



# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

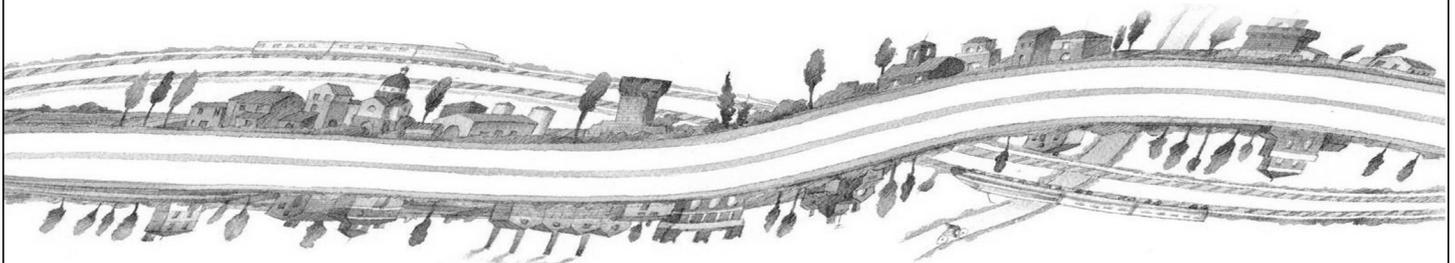
### STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

#### QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

ALLEGATO B - DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO  
PER LA DEFINIZIONE DEL TRACCIATO

ALLEGATO B3 - SOLUZIONI PLANOALTIMETRICHE ALTERNATIVE DEL TRATTO AUTOSTRADALE RICADENTE  
PRESSO I COMUNI DI S.AGOSTINO, POGGIO RENATICO E MIRABELLO - ALTERNATIVA D<sub>B</sub>

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



**IL PROGETTISTA**

Arch. Sergio Beccarelli  
Ord. Arch. Prov. PR n. 377

**IL PROGETTISTA DELLE OPERE  
STRADALI E STRUTTURALI**

Ing. Pier Paolo Corchia  
Ord. Ing. Prov. PR n. 751

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945

**IL CONCESSIONARIO**

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pettuzzi



*Graziano Pettuzzi*

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	EMISSIONE				RICCI	BECCARELLI	SALSI		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: MAGGIO 2012
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: -
6098	PD	0	A00	A0000	0	IA	RT	70	A	

## INDICE

<b>1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. IL TRACCIATO AUTOSTRADALE.....</b>	<b>4</b>
2.1. CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO.....	5
2.1.1. Sezione autostradale tipo.....	6
2.1.2. Diagramma delle velocità.....	8
2.2. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE INTERSEZIONI.....	8
2.2.1. Autostazione ed edifici di stazione.....	11
2.3. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE VARIANTI ALLE VIABILITA' ESISTENTI INTERFERITE DAL TRACCIATO.....	12
<b>3. OPERE D'ARTE MAGGIORI.....</b>	<b>17</b>
3.1. Ponti e viadotti.....	17
3.1.1. Ponte sul Canale Angelino.....	18
3.1.2. Ponte sullo Scolmatore Fiume Reno.....	19
3.1.3. Ponte sullo Scolo Riolo.....	20
3.2. Opere di attraversamento.....	20
3.2.1. Opere in cavalcavia.....	20
3.2.2. Opere in sottovia.....	22

## 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO

L'alternativa autostradale denominata "Db" si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 9,7 km, dal Km 47+415 (≅ Km 44+749 del Progetto Definitivo<sup>1</sup>) al Km 57+103 (≅ Km 54+578 del P.D.), interessando i territori dei Comuni di S.Agostino, Mirabello e Poggio Renatico, nell'ambito della Provincia di Ferrara. Con il nuovo tracciato autostradale rappresentato dall'alternativa di Sant'Agostino a Nord dell'abitato di S.Carlo, si individua un nuovo corridoio territoriale, comunque compatibile con la ricettività del territorio, che lascerebbe inalterata l'attuale configurazione viabilistica. Il tracciato dell'alternativa inizia nel territorio del Comune di S.Agostino, prosegue verso Nord – Est fino ad attraversare il Canale scolmatore del Reno in un punto posto circa 1.300 m più a nord, rispetto al corridoio originario. Aggirato a Nord l'abitato di S.Carlo, compie un'ampia curva verso Sud – Est, fino a raccordarsi con un flesso al tracciato originario poco dopo il cavalcavia di via degli Ortolani. La modifica del tracciato comporta anche un adeguamento della collocazione dell'autostazione di Poggio Renatico, che risulta spostata più a nord e collegata direttamente alla viabilità locale tramite via Riolo.

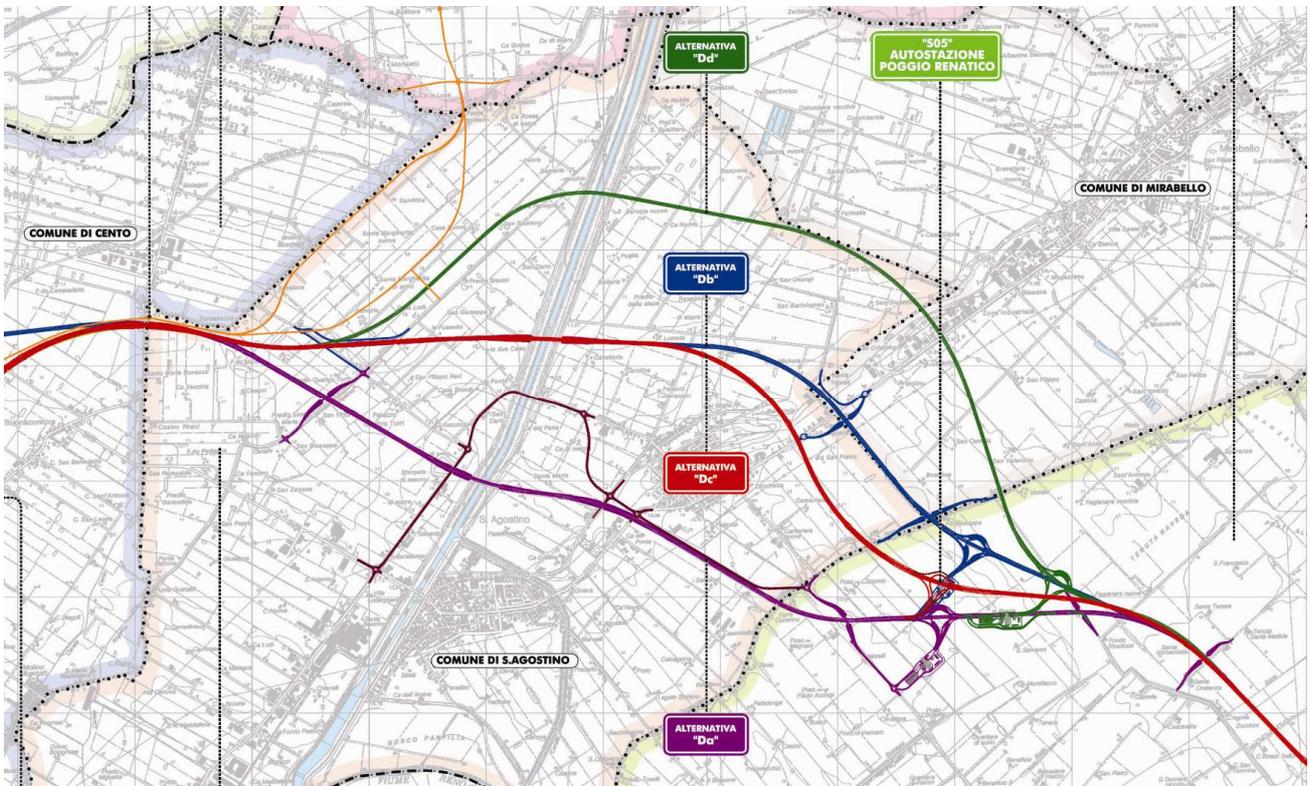


FIGURA 1-1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'ALTERNATIVA DB (COLORE BLU)

<sup>1</sup> di seguito P.D.

L'alternativa evita l'interferenza con il tratto già in esercizio della Cispadana dallo svincolo a più livelli con Via Quattro Torri, fino all'intersezione a rotatoria con la S.P. n° 35 “S.Carlo – Poggio Renatico” e quindi non risulta più necessaria la realizzazione della viabilità complementare “Variante alla S.P. n° 35 “S.Carlo - Poggio Renatico”, che nel progetto preliminare era prevista a servizio locale in sostituzione delle nuove funzioni autostradali.

## 2. IL TRACCIATO AUTOSTRADALE

Il tracciato dell'alternativa ha inizio al Km 47+415 (≡ Km 44+749 del P.D.) dopo il Ponte sul Canale di Cento e sulla S.P. n° 13 Pilastrello – Casumaro, per terminare al Km 57+103 (≡ Km 54+578 del P.D.), dopo l'attraversamento del Cavalcavia degli Ortolani, per uno sviluppo complessivo di 9,7 km, che ripercorre nella prima parte il tracciato planimetrico del Progetto Preliminare aggiornato a seguito della Conferenza di Servizi Preliminare.

L'alternativa inizia prima dell'intersezione con Via degli Orologi e prosegue in direzione Nord-Est fino ad intersecare lo “Scolmatore Fiume Reno” 1.370 m più a Nord rispetto al progetto preliminare. Successivamente, con un flesso, torna a raccordarsi con l'andamento planimetrico del progetto, dopo l'intersezione con Via Ortolani, al km 57+103 (≡ Km 54+578 del P.D.). Nel tratto compreso tra l'interferenza con Via Riolo e la S.C. S.Donnino, al Km 54+960, è collocata l'autostazione di Poggio Renatico, spostata 600 m a Nord-Est rispetto alla configurazione del progetto preliminare.

La velocità di progetto dell'intero raccordo autostradale è pari a 140 Km/h, conseguentemente gli elementi plano-altimetrici del tracciato sono stati dimensionati in base a tale valore; al fine di garantire la continua osservanza delle verifiche di visibilità sono stati previsti idonei allargamenti della piattaforma.

L'altimetria è stata calcolata cercando di limitare al minimo le altezze dei rilevati, fatta eccezione dei punti di scavalco dei corsi d'acqua attraversati e delle infrastrutture stradali esistenti; vengono riportate di seguito le tabelle con le indicazioni delle opere interferenti con il tracciato in progetto, suddivise per tipologia:

<b>PROVINCIA</b>	<b>CORSO D'ACQUA</b>	<b>PROGRESSIVA (km)</b>	<b>PROGRESSIVA<sup>2</sup> P.D. (km)</b>
Ferrara	Canale Angelino	48+929	46+262
	Scolmatore Fiume Reno	50+200	47+534
	Scolo Principale Riolo	54+120	

**TABELLA 2-1 - PRINCIPALI CORSI D'ACQUA ATTRAVERSATI DAL TRACCIATO AUTOSTRADALE**

Oltre al tracciato autostradale e allo svincolo di autostazione di Poggio Renatico, la progettazione riguarda anche le varianti alle viabilità interferite intersecate dal tracciato.

<sup>2</sup> Non è riportata la progressiva corrispondente del Progetto Definitivo per le opere che ricadono nel tratto di tracciato dell'alternativa Db che risulta in variante planimetrica rispetto lo stesso

La progettazione plano-altimetrica del tracciato autostradale si è sviluppata secondo il DM 5/11/2001 *“Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade”* per l’asse autostradale ed il DM 19/04/2006 *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”* per le intersezioni a più livelli.

I progetti di varianti alle viabilità interferite, riguardando l’intervento di adeguamento di strade esistenti, sono invece esclusi dal campo di applicazione del D.M. 5/11/2001” come specificato dal Decreto del 22/04/2004, in cui si rimanda a specifiche norme per l’adeguamento delle strade esistenti di prossima emanazione. Ad oggi dette norme non sono ancora state emanate ufficialmente, esistendo una versione ancora in bozza *“Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti”* (bozza del 21.03.2006) a cui la progettazione degli interventi in oggetto ha fatto riferimento, integrando la relazione tecnica con un capitolo specifico riguardante l’analisi preliminare delle esigenze di sicurezza, come specificamente richiesto dall’art. 4 del D.M. 22/04/2004.

<b>PROVINCIA</b>	<b>STRADE</b>	<b>PROGRESSIVA (km)</b>	<b>PROGRESSIVA P.D. (km)</b>
Ferrara	Sottovia S.C. Via Quattro Torri	48+264	45+598
	Cavalcavia su S.P. n° 255 S.Matteo Decima	52+971	
	Cavalcavia S. C. Via Riolo	54+062	
	Cavalcavia Via Ortolani	56+723	

**TABELLA 2-2 - VIABILITÀ ATTRAVERSATE DAL TRACCIATO AUTOSTRADALE**

## **2.1. CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO**

L’alternativa si estende per uno sviluppo di lunghezza complessiva di circa 9,7 Km, in cui ricade lo svincolo di autostazione di Poggio Renatico, previsto in una nuova collocazione al Km 54+540.

Nel primo tratto il tracciato, dopo la curva di flesso compresa tra una curva di raggio 1.890 m e una di raggio pari a 2.000 m, si sviluppa con andamento pressoché rettilineo verso Est, per una lunghezza di circa 3,25 Km, superando l’interferenza con lo Scolmatore Reno. Proseguendo in direzione Ferrara, l’alternativa curva verso Sud con l’inserimento di un raccordo circolare di raggio pari a 1.500 m, interposto a clotoidi di parametro pari a 500; dopo un breve tratto rettilineo di lunghezza pari a 660 m, il tracciato torna a curvare verso Est con l’inserimento di un raccordo planimetrico di raggio pari a 1.800 m e raccordi clotoidali di parametro pari a 600. Al termine del raccordo trova nuova collocazione lo svincolo di Poggio Renatico, al Km 54+540, con collegamento alla viabilità Cispadana di recente costruzione. Dopo un tratto di rettilineo di lunghezza pari a 1.540 m, un raccordo planimetrico di raggio pari a 1.500 m e clotoidi di parametro 500, l’alternativa termina a valle del cavalcavia Via Ortolani, al Km 57+103.

Tutte le curve sinistrorse di raggio inferiore a 2300 m prevedono l'incremento della banchina interna per garantire la distanza di visibilità per l'arresto alla velocità di progetto  $V_{pmax}=140$  Km/h. I raccordi clotoïdali sono calcolati con un parametro che rispetta sempre il valore minimo del contraccalpo calcolato per  $V_{pmax}$  pari a 412, mentre per raggi superiori a 1235 m lo stesso è calcolato applicando il criterio ottico pari a R/3.

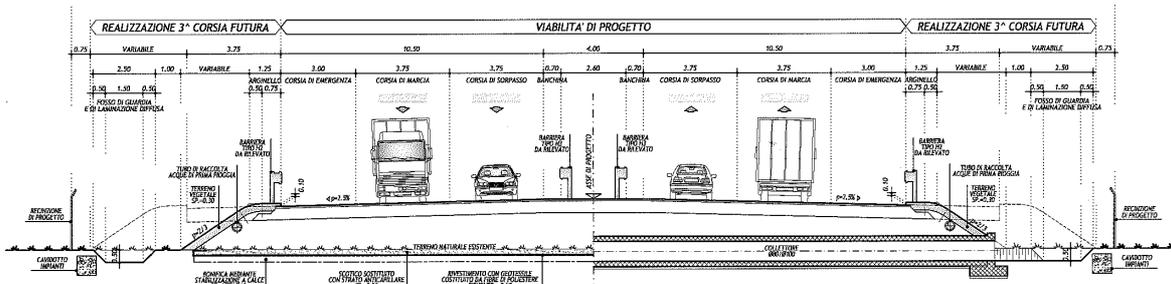
La pendenza trasversale massima in curva è pari al 7% ed in rettilineo è sempre garantita la pendenza del 2,5% a garanzia del corretto deflusso delle acque, il raccordo dei cigli è previsto con pendenza variabile tra 1,1% e 1,4%.

Altimetricamente l'autostrada si configura per il 61% del suo sviluppo in rilevato basso, per il 36% in rilevato, per il 3% in viadotto, non sono previsti tratti in trincea; l'altezza massima di rilevato è localizzata in corrispondenza dello scavalco dello Scolmatore Fiume Reno ed è pari a 10.80 m.

Le livellette sono previste con una pendenza minima dello 0,10% per consentire il posizionamento dei collettori di raccolta delle acque di prima pioggia e il recapito agli impianti mediamente ogni 1000 m, senza interferire con i manufatti idraulici attraversanti la sede autostradale. La pendenza massima prevista nelle rampe in corrispondenza delle opere di scavalco è pari all'1,93% circa: tali valori molto contenuti consentono l'inserimento degli ampi raccordi verticali necessari a garantire la visibilità per l'arresto pari a 14.000 m per i raccordi convessi e 6.000 m quelli concavi, previsti per il superamento dello Scolmatore Reno.

### 2.1.1. Sezione autostradale tipo

La sezione autostradale è di tipo A in ambito extraurbano a 2+2 corsie di marcia, della larghezza minima di 25,00 m e composta da due carreggiate, ciascuna organizzata con due corsie di marcia di 3,75 m oltre ad una corsia di emergenza di 3,00 m; le due carreggiate sono separate da un margine interno di larghezza pari a 4,00 m. Lo spazio riservato allo spartitraffico, pavimentato e destinato al funzionamento delle barriere di sicurezza, è pari a 2,60 m, affiancato da due banchine in sinistra di larghezza minima pari a 0,70 m eventualmente incrementate a garanzia delle richieste distanze di visuale libera; l'arginello in terra è previsto di 1,25 m per consentire la corretta installazione dei dispositivi di ritenuta.



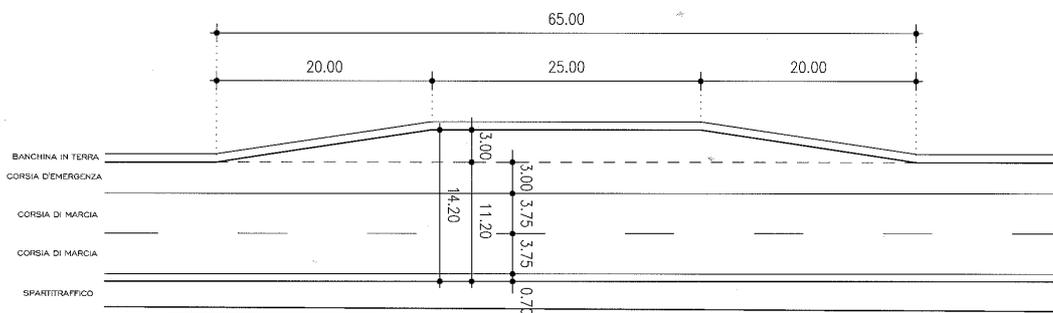
**FIGURA 3.1-1 - SEZIONE TIPO IN RETTIFILLO**

Al piede del rilevato è previsto un fosso con duplice funzione di guardia e di laminazione oltre il quale è prevista la collocazione dei cavidotti per le reti tecnologiche, il sedime autostradale è delimitato verso

l'esterno da una rete di recinzione per tutto lo sviluppo dell'opera.

Le scarpate nei tratti in rilevato hanno pendenza 2/3 (in conformità alle verifiche sismiche), nei tratti in cui l'altezza dello stesso supera i 6 m è previsto l'inserimento di una banca intermedia di larghezza pari a 2,50 m; è previsto il loro inerbimento superficiale stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm.

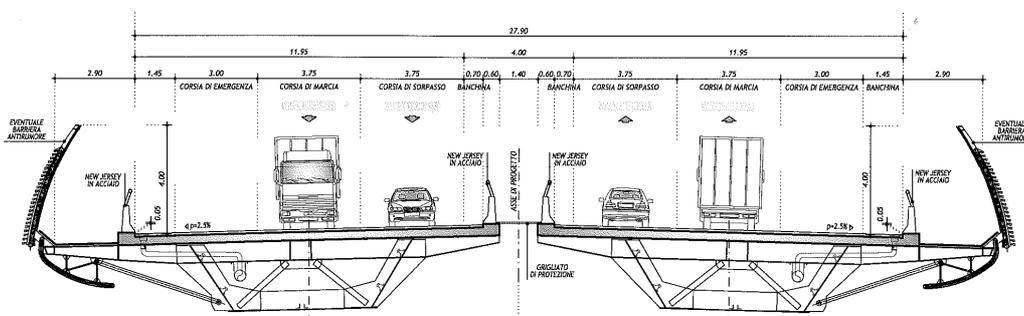
Per ogni carreggiata, ad intervalli di 1000 m circa, sono previste piazzole di sosta comportanti un allargamento della piattaforma di ulteriori 3.00 m oltre la corsia di emergenza e presentano uno sviluppo pari a 65 m, di cui 25 m a larghezza costante e 2x20 m a larghezza variabile di raccordo alla piattaforma tipo.



**FIGURA 3.1-2 - SCHEMA PLANIMETRICO DELLA PIAZZOLA DI SOSTA**

Lo spartitraffico centrale è previsto interrotto in linea di massima ogni due chilometri e comunque alle estremità delle gallerie e dei viadotti di lunghezza considerevole, nei varchi verrà posizionata una barriera di sicurezza di tipo removibile per una lunghezza di circa 35 m.

La progettazione dell'autostrada prevede la compatibilità con il futuro ampliamento della piattaforma stradale alla terza corsia; per i ponti e i viadotti è stata adottata una tipologia d'impalcato implementabile, con opere di fondazione ed elevazione già dimensionate per i carichi futuri. Le opere d'arte autostradali comprendono l'inserimento di una banchina laterale esterna pari a 1,45m per consentire l'utilizzo della corsia d'emergenza come corsia dinamica e per le deviazioni di traffico durante i lavori di manutenzione.

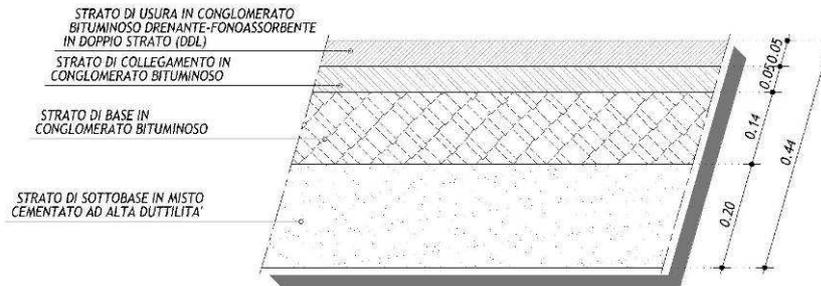


**FIGURA 3.1-3 - SEZIONE TIPO SU VIADOTTO**

La formazione del rilevato avverrà mediante la preparazione del piano di posa previa sostituzione della coltre erbosa (scotico) di 20 cm con materiale anticapillare, bonifica di spessore 0,30 m mediante stabilizzazione a

calce; per i tratti in cui il rilevato supera l'altezza di 3 m dal piano campagna, è prevista l'infissione di dreni verticali a nastro di lunghezze di 20 m con maglia 2,00x2,00 m per accelerare i tempi di consolidamenti dei terreni entro 11 mesi.

La sovrastruttura stradale prevede la composizione riportata nella successiva figura.



**FIGURA 3.1-4 - COMPOSIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA AUTOSTRADALE**

Il relativo dimensionamento è riportato nella relazione “*Calcolo della sovrastruttura stradale: relazione tecnica*” - PP.02.01.01.02, del Progetto Preliminare.

Lo strato d'usura drenante è del tipo “fonoassorbente in doppio strato (DDL)”.

### 2.1.2. Diagramma delle velocità

L'esame del diagramma, calcolato e rappresentato nella tavola del profilo longitudinale, evidenzia come la velocità di progetto sia costante e pari al Vpmax 140 Km/h per tutto il tratto in variante, nell'ultima fincatura del profilo longitudinale di progetto sono riportati i valori degli allargamenti in curva previsti a garanzia della visuale libera per l'arresto.

## 2.2. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE INTERSEZIONI

La definizione della tipologia funzionale nonché degli elementi plano-altimetrici caratteristici delle intersezioni si è sviluppata in osservanza del D.M. 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”; inoltre sono state implementate le larghezze minime da normativa delle banchine in destra e delle corsie delle rampe unidirezionali al fine di migliorare la sicurezza dell'infrastruttura e agevolare le operazioni di soccorso e manutenzione nella fase d'esercizio dell'autostrada.

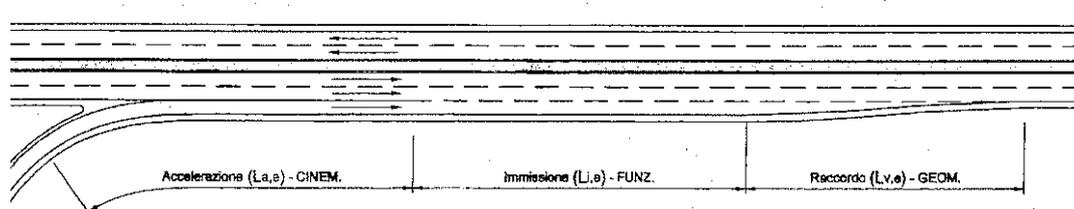
Lo svincolo proposto, in analogia con gli altri presenti sul tracciato autostradale, è del tipo a “Racchetta”, che consente di minimizzare l'impatto dell'opera sul territorio con rampe dirette e semidirette, evitando quindi l'adozione di manovre indirette presenti invece nella tipologia a “Trombetta”, normalmente utilizzata.



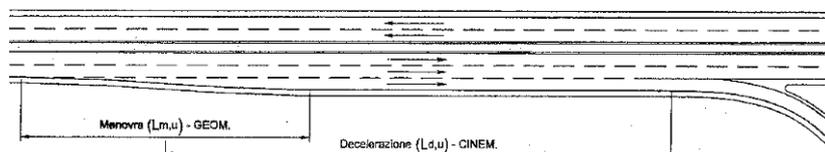
**FIGURA 2.2-1 - SCHEMA PLANIMETRICO SVINCOLO DI AUTOSTAZIONE TIPO**

La tipologia d'intersezione è caratterizzata da due rami di scavalco dell'autostrada con manovra semidiretta; il ramo "A" è contraddistinto da un raggio planimetrico di 90 m percorribile ad una velocità di 55 Km/h circa, il ramo "B" presenta invece un raggio inferiore a 74 m percorribile a 50 Km/h; le rampe direzionali in entrata e in uscita dall'autostrada sono previste con raggi ampi pari a 200 m circa per il ramo "C" e 120 m circa per il ramo "D".

L'altezza dei rilevati delle rampe dirette è variabile in funzione dell'altezza dell'autostrada nel punto in cui da essa si discostano, fino alla barriera d'esazione, posta a quota di un metro dal piano campagna. I rami di svincolo sono previsti unidirezionali di larghezza pari a 8,00 m, composti da una corsia da 4,00 m, banchina laterale in sinistra da 1,00 m e da 3,00 m a destra; la sovrastruttura stradale e le lavorazioni previste per preparazione e consolidamento del piano di posa dei rilevati sono le stesse utilizzate per la piattaforma autostradale. Le corsie di entrata ed uscita presentano una larghezza pari a 4,00 m e prevedono la continuità della corsia di emergenza di 3,00 m; le lunghezze sono state calcolate considerando gli intervalli di velocità indicati nella tabella e richiesti dalle norme.



**FIGURA 2.2-2 - SCHEMA PLANIMETRICO CORSIE DI ENTRATA**



**FIGURA 2.2-3 - SCHEMA PLANIMETRICO CORSIE D'USCITA PARALLELE**

La pendenza longitudinale massima delle livellette risulta sempre inferiore al 7%, mentre la pendenza trasversale è compresa tra 2,5 e il 7%; i raccordi verticali convessi sono previsti con raggio minimo di 1.000 m e quelli concavi con raggio di 900 m.

Si riporta di seguito la tabella delle caratteristiche funzionali dei rami di svincolo, indicando tra parentesi i valori minimi richiesti dalle norme.

Ramo di svincolo	Tipo di Manovra	Raggio minimo (m)	Larghezza a (m)	Larghezza delle corsie (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Lunghezza corsia d'entrata (m)	Lunghezza corsia d'uscita (m)
"A"	Semidiretta	90	8,00 (6,00)	4,00	1,00 1,00	3,00 (1,00)	482	
"B"	Semidiretta	72	8,00 (6,00)	4,00	1,00 1,00	3,00 (1,00)		270
"C"	Diretta	120	8,00 (6,00)	4,00	1,00 1,00	3,00 (1,00)		200
"D"	Diretta	120	8,00 (6,00)	4,00	1,00 1,00	3,00 (1,00)	406	

**TABELLA 2.2-4 - CARATTERISTICHE FUNZIONALI SVINCOLO DI AUTOSTAZIONE**

### **2.2.1. Autostazione ed edifici di stazione**

L'autostazione di Poggio Renatico è costituita da una barriera a sei porte e risulta ubicata in posizione strategica, in quanto interconnessa all'asse di viabilità Cispadana.

L'autostazione è dotata di complesso di edifici di servizio, parcheggio di interscambio e area sili per la manutenzione stradale;

Il progetto di autostazione prevede la realizzazione di una serie di fabbricati dedicati all'operatività e al funzionamento della stessa. Tali edifici hanno caratteristiche diverse in base alle funzioni e alle relazioni che intercorrono tra di loro, e grazie alle quali distinguiamo un primo sottoinsieme di aree che verranno trattate progettualmente in maniera diversa.

Nello specifico l'autostazione di Poggio Renatico presenta:

- area edifici operativi principali;
- area porta di esazione;
- area manutenzione/pronto intervento.

Si distingue quindi un insieme di quattro edifici operativi principali, (Punto informazioni, Locale esattori, Foresteria, Locale tecnologico) strettamente connessi alla porta di esazione. La strategia insediativa adottata per questo insieme di edifici prevede una disposizione a “corte” che sarà caratterizzata da un'area attrezzata a verde, ubicata centralmente.

Le singole funzioni di questi edifici possono essere così riassunte:

- punto informazioni: dedicato alle relazioni con il pubblico, gli utenti dell'autostrada. È dotato anche di una meeting area, per incontri e riunioni;
- locale esattori: di pertinenza del personale operativo, esso è collegato tramite cunicolo ipogeo alle varie porte di esazione;
- foresteria: funziona da locale di ricovero per il personale.
- locale tecnologico: contiene le varie apparecchiature per il funzionamento dell'autostazione e intercetta il cunicolo impiantistico parallelo a quello pedonale del locale esattori.

Per quanto riguarda le porte di esazione, il loro dimensionamento è determinato da scelte di carattere trasportistico.

Il piazzale riservato alla manutenzione dell'infrastruttura costituisce un altro sistema, formato dal fabbricato destinato al ricovero dei mezzi di primo intervento e dall'area sili per i cloruri destinati alla manutenzione stradale.

La struttura portante è costituita da una maglia di pilastri di pilastri in c.a di dimensioni variabili (30x30 – 50x50), solai in laterocemento e muratura di tamponamento intonacata, sulla quale verranno applicati, a seconda dei casi un sistema di pannelli di rame ossidato, o una griglia metallica, sulla quale consentire la crescita naturale di vegetazione rampicante

Riguardo ai 4 edifici disposti a corte, i prospetti che si affacciano sulla corte centrale saranno contraddistinti dall'applicazione di una griglia metallica e relativa vegetazione, che contribuirà ad enfatizzare la corte stessa. I rimanenti prospetti presenteranno finiture esterne ottenute con i pannelli di rame ossidato. L'elemento che caratterizza maggiormente l'intervento è la copertura metallica: una sovrastruttura che “abbraccia” la porta di esazione e i 4 edifici principali, costituita da due elementi distinti, ma con un andamento unitario e ondulato. Per quanto riguarda gli edifici, essa ricalcherà l'impianto a corte del complesso e sarà supportata da pilastri in cemento armato (50x50), annegati nelle murature degli edifici; per la porta verranno impiegati invece dei pilastri in acciaio. Sui pilastri, sia essi che siano in c.a., o in acciaio, verrà impostata una forcella di acciaio che andrà a incerniersi alla trave principale della copertura. A livello di inserimento paesaggistico, tutte le autostazioni saranno dotate di “dune” di mitigazione atte a nascondere visivamente sia il traffico veicolare che i bassi edifici, lasciando intravedere, come unico elemento caratterizzante il paesaggio, la copertura metallica.

### **2.3. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE VARIANTI ALLE VIABILITA' ESISTENTI INTERFERITE DAL TRACCIATO**

Il progetto prevede di mantenere la continuità di tutte le strade Statali, Provinciali e Comunali e inoltre garantisce la continuità delle strade poderali quando tra due varianti stradali la distanza è maggiore di circa un chilometro. In linea generale, dove possibile, per le viabilità poderali e comunali si è preferita la risoluzione delle interferenze con sottovia per il minor impatto sul territorio; per tutte le viabilità Provinciali la continuità è stata garantita con opere di cavalcavia e in sottovia solo quando la strada interferita poteva sottopassare l'autostrada a piano campagna.

La scelta è motivata dal fatto che per le viabilità in sottovia, situate in trincea rispetto al piano campagna, è necessario l'inserimento di impianti di sollevamento delle acque stradali, non essendo mai presenti recapiti idonei allo scarico a gravità, pertanto si è limitata l'adozione della tipologia in trincea solo per le viabilità minori in cui gli eventuali malfunzionamenti degli impianti hanno ripercussioni limitate sull'utenza.

Le viabilità Provinciali intersecate dal progetto autostradale sono previste con adeguamento della piattaforma stradale alla categoria C2 – extraurbana secondaria, per le quali la normativa vigente stabilisce una piattaforma stradale di 9,50 m composta da due corsie di marcia di 3,50 m ciascuna e da banchine laterali da 1,25 m. Le varianti sono previste tutte in cavalcavia all'autostrada fatta eccezione, come sopra

anticipato, per la S.P. n°41 Riga, la cui deviazione ne sottopassa l'autostrada a piano campagna.

Per le viabilità Comunali è previsto l'adeguamento della sezione stradale alla categoria F2 – extraurbana locale, per le quali la normativa fissa una piattaforma stradale di 8,50 m, composta da due corsie di marcia di 3,25 m ciascuna e di banchine laterali da 1,00 m. Le varianti sono previste sia in cavalcavia che in sottovia all'autostrada, a seconda del contesto territoriale attraversato, seguendo il criterio del minimo impatto sul territorio e delle fattibilità progettuali in termini geometrici e di sicurezza.

Per le viabilità Poderali sono previste varianti alle strade esistenti con sezioni pavimentate pari a 6,00 m e tutte attraversano l'autostrada in sottovia; le varianti al di sotto del piano campagna presentano un andamento in trincea contenuta da soletta e muri per la presenza della falda superficiale e sono dotate di impianto di sollevamento.

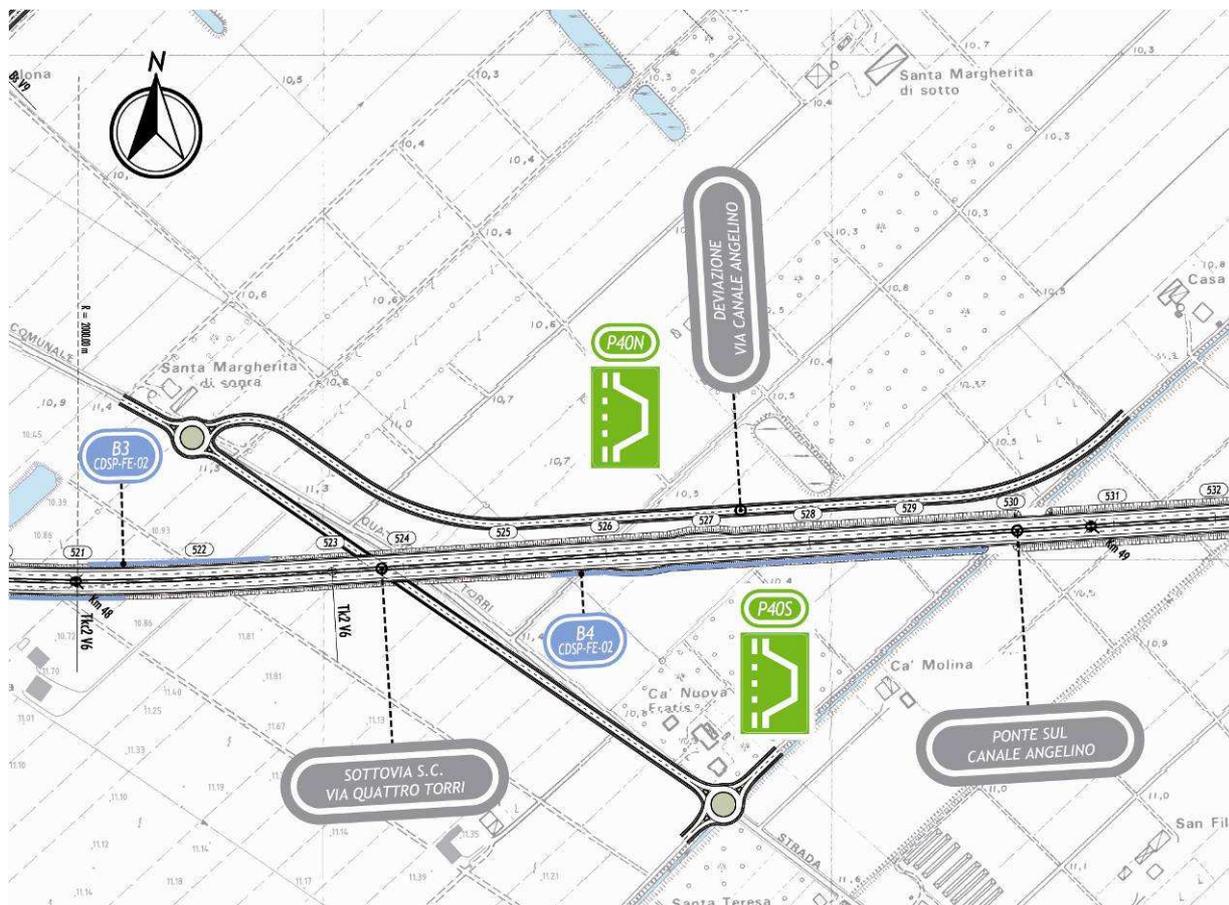
Generalmente le varianti alle viabilità interferite si possono suddividere in attraversamenti ortogonali all'autostrada e in attraversamenti inclinati; la lunghezza complessiva dell'alternativa rimane invariata per entrambe le tipologie, mentre si modifica la lunghezza dell'opera di scavalco o di sottovia.

<b>PROVINCIA</b>	<b>VIABILITÀ</b>	<b>TIPOLOGIA</b>	<b>PROGRESSIVA (km)</b>	<b>PROGRESSIVA P.D. (km)</b>
FERRARA	Variante S. C. Via Quattro Torri	Sottovia	48+264	45+598
	Variante S.P. n° 255 di San Matteo Decima	Cavalcavia	52+971	
	Variante S. C. Via Riolo	Cavalcavia	54+062	
	Variante Via Ortolani	Cavalcavia	56+723	

**TABELLA 2.3-1 - VIABILITÀ INTERFERITE DAL TRACCIATO AUTOSTRADALE**

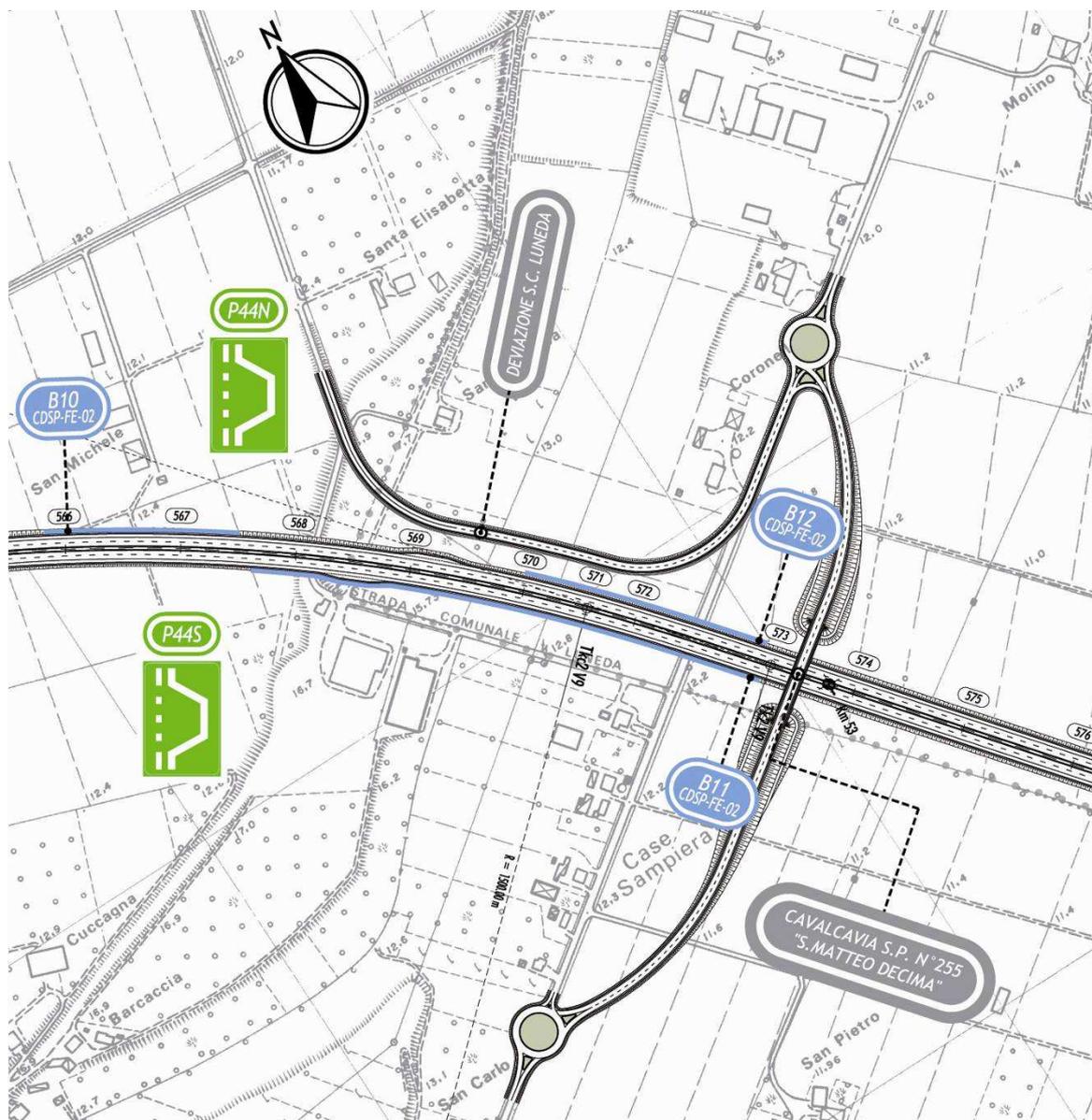
In particolare la continuità di Via Quattro Torri è garantita dall'inserimento di un sottovia; alla fine dell'alternativa stradale, a Nord, in prossimità di Santa Margherita di Sopra, è prevista una rotatoria di raccordo a un tratto di nuova viabilità che da quest'ultima consente il collegamento a Via Canale Angelino, ad Est di Via Quattro Torri.

Il nuovo collegamento stradale è previsto di categoria F2, per una lunghezza complessiva pari a 945 m circa, con andamento parallelo al tracciato autostradale a cui si avvicina con l'inserimento di raccordi planimetrici di raggio pari a 250 m, con interposti raccordi clotoidali come richiesto dalle norme.



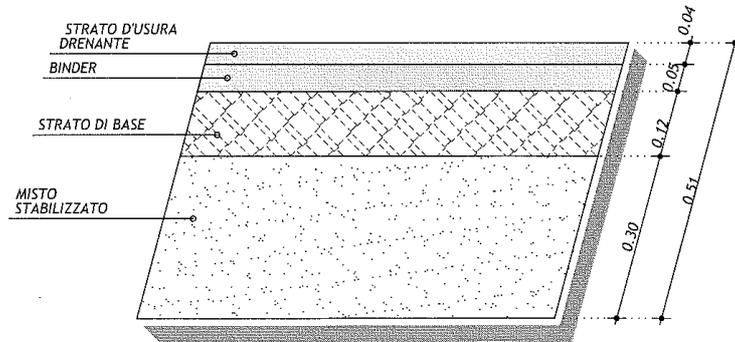
**FIGURA 2.3-2 - STRALCIO PLANIMETRICO VIA QUATTRO TORRI**

Analogamente, anche la continuità di S.C. Luneda, di immissione su S.P. n°255 di S.Matteo Decima, è stata garantita con l’inserimento di un tratto di nuova viabilità di categoria F2, di lunghezza pari a 584 m circa, che garantisce il collegamento alla Viabilità Provinciale ad Est dell’autostrada, nella rotonda di collegamento tra l’alternativa alla S.P. n°255 S.Matteo Decima e il sedime esistente della stessa.

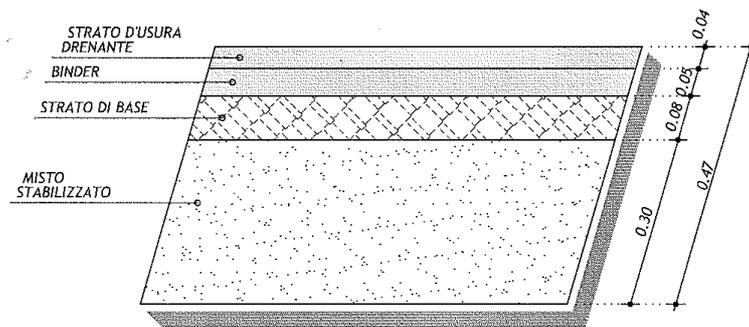


**FIGURA 2.3-3 STRALCIO PLANIMETRICO STRADA COMUNALE LUNEDA**

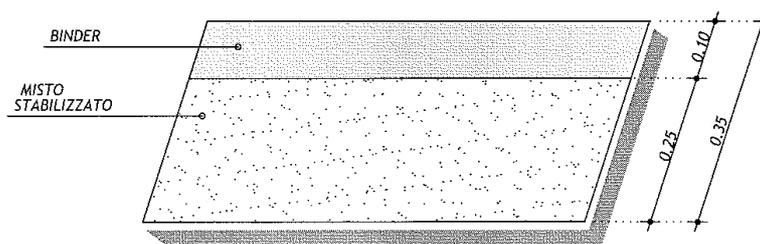
Come per il corpo autostradale la formazione del rilevato avverrà previa preparazione del piano di posa attraverso la sostituzione della coltre erbosa (scotico) di 20 cm con materiale anticapillare, bonifica di spessore 0,30 mediante stabilizzazione a calce; per i tratti in cui il rilevato supera l'altezza di 3 m dal piano campagna è prevista l'infissione di dreni verticali a nastro della lunghezza di 20 m con maglia 2,00x2,00 m, per far scontare i cedimenti dei terreni entro undici mesi. La sovrastruttura stradale prevede la composizione per le diverse categorie stradali riportata nelle seguenti figure.



**FIGURA 2.3-4 - COMPOSIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE NELLE STRADE PROVINCIALI**



**FIGURA 2.3-5 - COMPOSIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE NELLE STRADE COMUNALI**



**FIGURA 2.3-6 - COMPOSIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE NELLE STRADE PODERALI**

La pendenza delle scarpate nei tratti in rilevato è pari a 2/3; nei tratti in cui l'altezza dello stesso supera 6 m è inserita una banca intermedia di larghezza pari a 2,50 m; è previsto inoltre l'inerbimento superficiale stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm.

Nei tratti in cui il rilevato è di altezza inferiore ad un metro sul piano campagna, la pendenza delle scarpate è pari a 1/3 ed il fosso laterale dovrà presentare le stesse pendenze delle sponde o essere sostituito da un collettore: in approccio alle intersezioni a raso questa configurazione permetterà l'omissione della barriera di sicurezza, garantendo la richiesta distanza di visibilità.

### 3. OPERE D'ARTE MAGGIORI

---

#### 3.1. Ponti e viadotti

---

Nella progettazione delle opere d'arte si persegue l'obiettivo di conciliare le seguenti esigenze:

- minimizzazione dell'impatto ambientale;
- minimizzazione delle interferenze, anche in fase di cantierizzazione, con i corsi d'acqua e con le linee di infrastrutture in esercizio; quali strade e ferrovie;
- cura dell'estetica dei viadotti e dell'integrazione con le barriere antirumore, ove previste;
- mantenimento della visuale libera, ove particolarmente necessario, vedi svincoli a più livelli con l'introduzione di tratti in trincea e galleria;
- ottimizzazione delle opere dal punto di vista economico;
- ottimizzazione dei costi di gestione e di manutenzione.
- possibilità di allargamento delle opere in relazione alla futura terza corsia con il minimo impatto sull'esercizio;
- previsione della terza corsia nei tratti in trincea e sotterraneo.

Dal punto di vista strutturale, si sono adottati principalmente due tipi di impalcati:

- a travi prefabbricate in cemento armato precompresso per luci < 32 m;
- a sistema misto acciaio calcestruzzo per luci > 32 m.

A tale scelta si è pervenuti attraverso approfondite analisi che hanno esaminato le condizioni di trasporto dei manufatti prefabbricati e le modalità di messa in opera.

Infatti in caso di luci dell'ordine di 50-60 m, il ricorso ad impalcati in acciaio consente la possibilità di trasportare le travi in conci da 15-16 m da assemblare successivamente in cantiere. La posa in opera di travate in acciaio di luce considerevole è agevole anche in caso di attraversamento di corsi d'acqua, in quanto è possibile vararle in avanzamento a spinta.

Per luci fino a 30-32 m il sistema prefabbricato in c.a.p. è quello che consente una maggiore economicità, sia dal punto di vista della produzione in stabilimento, sia da quello del trasporto al cantiere e della posa in opera.

Tutte le opere presentano impalcati separati per le due carreggiate, indipendenti dal punto di vista statico.

Ogni impalcato presenta una sezione complessiva pari a 13,85 m, così suddivisi:

- 2 corsie da 3,75 m ciascuna;
- Corsia di emergenza da 3,00 m;
- Banchina psicotecnica sinistra da 0,70 m;
- Banchina psicotecnica destra da 1,45 m;
- 2 cordoli per il posizionamento dei new jersey metallici da 0,60 m.

La distanza fra i due impalcati costituenti l'opera è pari a 1,40 m netti; tale dimensione è sufficiente per la deformazione dinamica del dispositivo di ritenuta. Tale varco sarà messo in sicurezza mediante un grigliato metallico praticabile per manutenzione e in caso di emergenza.

Tale configurazione della piattaforma consente l'eventuale adozione futura della corsia di emergenza dinamica da 3,75 m, con banchina psicotecnica da 0,70 m senza alcun intervento di tipo strutturale; rende inoltre agevole la redistribuzione delle corsie da 3,75 m in caso di deviazioni per interventi di manutenzione.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle opere d'arte maggiori previste nella presente Progetto Preliminare.

<b>PONTI</b>			
<b>OPERA</b>	<b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
	Lunghezza (m)	COMPOSIZIONE	TIPOLOGIA
Canale Angelino	22	Campata unica	Travi CAP accostate Metallico
Scolmatore Fiume Reno	264	45+58*3+45	Travata continua
Scolo Riolo	16	Campata unica	Travi CAP accostate

### **3.1.1. Ponte sul Canale Angelino**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento del "Canale Angelino" alla progressiva chilometrica 48+916 (≅ Km 46+262 P.D.).

Planimetricamente esso risulta in rettilineo e altimetricamente è posizionato lungo un raccordo verticale convesso di raggio R = 30.000 m.

L'opera presenta un unico impalcato per ogni carreggiata, realizzato con 5 travi prefabbricate in c.a.p. aventi sezione a TT rovescio h 140 cm con soletta collaborante di sp. 30 cm e traversi in c.a. sia sugli appoggi, sia in campata; la sezione trasversale dell'impalcato è pari a 13.85 m fuori tutto.

Il ponte è costituito da una sola campata di luce pari a 22,00 m, sorretta dalle spalle disposte parallelamente all'asse del Canale Angelino che presentano una larghezza pari a 32,95 m.

Le fondazioni delle due spalle sono poste su diaframmi di larghezza 1,2 m.

### **3.1.2. Ponte sullo Scolmatore Fiume Reno**

La realizzazione di quest'opera si rende necessaria per l'attraversamento dello Scolmatore Fiume Reno, in provincia di Ferrara, intercettato dall'autostrada di progetto alla progressiva chilometrica 50+068 ( $\equiv$  Km 47+534 P.D.).

Planimetricamente esso risulta in rettilineo, mentre altimetricamente è posizionato lungo un raccordo verticale convesso di raggio  $R = 14.000$  m.

L'impalcato del ponte è realizzato in sistema misto acciaio – calcestruzzo, con travi ad anima inclinata di altezza pari a 2,60 m, collegate all'impalcato in c.a. mediante pioli tipo Nelson.

L'opera è costituita da due viadotti paralleli indipendenti dal punto di vista statico; la sezione trasversale di ogni impalcato è pari a 13,85 m, ampliabile mediante aumento dello sbalzo fino a 16,15 m, ed è sorretto da una coppia di travi di acciaio poste ad interasse pari a 8,00 m; per l'inclinazione dell'anima delle travi, i dispositivi di appoggio in testa pila e spalla sono ad interasse pari a 4,80 m.

Ogni viadotto presenta 5 campate, con schema statico a trave continua su 6 appoggi (2 spalle e 4 pile), con luce da 58,00 m per la campata centrale e di 45,00 m per quelle di riva.

La lunghezza complessiva è pari a 264 m e per ridurre l'ampiezza dei giunti di dilatazione si dispone l'appoggio fisso sulla pila centrale rispetto all'opera, per distribuire le dilatazioni su entrambe le spalle.

La soletta in calcestruzzo, di spessore complessivo pari a 30 cm e gettata in opera su predalles collaboranti di spessore 7 cm, è ordita longitudinalmente, in quanto le piattabande superiori delle travi principali sono collegate da trasversi di acciaio piolati a sezione variabile con funzione di sostegno dell'impalcato e degli sbalzi.

Le spalle presentano larghezza pari a 29,10 m e insistono su fondazioni con pali trivellati di grosso diametro con  $\varnothing = 1200$  mm ad interasse minimo pari a 360 cm ( $3\phi$ ).

Le pile sono a sezione ellittica, con larghezza pari a 7,90 m e spessore massimo 2,40 m. La quota di estradosso dei plinti delle pile da realizzare all'interno delle arginature è di 2,00 m inferiore rispetto alla quota minima dell'alveo attivo del fiume, per evitare fenomeni di scalzamento; per la realizzazione delle fondazioni si realizzerà preliminarmente un diaframma in c.a. a protezione del piede dell'argine per evitare sia smottamenti del terreno, sia fenomeni di sifonamento.

Il solettone di fondazione è previsto gettato in opera su uno strato di magrone dello spessore di 20 cm.

### **3.1.3. Ponte sullo Scolo Riolo**

La realizzazione di quest’opera si rende necessaria per l’attraversamento dello “Scolo Riolo” alla progressiva chilometrica 54+109. Planimetricamente esso risulta ubicato in curva, mentre altimetricamente è posizionato lungo un raccordo verticale convesso di raggio 14.000 m.

L’opera presenta un unico impalcato per ogni carreggiata, realizzato con 5 o 6 travi prefabbricate in c.a.p. in relazione alla larghezza della carreggiata, aventi sezione a TT rovescio h 140 cm con soletta collaborante di sp. 30 cm e traversi in c.a. sia sugli appoggi, sia in campata; la sezione trasversale dell’impalcato è pari a 13,85 m e 17,10 m in base alla presenza o meno della corsia di accelerazione.

Il ponte è costituito da una sola campata di luce pari a 16,00 m, sorretta dalle spalle disposte parallelamente all’asse dello Scolo Riolo e presentano una larghezza pari a 34,35 m.

Le fondazioni delle due spalle sono poste su diaframmi di larghezza 1,2 m.

## **3.2. Opere di attraversamento**

---

### **3.2.1. Opere in cavalcavia**

Come anticipato nei paragrafi precedenti, lo studio dell’alternativa prevede la risoluzione di diverse interferenze con la viabilità esistente, tre delle quali prevedono opere di cavalcavia all’autostrada, e più precisamente:

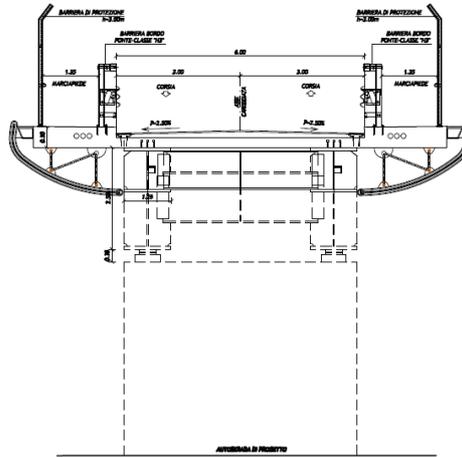
- Variante S.P. n°255 della Decima in variante planimetrica di cavalcavia all’autostrada al Km 52+970.
- Variante S.C. Via Riolo in variante planimetrica di cavalcavia all’autostrada al Km 54+062;
- Variante S.C. Via degli Ortolani in variante planimetrica di cavalcavia all’autostrada al Km 56+722;

La sezione trasversale delle viabilità interferite mantiene le dimensioni correnti previste per la categoria di strada, più precisamente una larghezza pavimentata pari a 8,50 m per le viabilità Comunali e pari a 9,50 m per le viabilità Provinciali, corredate dai marciapiedi laterali.

Le caratteristiche dei tipologici adottati nel Progetto Preliminare possono essere così riassunte:

#### **Tipologia 1- per i Cavalcavia della Viabilità Comunale Via Riolo**

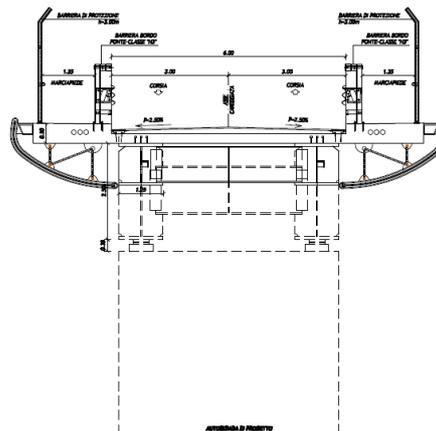
Cavalcavia con campate da 25-50-25m, per una lunghezza totale di 100 m caratterizzato da fondazioni profonde costituite da pali trivellati di grande diametro (1200 mm) con lunghezza massima di L=35-40 m. L’impalcato è realizzato da elementi portanti in acciaio con due travi a tre luci con soletta in cemento armato; le spalle saranno realizzate in modo tale da poter essere inserite all’interno del rilevato costituente le rampe di approccio. Questa tipologia verrà adottata per le intersezioni di tipo inclinato.



**FIGURA 4.2-1 - SEZIONE TIPO IMPALCATO CAVALCAVIA DI STRADA COMUNALE**

**Tipologia 2- per i Cavalcavia della Viabilità Comunale Via degli Ortolani**

Cavalcavia con campate da 20-40-20m, per una lunghezza totale di 80 m, caratterizzato da fondazioni profonde costituite da pali trivellati di grande diametro (1200 mm) con lunghezza massima di L=35-40 m. L’impalcato è realizzato da elementi portanti in acciaio con tre travi a tre luci con soletta in cemento armato; le spalle saranno realizzate in modo tale da poter essere inserite all’interno del rilevato costituente le rampe di approccio. Questa tipologia verrà adottata per le intersezioni di tipo ortogonale.

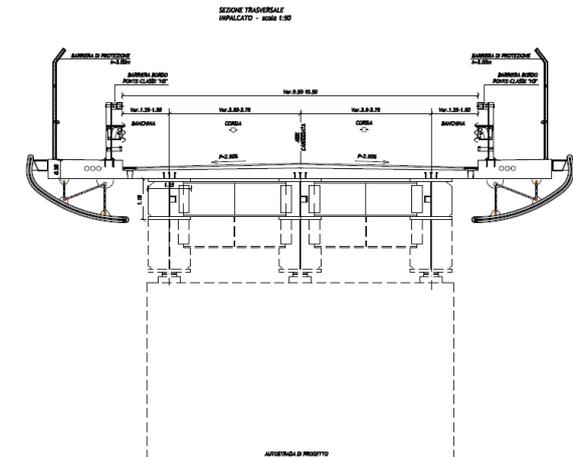


**FIGURA 4.2-2 - SEZIONE TIPO IMPALCATO CAVALCAVIA DI STRADA COMUNALE**

**Tipologia 2- per i Cavalcavia della Viabilità Provinciale S.P. n°255 della Decima**

Cavalcavia con campate da 20-40-20m, per una lunghezza totale di 80 m, caratterizzato da fondazioni profonde costituite da pali trivellati di grande diametro (1200 mm) con lunghezza massima di L=35-40 m. L’impalcato è realizzato da elementi portanti in acciaio con tre travi a tre luci con soletta in cemento armato;

le spalle saranno realizzate in modo tale da poter essere inserite all'interno del rilevato costituente le rampe di approccio. Questa tipologia verrà adottata per le intersezioni di tipo ortogonale.



**FIGURA 4.2-3 - SEZIONE TIPO IMPALCATO CAVALCAVIA DI STRADA PROVINCIALE**

### **3.2.2. Opere in sottovia**

Come anticipato nei paragrafi precedenti, lo studio dell'alternativa prevede la risoluzione di diverse interferenze con la viabilità esistente, una delle quali comprende opere di sottovia all'autostrada, e più precisamente:

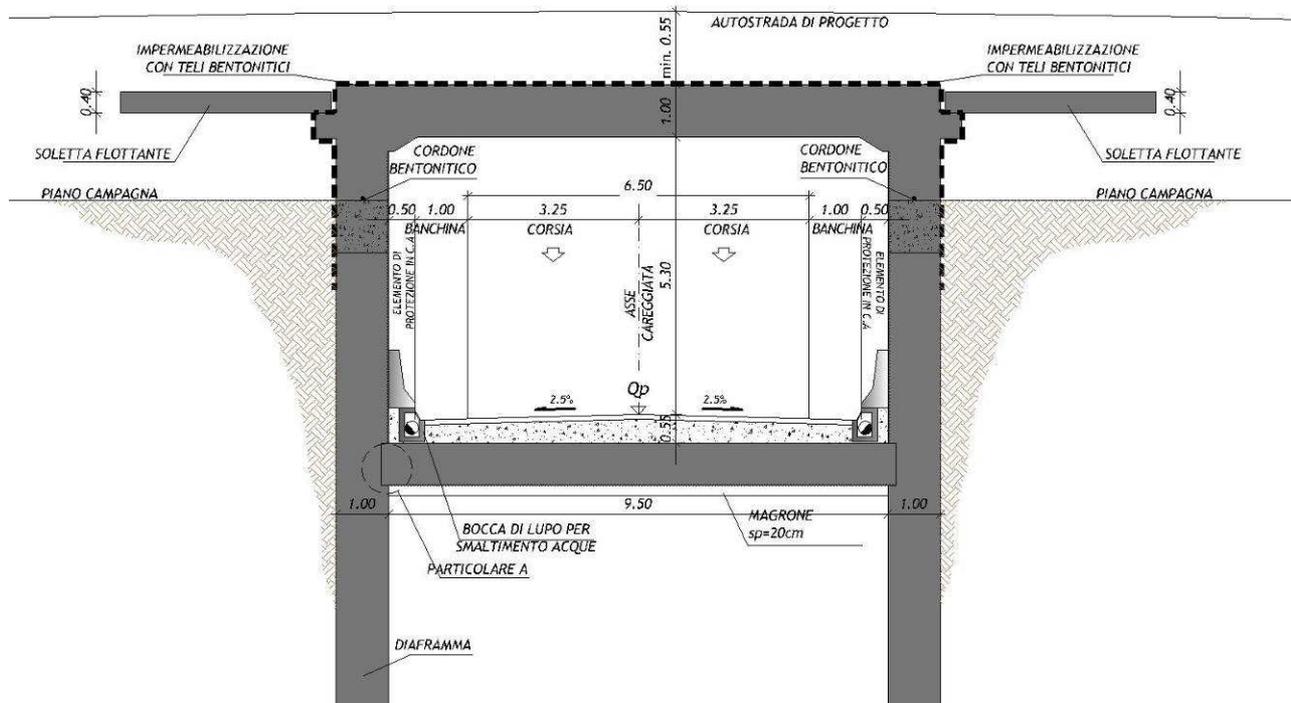
- Variante S.C. Quattro Torri in variante planimetrica di sottovia all'autostrada al Km 48+263 (≅ Km 45+598 P.D.)

La sezione trasversale delle viabilità interferite mantiene le dimensioni correnti previste per la categoria di strada, più precisamente una larghezza pavimentata pari a 8,50 m, corredata lateralmente dall'inserimento del profilo direttivo e di bocche di lupo con collettore per lo smaltimento delle acque meteoriche. Per tutte le tipologie adottate i manufatti sono provvisti di impermeabilizzazione; per l'eliminazione delle acque piovane, dove necessario, sarà prevista la realizzazione di impianti di sollevamento completi di gruppo elettrogeno.

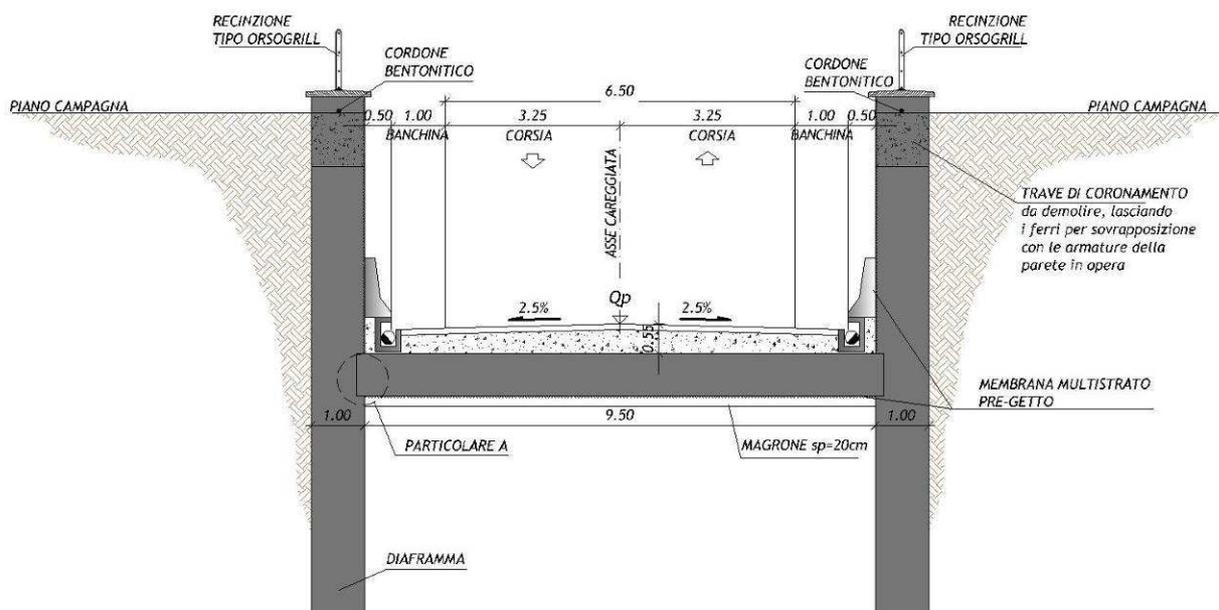
Le caratteristiche del tipologico adottato nel progetto possono essere così riassunte:

#### **Tipologia 3- per il sottovia della Viabilità Comunale Via Quattro Torri**

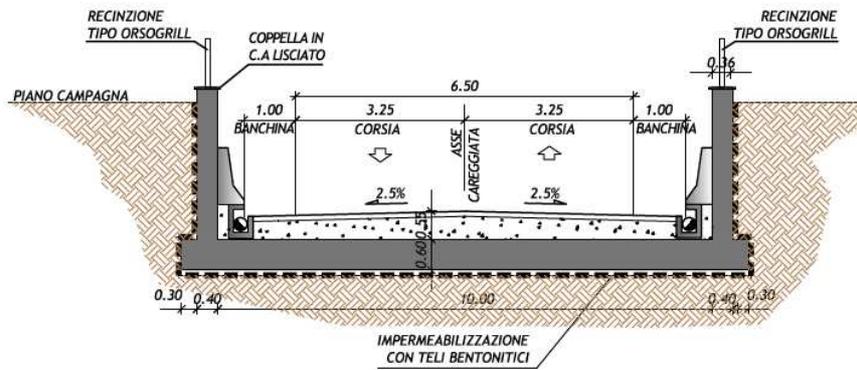
Sottovia realizzato in presenza di scavi profondi, mediante l'utilizzo di diaframmi in cemento armato. Questa tipologia verrà adottata in zone fortemente antropizzate o qualora si rilevino portate di falda elevate. Il manufatto verrà realizzato con la costruzione delle solette inferiore e superiore, confinate tra i diaframmi mentre le rampe saranno realizzate parte con solette parimenti inserita tra gli stessi diaframmi e parte mediante muri ad U.



**FIGURA 4.2-4 - SEZIONE TIPO SCATOLARE CHIUSO CON DIAFRAMMI**



**FIGURA 4.2-5 - SEZIONE TIPO SCATOLARE APERTO CON DIAFRAMMI**



**FIGURA 4.2-6 - SEZIONE TIPO SCATOLARE APERTO A “U”**