	0,000	0,000	80,000	OK	
RETTIFILO	2283,689	2446,022	162,333	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	2446,022	2527,062	81,040	231,184	0,000	659,500	Sx	0,000	0,000	80,000	OK	
ARCO	2527,062	2969,198	442,136	0,000	659,500	659,500	Sx	-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	2969,198	3050,238	81,040	231,184	659,500	0,000	Sx	0,000	0,000	80,000	OK	
RETTIFILO	3050,238	6254,105	3203,867	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	tratto in galleria Guinza
RETTIFILO	6254,105	6554,109	300,004	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
RETTIFILO	6554,109	6854,347	300,239	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
RETTIFILO	6854,347	7151,539	297,192	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
RETTIFILO	7151,539	7474,102	322,562	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
RETTIFILO	7474,102	7874,099	399,997	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
RETTIFILO	7874,099	8674,101	800,002	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
RETTIFILO	8674,101	9549,889	875,788	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	80,000	OK	
CLOTOIDE	9549,889	9575,421	25,532	57,723	0,000	130,500	Sx	0,000	0,000	27,067	OK	
ARCO	9575,421	9586,953	11,532	0,000	130,500	130,500	Sx	-2,500	-2,500	62,420	OK	tratto innesto rotatoria 1
ARCO	9586,953	9596,268	9,315	0,000	10,504	10,504	Dx	-2,500	-2,500	19,330	OK	

Tabella 13 – Verifica elementi planimetrici Asse Principale

Si evidenzia nella seguente tabella l'esito della verifica eseguita per gli elementi altimetrici dell'Asse Principale.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima
0	2,134	470,371	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
1	11,579	470,321	9,446	0,019	-0,534	-0,050	9,446	0,019	OK	-0.534% <= 7.000%
2	30,042	470,686	18,462	5,787	1,980	0,366	18,466	5,788	OK	1.980% <= 7.000%
3	68,668	470,615	38,626	33,978	-0,185	-0,072	38,626	33,978	OK	-0.185% <= 7.000%
4	137,889	470,002	69,221	59,847	-0,886	-0,613	69,224	59,850	OK	-0.886% <= 7.000%
5	518,780	471,691	380,891	123,913	0,443	1,689	380,895	123,914	OK	0.443% <= 7.000%
6	1045,262	487,825	526,482	192,257	3,064	16,134	526,729	192,348	OK	3.064% <= 7.000%
7	1291,541	492,143	246,279	73,791	1,753	4,318	246,317	73,803	OK	1.753% <= 7.000%
8	2845,108	546,498	1553,568	1398,385	3,499	54,355	1554,518	1399,240	OK	3.499% <= 7.000%
9	3200,856	554,113	355,748	177,529	2,140	7,615	355,829	177,570	OK	2.140% <= 7.000%
10	9384,168	581,534	6183,312	6035,793	0,443	27,421	6183,373	6035,852	OK	0.443% <= 7.000%
11	9537,922	581,071	153,753	106,994	-0,301	-0,463	153,754	106,994	OK	-0.301% <= 7.000%
12	9578,880	579,385	40,958	28,651	-4,118	-1,687	40,993	28,675	OK	-4.118% <= 7.000%
13	9587,874	579,263	8,994	3,743	-1,354	-0,122	8,995	3,743	OK	-1.354% <= 7.000%
14	9593,582	579,375	5,708	0,931	1,963	0,112	5,709	0,931	OK	1.963% <= 7.000%
15	9596,268	579,291	2,685	0,395	-3,126	-0,084	2,687	0,396	OK	-3.126% <= 7.000%

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Ai	Svil.	Prog. I	Prog. F	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>	Dr >= Drmin <<<
1	Par	750,000	2,514	18,855	2,152	21,006	105,334	OK	750.000 >= 0.000	750.000 >= 105.334	750.000 >= 40.000	-	-
2	Par	300,000	-2,165	6,496	26,794	33,290	123,634	OK	300.000 >= 0.000	300.000 >= 123.634	300.000 >= 20.000	282.728 >= 153.460	1000.000 >= 231.061
3	Par	400,000	-0,700	2,801	67,267	70,068	187,183	OK	400.000 >= 0.000	400.000 >= 187.183	400.000 >= 20.000	-	-
4	Par	1200,000	1,329	15,948	129,915	145,863	359,569	OK	1200.000 >= 0.000	1200.000 >= 359.569	1200.000 >= 40.000	-	-
5	Par	19000,000	2,621	498,098	269,776	767,783	1470,962	OK	19000.000 >= 1470.962	19000.000 >= 823.045	19000.000 >= 40.000	-	-
6	Par	13000,000	-1,311	170,492	960,041	1130,482	823,045	OK	13000.000 >= 0.000	13000.000 >= 823.045	13000.000 >= 20.000	-	-
7	Par	10000,000	1,745	174,596	1204,274	1378,808	823,045	OK	10000.000 >= 0.000	10000.000 >= 823.045	10000.000 >= 40.000	-	-
8	Par	10000,000	-1,358	135,887	2777,193	2913,024	823,045	OK	10000.000 >= 0.000	10000.000 >= 823.045	10000.000 >= 20.000	-	-
9	Par	13000,000	-1,697	220,627	3090,553	3311,159	823,045	OK	13000.000 >= 483.319	13000.000 >= 823.045	13000.000 >= 20.000	-	-
10	Par	10000,000	-0,744	74,434	9346,952	9421,385	619,964	OK	10000.000 >= 0.000	10000.000 >= 619.964	10000.000 >= 20.000	471.980 >= 420.000	1000.000 >= 151.992
11	Par	500,000	-3,817	19,092	9528,379	9547,465	128,073	OK	500.000 >= 0.000	500.000 >= 128.073	500.000 >= 20.000	-	-
12	Par	200,000	2,764	5,531	9576,115	9581,644	59,958	OK	200.000 >= 0.000	200.000 >= 59.958	200.000 >= 40.000	-	-
13	Par	150,000	3,316	4,975	9585,387	9590,361	49,690	OK	150.000 >= 0.000	150.000 >= 49.690	150.000 >= 40.000	-	-
14	Par	90,000	-5,089	4,580	9591,292	9595,872	48,052	OK	90.000 >= 0.000	90.000 >= 48.052	90.000 >= 20.000	1000.000 >= 138.660	-

Tabella 14 – Verifica elementi altimetrici Asse Principale

Per i tracciati compresi nelle due intersezioni di progetto lato Umbria e Marche (rotatoria n.1 e rotatoria n.2) risultano verificati tutti gli elementi piano altimetrici che li compongono, le distanze di visibilità per l'arresto risultano garantite senza introdurre allargamenti della sezione stradale, con l'esclusione del tracciato denominato Asse 2 (intersezione lato Marche) dove è stato necessario inserire un allargamento massimo sul lato interno della curva pari a circa 1.00m. I singoli dettagli sono riportati sugli elaborati progettuali n T00SV01TRADG01A Diagramma di visibilità e velocità - asse 3 e asse 5; T00SV02TRADG01A Diagramma di visibilità e velocità - asse 2.

Si evidenzia nelle seguenti tabelle l'esito delle verifiche eseguite per gli elementi planimetrici delle due intersezioni lato Umbria e Marche.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	Verifica
RETTIFILO	0,000	12,695	12,695	0,000	0,000	0,000		1,500	-1,500	40,000	OK
CLOTOIDE	12,695	32,945	20,250	45,000	0,000	100,000	Sx	0,000	0,000	40,000	OK
ARCO	32,945	54,970	22,025	0,000	100,000	100,000	Sx	4,200	-4,200	40,000	OK
CLOTOIDE	54,970	70,180	15,210	39,000	100,000	0,000	Sx	0,000	0,000	40,000	OK
RETTIFILO	70,180	71,765	1,585	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	40,000	OK
CLOTOIDE	71,765	103,997	32,232	95,000	0,000	280,000	Dx	0,000	0,000	40,000	OK
ARCO	103,997	130,457	26,460	0,000	280,000	280,000	Dx	-2,500	2,500	40,000	OK

Tabella 15 – Verifica elementi planimetrici Asse 3 – Intersezione lato Umbria

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	Verifica
RETTIFILO	0,000	36,416	36,416	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	40,000	OK
CLOTOIDE	36,416	45,710	9,294	24,579	0,000	65,000	Sx	0,000	0,000	39,987	OK
ARCO	45,710	56,001	10,291	0,000	65,000	65,000	Sx	3,500	-3,500	40,000	OK
CLOT. FLESSO E	56,001	65,232	9,231	24,495	65,000	0,000	Sx	0,000	0,000	34,185	OK
CLOT. FLESSO U	65,232	79,723	14,491	19,596	0,000	26,500	Dx	0,000	0,000	31,451	OK
ARCO	79,723	79,852	0,129	0,000	26,500	26,500	Dx	2,500	-2,500	30,700	OK

Tabella 16 – Verifica elementi planimetrici Asse 5 – Intersezione lato Umbria

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	Verifica
CLOTOIDE	14,236	62,593	48,357	72,933	0,000	110,000	Sx	0,000	0,000	60,000	OK
ARCO	62,593	188,853	126,260	0,000	110,000	110,000	Sx	7,000	-7,000	58,320	OK
CLOTOIDE CONT.	188,853	211,760	22,907	54,988	110,000	60,000	Sx	0,000	0,000	49,894	OK
ARCO	211,760	245,530	33,770	0,000	60,000	60,000	Sx	6,578	-6,578	45,310	OK
RETTIFILO	245,530	252,378	6,849	0,000	0,000	0,000		-2,442	1,550	46,851	OK

Tabella 17– Verifica elementi planimetrici Asse 2 – Intersezione lato Marche

Si evidenzia nelle seguenti tabelle l'esito delle verifiche eseguite per gli elementi altimetrici delle due intersezioni lato Umbria e Marche.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima
0	0,000	579,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
1	22,540	578,384	22,540	14,415	-3,000	-0,676	22,550	14,421	OK	-3.000% <= 10.000%
2	57,325	579,601	34,785	17,560	3,500	1,217	34,807	17,571	OK	3.500% <= 10.000%
3	75,368	579,060	18,043	8,943	-3,000	-0,541	18,051	8,947	OK	-3.000% <= 10.000%

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	250,000	6,500	16,253	14,415	30,665	20,660	182,927	OK	250.000 >= 182.927	250.000 >= 54.891	250.000 >= 40.000	-
2	Par	280,000	-6,500	18,203	48,225	66,425	20,660	54,891	OK	280.000 >= 0.000	280.000 >= 54.891	280.000 >= 20.000	1000.000 >= 141.320
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 18 – Verifica elementi altimetrici rotatoria n.1 – Intersezione lato Umbria

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima
0	0,000	569,988	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
1	48,903	572,049	48,903	31,869	4,215	2,061	48,947	31,897	OK	4.215% <= 10.000%
2	128,910	578,449	80,007	56,522	8,000	6,401	80,262	56,703	OK	8.000% <= 10.000%
3	138,335	578,595	9,426	2,975	1,550	0,146	9,427	2,976	OK	1.550% <= 10.000%

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	900,000	3,785	34,134	31,869	65,937	40,000	527,411	OK	900.000 >= 527.411	900.000 >= 205.761	900.000 >= 40.000
2	Par	200,000	-6,450	12,917	122,459	135,360	31,641	128,751	OK	200.000 >= 86.089	200.000 >= 128.751	200.000 >= 20.000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 19 – Verifica elementi altimetrici Asse 3 – Intersezione lato Umbria

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima
0	0,000	581,140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
1	4,170	580,855	4,170	3,973	-6,821	-0,284	4,180	3,982	OK	-6.821% <= 10.000%
2	41,703	578,228	37,533	3,581	-7,000	-2,627	37,625	3,590	OK	-7.000% <= 10.000%
3	89,135	579,177	47,431	13,677	2,001	0,949	47,441	13,679	OK	2.001% <= 10.000%

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	220,000	-0,179	0,395	3,973	4,367	40,000	205,761	OK	220.000 >= 0.000	220.000 >= 205.761	220.000 >= 20.000
2	Par	750,000	9,001	67,553	7,949	75,458	40,000	706,440	OK	750.000 >= 706.440	750.000 >= 205.761	750.000 >= 40.000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 20 – Verifica elementi altimetrici Asse 5 – Intersezione lato Umbria

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima
0	0,000	462,833	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
1	4,067	462,855	4,067	0,098	0,544	0,022	4,067	0,098	OK	0.544% <= 10.000%
2	87,550	461,099	83,483	14,993	-2,103	-1,755	83,501	14,996	OK	-2.103% <= 10.000%
3	209,549	469,029	121,999	44,883	6,500	7,930	122,256	44,978	OK	6.500% <= 10.000%
4	252,378	469,655	42,829	30,234	1,462	0,626	42,834	30,237	OK	1.462% <= 10.000%

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin <<<
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	300,000	-2,646	7,939	0,098	8,037	40,000	205,761	OK	300.000 >= 0.000	300.000 >= 205.761	300.000 >= 20.000	1000.000 >= 194.051
2	Par	1500,000	8,603	129,111	23,030	152,070	50,650	1083,826	OK	1500.000 >= 1083.826	1500.000 >= 329.918	1500.000 >= 40.000	-
3	Par	500,000	-5,038	25,214	196,953	222,145	35,793	164,751	OK	500.000 >= 0.000	500.000 >= 164.751	500.000 >= 20.000	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 21– Verifica elementi altimetrici Asse 2 – Intersezione lato Marche

Anche il tracciato dell'adeguamento di via Cà Lillina risulta conforme alle verifiche richieste dalla normativa vigente sia per le geometrie degli elementi piano altimetrici (con l'esclusione di alcuni elementi vincolati dalla necessità di adeguare il tracciato ad una sede stradale esistente), che per la verifica della distanza di visibilità per l'arresto dove anche in questo caso non è stato necessario introdurre allargamenti della sezione stradale. Vedi elaborato progettuale n. T00SV03TRADG01° Diagramma di visibilità e velocità.

Si fa presente che per gli elementi planimetrici con valori non conformi a quanto previsto dalle verifiche normative (vedi elementi in colore giallo evidenziati nella tabella seguente), si è garantita, per quanto riguarda le curve a raggio variabile, la loro conformità ai criteri più significativi in termini di sicurezza stradale quali la limitazione del contraccolpo.

Si evidenzia nella seguente tabella l'esito della verifica eseguita per gli elementi planimetrici dell'adeguamento di via Cà Lillina.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]	Verifica
RETTIFILO	0,000	114,749	114,749	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	51,941	OK
CLOTOIDE	114,749	148,082	33,333	100,000	0,000	300,000	Sx	0,000	0,000	59,621	OK
ARCO	148,082	195,609	47,527	0,000	300,000	300,000	Sx	3,856	-3,856	60,000	OK
CLOTOIDE	195,609	228,942	33,333	100,000	300,000	0,000	Sx	0,000	0,000	60,000	OK
RETTIFILO	228,942	248,564	19,621	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	60,000	OK
CLOTOIDE	248,564	273,769	25,205	71,000	0,000	200,000	Dx	0,000	0,000	60,000	OK
ARCO	273,769	280,200	6,432	0,000	200,000	200,000	Dx	-4,998	4,998	60,000	OK
CLOTOIDE	280,200	305,373	25,173	70,955	200,000	0,000	Dx	0,000	0,000	60,000	OK
RETTIFILO	305,373	417,050	111,677	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	60,000	OK
CLOTOIDE	417,050	458,193	41,143	120,000	0,000	349,999	Sx	0,000	0,000	60,000	OK
ARCO	458,193	491,786	33,593	0,000	349,999	349,999	Sx	3,494	-3,494	60,000	OK
CLOTOIDE	491,786	532,929	41,143	120,000	349,999	0,000	Sx	0,000	0,000	60,000	OK
RETTIFILO	532,929	638,982	106,053	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	60,000	OK
CLOTOIDE	638,982	705,379	66,397	162,969	0,000	400,000	Dx	0,000	0,000	60,000	OK
ARCO	705,379	726,337	20,959	0,000	400,000	400,000	Dx	-3,208	3,208	60,000	OK
CLOTOIDE	726,337	746,584	20,247	89,993	400,000	0,000	Dx	0,000	0,000	60,000	OK
RETTIFILO	746,584	772,927	26,343	0,000	0,000	0,000		-2,500	-2,500	60,000	OK
CLOTOIDE	772,927	793,570	20,643	85,000	0,000	350,000	Dx	0,000	0,000	60,000	OK
ARCO	793,570	885,009	91,439	0,000	350,000	350,000	Dx	-3,494	3,494	60,000	OK
CLOT. FLESSO E	885,009	899,009	14,000	70,000	350,000	0,000	Dx	0,000	0,000	52,532	OK
CLOT. FLESSO U	899,009	929,634	30,625	70,000	0,000	160,000	Sx	0,000	0,000	49,306	OK
ARCO	929,634	948,382	18,748	0,000	160,000	160,000	Sx	5,764	-5,764	60,000	OK
CLOTOIDE	948,382	978,998	30,616	69,989	160,000	0,000	Sx	0,000	0,000	37,931	OK
RETTIFILO	978,998	982,805	3,807	0,000	0,000	0,000		-1,810	-2,500	30,877	OK

Tabella 22 – Verifica elementi planimetrici Adeguamento via Cà Lillina

Si evidenzia nella seguente tabella l'esito della verifica eseguita per gli elementi altimetrici dell'adeguamento di via Cà Lillina.

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza massima
0	-0,021	469,576	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
1	25,475	469,023	25,496	11,005	-2,170	-0,553	25,502	11,008	OK	-2.170% <= 10.000%
2	198,358	456,921	172,883	107,462	-7,000	-12,102	173,306	107,725	OK	-7.000% <= 10.000%
3	312,822	454,738	114,464	10,795	-1,907	-2,183	114,485	10,797	OK	-1.907% <= 10.000%
4	466,742	462,758	153,920	25,659	5,210	8,020	154,128	25,694	OK	5.210% <= 10.000%
5	708,672	448,435	241,930	102,404	-5,920	-14,323	242,354	102,583	OK	-5.920% <= 10.000%
6	879,056	444,580	170,384	94,218	-2,263	-3,855	170,427	94,242	OK	-2.263% <= 10.000%
7	983,854	442,846	104,798	92,638	-1,655	-1,734	104,813	92,651	OK	-1.655% <= 10.000%

N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Raggio >= Rmin Da (arresto)	Raggio >= Rmin av (comfort)	Raggio >= Rmin geometrico	Dr >= Drmin >>>	Dr >= Drmin <<<
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Par	600,000	-4,830	29,015	10,984	39,966	34,711	154,942	OK	600.000 >= 0.000	600.000 >= 154.942	600.000 >= 20.000	-	-
2	Par	2000,000	5,093	101,973	147,427	249,288	60,000	1552,912	OK	2000.000 >= 1552.912	2000.000 >= 462.963	2000.000 >= 40.000	-	-
3	Par	1482,000	7,117	105,516	260,083	365,562	60,000	1481,358	OK	1482.000 >= 1481.358	1482.000 >= 462.963	1482.000 >= 40.000	-	-
4	Par	1357,000	-11,131	151,121	391,221	542,263	60,000	1356,377	OK	1357.000 >= 1356.377	1357.000 >= 462.963	1357.000 >= 20.000	1000.000 >= 280.000	371.693 >= 280.000
5	Par	3500,000	3,657	128,126	644,666	772,678	60,000	1383,864	OK	3500.000 >= 1383.864	3500.000 >= 462.963	3500.000 >= 40.000	-	-
6	Par	4000,000	0,608	24,324	866,896	891,216	56,705	413,516	OK	4000.000 >= 0.000	4000.000 >= 413.516	4000.000 >= 40.000	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 23 – Verifica elementi altimetrici Adeguamento via Cà Lillina

3.6 Verifiche di sicurezza delle rotatorie

Per le due intersezioni di progetto lato Umbria (rotatoria n.1) e lato Marche (rotatoria n.2) sono state eseguite le verifiche dettate dalla normativa vigente (D.M. 19 Aprile 2006) in relazione alla verifica delle traiettorie in attraversamento e per le visibilità.

La prima verifica è tesa a verificare che i veicoli che attraversano un'intersezione a rotatoria vengano deviati per mezzo dell'isola centrale imponendo loro di compiere la manovra ad una velocità adeguata.

La valutazione del valore della deviazione è stato effettuato per mezzo dell'angolo di deviazione β . Tale angolo deve avere un valore almeno pari a 45° .

Per l'intersezione lato Umbria (rotatoria n.1), le traiettorie soggette a verifica hanno riportato valori minimi di angolo di deviazione pari a 70° , in linea con i minimi normativi richiesti.

Per l'intersezione lato Marche (rotatoria n.2), non si è ritenuto necessario effettuare tale verifica vista l'assenza di bracci interposti tra due traiettorie di attraversamento.

Si evidenzia di seguito lo schema grafico per la verifica dell'angolo di deviazione dell'intersezione lato Umbria (rotatoria n.1).



Figura 26 – Verifica angolo di deviazione intersezione lato Umbria (rotatoria n.1)

Per quanto riguarda le verifiche per la visibilità negli incroci a rotatoria, lo stesso D.M. 2006 prevede che i conducenti che si approssimano all'intersezione devono poter vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale per cedere ad essi la precedenza o fermarsi. Per tale scopo, è necessaria una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dell'intero sviluppo dell'anello. L'osservatore viene posizionato a 15m dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

Si evidenziano di seguito gli schemi grafici delle verifiche per la visibilità eseguite per le due intersezioni, dai quali si evince il pieno rispetto della normativa vigente.



Figura 27 – Verifica visibilità intersezione lato Umbria (rotatoria n.1)

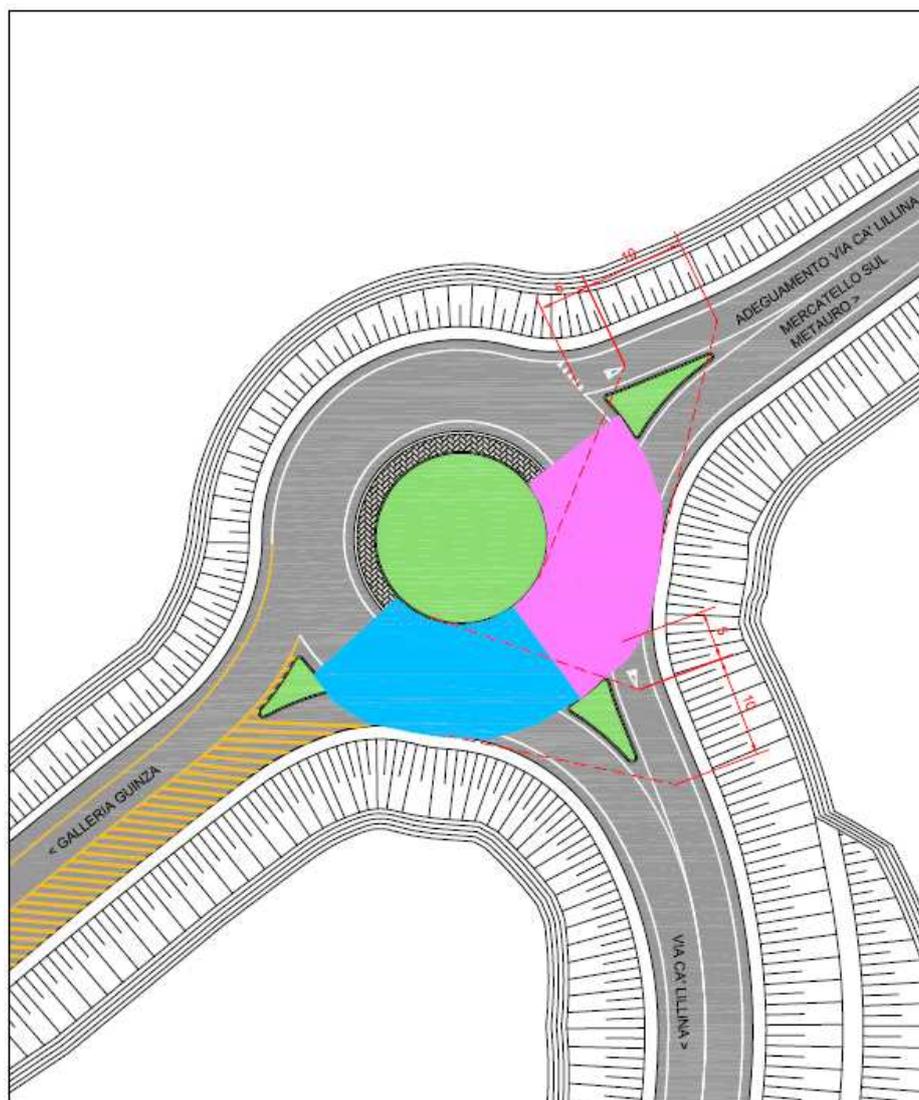


Figura 28 – Verifica visibilità intersezione lato Marche (rotatoria n.2)

3.7 Verifiche di visibilità accessi / innesti

Gli accessi esistenti presenti sul tratto di adeguamento in sede di via Cà Lillina sono stati opportunamente oggetto di verifica per le distanze di visibilità come da normativa vigente (D.M. 19 aprile 2006).

Le verifiche, in accordo con la normativa di riferimento, sono state svolte mediante la costruzione di triangoli di visibilità in presenza di manovre regolate da stop.

Sono state eseguite le verifiche di visibilità relative ai n.6 casi di accessi afferenti alla viabilità in adeguamento di via Ca Lillina.

Tali verifiche rispettano quanto prescritto dal D.M. 19-04-06 (paragrafo 4.6) con la costruzione dei triangoli di visibilità determinati a partire dalla distanza di visibilità di arresto D pari a:

$$D = v \times t \text{ [m]}$$

Dove v è la velocità della strada di progetto espressa in metri al secondo e t è posto pari a 6 secondi.

Il triangolo è poi costruito congiungendo i vertici situati in corrispondenza della posizione dei veicoli fermi in immissione arretrata di 3 m (come richiesto dal D.M. 19-04-06), con la posizione dei veicoli in movimento lungo l'asse principale a una distanza pari a D e al punto di conflitto ipotetico all'interno dell'intersezione.

La velocità caratteristica di via Ca Lillina è pari 60 km/h (considerato l'attuale limite di velocità di 50 Km/h) a cui corrisponde un valore di D per tutti i casi pari a 100 m. Si noti che laddove la distanza fosse tale da oltrepassare il limite di intervento della via è stata usata la velocità di progetto della strada in essere ipotizzata, viste le caratteristiche della stessa, a 40 km/h con una conseguente distanza di visibilità pari a 60m.

In tutti i casi analizzati, il triangolo delle visibilità così costruito risulta non intercettare ostacoli occupando solo aree della carreggiata in progetto o aree in cui non è necessaria la presenza di barriere di sicurezza laterale. Si può considerare quindi tale verifica soddisfatta per tutti i n. 6 casi analizzati.

Di seguito nelle seguenti figure si evidenziano i triangoli di visibilità costruiti per tutti gli accessi afferenti su Via Ca Lillina.

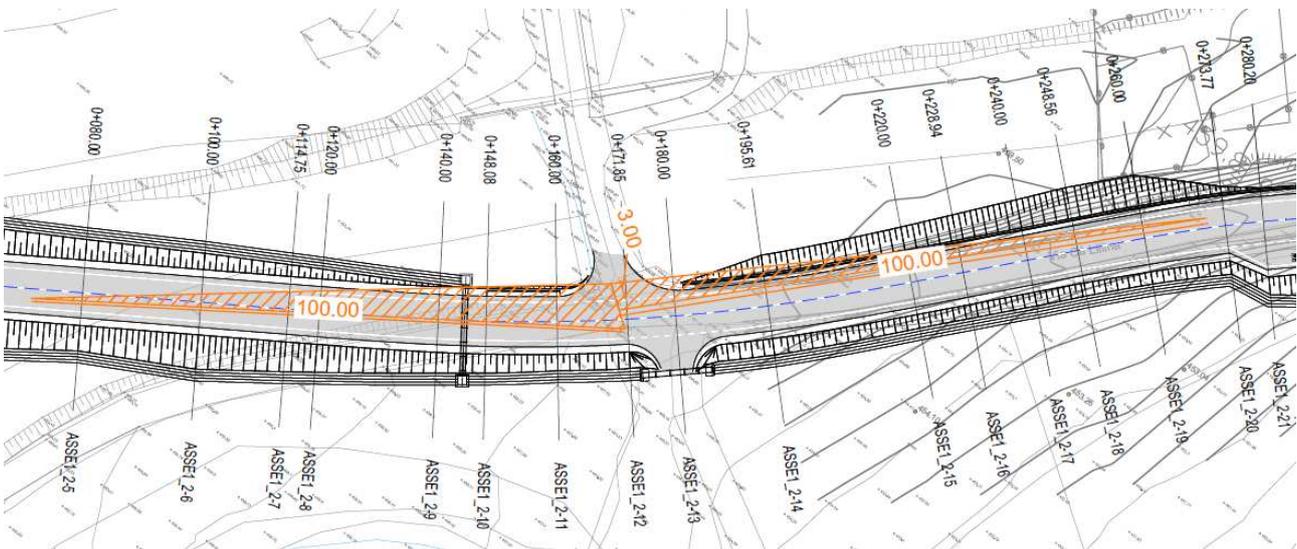


Figura 29 – Verifica visibilità accesso n.1 - progr. Km 0+171 - lato ovest

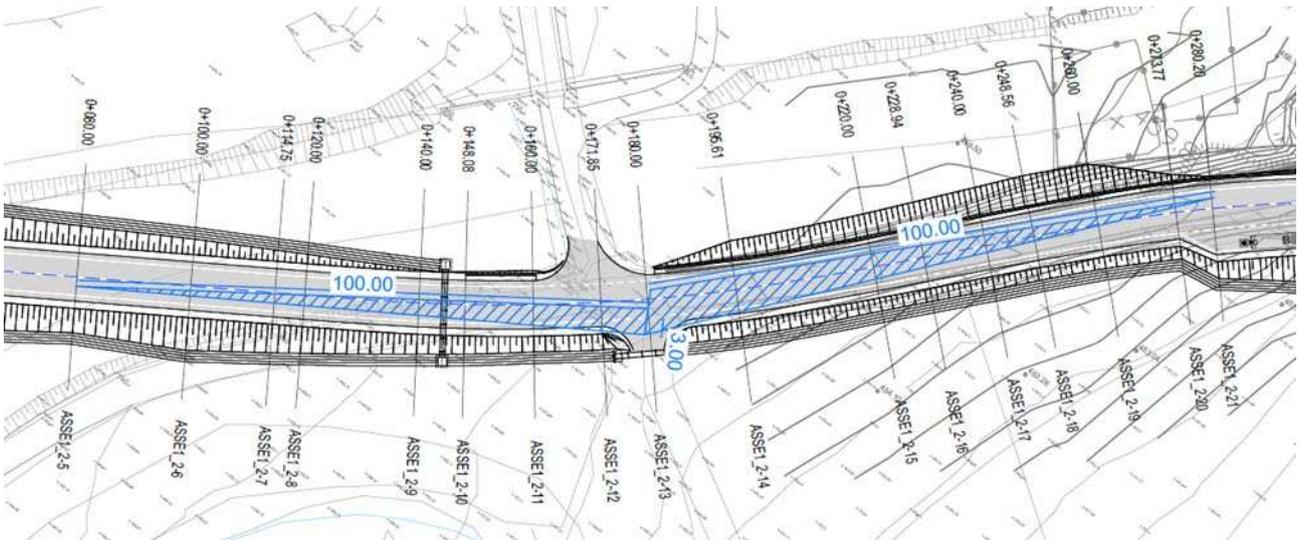


Figura 30 – Verifica visibilità accesso n.2 - progr. Km 0+180 - lato est



Figura 31 – Verifica visibilità accesso n.3 - progr. Km 0+300 - lato ovest

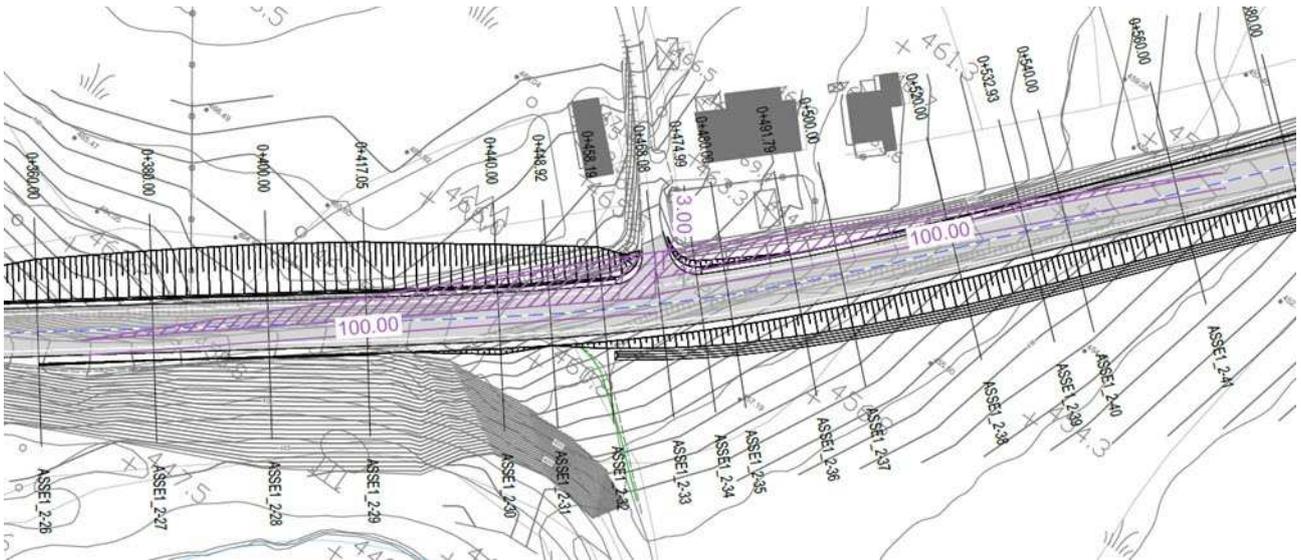


Figura 32 – Verifica visibilità accesso n.4 - progr. Km 0+468 - lato est



Figura 33 – Verifica visibilità accesso n.5 - progr. Km 0+760 - lato est

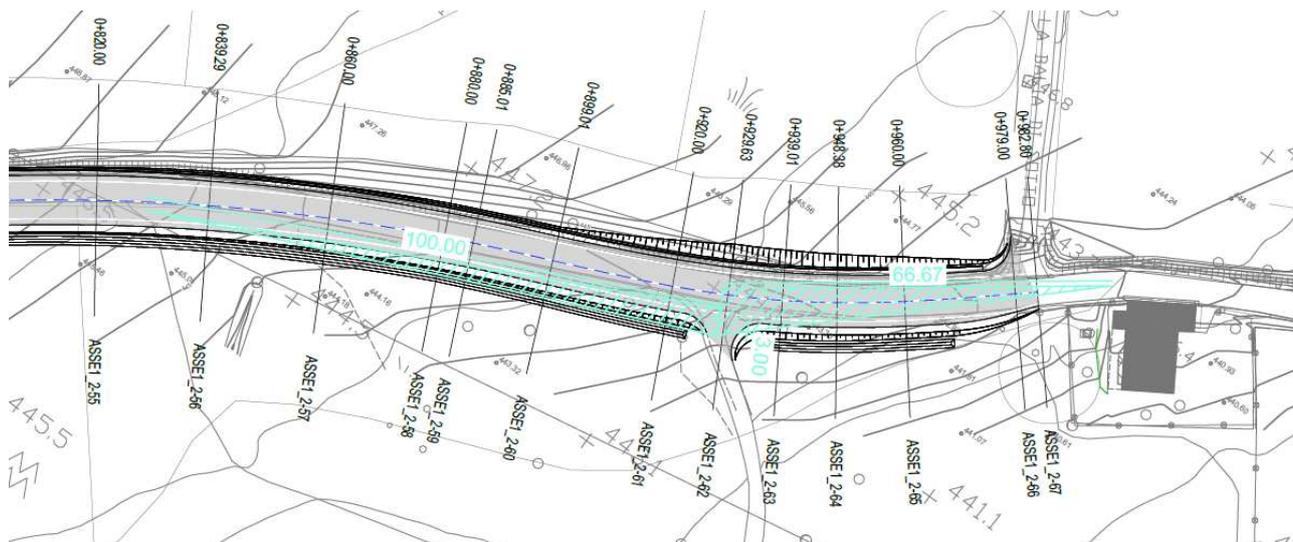


Figura 34 – Verifica visibilità accesso n.6 - progr. Km 0+929 - lato est

4 VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

Nel presente capitolo si evidenziano i passi concettuali e progettuali di una pavimentazione flessibile in ambito stradale.

Con il termine “*pavimentazione*” si intende la porzione di sede stradale che garantisce la transitabilità del traffico di progetto nel rispetto delle condizioni di sicurezza e comfort. Dal punto di vista tecnico, è indicata anche con il termine di “*sovrastuttura*”, poiché si tratta effettivamente di una vera e propria struttura soggetta a carichi di vario tipo e sollecitazioni piuttosto complesse. L’elaborato tratta il dimensionamento delle pavimentazioni ottenuto tramite procedura empirica dell’AASHTO.

Le pavimentazioni flessibili sono costituite da tre strati sovrapposti di aggregati lapidei legati a bitume (usura, binder, base) e da uno strato di materiale sciolto poggiante sul terreno di posa (fondazione). L’organizzazione a strati di queste pavimentazioni assicura la distribuzione dei carichi fino al terreno sottostante e fa sì che la sovrastuttura, anziché assorbire gli sforzi mediante resistenze flessionali, reagisca con la sua adattabilità deformativa alle azioni trasmesse dai carichi veicolari e alle reazioni del terreno sottostante.

Le pavimentazioni semirigide differiscono da quelle flessibili per l’interposizione di uno strato di materiale granulare con cemento (misto cementato) tra lo strato di base bitumato e la fondazione.

Gli strati superficiali sono direttamente esposti alle azioni del traffico e degli agenti atmosferici, mentre la struttura portante ha la funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto, sopportando e distribuendo sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico. Lo strato superficiale è quello che costituisce il piano viabile destinato a far fronte alle azioni verticali e tangenziali indotte dai veicoli e a trasmetterle con intensità attenuata agli strati sottostanti. Viene realizzato con conglomerato bituminoso caratterizzato da notevole resistenza al taglio, generalmente è suddiviso in:

- Usura, posto a contatto con i pneumatici dei veicoli, deve garantire delle ottime condizioni di aderenza ed assicurare adeguate caratteristiche di regolarità
- Binder, (strato di collegamento) destinato a integrare le funzioni portanti dello strato superiore e ad assicurare la collaborazione con gli strati sottostanti.
- Lo strato di Base ha la funzione principale di ripartire i carichi sul sottostante strato di fondazione di minore qualità portante e deve possedere un’elevata resistenza ai fenomeni di fatica e all’ormaiamento.
- Lo strato di Fondazione è la parte a contatto con il sottofondo e ha la funzione di ripartire i carichi e rendere la sollecitazione compatibile con il sottostante strato, ma ha anche la funzione di rendere la superficie regolare per stendere lo strato superiore di base.

4.1 Dati di input

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione della sovrastruttura è di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità, per un prefissato periodo di tempo; poiché:

- le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo,
- i carichi sono dispersi per posizione ed entità,
- il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio,

l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici. Il dimensionamento di una sovrastruttura stradale dipende dalla composizione e dall'entità del traffico, valutato tra l'entrata in esercizio e il termine del periodo di progetto dell'infrastruttura. Il *Periodo di riferimento per il progetto* della pavimentazione, entro il quale deve mantenere adeguati livelli di prestazione senza interventi programmati di manutenzione, è pari a 20 anni. Il *PSI (Present Serviceability Index)* rappresenta una misura del grado di ammaloramento della sovrastruttura, in termini di sicurezza e comfort. Il livello di funzionalità finale PSI_f ritenuto generalmente accettabile per la pavimentazione flessibile, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione è 2.5. Utilizzando un metodo sperimentale, occorre eseguire alcune considerazioni di carattere probabilistico, introducendo una variabile come l'*Affidabilità (%)*, la quale rappresenta la probabilità che il numero di passaggi di assi singoli equivalenti che la pavimentazione possa sopportare, prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale, sia maggiore o uguale al numero di passaggi che realmente si verificano sulla corsia più carica durante il periodo di progetto. L'*Affidabilità* comprende sia l'errore che si può commettere sulla valutazione del traffico sia la variabilità delle prestazioni della pavimentazione. I valori assunti dipendono dal tipo di strada e dalla sua ubicazione, in relazione alla strada in esame risulta pari a:

AFFIDABILITÀ	85
DEVIAZIONE STANDARD	0.45

4.2 Traffico di progetto

Nell'analisi del traffico devono tenersi in considerazione solo i veicoli pesanti, ossia quei veicoli che scaricano per asse più di 3 tonnellate, ciò significa supporre che i veicoli leggeri al loro passaggio non arrechino alcun danno alla sovrastruttura. Il traffico giornaliero medio TGM previsto è 2.000 veic / giorno, con una percentuale di Veicoli Commerciali pari a 1 % e considerando un tasso di incremento annuale del traffico del 2 % (tab 1)

TIPOLOGIA STRADA	Strada extraurbana secondaria e locale
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Lineare
TGM	2.000
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	1 %
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	2 %
PERIODO DI PROGETTO	20

TRAFFICO DI PROGETTO (365 giorni lavorativi annui)	148.920
TRAFFICO IN NUMERO DI VEICOLI COMMERCIALI SULLA CORSIA PIÙ TRAFFICATA	74.460
CLASSE DI TRAFFICO	L (leggero)

La classificazione dei veicoli è in genere effettuata in funzione del numero di assi e del peso per asse. La procedura di classificazione più utilizzata è standardizzata dalla norma ASTM E1572-93 per la classificazione dei veicoli partendo dal numero e dalla interdistanza degli assi. Riferendosi ai veicoli commerciali (massa complessiva, corrispondente al peso totale a terra, maggiore o uguale a 3 t) il catalogo italiano delle pavimentazioni stradali adotta la seguente classificazione:

Tipo di veicolo	N° Assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN			
1) autocarri leggeri	2	↓10	↓20		
2) " "	"	↓15	↓30		
3) autocarri medi e pesanti	"	↓40	↓80		
4) " " "	"	↓50	↓110		
5) autocarri pesanti	3	↓40	↓80	↓80	
6) " "	"	↓60	↓100 ↓100		
7) autotreni e autoarticolati	4	↓40	↓90	↓80	↓80
8) " "	"	↓60	↓100	↓100	↓100
9) " "	5	↓40	↓80	↓80	↓80
10) " "	"	↓60	↓90	↓90	↓100
11) " "	"	↓40	↓100	↓80	↓80
12) " "	"	↓60	↓110	↓90	↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120	↓130	↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) " "	2	↓60	↓100		
16) " "	2	↓50	↓80		

associando ad essa opportuni spettri di traffico per tipologia di strada, per questo progetto è stata scelta la seguente tipologia di strada: **Strada extraurbana secondaria e locale**

TIPO DI STRADA	TIPO DI VEICOLO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Autostrada extraurbana	12,2	0	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	0	0	12,2
Autostrada urbana	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
Strada extraurb. Princ. e second. a forte traffico	0	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	0	0	10,5
Strada extraurbana secondaria ordinaria	0	0	58,8	29,4	0	5,9	0	2,8	0	0	0	0	0,2	0	0	2,9
Strada extraurbana secondaria-turistica	24,5	0	40,8	16,3	0	4,15	0	2	0	0	0	0	0,05	0	0	12,2
Strada urbana di scorrimento	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
Strade urbane di quartiere e locali	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
Corsie preferenziali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	53	0

Il traffico è stato convertito in un numero di passaggi di assi standard equivalenti impiegando il criterio suggerito dall'AASHTO.

4.3 Calcolo degli ESAL's

L'incidenza del traffico viene quasi sempre considerata mediante una semplificata ed ampiamente accettata procedura basata sull'utilizzo di fattori di equivalenza che permettono di convertire ogni gruppo di carico in un singolo asse equivalente. La Metodologia degli assi equivalenti (ESAL) permette di ricondurre le diverse tipologie di assi reali transitanti sulla strada ad un asse di riferimento da 80 KN (8,2 t); conseguentemente all'utilizzo di opportuni coefficienti di equivalenza, è possibile valutare il danno a fatica prodotto dal numero di passaggi dei carichi reali. Il numero di ESAL_{tot} ottenuto risulta essere pari a 319.740 passaggi.

Infine introducendo due ulteriori parametri D_d e D_l , che derivano dalle seguenti considerazioni:

- D_d è funzione della distribuzione del traffico nelle due direzioni.

Nel caso del progetto in esame si è scelto il valore pari a $D_d = 0.5$

- D_l è funzione della distribuzione del traffico tra le corsie nelle due direzioni. Indubbiamente la condizione di traffico più gravosa si manifesterà nella corsia più lenta, adibita al transito dei veicoli commerciali:

NUMERO DI CORSIE NELLE DUE DIREZIONI	D_l
1	1

Il numero di assi standard da 80 KN equivalenti al traffico sulla corsia più caricata della strada in progetto è:

$$ESAL_{progetto} = ESAL_{tot} * D_d * D_l = 159.870 \text{ Passaggi}$$

4.4 Portanza del sottofondo

Il *sottofondo* è quella parte di terreno posto al di sotto della fondazione della sovrastruttura, il cui stato tensionale può ancora essere causa di cedimenti. Il parametro che caratterizza il sottofondo è la *portanza*, o capacità portante, ossia il carico massimo sopportabile, in determinate condizioni, che realizza un prestabilito cedimento. Il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia nei tratti in trincea che in quelli in rilevato, dovrà garantire un valore minimo della portanza del sottofondo, individuato attraverso il California Bearing Ratio, C.B.R. = 5%.

La capacità portante della sovrastruttura è rappresentata dallo *Structural Number (SN)*. L'AASHTO fornisce una relazione che tiene conto delle caratteristiche strutturali dei diversi strati, consentendo di ripartire tra di essi la capacità portante complessiva.

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

Dove:

- h_i = spessore dello strato i -esimo (valori incogniti da determinare);
- a_i = coefficienti strutturali che indicano l'aliquota di resistenza fornita dal materiale costituente lo strato;
- m_i = coefficiente che tiene conto delle condizioni del drenaggio.

Il termine:

- $a_1 h_1$ rappresenta la capacità portante fornita dagli strati superficiali → usura + binder,
- $a_2 h_2 m_2$ rappresenta la capacità portante dello strato di base,
- $a_3 h_3 m_3$ rappresenta la capacità portante della fondazione.

SN = 2.49			
STRATO	TIPO MATERIALE	METODO DI CALCOLO	COEFFICIENTE STRUTTURALE
USURA	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	$a_1 = 0.410$
BINDER	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	
BASE	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	$a_2 = 0.276$
FONDAZIONE	Misto granulare	Stima del modulo resiliente	$a_3 = 0.074$

I coefficienti di drenaggio m_i tengono conto dell'effetto dell'acqua sulle proprietà dei materiali e quindi sulla capacità portante della pavimentazione, sono funzione della qualità del drenaggio dei materiali e della percentuale di tempo in cui la pavimentazione è esposta ad un grado d'umidità prossimo alla saturazione.

Il coefficiente di drenaggio viene considerato solo per il misto granulare sciolto dello strato di fondazione e/o base: $m_3 = 1$

4.5 Spessore strati

La pavimentazione progettata è tenuta ad assolvere le seguenti funzioni:

- Ripartire sul sottofondo le azioni dei veicoli in modo che siano compatibili con le caratteristiche di portanza,
- Mantenimento della regolarità e dell'aderenza del piano viabile affinché il moto avvenga in condizioni di comfort e sicurezza
- Protezione degli strati sottostanti dall'azione degli agenti atmosferici

Il dimensionamento ottenuto dei vari strati risulta essere:

STRATO	MATERIALE	SPESSORE (cm)
USURA	Conglomerato bituminoso	4
BINDER	Conglomerato bituminoso	5
BASE	Conglomerato bituminoso	7
FONDAZIONE	Misto granulare	15

Tuttavia, in considerazione delle probabili variazioni delle situazioni al contorno, e in sintonia con quanto riportato nella progettazione definitiva di riferimento, si decide di modificare gli spessori minimi riportati dalla applicazione rigorosa del metodo di dimensionamento indicato precedentemente (procedura empirica dell'AASHTO) lungo il tracciato principale in:

STRATO	MATERIALE	SPESSORE (cm)
USURA	Conglomerato bituminoso	4
BINDER	Conglomerato bituminoso	6
BASE	Conglomerato bituminoso	15
FONDAZIONE	Misto granulare	25

Spessore complessivo pavimentazione cm 50.

ed in galleria:

STRATO	MATERIALE	SPESSORE (cm)
USURA	Conglomerato bituminoso	4
BINDER	Conglomerato bituminoso	6
BASE	Conglomerato bituminoso	10
FONDAZIONE	Misto granulare	20

Spessore complessivo pavimentazione cm 40.