

AUTOSTRADA (A11) : FIRENZE - PISA NORD

**AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA
DEL TRATTO FIRENZE - PISTOIA**

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



**QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE
RELAZIONE**

DIRETTORIO				CODICE			
N. Prog.		Codice Commesso		DOCUMENTO			
0	1	1	1	1	0	7	MAM-QPGT-R
MAGGIO 2011				REVISIONE GIUGNO 2011			

INDICE

1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3		
1.1	PREMESSA	3	2.5.2	Barriere da bordo laterale
1.2	MODIFICHE RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE	3	2.5.3	Barriere per i margini di ponti, viadotti e sottovia
1.2.1	Svincolo Prato Est	3	2.5.4	Barriere in corrispondenza delle viabilità interferite
1.2.2	Curva tra le progressive km 11+200 e 12+600	3	2.6	PAVIMENTAZIONI
1.2.3	Svincolo di Pistoia Est	4	2.6.1	Nuove pavimentazioni
1.3	INTEGRAZIONI RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE	4	2.6.2	Pacchetto di nuova pavimentazione tratto di Monsummano
1.3.1	Svincolo Terminale urbano di Peretola	4	2.6.3	Risanamento pavimentazioni esistenti
1.3.2	Allargamento alla terza corsia del tratto Monsummano-Montecatini tra le progressive 36+660 km e 38+111	4	2.7	INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA
1.4	ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	5	2.7.1	Interferenze idrografiche principali e secondarie
1.5	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	5	2.7.2	Interferenze idrografiche minori
1.6	ANALISI DI TRAFFICO	7	2.7.3	Corsi d'acqua classificati ai sensi della DCR 12/2000 (ex 230/94)
2	CARATTERISTICHE TECNICHE	11	2.7.4	Interventi di sistemazione idraulica
2.1	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	11	2.8	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA
2.1.1	Sezione tipo	11	2.8.1	Requisiti prestazionali
2.1.2	Andamento piano-altimetrico	11	2.8.2	Schema di drenaggio
2.2	L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO	12	2.8.3	Criteri di progettazione
2.2.1	Inquadramento normativo e criteri progettuali	12	2.8.4	Tipologia di drenaggio adottata
2.2.2	Asse stradale	13	2.9	IMPIANTI
2.2.3	Aspetti geometrici	14	2.9.1	Illuminazione esterna
2.2.3.1	Sezione tipo	14	2.9.2	Infrastrutture longitudinali
2.2.3.2	Andamento piano-altimetrico	15	2.9.3	Ricollocamento impianti esistenti
2.2.3.3	Analisi del progetto con riferimento al DM 6792 del 05.11.2001	15	2.9.4	Impianti svincolo Pistoia Est
2.2.4	Piazzole di sosta	16	3	CANTIERIZZAZIONE
2.2.5	Svincoli ed Aree di Servizio	16	3.1	PREMESSA
2.2.5.1	Criteri progettuali	17	3.2	FASI COSTRUTTIVE
2.2.5.2	Geometria degli elementi modulari delle rampe	17	3.2.1	Sezioni tipo di intervento e fasi di traffico
2.2.5.3	Sezioni tipo delle rampe e delle corsie specializzate	18	3.2.2	Espropri
2.2.5.4	Dimensionamento corsie di diversione e di immissione	18	3.3	I CANTIERI
2.2.5.5	Distanze di visibilità per l'arresto	19	3.3.1	Cantiere CBO1
2.2.5.6	Nuova area di esazione di Pistoia est	19	3.3.2	Aree di cantiere CO01 E CO02
2.2.5.7	Nuovo svincolo terminale urbano di peretola	21	3.3.3	Area di cantiere CO03
2.2.6	Viabilità interferite	22	3.3.4	Area di cantiere CO04
2.2.7	Strade parallele all'autostrada	23	3.3.5	Stima dei fabbisogni
2.3	OPERE D'ARTE	24	3.4	VIABILITÀ DI CANTIERE
2.3.1	Opere d'arte maggiori	24	3.4.1	Viabilità di servizio VS01 e VS02
2.3.1.1	Criteri progettuali	24	3.4.2	Viabilità di servizio VS03
2.3.2	Cavalcavia	43	3.5	BILANCIO E GESTIONE DELLE TERRE E DEI MATERIALI DI SCAVO
2.3.2.1	Generalità e inquadramento tipologie	43	3.5.1	Premessa
2.3.2.2	Sovrastruttura d'impalcato	45	3.5.2	Quadro normativo di riferimento
2.3.2.3	Sottostrutture	45	3.5.3	Analisi dei dati
2.3.2.4	Sistema di vincolo	46	3.5.3.1	Presenza di metalli pesanti, idrocarburi leggeri, pesanti ed aromatici
2.3.2.5	Soluzione di cavalcavia a via inferiore	46	3.5.3.2	Presenza di minerali amiantiferi
2.3.3	Opere d'arte minori	47	3.5.4	Bilancio materiali
2.3.3.1	Ponticelli con travi	48	3.6	INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI SITI DI CAVA
2.3.3.2	Ponticelli a soletta piana in c.a.	48	3.6.1	Premessa
2.3.3.3	Tombini tubolari in calcestruzzo	48	3.6.2	Le cave
2.4	OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE E DEFINITIVE	49	3.6.3	Le discariche
2.5	BARRIERE DI SICUREZZA	50	3.7	TRANSITI DI CANTIERE
2.5.1	Barriere da spartitraffico	51		

4	INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE.....	111
4.1	BARRIERE ACUSTICHE.....	111
4.2	OPERE A VERDE	112
4.2.1	<i>Premessa.....</i>	<i>112</i>
4.2.2	<i>Riferimenti normativi per la progettazione delle opere a verde.....</i>	<i>112</i>
4.2.3	<i>Descrizione degli interventi a verde previsti</i>	<i>112</i>
5	SVINCOLO TERMINALE DI PERETOLA.....	114
5.1	PREMESSA.....	114
5.2	OGGETTO DELL'INTERVENTO	114
5.3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	115
5.3.1	<i>sezioni tipo.....</i>	<i>116</i>
5.4	CANTIERIZZAZIONE	118
5.5	BARRIERE ACUSTICHE.....	119
5.6	OPERE A VERDE	120
6	AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA DEL TRATTO MONSUMMANO – MONTECATINI	122
6.1	PREMESSA.....	122
6.2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	122
6.3	ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA DI PROGETTO	123
6.3.1	<i>Sezione tipo.....</i>	<i>123</i>
6.4	CANTIERIZZAZIONE	124
6.4.1	<i>Aree di Cantiere</i>	<i>124</i>
6.4.2	<i>Fasizzazione dei lavori</i>	<i>126</i>
6.5	BARRIERE ACUSTICHE.....	126

1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

1.1 PREMESSA

Nell'ambito delle attività da svolgere legate alla convenzione unica per l'esercizio di tratte autostradali tra ANAS ed Autostrade per l'Italia S.p.A., si prevede l'ammmodernamento e l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord nel tratto compreso tra Firenze e lo svincolo di Montecatini Terme.

All'interno del più esteso intervento di ampliamento ed ammodernamento dell'autostrada A11 sopra richiamato, si inserisce il presente progetto definitivo di ampliamento alla 3^a corsia della tratta Firenze - Pistoia, dalla progr. km 0+621 alla progr. km 27+392, per uno sviluppo complessivo pari a 26,8 km circa. L'intervento autostradale prende avvio in corrispondenza del termine dell'intervento di adeguamento dello svincolo di Firenze Peretola di connessione con la viabilità urbana della città di Firenze, compreso nel presente progetto.

Infine, annessa al presente progetto è anche il progetto degli interventi di ampliamento alla terza corsia del tratto di A11 ricadente nei comuni di Monsummano e Pieve a Nievole tra le progressive km 36+660 e 38+111. La realizzazione dell'ampliamento in questo tratto si è resa necessaria al fine di accogliere le richieste delle Amministrazioni locali in merito all'anticipazione della costruzione delle opere di mitigazione acustica già previste nel più esteso intervento del tratto Pistoia – Montecatini Terme.

1.2 MODIFICHE RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE

Il presente progetto definitivo parte dal progetto preliminare approvato da Anas lo scorso 3 febbraio 2011 e ne approfondisce, il dettaglio progettuale.

Le principali modifiche apportate al progetto riguardano due ambiti:

1. Zona di svincolo di Prato Est da progr. km. 8+500 alla progr. km 9+400;
2. Curva di raggio 2400 m da progr. km 11+200 alla progr. km 12+600.

Oltre a questi due ambiti è stato modificato lo svincolo di Pistoia est.

1.2.1 Svincolo Prato Est

Il progetto preliminare prevedeva che in questa zona l'ampliamento alla terza corsia della A11 fosse di tipo asimmetrico in sinistra. Questo tipo di ampliamento era stato adottato per non precludere eventuali possibilità di espansione al piazzale di esazione di Prato Est. Per contro esso comportava la demolizione di un traliccio di alta tensione in interno curva sulla carreggiata est. Ben sapendo quali possano essere le difficoltà di tipo autorizzativo e realizzativo legate allo spostamento di questa interferenza, si è studiata una alternativa di tracciato che risultasse compatibile con l'ubicazione del traliccio. Nel progetto definitivo il tracciato risulta quindi asimmetrico in sinistra sulla curva dello svincolo di Prato Est, ed asimmetrico in destra sulla curva successiva di raggio 1000m.

Il passaggio da una configurazione all'altra avviene lungo il rettilineo che collega le due curve equiverse che è stato disallineato rispetto al rettilineo esistente.

Questa nuova configurazione dell'autostrada permette di salvaguardare il traliccio ma comporta una minima riprofilatura del ciglio del piazzale di esazione (lato entrate), la ricollocazione di due pali di illuminazione su piazzale, l'inserimento di un muro di altezza media pari a 1.00m tra il ciglio del piazzale e la corsia di immissione in adiacenza, la deviazione della strada che sottopassa il piazzale di esazione e che porta agli edifici di stazione.

1.2.2 Curva tra le progressive km 11+200 e 12+600

Il tipo di ampliamento simmetrico, proposto in progetto preliminare, portava alla parziale demolizione lato carreggiata ovest, di una parte di una villetta a schiera ed alla chiusura dell'accesso alle altre abitazioni.

Al fine preservare l'abitazione è stata elaborata nel progetto definitivo una alternativa che prevede un ampliamento completamente asimmetrico in destra. Per limitare il più possibile l'allargamento e quindi minimizzare le interferenze, le barriere antirumore previste in questo tratto su entrambe le carreggiate saranno di tipo integrato. Tale soluzione comporta un innalzamento della livelletta dell'autostrada per passare i tre sottovia di Via del Ferro, Via Roma e strada nuovo PRG garantendo i franchi minimi esistenti (tra opera e strada sottopassante). I sottovia in questione, previsti in allargamento simmetrico nel progetto preliminare, vanno invece ampliati tutti dal lato della carreggiata ovest.

Pertanto è da prevedere la seguente tipologia costruttiva:

- Fase 1: realizzazione parte d'opera in ampliamento in carreggiata ovest alla quota e con la rotazione propria di progetto (lato destro);
- Fase 2: spostamento del traffico della carreggiata ovest sul sedime autostradale allargato nella fase precedente e continuità del cantiere sulla carreggiata est;
- Fase 3: taglio in corrispondenza della mezzeria dello spartitraffico di progetto, innalzamento, rotazione e solidarizzazione della parte di impalcato esistente in carreggiata ovest, all'impalcato realizzato nella fase 1;
- Fase 4: spostamento del traffico delle due carreggiate sulla parte di piattaforma realizzata nelle fasi precedenti; getto di solidarizzazione tra l'esistente impalcato della carreggiata est e la parte di impalcato tagliato in fase 3 della carreggiata ovest e rotazione dell'intero impalcato.

1.2.3 Svincolo di Pistoia Est

La rampa di uscita in direzione est da indiretta viene portata a semidiretta mentre la rampa in entrata in direzione est da semidiretta viene portata ad indiretta. Questa modifica viene fatta per uniformare la geometria degli svincoli sulla tratta, infatti essi hanno uscite su rampe dirette o semidirette.

1.3 INTEGRAZIONI RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE

Oltre a quanto descritto al punto precedente, il progetto definitivo si discosta dal progetto preliminare approvato per l'annessione di due interventi originariamente non previsti:

1. lo svincolo terminale urbano di Peretola;
2. l'allargamento alla terza corsia del tratto Monsummano-Montecatini tra le progressive 36+660 km e 38+111;

1.3.1 Svincolo Terminale urbano di Peretola

Il progetto dello svincolo terminale della autostrada A11 Firenze – Pisa Nord in Firenze, denominato "Svincolo di Peretola" si riferisce ad una iniziativa compresa nell'accordo di sistemazione degli assi di penetrazione a Firenze stipulata da Autostrade per l'Italia, nell'ambito dei lavori di ampliamento della terza corsia tra Barberino di Mugello e Incisa Valdarno.

Il progetto preliminare è datato 1996 e da allora, vista la complessità del nodo si è cercato di addivenire ad una soluzione condivisa, che trova contezza nella configurazione di cui al presente progetto.

Tra il 2007 e il 2009 Autostrade per l'Italia ha sviluppato quella che è la soluzione condivisa che ha ottenuto l'approvazione informale da parte del Comune di Firenze. La chiusura di tale fase è avvenuta in occasione della trasmissione prot. 30963 del 12.11.2009 del documento "Risposte alle richieste del Comune di Firenze" formulate con lettera prot. 2823/120 del 22.07.2009.

1.3.2 Allargamento alla terza corsia del tratto Monsummano-Montecatini tra le progressive 36+660 km e 38+111

Nei comuni di Monsummano e Pieve a Nievole l'autostrada attraversa una zona fortemente urbanizzata.

La Concessionaria, in tale tratto, ha inteso accogliere le richieste del territorio, in merito soprattutto alla realizzazione delle mitigazioni acustiche.

Per questo tratto, dalla progr. Km 36+660 alla progr km 38+111 (con riferimento alle progressive della carreggiata est), si intende realizzare l'allargamento alla terza corsia così come previsto nel progetto preliminare.

L'ampliamento previsto in tale tratto è principalmente di tipo simmetrico, l'unica eccezione è il tratto in curva appena prima dello svincolo di Montecatini, in corrispondenza del quale, per migliorare lo standard di sicurezza, è stato previsto l'inserimento di una curva di raggio maggiore, con conseguente variante planimetrica con sviluppo in interno curva.

1.4 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Per quanto riguarda l'analisi delle possibili alternative progettuali si evidenzia che l'intervento consiste in un ampliamento completamente in sede dell'attuale infrastruttura, per tale motivo l'analisi è stata limitata alla scelta della modalità di ampliamento (simmetrico/asimmetrico) e a modeste e puntuali ottimizzazioni progettuali.

Le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

Nel progetto di ampliamento ed ammodernamento alla terza corsia del tratto in progetto, per definire le modalità di allargamento della sede esistente, sono stati adottati i seguenti ulteriori criteri:

- minimizzare l'impatto dell'ampliamento alla terza corsia con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti preesistenti;
- minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
- utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico degli interventi, dal momento che si tratta di un progetto di ampliamento di una infrastruttura esistente;
- prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio dell'infrastruttura durante i lavori, con una sezione stradale caratterizzata da un numero minimo di due corsie per senso di marcia.

Nello specifico, e come meglio descritto nella parte relativa alle caratteristiche tecniche del progetto, questo ha generalmente previsto il mantenimento del tracciato in asse rispetto all'esistente (ampliamento simmetrico), tenuto conto anche della presenza lungo il tracciato di alcuni punti di passaggio obbligato (cavalcavia e sottovia già predisposti alla terza corsia nell'ipotesi di ampliamento simmetrico), prevedendo tre eccezioni, in cui è previsto l'intero ampliamento su un unico lato (ampliamento asimmetrico):

1. la prima è rappresentata dal tratto iniziale, in cui il progetto si raccorda con un flesso costituito da due curve di raggio 10.250 metri all'intervento di adeguamento dello svincolo a raso di Firenze Peretola, all'interno del quale l'ampliamento alla terza corsia del tratto compreso tra la progr. km 0+000 e la progr. km 0+621 è previsto in asimmetrico lato carreggiata Est per la presenza dall'aeroporto A. Vespucci confinante con la carreggiata ovest (direz. Pisa).
2. la seconda eccezione è rappresentata dal tratto in corrispondenza dello svincolo di Prato Est, dove la presenza del piazzale in carreggiata ovest, ubicato immediatamente a nord dell'autostrada, e la presenza di una linea di alta tensione in carreggiata est ha richiesto un ampliamento asimmetrico lato carreggiata est sulla prima curva da 817 m di raggio ed un ampliamento asimmetrico lato carreggiata ovest sulla curva successiva di raggio pari a 1.001,30 m.
3. ultima eccezione è rappresentata dalla curva di raggio 2.616 m, al km 12+000; infatti la possibilità di salvaguardare una abitazione civile ha portato ad introdurre un ulteriore tratto di ampliamento asimmetrico rispetto alla fase di progettazione preliminare.

1.5 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il tracciato dell'attuale A11 Firenze – Pisa Nord si sviluppa per 81+700 km ed insiste nel territorio della Regione Toscana attraversando le province di Firenze, Prato, Pistoia, Lucca e Pisa. La tratta Firenze – Pistoia, lungo il suo sviluppo Est-Ovest, attraversa il comprensorio di tre province e di sei comuni:

- Firenze
- Sesto Fiorentino (FI)
- Campi Bisenzio (FI)
- Prato (PO)
- Agliana (PT)
- Pistoia (PT)

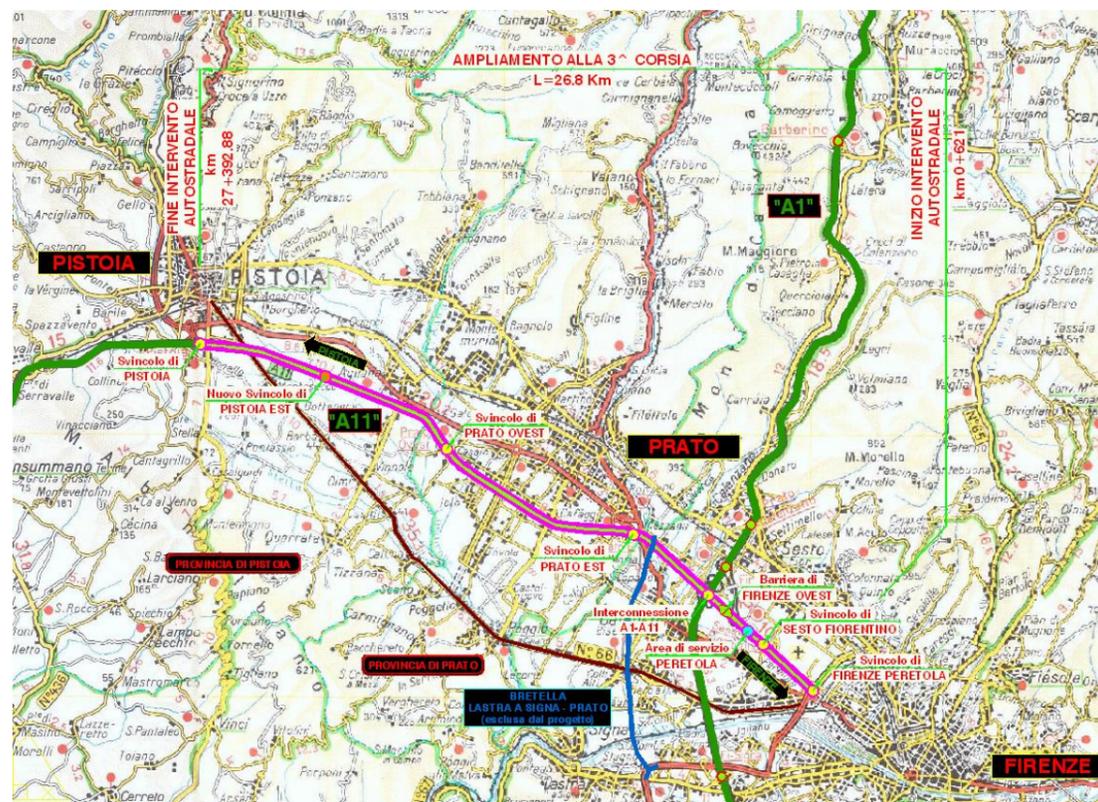


Figura 1-1 – Inquadramento territoriale

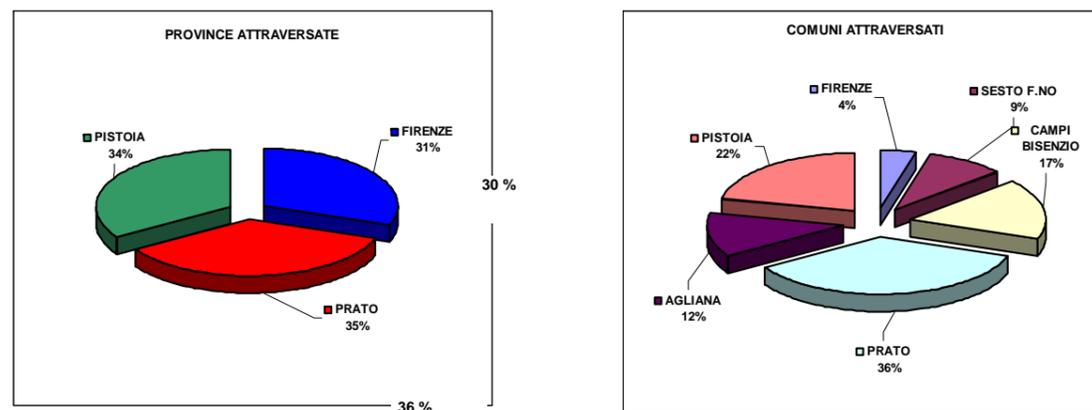


Figura 1-2 – Ripartizione territoriale tra le province e i comuni interessati

Il tracciato lambisce tutti gli abitati sopra citati (secondo la ripartizione di

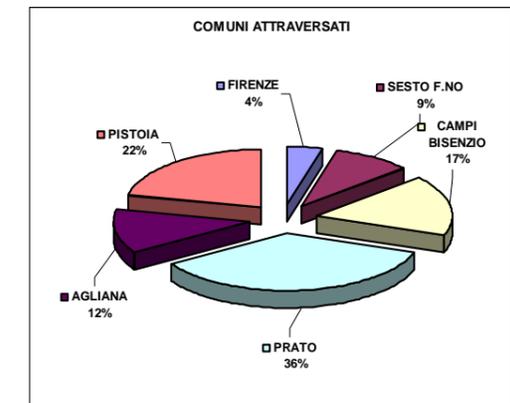
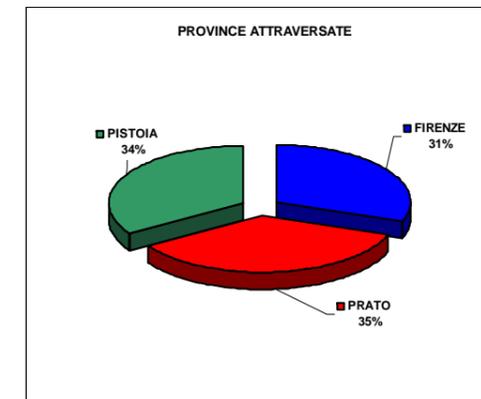


Figura 1-2) ed ha numerose connessioni alla viabilità ordinaria, così che l'arteria si caratterizza anche per la sua funzione di servizio al territorio. Questa valenza é ben figurata dalla numerosa presenza di svincoli, con una frequenza di uno ogni 5,6 km circa:

- Allacciamento con la viabilità urbana di Firenze (svincolo urbano a raso di Firenze Peretola – progr. km 0+000) ;
- Svincolo di Sesto Fiorentino (tipologia a semi quadrifoglio in regime aperto – progr. km 1+895);
- Interconnessione con l'Autostrada A1 Milano – Napoli e casello di Firenze Nord (schema di svincolo complesso – progr. km 4+930);
- Svincolo di Prato Est (tipologia a trombetta – progr. km 8+556);
- Svincolo di Prato Ovest (tipologia a trombetta – progr. km 16+850);
- Svincolo di Pistoia (tipologia a trombetta – progr. km 27+409),

a cui si aggiungono l'area di Servizio Peretola (progr. km 3+000) e la stazione in itinere di Firenze Ovest (progr. km 4+200), che rappresenta l'inizio della tratta gestita con sistema di pedaggio di tipo chiuso.

Lungo lo sviluppo del tracciato, l'autostrada interseca un denso reticolo stradale, composto, oltre alla già citata Autostrada A1, da due strade regionali (ex statali), quattro strade provinciali e circa 30 strade comunali.

- SR N.325 della Val di Setta e Val di Bisenzio Progr. Km 8+419
- SR N.66 Pistoiese Progr. Km 25+231

- SP N.8 Strada Militare per Barberino Progr. Km 6+681
- SP Val d'Ombrone - Via Roma Progr. Km 11+975
- SP N.6 Quarrata - Ponte alla Trave Progr. Km 19+377
- SP N.9 Montalbano - Via Bonellina Progr. km 26+812

Complessivamente, a servizio delle strade precedentemente richiamate e di altre di rango inferiore, sono presenti 24 opere di scavalco in cavalcavia e 26 sottovia, a cui si aggiungono numerose opere di attraversamento del reticolo idrografico, composto sia da corsi d'acqua naturali che da canali artificiali.

Considerato l'ambito territoriale attraversato, rappresentato da un'area pianeggiante di origine alluvionale posta ai piedi delle colline appenniniche, l'infrastruttura si presenta interamente in rilevato, ad eccezione delle opere di scavalco di strade e corsi d'acqua, che complessivamente assomano al circa il 2% dello sviluppo complessivo dell'intervento.

1.6 ANALISI DI TRAFFICO

La tratta Firenze - Pistoia dell'Autostrada A11 presenta attualmente significativi livelli di traffico che si attestano su valori dell'ordine di oltre 117.000 veicoli giornalieri equivalenti totali bidirezionali, nella tratta più carica (allacciamento A1-Prato Est) e di circa 70.000 veicoli teorici giornalieri medi, con un'incidenza della componente pesante del traffico pari a circa il 15%, leggermente inferiore alla media di rete nazionale. L'attuale andamento dei flussi sull'infrastruttura oggetto di studio è riportato nella seguente figura, con riferimento all'ora di punta del mattino (8:00-9:00) del giorno feriale invernale medio.

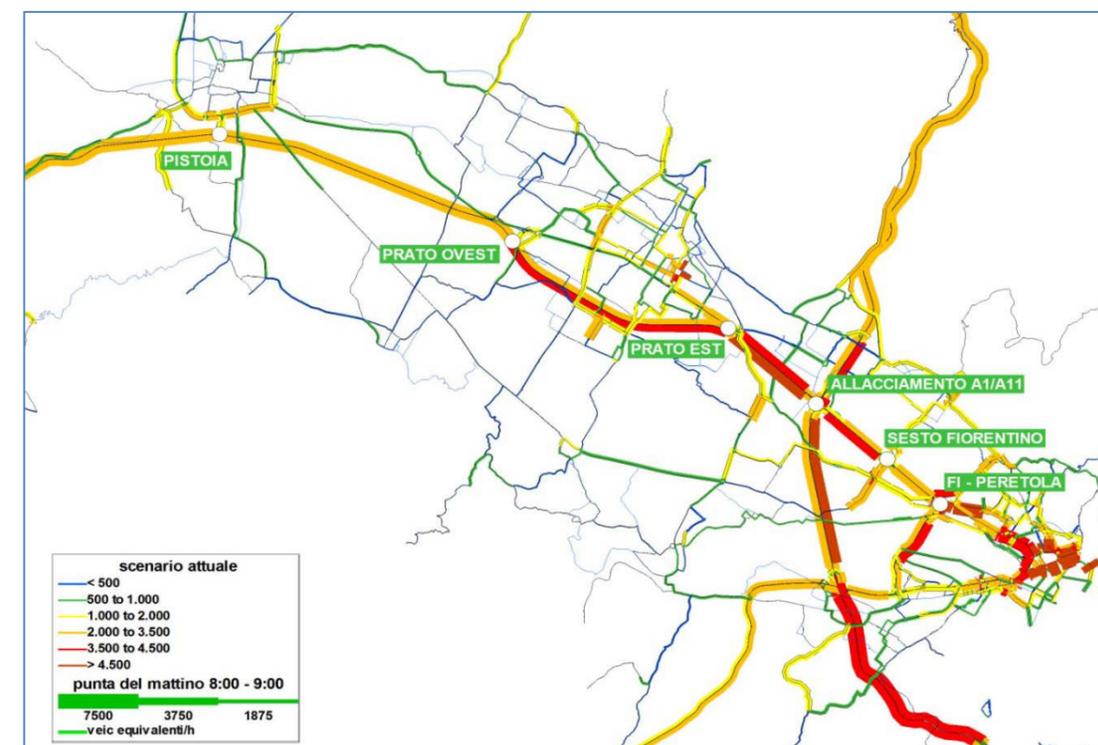


Figura 1-3 – Scenario attuale

Nella configurazione attuale a due corsie per direzione di percorrenza, l'infrastruttura appare già molto congestionata, soprattutto nella sopra citata tratta tra Prato est e l'allacciamento A1 e in generale in tutte le tratte in direzione Firenze, come evidenziato dalla tabella seguente che riporta i gradi di saturazione (rapporto flusso/capacità) di tutte le tratte autostradali interessate al progetto di allargamento oggetto di studio, relativamente al giorno feriale invernale medio. Nella stessa tabella sono anche riportate per ogni tratta la velocità a flusso nullo (V_0) e a carico (V).

Tabella 1-1 – Scenario attuale

		ATTUALE			
		Tratta	f/cap	V _o	V
Dir Mare	Peretola-Sesto Fiorentino		0.693	130	117
	Sesto Fiorentino-All. A1		0.662	130	119
	All. A1-Prato Est		0.966	130	91
	Prato Est-Prato Ovest		0.738	130	113
	Prato Ovest-Pistoia		0.739	130	113
Dir Firenze	Pistoia-Prato Ovest		0.837	130	104
	Prato Ovest-Prato Est		0.924	130	95
	Prato Est-All. A1		1.162	130	68
	All. A1-Sesto Fiorentino		1.018	130	85
	Sesto Fiorentino Peretola		0.811	130	107

D'altra parte, guardando in dettaglio all'analisi dei livelli di servizio (LOS), si osservano, sempre nella tratta tra l'allacciamento A1 e Prato Est, LOS pari a F già nello scenario attuale, sia nella fascia di punta del mattino sia nella fascia di punta del pomeriggio. Inoltre, anche su base annua, si evidenziano attualmente condizioni di deflusso non adeguate, con circa il 64% dei veicoli circolanti in condizioni di LOS inaccettabili (cioè superiori a C), come evidenziato dalla seguente tabella.

Tabella 1-2 – Scenario attuale

SCENARIO	ATTUALE			
	ore	%	veicoli	%
A	3,112	36%	1,503,233	9%
B	1,416	16%	1,744,589	10%
C	3,087	35%	3,132,384	18%
D	554	6%	5,684,973	32%
E	167	2%	2,277,998	13%
F	424	5%	3,264,257	19%

Per quanto riguarda la simulazione del nodo di Peretola, si è proceduto alla verifica macroscopica del nodo con riferimento all'ora di punta del mattino del giorno feriale invernale medio, ottenendo il flussogramma riportato nella seguente figura.

In termini di prestazioni, rimandando all'analisi in microsimulazione per una valutazione dettagliata e precisa del livello di servizio delle rampe e delle tratte elementari, si evidenzia come già nello scenario attuale vi siano infrastrutture, come via Guidoni e la direttrice di Ponte all'Indiano, interessate da notevoli flussi orari cui corrispondono gradi di saturazione sostanzialmente non accettabili.



Figura 1-4 – Nodo di Peretola: Scenario attuale

La prevista evoluzione della domanda di trasporto, ovviamente, determinerà a medio-lungo termine un ulteriore notevole scadimento delle prestazioni dell'infrastruttura. In particolare confrontando i valori dei veicoli teorici giornalieri medi bidirezionali degli scenari programmatici al 2015, al 2025 e al 2035 con il corrispondente valore dello scenario attuale si osserva un incremento del 6% al 2015, del 21% al 2025 e del 33% al 2035 rispettivamente. Conseguentemente, la distribuzione annua dei livelli di servizio subirà notevoli variazioni, portando la percentuale di veicoli circolanti sotto livello di servizio inaccettabile (cioè maggiore di C), sempre in relazione alla tratta più carica tra Prato est e l'allacciamento A1, al 67% al 2015, al 76% al 2025 e al 78% al 2035 (tabelle successive, colonna "PROGRAMMATICO").

Ciò evidenzia la necessità di provvedere alla realizzazione dell'intervento di progetto. La realizzazione dell'allargamento della sede autostradale nella tratta oggetto di studio risulta in grado, muovendo dalle verifiche puntuali di funzionalità effettuate, di restituire al sistema buone condizioni di servizio anche rispetto all'orizzonte previsionale di lungo periodo, cioè all'anno 2035. La terza corsia di progetto risulta, infatti, tale da garantire anche nella condizione più gravosa (ovvero scenario alto al 2035) una significativa percentuale di veicoli circolanti sotto LOS ottimali (74%) e dunque un netto miglioramento delle prestazioni attualmente garantite dalla tratta in questione (tabelle precedenti, colonna "PROGETTUALE").

Tabella 1-3 – Scenari programmatici e progettuali

SCENARIO 2015	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	3,171	36%	1,457,695	8%	4,228	48%	2,959,666	17%
B	1,464	17%	1,773,007	10%	3,578	41%	4,528,023	26%
C	3,105	35%	2,742,113	15%	702	8%	8,056,424	47%
D	462	5%	5,788,873	32%	221	3%	872,777	5%
E	173	2%	2,679,194	15%	11	0%	179,425	1%
F	385	4%	3,692,500	20%	20	0%	505,754	3%

SCENARIO 2025	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	2,892	33%	1,264,681	6%	3,808	43%	2,999,373	16%
B	1,173	13%	1,979,234	10%	3,201	37%	2,726,786	14%
C	2,776	32%	1,796,516	9%	1,298	15%	9,767,359	51%
D	1,136	13%	3,870,253	19%	343	4%	2,616,737	14%
E	229	3%	4,495,953	22%	79	1%	186,278	1%
F	554	6%	7,125,282	35%	31	0%	741,525	4%

SCENARIO 2035	PROGRAMMATICO				PROGETTUALE			
LIVELLO DI SERVIZIO	ore	%	veicoli	%	ore	%	veicoli	%
A	2,736	31%	1,133,778	5%	3,580	41%	2,954,178	14%
B	1,094	12%	2,068,310	9%	2,390	27%	2,237,244	11%
C	2,119	24%	1,651,610	7%	2,212	25%	10,171,230	49%
D	1,793	20%	2,258,817	10%	296	3%	3,631,142	18%
E	337	4%	4,291,232	19%	207	2%	816,388	4%
F	681	8%	10,964,259	49%	75	1%	931,286	4%

Guardando invece agli indicatori aggregati di performance dell'intervento di progetto, si osserva innanzitutto il significativo incremento di veicoli km sia sulla tratta di progetto sia sull'area di studio negli scenari programmatici rispetto a quello attuale (ad es. circa +36% per i leggeri e +53% per i pesanti al 2035 sia nella punta del mattino sia nel giorno feriale invernale medio per la tratta di progetto). Confrontando invece gli scenari programmatici con i corrispondenti scenari progettuali si osserva, relativamente alla tratta di progetto, un leggero incremento dei veicoli km (ad es. +3.5% nello scenario al 2025) per i veicoli leggeri e un più marcato aumento (ad es. +5.1% nello scenario al 2025) per i veicoli pesanti. In generale, quindi, dal confronto tra programmatici e progettuali sull'area di studio si può affermare che l'intervento di progetto consente di abbassare il costo generalizzato di trasporto su numerose relazioni o-d che, rispetto allo scenario di non progetto, si trovano ad avere disponibili percorsi di lunghezza maggiore ma di tempo di viaggio complessivo minore. Anche per quanto riguarda il tempo totale di percorrenza, gli incrementi nel passare dallo scenario attuale a quelli programmatici sono generalmente molto significativi per l'effetto congiunto dell'aumento dei veicoli circolanti e della conseguente riduzione delle velocità medie di percorrenza. Inoltre, nel passaggio dallo scenario programmatico a quello progettuale, per ciascun orizzonte temporale si osserva un impatto sui tempi decisamente più significativo per la componente leggera del traffico veicolare rispetto a quella pesante (ad es. -35.3% e -9.9% rispettivamente al 2025): ciò si spiega tenendo conto che il miglioramento delle velocità dei mezzi pesanti risulta meno marcato nel passaggio alla terza corsia nella tratta Firenze-Pistoia. Infine, per quanto riguarda la velocità media di percorrenza, le riduzioni che si registrano nella tratta autostradale di progetto nel passaggio dallo scenario attuale a quelli programmatici (dovute ad un aumento dei veicoli circolanti) sono più che compensate – negli scenari progettuali – dai benefici derivanti dall'introduzione della terza corsia: il risultato finale quindi è un aumento della velocità media di percorrenza in tutti e tre gli scenari progettuali rispetto allo scenario attuale.

Il progetto di potenziamento del nodo di Peretola (in primis completamento rampe del ponte Viadotto all'Indiano e creazione di un anello di circolazione oraria in attestamento dalla A11) consente la realizzazione della gerarchizzazione dei collegamenti tra i diversi livelli di viabilità (autostradale, urbana di scorrimento ed urbana) e porta ad una maggiore fluidità delle manovre di immissione, diversione ed intreccio tra le correnti veicolari.

Nello scenario progettuale il nodo si trova a dover assorbire l'aumento di domanda sulla direttrice della A11, che, rispetto allo scenario programmatico, diventa a tre corsie, nonché sulla direttrice proveniente da via Palagio degli Spini, che cambia verso di percorrenza. Anche la maggiore fluidità della circolazione nel nodo, cui consegue generalmente una diminuzione dei tempi di attraversamento, comporta un'aumento di domanda legato alla maggior attrattività dei percorsi che lo attraversano.

Confrontando gli scenari programmatici con quelli progettuali si vede come questi ultimi presentino un complessivo miglioramento dei livelli di saturazione in tutti gli orizzonti temporali.

Tuttavia nell'analisi funzionale di un nodo viabilistico il grado di saturazione non consente di evidenziare la qualità del regime di circolazione: a livelli di saturazione che su alcuni archi possono restare elevati possono infatti corrispondere dei livelli di servizio fortemente migliorativi. Tali evidenze risulteranno palesi nello studio micromodellistico del nodo di Peretola cui si rimanda.

In conclusione, lo studio di traffico a supporto della progettazione definitiva evidenzia l'importanza dell'intervento di progetto nel ristabilire adeguate condizioni di esercizio sulla tratta e tali da risultare, anche nel lungo periodo, migliorative rispetto all'attuale.



Figura 1-5 – Nodo di Peretola: Scenario progettuale 2035

2 CARATTERISTICHE TECNICHE

2.1 L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

L'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord fu realizzata negli anni '30 (l'inaugurazione "ufficiale" si ebbe nel 1933 con l'apertura dell'ultimo tratto tra Lucca e Migliarino Pisano) ad una sola carreggiata di otto metri di larghezza. Il raddoppio degli anni '60 venne realizzato in affiancamento al tracciato della carreggiata originaria, ad esclusione del tratto nel comune di Prato tra il ponte sul Bisenzio e quello sul Calice in cui venne realizzata una variante attorno all'abitato; pertanto le principali caratteristiche geometriche dell'arteria rimangono quelle definite negli anni '30 relativamente ai due segmenti compresi tra l'origine e lo svincolo di Prato Est e tra lo svincolo di Prato Ovest e quello di Pistoia, mentre nel tratto centrale (tra Prato Est e Prato Ovest) l'infrastruttura mantiene la geometria definita dal progetto di raddoppio del 1962.

Unica modifica significativa alla geometria d'asse, successiva al raddoppio degli anni '60, è quella realizzata contestualmente all'adeguamento dello svincolo di Prato Est e volta a realizzare lo spazio necessario al piazzale, che ha comportato la trasformazione di un'unica curva circolare di raggio 1.500 metri in un tratto con due curve equiverse, di raggio rispettivamente 800 e 1.000 metri separate da un breve rettilifo.

2.1.1 Sezione tipo

L'attuale sezione tipo presenta una piattaforma pavimentata di circa 22,40 m, composta da due corsie per senso di marcia pari a 3,50 m, corsia d'emergenza di 3,00 m, spartitraffico di 2,40 m con barriera New-Jersey monofilare in cls, banchine interne di 0,89 m ed argine di circa 0,50 m (vedi Figura 2-1). Tale organizzazione della piattaforma stradale differisce da quella definita in occasione del raddoppio degli anni '60 ed è dovuta ad un recente intervento di bonifica del margine interno, che ha interessato l'intera A11 Firenze – Pisa Nord, a cui ha fatto seguito l'allargamento della corsia di emergenza, portata a 3,00 metri rispetto agli originari 2,50 metri, con riduzione dello spartitraffico realizzato tramite la posa della barriera monofilare in cls, al posto delle barriere metalliche originariamente presenti su due file.

La pendenza trasversale in rettilifo risulta variabile da 1,60 a 2,00%.

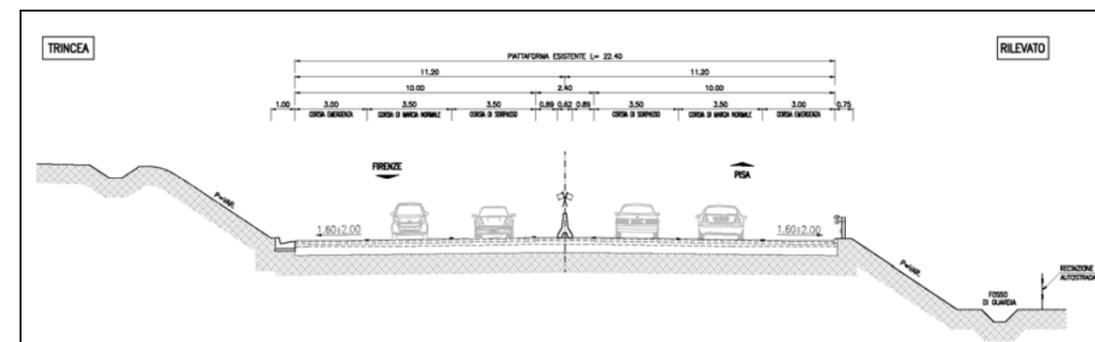


Figura 2-1 – Sezione tipo esistente

2.1.2 Andamento plano-altimetrico

L'asse planimetrico dell'attuale piattaforma stradale risulta sostanzialmente rettilineo con poche curve di ampio raggio e limitata deviazione angolare; in particolare, muovendosi da Est verso Ovest a partire dall'origine (prog. km 0+000), il tracciato presenta di fatto un unico lungo rettilifo - dove è ubicata al km 4+200 circa la barriera di Firenze Ovest - di sviluppo pari a circa 8,5 km per poi piegare verso sinistra all'altezza dello svincolo di Prato Est con una variazione planimetrica costituita da due curve equiverse di raggio rispettivamente 800 e 1.025 metri. Successivamente, nel tratto rappresentato dalla "variante di Prato", realizzata contestualmente al raddoppio della sede stradale, l'autostrada presenta due ampie curve destrorse intervallate da rettilifi di sviluppo compreso tra 800 e 2.500 metri e si riporta sull'allineamento originario con una curva in sinistra di raggio 1.200 metri in corrispondenza dello svincolo di Prato Ovest (progr. km 17 circa). Proseguendo verso Pistoia, per i restanti 10 km di sviluppo si incontrano tre curve rispettivamente di raggio 1.800 , 1.200 e 1.500 metri intervallate da rettilifi di sviluppo compreso tra 2.400 e 5.500 metri.

Con riferimento all'andamento altimetrico il tracciato risultata complessivamente pianeggiante con pendenza longitudinale media inferiore all'1%.

Nonostante un andamento quasi orizzontale, il profilo risulta caratterizzato da numerose variazioni di livelletta che si realizzano prevalentemente in corrispondenza di attraversamenti stradali ed idraulici attraverso una sequenza sacca – dosso – sacca, con raccordi molto ravvicinati tra loro e di raggio ridotto.

Analisi dello stato attuale con riferimento al DM 05.11.2001

Con riferimento alle caratteristiche planimetriche, il tracciato non presenta particolari criticità rispetto a quanto richiesto dalla normativa di riferimento (DM 05/11/2001 prot. N. 6792). Gli elementi di diversità sono rappresentati dall'assenza di curve a raggio variabile (racordi clotoidici), dalla presenza di due rettili che eccedono la lunghezza di 3.080 metri, corrispondente al valore massimo suggerito dalla norma in ambito autostradale per la costruzione di nuove strade.

Per quanto riguarda le velocità di percorrenza, come risulta dal diagramma delle velocità, il tracciato si pone in corrispondenza dell'intervallo di velocità di progetto per strade di categoria A (90 – 140 km/h).

Il tracciato presenta attualmente una serie di salti di velocità da V_p max a curve di velocità inferiore. L'andamento del diagramma delle velocità è quindi non congruente con quanto previsto dalla normativa di riferimento in quanto la variazione di velocità in corrispondenza della curva circolare, è generalmente superiore al valore massimo previsto, pari a 10 km/h.

Tale incongruenza è essenzialmente legata a pendenze trasversali attualmente inferiori a quanto indicato nella normativa di riferimento.

In corrispondenza della barriera di esazione di Firenze Ovest si è considerata una riduzione della velocità di progetto da 140 km/h a 40 km/h.

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato, la pendenza massima delle livellette risulta pari al 2,3%, sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa, che richiede per strade di tipo A – Autostrade extraurbane di non superare la pendenza del 5%.

Sulla base dei risultati della verifica dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto, effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata, risulta che alcuni raccordi convessi hanno raggi ($R_v = 5/8.000$ m) che non garantiscono la distanza di arresto calcolata per velocità di 120 km/h e a cui corrispondono velocità ammissibili di circa 110 km/h.

2.2 L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO

2.2.1 Inquadramento normativo e criteri progettuali

Il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale.

In questa prospettiva, le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

In linea generale l'intervento ai sensi del già citato DM del 2004 è improntato al miglioramento della sicurezza stradale e le soluzioni adottate sono tali da garantire caratteristiche geometriche in linea con i moderni standard progettuali e comunque velocità di progetto mai inferiori a 100 km/h.

In sintesi, nel progetto di ampliamento ed ammodernamento alla terza corsia del tratto in progetto, per definire le modalità di allargamento della sede esistente, sono stati adottati i seguenti criteri:

1. minimizzare l'impatto dell'ampliamento alla terza corsia con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico degli interventi, dal momento che si tratta di un progetto di ampliamento di una infrastruttura esistente;

4. prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio dell'infrastruttura durante i lavori, con una sezione stradale caratterizzata da un numero minimo di due corsie per senso di marcia.

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di cogenza per le nuove intersezioni.

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale. In particolare, sono state adeguate ai criteri di norma le lunghezze delle corsie specializzate di diversione e di immissione. Con riferimento a queste ultime, il progetto ha previsto, la verifica funzionale dell'intera "zona di immissione" seguendo il metodo indicato dall'Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica ha accertato che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-cinematico (e cioè pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 metri), fornisca un livello di servizio non inferiore a LOS B (come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006) o comunque non inferiore al livello di servizio risultante sul tronco elementare a monte dell'immissione. Per la definizione dei livelli di traffico è stato preso a riferimento lo scenario progettuale di breve periodo dello studio di traffico allegato al presente progetto.

Per una più completa descrizione dei criteri progettuali utilizzati per l'adeguamento delle intersezioni esistenti si rimanda allo specifico paragrafo contenuto nel proseguo del presente documento.

2.2.2 Asse stradale

Le scelte progettuali alla base dell'intervento di ampliamento alla terza corsia sono state fortemente orientate dalle caratteristiche del tracciato attuale, che si distingue principalmente per la presenza di lunghi tratti rettilinei, di cui due molto lunghi: il primo di circa 8,5 km, da Firenze a Prato e interrotto solo dalla barriera di esazione di Firenze Ovest, termina con una curva da 817 metri di raggio; il secondo di circa 5,3 km raccordato prima e dopo da curve rispettivamente di raggio 1.200 e 1.800 a deviazione minima, a cui si aggiungono altri tre rettili di lunghezza superiore ad 1 km (rispettivamente 1,6 km, 2,3 km, 2,2 km).

Conseguentemente il progetto ha generalmente previsto il mantenimento del tracciato in asse rispetto all'esistente (ampliamento simmetrico), tenuto conto anche della presenza lungo il tracciato di alcuni punti di passaggio obbligato (cavalcavia e sottovia già predisposti alla terza corsia nell'ipotesi di ampliamento simmetrico).

Il presente progetto ha previsto tre eccezioni in cui è previsto l'intero ampliamento su un unico lato (ampliamento asimmetrico). La prima è rappresentata dal tratto iniziale, in cui il progetto si raccorda con un flesso costituito da due curve di raggio 10.250 metri all'intervento di adeguamento dello svincolo a raso di Firenze Peretola, all'interno del quale l'ampliamento alla terza corsia del tratto compreso tra la progr. km 0+000 e la progr. km 0+621 è previsto in asimmetrico lato carreggiata Est per la presenza dall'aeroporto A. Vespucci confinante con la carreggiata ovest (direz. Pisa).

La seconda eccezione è rappresentata dal tratto in corrispondenza dello svincolo di Prato Est, dove la presenza del piazzale in carreggiata ovest, ubicato immediatamente a nord dell'autostrada, e la presenza di una linea di alta tensione in carreggiata est ha richiesto un ampliamento asimmetrico lato carreggiata est sulla prima curva da 817 m di raggio ed un ampliamento asimmetrico lato carreggiata ovest sulla curva successiva di raggio pari a 1.001,30 m.

Ultima eccezione è rappresentata dalla curva di raggio 2.616 m, al km 12+000; infatti la possibilità di salvaguardare una abitazione civile ha portato ad introdurre un ulteriore tratto di ampliamento asimmetrico rispetto alla fase di progettazione preliminare.

Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente nei tratti di rettilo.

Il progetto prevede infine l'adeguamento della pendenza trasversale della piattaforma nei tratti in curva, adeguata, secondo quanto indicato dalla normativa, con pendenza massima pari al 7%; nei tratti in rettilo l'adeguamento al 2.5% avviene solo sul tratto di piattaforma ampliata mantenendo l'attuale 1,60÷2,00% sulla porzione di piattaforma esistente.

2.2.3 Aspetti geometrici

2.2.3.1 Sezione tipo

L'intervento di ammodernamento dell'attuale infrastruttura prevede l'ampliamento alla terza corsia, adottando una sezione di progetto conforme a quanto previsto dal DM 05/11/2001 per la categoria A "autostrada extraurbana".

La sezione tipo stradale prevede una piattaforma di 32,50 metri di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da un margine interno di 4,00 m. Ciascuna prevede tre corsie di marcia da 3,75 m fiancheggiate in destra dalla corsia di emergenza larga 3,00 m ed in sinistra da una banchina di dimensioni minime pari a 0,70 m (vedi Figura 2-2).

Ai fini di limitare l'impatto dei lavori di ampliamento sull'esercizio autostradale, considerato anche che lo spartitraffico è stato recentemente oggetto di adeguamento, il progetto ha previsto il mantenimento nei tratti in rettilineo della barriera NJ in cls monofilare.

E' stato adottato un dispositivo di ritenuta bifilare per quelle curve ove tale configurazione non necessitasse di un allargamento per visibilità del margine interno; diversamente, valutati gli allargamenti necessari derivanti dall'utilizzo di barriera bifilare per le curve alle progr. km 9+300 e 24+800, è stato deciso il ricorso ad una barriera in configurazione monofilare che a partire da un margine interno di 4,40 m permette di assorbire completamente o in parte gli allargamenti richiesti.

Considerato che lo spartitraffico è stato recentemente oggetto di adeguamento, il progetto ha previsto il mantenimento nei tratti in rettilineo della barriera NJ in cls monofilare.

In generale in curva è stato adottato un dispositivo di ritenuta bifilare, ove la scelta sia ricaduta su un dispositivo in configurazione monofilare (curve alle pk 9+300 e 24+800), è stato adeguato il margine interno alla misura di 4.40m (misura che ne garantisce il corretto funzionamento). Nelle successive fasi progettuali, il margine interno potrebbe essere ridotto rispetto a suddetta misura, ove si rendessero disponibili dispositivi con adeguate caratteristiche.

Limitatamente alla curva di raggio 817 m in corrispondenza dello svincolo di Prato Est, ove necessario limitare l'innalzamento dei cigli stradali per effetto della variazione delle pendenze trasversali, è stato previsto uno sfalsamento tra le due carreggiate e conseguentemente è stato previsto l'utilizzo di 2 barriere bordo ponte NJ in cls su cordolo.

Complessivamente rispetto all'attuale piattaforma viene realizzato, nella configurazione di ampliamento simmetrico, un allargamento di 5,05 metri per lato, a cui si aggiungono gli adeguamenti di arginelli (larghezza di progetto pari a 1,30 metri) e scarpate, a cui sono associate pendenze più dolci rispetto alle esistenti (pendenza di progetto 4/7).

Il maggiore ingombro del solido stradale rispetto all'esistente risulterà conseguentemente superiore rispetto a quanto precedentemente dichiarato per la sola piattaforma.

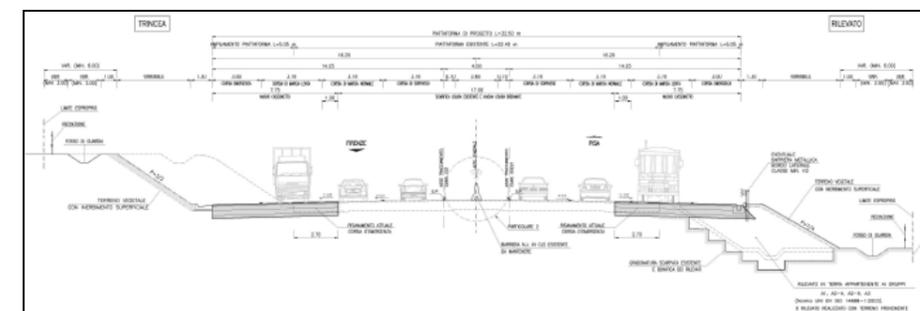


Figura 2-2 – Sezione tipo in ampliamento simmetrico

Tenuto conto che lungo l'intera tratta, in entrambe le carreggiate, sono presenti edifici, viabilità ed aree che ospitano attività produttive posti a distanza ravvicinata rispetto all'autostrada, sono stati inserite in progetto numerose opere di sostegno con la funzione prevalente di limitare il nuovo ingombro e di conseguenza la fascia di esproprio. In alcuni casi tale soluzione non è risultata sufficiente e pertanto è stata prevista la demolizione, totale o parziale degli edifici interessati e lo spostamento delle viabilità parallele all'autostrada stessa.

In corrispondenza del tratto tra la barriera di Firenze Ovest e l'interconnessione con l'autostrada A1 (dalla progr. km 4+205 alla progr. km 5+127) vista la presenza del cavalcavia esistente dell'autostrada A1 (progr. km 4+929) la cui campata centrale ha una luce di 27 m e la cui sezione trasversale ha una larghezza di circa 33 m, il progetto ha previsto di ridurre la piattaforma a tre corsie da 3,50 m per ciascuna carreggiata, margine interno di 2,50 m (vedi Figura 2-3) e banchine esterne pari a 0,70m. In questo tratto la corsia di emergenza sarà sostituita da una corsia di servizio esterna.

In carreggiata Ovest tale corsia di servizio risulta in complanare e separata dall'autostrada da un dispositivo di ritenuta da spartitraffico. La sezione trasversale di tale corsia è così articolata, 0,60 m di banchina in affiancamento all'autostrada (in modo da garantire il corretto funzionamento della barriera spartitraffico prevista, installata in un margine interno di 2,10 m), 3,00 m di corsia e 0,50 m di banchina esterna, per una larghezza pavimentata pari a 4,10 m.

Sul lato opposto (carreggiata Est) l'itinerario di servizio sarà realizzato prevedendo il collegamento con un tratto di nuova realizzazione delle corsie di svincolo esistenti tra A1 ed A11 esistenti (rampa di svincolo per i veicoli provenienti da Pisa sull'A11 e diretti a Milano sull'A1 e rampa di svincolo per i veicoli provenienti da Roma sull'A1 e diretti a Firenze sull'A11). In caso di incidente e blocco della circolazione i mezzi di soccorso potranno intervenire sia dalla A1 (sfruttando le rampe di interconnessione) che dalla A11 tramite le corsie di servizio e raggiungere i mezzi incidentati per prestare soccorso (contromano essendo il traffico bloccato). Nel caso di incidente ma senza blocco della circolazione si ricade nel caso in cui l'intervento possa avvenire in modo diretto dall'autostrada.

Tale scelta progettuale è stata dettata dall'impossibilità di intervenire sullo scavalco della A1, il cui rifacimento avrebbe comportato un inevitabile innalzamento dell'autostrada A1 stessa, come diretta conseguenza dell'incremento dell'ampiezza delle luci o per il passaggio dell'opera dalle attuali 3 luci ad una luce singola, con evidenti difficoltà tecniche trattandosi di una direttrice di importanza strategica per i collegamenti.

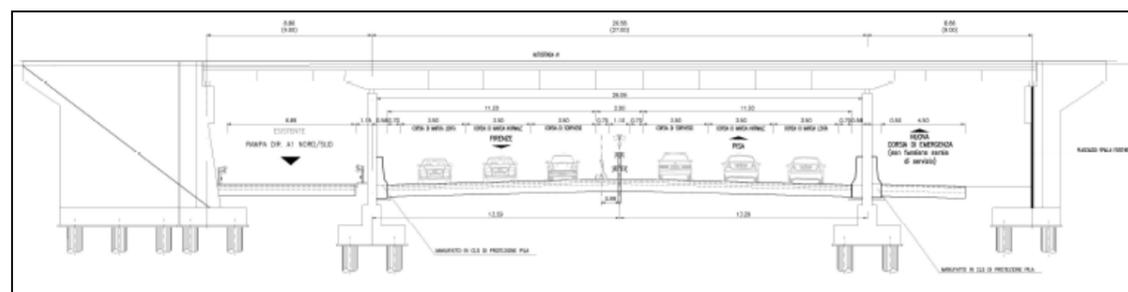


Figura 2-3 – Sezione tipo con corsie ridotte in corrispondenza del cavalcavia Autostrada A1 al km 4+929

2.2.3.2 Andamento plano-altimetrico

L'intervento di ampliamento alla terza corsia si sviluppa tra la progr. km 0+621 alla quota di 37,58 metri circa s.l.m. e la progr. km 27+393 alla quota di 56,16 metri circa, per uno sviluppo complessivo di 26.772 metri.

L'ampliamento della piattaforma stradale previsto in progetto, è di tipo prevalentemente simmetrico con brevi tratti in asimmetrico (tratto iniziale, tratto in corrispondenza dello svincolo di Prato Est e curva di raggio 2.616 m alla progressiva 12+000). Da un punto di vista planimetrico l'intervento ha previsto l'inserimento delle curve di raccordo a raggio variabile (clotoidi), non presenti nel tracciato esistente, e la modifica delle curve circolari di raggio $R=800$ m e 2.500 m portate rispettivamente a 817 m e 2616 m (valori riferiti alla carreggiata ovest). Nel tratto iniziale del tracciato è stato inoltre introdotto un flesso con curve di ampissimo raggio, privo di clotoidi, allo scopo di raccordare il tratto in ampliamento asimmetrico a quello in ampliamento simmetrico.

Da un punto di vista planimetrico, il tracciato prevede un raggio di curvatura minimo $R_{min}=817$ m e uno massimo $R_{max}=10.254$ m.

Come già anticipato, da un punto di vista altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente lungo i rettili, al fine di minimizzare gli effetti della cantierizzazione sull'esercizio dell'infrastruttura, e l'adeguamento del profilo medesimo lungo le curve dove viene adeguata la pendenza trasversale.

2.2.3.3 Analisi del progetto con riferimento al DM 6792 del 05.11.2001

Il tracciato del progetto è stato sviluppato, coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nel DM del 5.11.2001, prot. 6792.

L'adeguamento "in sede" si è dimostrato in grado di conferire al tracciato autostradale caratteristiche in linea con gli standard progettuali. Relativamente alle geometrie, d'asse dalle verifiche effettuate lungo il tracciato di progetto, gli scostamenti rispetto alla normativa di riferimento, dovuti alla conformazione dell'esistente, riguardano sostanzialmente aspetti minori di carattere ottico, quali il mancato rispetto dei criteri di composizione geometrica

per la lunghezze massime e minime dei rettifili, lo sviluppo delle curve circolari inferiore ai minimi, ed il criterio ottico per alcune clotoidi che raccordano raggi per i quali il rispetto di tale criterio avrebbe comportato un impatto tecnico-economico eccessivo sul tracciato per effetto del ridotto angolo di deviazione tra i rettifili.

Nel tratto iniziale è poi previsto un flesso costituito da due curve di raggio $R=10.250$ metri non raccordate da clotoidi, resosi necessario per raccordare l'intervento in oggetto a quello di adeguamento dello svincolo urbano a raso di Firenze Peretola.

Per quanto riguarda le distanze di visibilità, è stato verificato che in linea generale queste sono superiori alle distanze di arresto calcolate a 120 km/h in condizioni di pavimentazione bagnata e comunque mai inferiori alle distanze di arresto calcolate per 100 km/h.

Per quanto riguarda il diagramma delle velocità di progetto, la lieve rettifica localizzata della curva al km 8+500 circa, di raggio esistente pari a $R=800$ metri, ha permesso di risolvere l'unica anomalia presente lungo il tracciato. La velocità lungo il tracciato risulta infatti costante e pari al valore massimo di 140 km/h, tranne che per la curva di raggio $R=817$ m e limitatamente alla sola carreggiata ovest in cui la velocità di progetto diminuisce di 9,3 km/h, valore inferiore rispetto al massimo ammissibile che risulta di 10 km/h al passaggio tra tratti percorsi alla velocità di progetto massima e curve percorse a velocità inferiore. In corrispondenza della barriera di esazione di Firenze Ovest si è considerata una riduzione della velocità di progetto da 140 km/h a 40 km/h.

2.2.4 Piazzole di sosta

Nell'intervento in oggetto, sui tratti in rilevato, sono state previste piazzole per la sosta di emergenza con un interasse di circa 1.000 m su entrambe le carreggiate. Per la geometria si faccia riferimento agli elaborati tipologici (MAM-QPGT-037).



Figura 2-4 - Piazzole di sosta in rilevato/trincea

2.2.5 Svincoli ed Aree di Servizio

Nell'ambito dell'intervento, sono presenti i seguenti svincoli / aree di servizio esistenti:

- Svincolo urbano di Peretola (progr. km 0+000);
- Sesto Fiorentino (tipologia a semi quadrifoglio in regime aperto – progr. km 1+895);
- Area di Servizio Peretola (progr. km 3+000);
- Interconnessione con l'Autostrada A1 Milano – Napoli e casello di Firenze Nord (schema di svincolo complesso – progr. km 4+930);
- Prato Est (tipologia a trombeta – progr. km 8+556);
- Prato Ovest (tipologia a trombeta – progr. km 16+850);
- Pistoia (tipologia a trombeta – progr. km 27+409).

Il progetto di ampliamento a tre corsie della A11 prevede l'adeguamento geometrico delle rampe e delle corsie specializzate di immissione e diversione per gli svincoli e per l'area di servizio esistenti, resosi necessario in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale, a standard progettuali più moderni, in grado di offrire migliori condizioni di deflusso e sicurezza.

Per quanto riguarda lo svincolo di Pistoia, in corrispondenza del quale termina l'intervento in oggetto, in questa fase è stato previsto l'adeguamento del solido stradale, per la porzione ricadente nell'ambito di intervento, a quella che sarà la configurazione definitiva che l'intersezione assumerà (compresa la demolizione del cavalcavia di svincolo) in seguito alla realizzazione della terza corsia anche nel tratto successivo (Pistoia – Montecatini). In

prima fase è comunque previsto che la terza corsia in direzione ovest termini sulla rampa di diversione e che quella in direzione est prenda origine dalla corsia di immissione dello svincolo; le porzioni di piattaforma eccedenti alle necessità di prima fase verranno mantenute a verde o, se pavimentate, verranno opportunamente zebrate per evitarne un utilizzo scorretto.

Il progetto inoltre prevede la totale rivisitazione dello Svincolo urbano di Peretola a inizio lotto (progr. km 0+000), per la quale si rimanda alla specifica relazione STP2001, e la realizzazione del nuovo svincolo di Pistoia Est alla progr. circa 22+000.

Esso è ubicato ad est di Pistoia in località Badia a Pacciana, con innesto su nuovo collegamento tra via Fiorentina e via Nuova Pratese (VL019), a servizio dell'area industriale di S.Agostino, della zona vivaistica, dei centri minori della pianura e quale condizione per un alleggerimento dei traffici in ingresso nella città stessa.

Il progetto ha previsto l'ubicazione del nuovo svincolo recependo le indicazioni contenute nel PTCP, avendo verificato la compatibilità geometrica di questo con l'area individuata e la possibilità di collegamento con la viabilità esterna, che avverrà tramite una nuova intersezione a rotatoria.

2.2.5.1 Criteri progettuali

La normativa utilizzata per l'adeguamento ed il dimensionamento delle intersezioni, richiamate al paragrafo precedente è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di coerenza per le nuove intersezioni. Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento e pertanto gli standard di progettazione descritti nel seguito riprendono i criteri di norma e sono stati applicati salvo evidenti motivazioni tecniche.

Le caratteristiche stradali delle rampe (sia su strade nuove che su strade esistenti) sono state definite a partire dagli intervalli di velocità di progetto indicati nella Tabella 7 del paragrafo 4.7.1 della norma e riportati per completezza nella tabella seguente:

Tabella 2-1 – Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

tipi di rampe	Intersezione Tipo 1, escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezione Tipo 2, e B/B, D/D, B/D, D/B	
	Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello gerarchico superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello gerarchico superiore	30 km/h

Per le interconnessioni autostradali, nella progettazione si è fatto riferimento agli intervalli di velocità di progetto delle intersezioni di tipo 1; per tutte le altre intersezioni, tra cui gli svincoli autostradali ordinari, ci si è riferiti agli intervalli di velocità di progetto caratteristici di intersezioni di tipo 2, ed in particolare per quest'ultimi, per tutte le rampe è stato utilizzato un intervallo di velocità di progetto pari a 40/60 km/h.

La progettazione delle intersezioni è stata condotta con particolare riferimento ai seguenti aspetti della progettazione stradale:

- geometria degli elementi modulari delle rampe;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate;
- distanze di visibilità per l'arresto.

2.2.5.2 Geometria degli elementi modulari delle rampe

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", la progettazione ha, negli ambiti in cui si è intervenuti a modificare le geometrie esistenti, garantito il rispetto dei parametri minimi dei seguenti elementi plano altimetrici :

- a) raggi minimi planimetrici;
- b) parametri minimi e massimi delle clotoidi;

c) pendenze longitudinali massime;

d) raggi altimetrici minimi (raccordi concavi e convessi).

2.2.5.3 Sezioni tipo delle rampe e delle corsie specializzate

Le sezioni tipologiche di progetto rappresentano la sintesi delle indicazioni contenute nella Tabella 9 del paragrafo 4.7.3 del D.M. 19/04/2006 che, relativamente al caso di strade extraurbane, fornisce le indicazioni riportate nella seguente tabella:

Tabella 2-2 – Larghezze degli elementi modulari

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
	B	3.75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
	B	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-
	B	1 corsia: 3.50	1.00	-

Rispetto a quanto riportato dalla tabella relativamente alle larghezze minime da impiegare per le rampe bidirezionali di nuova realizzazione (corsie da 3,50 m) il progetto ha previsto in questo caso corsie da 3,75 m. Tale scelta progettuale scaturisce dalla necessità di limitare il più possibile la variazione di larghezza della corsia della rampa nel tratto di passaggio da monodirezionale con larghezza pari a 4,00 m a bidirezionale.

Diversamente, nel caso di adeguamento di svincoli esistenti per i quali il progetto prevede il mantenimento delle rampe attuali (vedi Figura 2-5), la larghezza minima complessiva delle rampe monodirezionali esistenti è stata adeguata a 6,00 m (caso "A"), con una corsia di marcia da 4,00 m e banchine in destra e sinistra di larghezza pari a 1,00 m. Nel caso di rampa esistente da 6,50 m (caso "B") è stata mantenuta la stessa larghezza complessiva

così ripartita: corsia di marcia da 4,00 m, banchine in destra e sinistra rispettivamente da 1,50 m e 1,00 m.

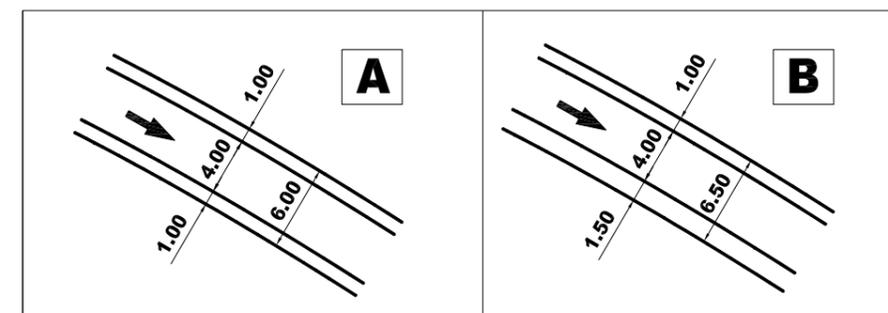


Figura 2-5 - Schema planimetrico adeguamento rampa di svincolo esistente

2.2.5.4 Dimensionamento corsie di diversione e di immissione

Corsie specializzate di diversione

Nella progettazione si è fatto ricorso alla sola tipologia con configurazione parallela. In questo caso la norma individua due tratti per effettuare l'intera manovra:

- tratto di manovra $L_{m,u}$, di lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h;
- tratto di decelerazione $L_{d,u}$, avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita (coincidente con il punto di inizio della clotoide), da dimensionare con criteri cinematici.

Corsie specializzate di immissione

Le corsie specializzate di immissione, in accordo con quanto previsto dal DM 19.04.2006 sono state progettate tenendo conto dei seguenti elementi compositivi principali:

- Tratto di accelerazione $L_{a,e}$ da dimensionare con criteri cinematici;
- Tratto di raccordo $L_{v,e}$ di lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h;

- Zona di immissione, che corrisponde alla lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata in cui è ammessa la manovra di immissione (tratto con linea tratteggiata pari alla somma del tratto parallelo, a meno dei primi 30 metri, e del tratto di raccordo), da verificare con procedure basate su criteri funzionali.

Il progetto delle corsie di immissione ha previsto, la verifica funzionale dell'intera "zona di immissione" seguendo il metodo indicato dall'Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica ha accertato che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-cinematico (e cioè pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 metri), fornisca un livello di servizio non inferiore a LOS B (come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006) o comunque non inferiore al livello di servizio risultante sul tronco elementare a monte dell'immissione. Per la definizione dei livelli di traffico è stato preso a riferimento lo scenario progettuale di breve periodo dello studio di traffico allegato al presente progetto.

2.2.5.5 Distanze di visibilità per l'arresto

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (DM 19/04/2006), deve essere verificata rispetto alla velocità di progetto l'esistenza, lungo le rampe, di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001 e ciò comporta che lungo il tracciato stradale della rampa la distanza di visuale libera deve essere confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo dell'intero tracciato della rampa.

Il progetto ha verificato la sussistenza delle opportune distanze di visibilità altimetriche in corrispondenza dei raccordi convessi.

2.2.5.6 Nuova area di esazione di Pistoia est

Il nuovo svincolo di Pistoia est (progr. Km 22+000) va ad inserirsi, in posizione baricentrica, tra gli svincoli di Prato Ovest (progr. km 16+850) e di Pistoia (progr. km 27+409). L'area d'esazione prevede otto piste, tre per i flussi in ingresso e cinque per quelli in uscita.

Si propone una configurazione del nuovo casello di Pistoia Est a "totale automazione" (solo Telepass e Carte).

Lo schema di esazione (si veda la figura 9-6) è il seguente:

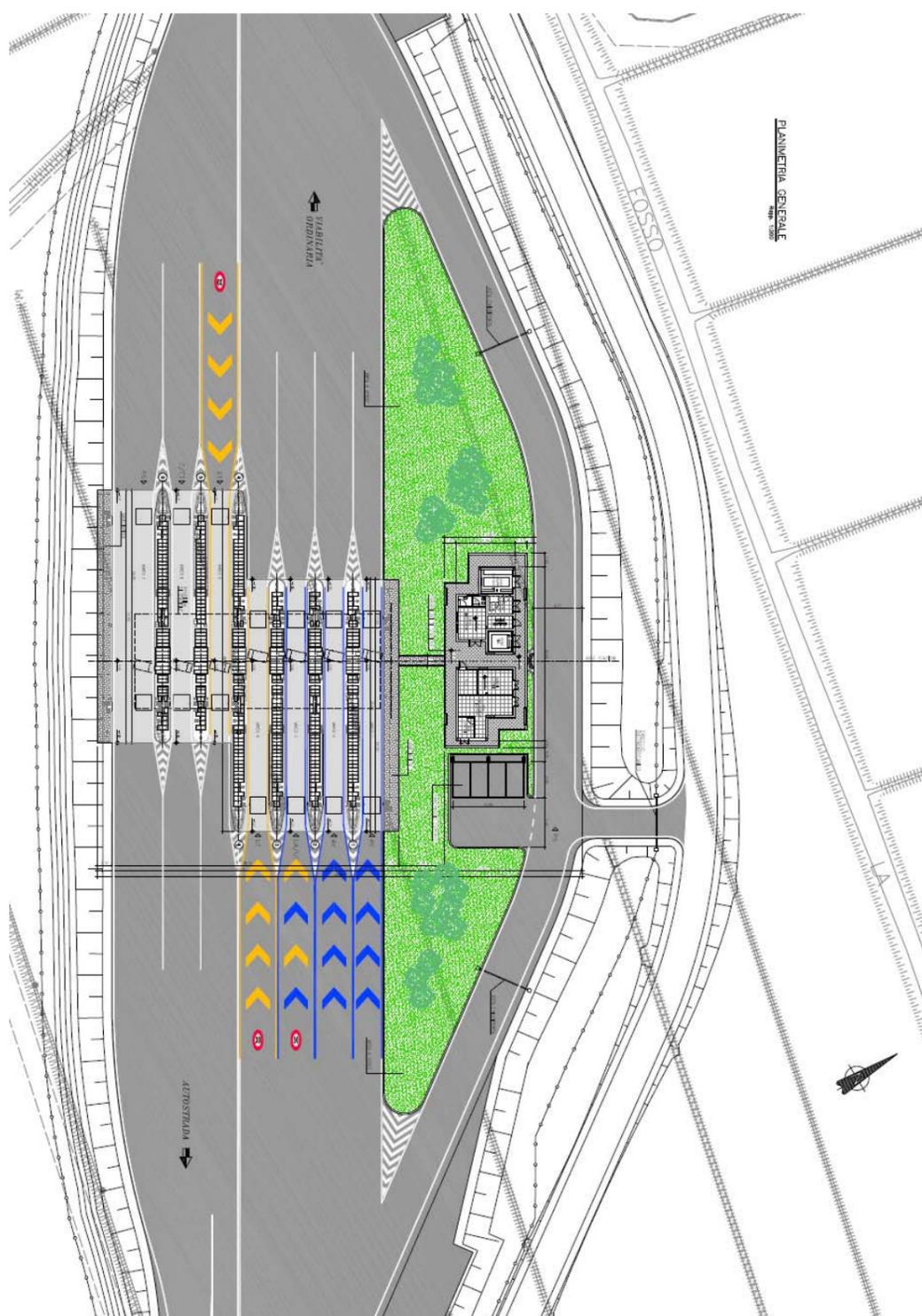


Figura 2-6 - Schema area d'esazione di Pistoia est

La verifica del dimensionamento della nuova stazione di Pistoia ha preso come dati di riferimento i flussi al 2015, conformemente a quanto considerato per la progettazione definitiva dell'ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A11 Firenze – Pistoia.

I flussi interessanti la stazione di Pistoia Est, ricavati dallo Studio di Traffico relativo alla Firenze - Pistoia, sono relativi all'ora di punta del giorno feriale medio dell'anno 2015 in entrata ed in uscita. La verifica della stazione è riferita al flusso totale dato dalla sommatoria dei veicoli leggeri e dei pesanti. Tali flussi sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 2-3 – Stima flussi 2015

		Veic/odp		Tot Veic/odp
		Leggeri	Pesanti	
PISTOIA EST	USCITA	640	131	771
		Leggeri	Pesanti	
	ENTRATA	429	122	551
		Leggeri	Pesanti	

La ripartizione percentuale degli utenti che utilizzano le diverse modalità di pagamento (Telepass e FastPay), i cui risultati sono stati riportati in Tabella 2-4, è stata ricavata dall'analisi dei transiti dell'ora di punta sui caselli limitrofi di Pistoia e Prato Ovest (Tabella 9-6).

Tabella 2-4 - Tipologia pagamento stazioni di Pistoia e Prato Ovest

PISTOIA	ENTRATA	TLP	68,28%	PRATO OVEST	ENTRATA	TLP	71,36%
		AUT	31,72%			AUT	28,64%
PISTOIA	USCITA	TLP	63,73%	PRATO OVEST	USCITA	TLP	69,00%
		Fast Pay	11,94%			Fast Pay	15,65%
		MAN	24,33%			MAN	15,35%

I dati delle due stazioni limitrofe sono poi stati mediati per ottenere un dato unico di ripartizione percentuale per la modalità di pagamento per la nuova stazione di Pistoia Est (Tabella 2-5). Tale stazione è stata configurata come stazione a totale automazione, nella quale i tipi di varchi ammessi sono solamente Telepass e FastPay.

Tabella 2-5 - Stima tipologia pagamento Pistoia Est

Pistoia Est OdP		
% utilizzo	FastPay	Telepass
uscita	17,05%	82,95%
entrata	30,18%	69,82%

Le ipotesi capacitive di smaltimento dei flussi a seconda delle tipologie di pagamento sono le seguenti:

- telepass 1800 Veic/h;
- automatiche entrata 520 Veic/h;
- automatiche uscita 170 Veic/h;
- manuali uscita 180 Veic/h.

Applicando le ipotesi precedenti si ottiene il seguente dimensionamento.

Tabella 2-6 - Stima flussi 2015

PISTOIA EST	USCITA	Veic/odp		Tot Veic/odp	Varchi	% ripartizione	Veic porta	Capacità 1 porta	N porte
		Leggeri	640						
		Pesanti	131	771	TLP	82,95%	640	1800	0,4
					Fast Pay	17,05%	131	170	0,8
	ENTRATA	Leggeri	429	551	TLP	69,82%	385	1800	0,2
			Pesanti		122	AUT	30,18%	166	520

Si può quindi assumere come consona ai flussi la verifica del dimensionamento progettuale che prevede 4 porte in uscita e 2 in entrata: 6 piste a cui si sommano i due varchi per i Trasporti Eccezionali. Da cui il seguente schema di verifica del dimensionamento per l'ora di punta (Figura 2-7).

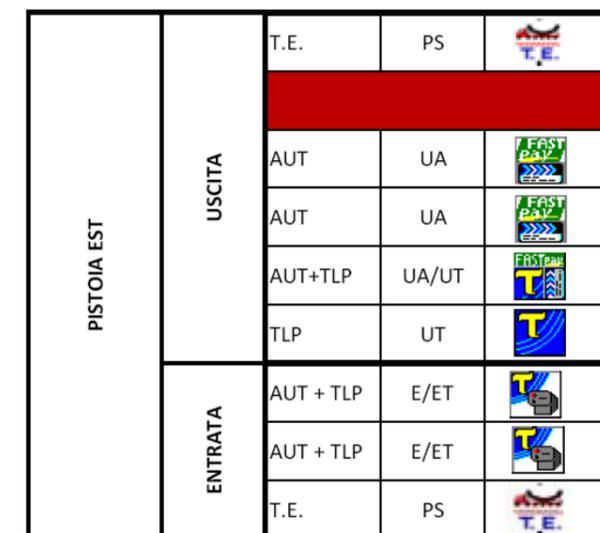


Figura 2-7 - Layout Stazione Pistoia Est

Il layout progettuale della stazione di Pistoia Est ad 8 porte (6 + 2) appare funzionalmente sufficiente rispetto alla domanda di traffico stimata ed inoltre garantisce la flessibilità di configurazione necessaria ad assorbire i picchi di domanda e la ridondanza di apparati telepass necessaria in caso di guasti.

2.2.5.7 Nuovo svincolo terminale urbano di peretola

Obiettivo dello svincolo è di interconnettere in modo fluido e senza interferenze i principali flussi di traffico confluenti nel nodo, assorbendo traffici primari che oggi impropriamente percorrono viabilità secondarie, o addirittura locali, aumentando, nel contempo, la capacità di ricevere e smistare in particolare i flussi maggiori da/per l'Autostrada A11 e da/per Viadotto dell'Indiano verso il centro di Firenze.

In tal senso si è proceduto alla realizzazione di nuovi assi viari e alla razionalizzazione dei percorsi esistenti cercando, trattandosi di una zona fortemente urbanizzata, di limitare al massimo il consumo di territorio utilizzando, ove possibile, porzioni di viabilità esistenti, sia pure con gli adeguamenti necessari.

I tracciati plano-altimetrici risultano necessariamente vincolati da tale impostazione progettuale, nonché dalle numerose infrastrutture presenti e dai sottoservizi (soprattutto la rete fognaria).

In particolare la presenza dell'aeroporto "Amerigo Vespucci", situato a Nord dell'autostrada A11, del viadotto ferroviario della linea Firenze-Pisa, che taglia l'area di Peretola da Est a Ovest, e dell'incompiuto viadotto dell'Indiano hanno rappresentato dei vincoli plano-altimetrici imprescindibili.

L'intervento consiste nell'adeguamento e potenziamento dell'esistente intersezione di Peretola ed è stato sviluppato prendendo a riferimento il DM del 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" come previsto dall'articolo 2 comma 3 del decreto medesimo.

Data la singolarità dell'intervento, dettata dalla presenza di 18 assi di svincolo, alcuni dei quali già in parte esistenti, e considerato che questo si realizza in ambito urbano, le sezioni tipo sono state omogeneizzate assimilando gli assi di svincolo a sezioni tipo E e D da DM 5/11/2001.

In considerazione di quanto sopra esposto, l'intersezione è stata sviluppata per un intervallo di velocità compreso tra 40 e 60 km/h, anche in relazione al fatto che essendo in ambito urbano è vigente un limite di 50 km/h.

Per quanto riguarda le opere d'arte principali figurano il viadotto Palagio e i due viadotti dell'Indiano, tutti realizzati in acciaio, e tre sottovia in cemento armato.

Particolare cura è stata rivolta al progetto del sistema di smaltimento delle acque meteoriche dovendo questo integrarsi con la rete fognaria esistente; in particolare si sono previste delle vasche di laminazione allo scopo di regolare la portata d'acqua proveniente dalla nuova piattaforma stradale prima che essa venga riversata interamente nelle fognature o nei canali esistenti.

Anche l'aspetto della fasizzazione dei lavori è stato accuratamente valutato al fine di ridurre al minimo il disagio per l'utente prevedendo il mantenimento di tutti i flussi di traffico sia locali che primari.

Nell'ambito della progettazione definitiva sono stati inoltre trattati gli aspetti legati alla segnaletica, alle barriere di sicurezza e antirumore, alla sistemazione a verde, e all'impianto di illuminazione.

Per la sua specificità e complessità si è ritenuto di tenere separato l'intervento dello svincolo che è maggiormente descritto nella apposta relazione STP2001, cui si riamanda per ogni approfondimento.

2.2.6 Viabilità interferite

Il progetto di ampliamento alla terza corsia prevede il ripristino funzionale delle viabilità interferite, generalmente suddivisibili in due categorie principali:

- strade che attraversano l'autostrada in cavalcavia o in sottovia;
- strade che corrono parallelamente all'asse autostradale ad una distanza tale da essere coinvolte dall'intervento di ampliamento alla terza corsia.

Le prime riguardano gli assi viari di attraversamento autostradale. Gli attraversamenti trasversali dell'autostrada sono serviti da infrastrutture (cavalcavia e sottovia); pertanto, il ripristino funzionale di tali relazioni è subordinato all'adeguamento delle strutture suddette. Per le opere di attraversamento in cavalcavia, la cui struttura a tre campate e lunghezza pari a 45,00 metri (27+9+9) non è adeguata all'allargamento autostradale, si è prevista la demolizione e la ricostruzione; l'adeguamento degli attraversamenti in sottovia sarà invece realizzato di norma tramite prolungamento, ad eccezione di quelle opere per le quali si è resa necessaria la demolizione dell'impalcato esistente e/o di alcune sottostrutture per la presenza di impalcati di luce differente per le due carreggiate (affiancamento della struttura anni '30 e della struttura anni '60) e per l'eccessiva complessità delle lavorazioni diversamente necessarie dovute alla sovrapposizione dei vari interventi subiti.

Le seconde sono generalmente ripristini di viabilità che corrono parallelamente all'autostrada e che è necessario spostare al di fuori della futura recinzione autostradale a seguito dell'ampliamento alla terza corsia.

Le fasi di esecuzione delle lavorazioni dovranno essere individuate nel rispetto dell'obiettivo di permettere la realizzazione della terza corsia senza interruzione di traffico, minimizzando il disturbo al traffico locale, e, ove ciò non fosse possibile, individuando percorsi provvisori alternativi, o prevedendo tratti di viabilità provvisoria funzionali alla realizzazione dell'opera.

In Tabella 2-7 si elencano i cavalcavia presenti lungo la tratta in oggetto, con indicazione delle principali caratteristiche sia dell'opera esistente sia dell'opera nuova e della categoria

stradale di riferimento, individuata a partire dalle caratteristiche delle viabilità esistenti o su esplicita indicazione degli Enti interessati (caso del comune di Prato).

Tabella 2-7 – Elenco cavalcavia

OPERA ESISTENTE			
PK.	DESCRIZIONE	STATO	CATEGORIA STRADALE
1+175	L=4,50 via dei Giunchi	da demolire e ricostruire	Dest. particolare
3+338	via Vicinale Pantano L=4.50 m	da demolire e ricostruire	Dest. particolare
4+605	svincolo Firenze Nord	parzialmente predisposto	-
4+929	autostrada A1	parzialmente predisposto	-
5+002	interconnessione A1-A11 L=7,50	predisposto	-
5+248	via Salvador Allende	parzialmente predisposto	-
6+681	L=7,50 via S. Quirico (SP8)	da demolire e ricostruire	Categoria C1
9+895	via Enrico Berlinguer	predisposto	-
10+225	L=7,50 via delle Fonti	da demolire e ricostruire	Categoria E
10+884	L=4,50 via del Lazzaretto	da demolire e ricostruire	Categoria F locale urbana
12+960	L=4,50 via del Molinuzzo	Demolizione	-
13+151	L=7,50 via dei Fossi	da demolire e ricostruire	Categoria E
13+920	L=7,50 via delle Pollative	Demolizione	-
13+974	L=7,50 viale XVI Aprile	predisposto	-
16+267	L=4,50 Via Traversa le Caserane	da demolire e ricostruire	Dest. particolare
16+611	L=7,50 Via dei Trebbi	da demolire e ricostruire	Categoria E
16+830	svincolo Prato Ovest	predisposto	-
19+360	L=7,50 Via Selva	da demolire e ricostruire	Categoria F2
20+266	L=4,50 Via Giacomo Matteotti	da demolire e ricostruire	Dest. particolare
21+510	L=4,50 Via Mosino	da demolire e ricostruire	Dest. particolare
21+945	nuovo svincolo di Pistoia Est	nuovo	Rampa bidirezionale
22+327	coll. via Fiorentina - via Pratese	nuovo	Categoria F2
22+589	L=7,50 Via Croce di Badia	da demolire	-
23+340	L=4,50 mt Via Romito e Serpe	da demolire e ricostruire	Dest. particolare
24+682	L=7,50 Via Capanne di Canapale	da demolire e ricostruire	Categoria F2

Per quanto concerne le fasi di realizzazione, in linea generale si è previsto l'adeguamento in sede, andando ad individuare un percorso alternativo durante la chiusura della viabilità per l'adeguamento dell'opera.

Uniche eccezioni sono rappresentate dai cavalcavia di svincolo e dai casi di strade caratterizzate da significativi flussi veicolari e/o da situazioni in cui non è stato possibile individuare adeguati percorsi alternativi. In particolare è stato previsto l'adeguamento fuori sede per i seguenti cavalcavia:

- Via dei Giunchi (assenza di percorsi alternativi);
- Strada Provinciale SP8 (percorsi alternativi poco funzionali in relazione al rango della strada);
- Via Selva (assenza di percorsi alternativi e volumi di traffico elevati).

Per questi ultimi si è prevista la realizzazione in affiancamento della nuova infrastruttura (cavalcavia e rampe), il successivo collegamento della viabilità esistente con il nuovo attraversamento autostradale e la demolizione del cavalcavia e delle rampe esistenti.

2.2.7 Strade parallele all'autostrada

Tra le strade che corrono parallelamente all'asse autostradale ad una distanza tale da essere coinvolte dall'intervento di ampliamento alla terza corsia, si segnala per estesa dell'intervento e per dimensioni della sezione tipo esistente Via del Casello che collega la SR66 – Pistoiese a via Bonellina.

La strada di progetto è stata riposizionata parallelamente all'autostrada all'esterno della nuova recinzione autostradale. La vicinanza del fosso Brusigliano ha comportato la deviazione dello stesso per due tratti di lunghezza rispettivamente pari a 255m e 205m di lunghezza.

La sezione tipo adottata in progetto è una F2 extraurbana (40km/h < Vp < 100km/h), con dimensione delle corsie pari a 3.25 m e banchine laterali di 1.00m per una larghezza di pavidamento pari a 8.50m.

Il progetto ha previsto il rifacimento di una serie di accessi laterali ad aziende vivaistiche, le due intersezioni su via Bonellina e sulla SR66 sono state mantenute come da stato attuale (non interferendo il progetto autostradale con le medesime). Il nuovo tracciato prevede la demolizione della vecchia casa cantoniera.

Al termine dei lavori la stessa verrà ceduta in carico al Comune di Pistoia.

2.3 OPERE D'ARTE

2.3.1 Opere d'arte maggiori

Il presente ed i successivi paragrafi sono relativi agli interventi di ampliamento alla terza corsia previsti per le opere d'arte maggiori ricadenti nel tratto Firenze => Pistoia dell'autostrada A11 Firenze - Pisa Est.

Si evidenzia che vengono catalogate come "maggiori" tutte le opere in generale di luce maggiore di 6.00 m. Tali opere, per le quali sono state pertanto studiate soluzioni di intervento ad hoc, sommano ad un totale di 18 (6 ponti ed 12 sottovia). Esse risalgono ad un primo impianto degli anni '30, successivamente ammodernato ed ampliato nella configurazione attuale negli anni '60, ad eccezione di quelle ricadenti nel tratto della "variante di Prato" (compreso tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest), realizzate per intero negli anni '60 e a quelle ubicate in ambiti dove, come detto in premessa, si è intervenuti in anni recenti, modificando ulteriormente la configurazione originaria.

2.3.1.1 Criteri progettuali

In questa fase, le soluzioni di intervento sono state determinate, per ciascuna opera, sulla scorta dell'esperienza maturata nello sviluppo di interventi simili.

Si evidenzia che in alcuni casi è stata prevista la demolizione dell'impalcato esistente e/o di alcune sottostrutture. Tale soluzione si è resa necessaria principalmente per:

- ampliamento asimmetrico, in presenza di impalcati di luce differente per le due carreggiate (affiancamento della struttura anni '30 e della struttura anni '60);
- impossibilità di rotazione dell'impalcato per aggiornare la pendenza trasversale;
- eccessiva complessità delle lavorazioni dovuta alla sovrapposizione dei vari interventi subiti dall'opera;
- impossibilità di ricondurre l'opera nel suo complesso ad uno schema statico funzionale.

Per tutti gli altri casi si opera nel mantenimento della struttura originaria, provvedendo all'aggiornamento della pendenza mediante rotazione della sovrastruttura di impalcato e realizzazione in affiancamento della struttura d'ampliamento, opportunamente solidarizzata con le preesistenze.

Si opera sulla base delle seguenti linee generali sintetizzate di seguito.

Impalcati

In linea generale, la porzione in ampliamento avrà caratteristiche simili all'impalcato originale, in modo da ridurre al minimo le problematiche connesse alla differente deformabilità della porzione preesistente e della porzione di nuova realizzazione.

Per le opere del presente tratto, che presentano in tutti i casi una luce di calcolo inferiore a 28,00 m, si prevede di realizzare l'ampliamento con travi in c.a.p. e soletta collaborante; per le luci più basse (Φ 10,00 m) si adotteranno travetti in c.a.p. accostati, completati con getto in opera della soletta in c.a.; particolare attenzione è stata posta nel selezionare altezze di trave che garantiscano il mantenimento, per quanto possibile, dei franchi originari, predisponendo in alcuni casi travi di altezza ridotta ed interasse più ravvicinato.

Le strutture di ampliamento realizzate a travi e soletta verranno solidarizzate collegando le solette; per gli impalcati a solettone si agirà in maniera analoga, salvo i casi in cui la tipologia delle travi esistenti e/o nuove consenta anche la solidarizzazione della zona di intradosso.

Il soddisfacimento delle verifiche statiche connesse all'applicazione dei nuovi carichi stradali da normativa si dimostra in generale particolarmente gravoso per impalcati di luce inferiori a 30,00 m sia nei riguardi della sollecitazione flettente, ma soprattutto nei riguardi della sollecitazione di taglio.

Per tale motivo si prevede, in questa fase, l'adozione sistematica, sulle travi esistenti, di rinforzi a flessione e taglio formati da lamine e tessuti in FRP.

Pile

La carpenteria delle pile intermedie viene determinata con l'obiettivo di soddisfare, per quanto possibile il criterio di uniformità delle resistenze, replicando la carpenteria delle pile esistenti.

Spalle

Le spalle relative alle strutture in ampliamento vengono realizzate a prolungamento delle spalle esistenti, mantenendo, per quanto possibile la medesima sagoma esterna.

In generale, per le spalle di altezza maggiore di 4,00 m, si prevede l'adozione sistematica di almeno un ordine di tiranti passivi. A completamento dell'intervento di rinforzo, si prevede la realizzazione di un placcaggio frontale in c.a., chiodato alla struttura esistente, avente la duplice funzione di rinforzo strutturale del paramento, e di creare un adeguato ancoraggio per il tirante passivo. Tale tipo di intervento si rende possibile unicamente nel caso in cui non vi siano problemi di franco orizzontale dell'opera scavalcata (strada o canale). Altro tipo di intervento progettato è stato quello di prevedere il rinforzo della spalla esistente con micropali verticali.

Si provvederà inoltre alla realizzazione del muro paraghiaia, e del relativo giunto trasversale di dilatazione per tutte le spalle esistenti che ne risultano sprovviste all'origine.

Fondazioni

Si prevede di fondare le strutture d'ampliamento su micropali o pali di medio diametro; le zattere di fondazione verranno solidarizzate a quelle esistenti utilizzando barre trasversali inghisate.

Per le spalle, le fondazioni verranno in generale opportunamente sovradimensionate in modo da sopperire ad eventuali deficienze statiche della struttura esistente.

Sistema di vincolo

La quasi totalità delle opere prevede un sistema di vincolo elementare, costituito da cuscinetti di appoggio in neoprene armato. Dal momento che tale sistema di vincolo non risulta collegato mediante piastre agli elementi a contatto (travi-pulvini), esso non è in grado di trasferire alle sotto strutture le azioni di taglio. Per questo motivo verranno realizzati dei ritegni in c.a. di fine corsa longitudinale e trasversale, o in alternativa, mensole metalliche fissate all'intradosso delle travi che trovano riscontro sui paramenti delle sottostrutture.

Di seguito si sintetizzano le principali caratteristiche delle opere in esame e delle relative soluzioni di intervento.

Ponte sul Fosso Reale

Struttura esistente

La struttura è formata da un doppio impalcato a campata unica con una forte inclinazione rispetto all'asse autostradale costituito da travi prefabbricate e soletta collaborante per una altezza totale pari a 1,25 m; la luce netta misurata ortogonalmente alle spalle risulta pari a 14,98 m. Le due carreggiate sono individualmente sostenute dal proprio impalcato che poggia su spalle massicce in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo indiretto su pali di piccolo diametro.

Ampliamento

Si prevede un ampliamento di tipo simmetrico.

Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi:

- Collegamento al centro degli impalcati previa demolizione dei cordoli e realizzazione di una nuova soletta in c.a come prolungamento di quelle attuali.
- Rinforzo flessionale delle attuali travi principali mediante utilizzo di fibre di carbonio fissate all'intradosso impalcato.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante un sistema combinato di micropali e tiranti integrato da una struttura di placcaggio frontale congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato con funzione anche di ancoraggio dei tiranti posti in sommità.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione appoggi e giunti.

Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante contenuti negli stessi spessori dell'esistente. I due impalcati laterali avranno come elemento di collegamento a quelli esistenti la soletta gettata in opera.
- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

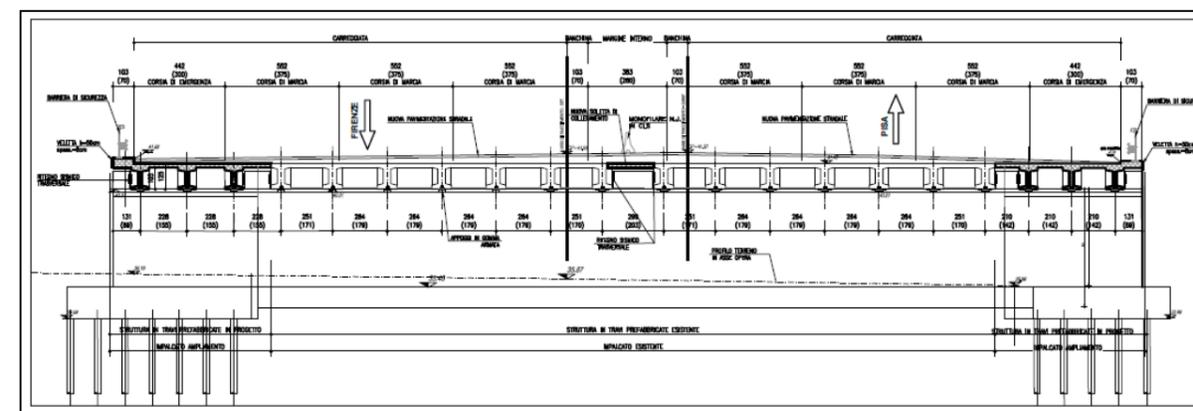


Figura 2-9 - Ponte sul F. Reale. Sezione trasversale

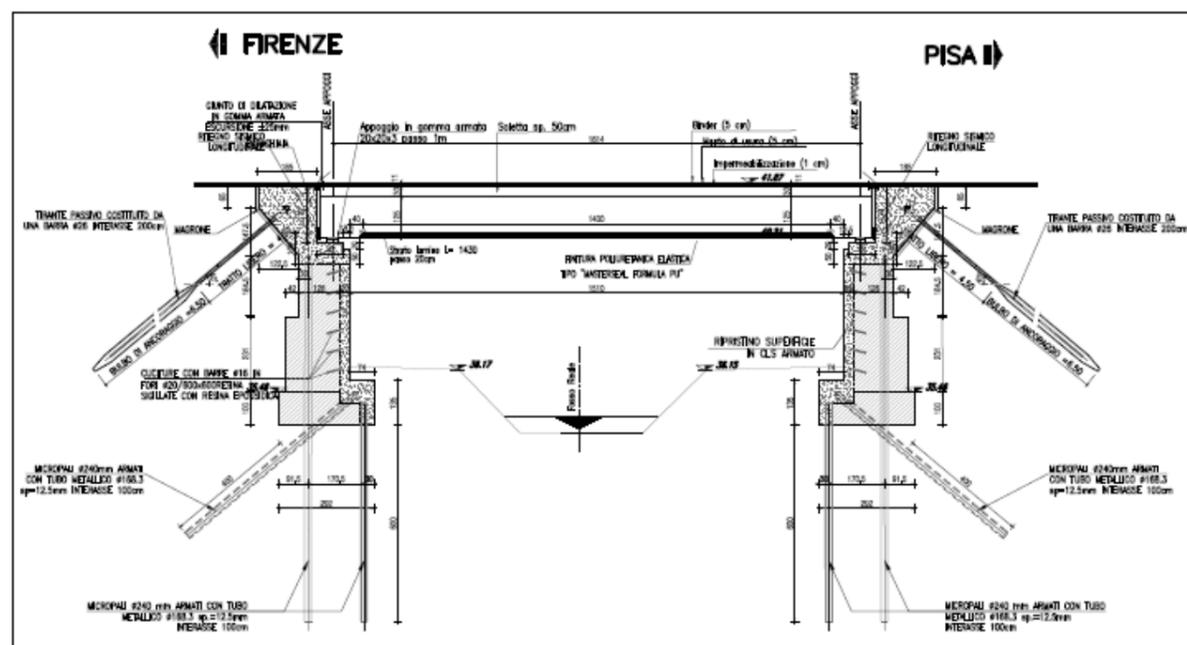


Figura 2-8 - Ponte sul F. Reale. Sezione longitudinale

Ponte sul Torrente Marina

Struttura esistente

Il Ponte, che presenta una forte inclinazione rispetto all'asse autostradale, è formato da due impalcati strutturalmente indipendenti a supporto di ciascuna carreggiata. Quella in direzione Pisa presenta una doppia campata con interposizione di una pila in alveo; quella in direzione Firenze presenta un'unica campata. La luce misurata ortogonalmente alle spalle, allineate per le due carreggiate, misura 16,28 m. L'impalcato a supporto della carreggiata ovest è realizzato mediante travi prefabbricate in c.a. e soletta gettata in opera per uno spessore complessivo pari a 1,05 m; quello in direzione est è costituito da travi prefabbricate in c.a.p. e soletta gettata in opera per uno spessore totale pari a 1,25m.

L'attuale impalcato in direzione ovest presenta già due interventi di successivo allargamento. Se ne prevede comunque la completa demolizione unitamente alla pila centrale. Le spalle su entrambe le carreggiate risultano di tipo massiccio in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo indiretto su pali di piccolo diametro.

Ampliamento.

Si prevede un ampliamento di tipo simmetrico.

Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi:

- Rinforzo flessionale delle attuali travi principali a supporto dell'impalcato direzione Firenze mediante utilizzo di fibre di carbonio fissate all'intradosso impalcato.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante un sistema combinato di micropali e tiranti, integrato da una struttura di placcaggio frontale, congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato con funzione anche di ancoraggio dei tiranti posti in sommità.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione appoggi e giunti.

Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante per uno spessore complessivo pari a 1.2 m. La nuova struttura riguarderà i tratti in ampliamento vero e proprio nonché il tratto di impalcato demolito a supporto dell'attuale carreggiata direzione Pisa. Gli impalcati di nuova realizzazione e quello rinforzato saranno collegati attraverso la soletta di carreggiata.
- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

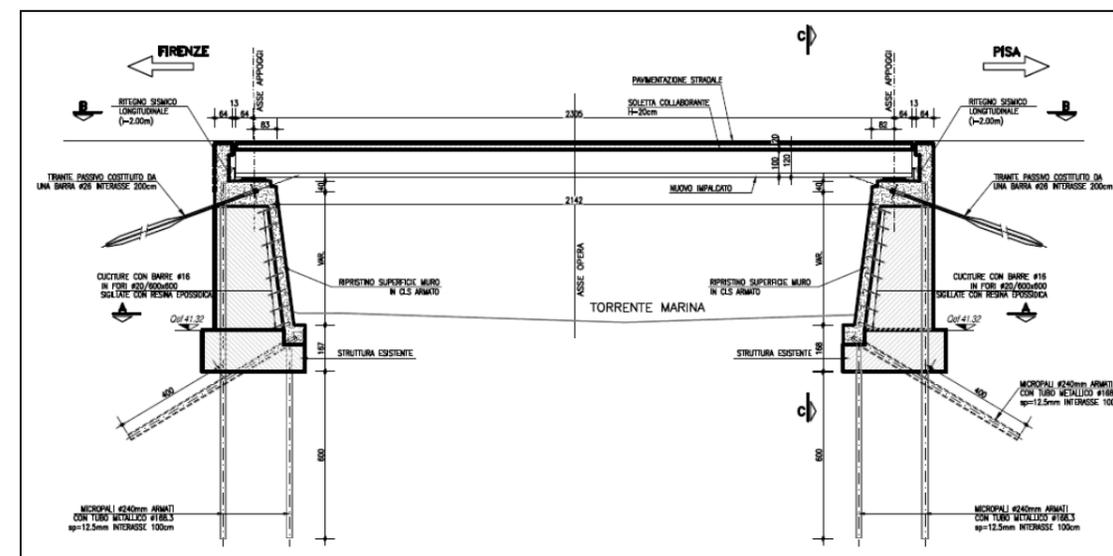


Figura 2-10 - Ponte sul T. Marina. Sezione longitudinale

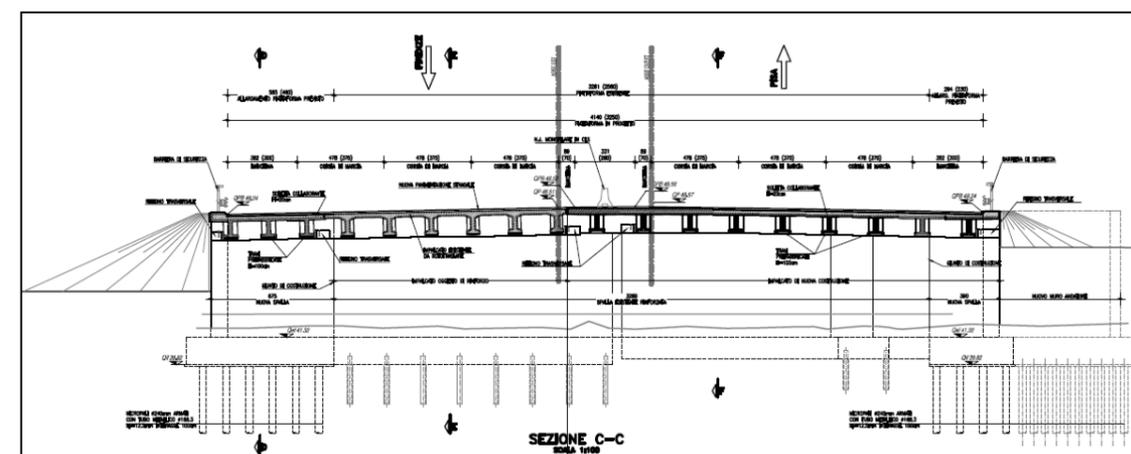


Figura 2-11 - Ponte sul T. Marina. Sezione trasversale.

Ponte sul Torrente Bisenzio

Il manufatto in oggetto, ubicato nel comune di Prato, consta di una struttura principale in calcestruzzo armato costituita da un arco della luce di circa 25.50 m (in retto), realizzata a partire dagli anni 1930 a scavalcare l'alveo del Torrente Bisenzio.

Struttura esistente

Il ponte sul torrente Bisenzio si compone attualmente di tre parti principali affiancate tra loro e realizzate in epoche differenti.

Una prima edificazione risale agli anni 1930, consta di una struttura ad arco in calcestruzzo armato gettata in opera, incastrata alle imposte su spalle massicce anch'esse in calcestruzzo armato.

Successivamente, negli anni 1960, sono state realizzate due strutture della medesima tipologia, in allargamento all'esistente ed alla stessa aderenti sia lato sud, sia a nord.

Il manufatto realizzato negli anni '30 presenta un'inclinazione delle spalle e della sezione di imposta di 11 gradi circa rispetto all'asse stradale, pari a quella dell'allargamento lato nord.

L'allargamento esistente lato sud ha invece un'inclinazione di circa 25°.

La larghezza complessiva trasversale (in retto) misura 24,80 m, di cui 10,30 m competono alla carreggiata Firenze, 11,75 m a quella in direzione Pisa.

Ampliamento

L'ampliamento del piano viabile interessa l'intera lunghezza del manufatto a singola campata.

Le opere in progetto, che prevedono ulteriori allargamenti sia verso sud (larghezza in retto L=10,30 m circa), sia verso nord (L=12,90 m circa), hanno una inclinazione delle spalle e delle sezioni di imposta rispetto all'asse stradale pari a 11° circa (lato nord) e 45° circa (lato sud); la larghezza complessiva d'impalcato risulta, a fine intervento, pari a circa 21,35 m a sud e 25,35 m lato nord.

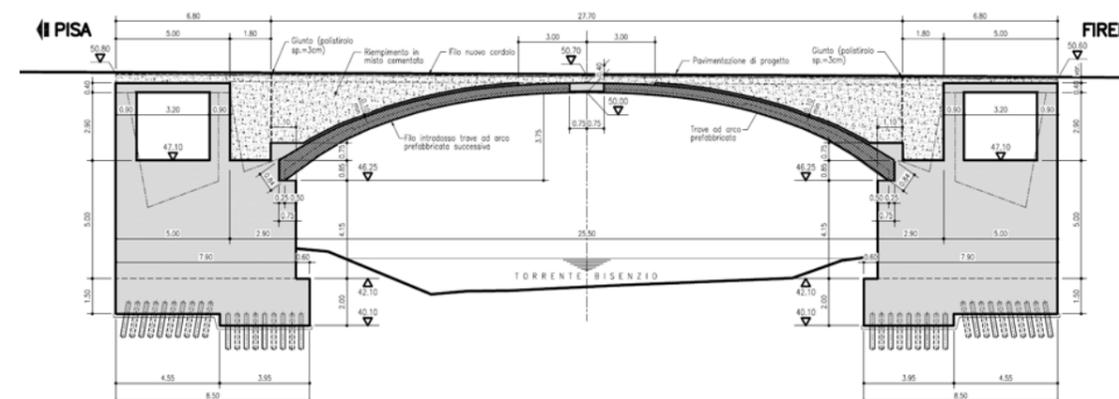


Figura 2-12 - Sezione longitudinale dell'allargamento, lato nord

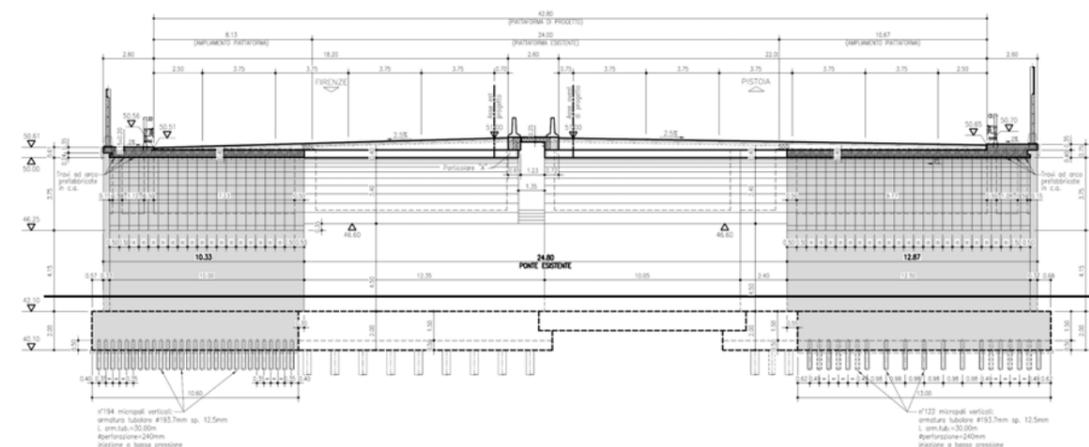


Figura 2-13 - Sezione trasversale dell'impalcato allargato

La struttura dell'arco in progetto è realizzata attraverso l'accostamento di moduli di trave prefabbricati a spessore variabile, aventi l'asse ricurvo a seguire la curvatura dell'arco.

Tutte le travi hanno la medesima carpenteria e lunghezza di circa 14,00 m, misurata sulla corda del semiarco. Il compito delle travi è, in prima fase, di fungere da casseri autoportanti del getto. Le travi, affiancate le une alle altre ed accostate di testa a coppie, sono sostenute da un puntello provvisorio in corrispondenza alla linea di chiave dell'arco.

Una volta maturato il getto in opera, a saturare gli spazi tra le anime delle travi ed a creare una caldana in calcestruzzo armato ad estradosso di spessore minimo 0,10 m, si procede alla rimozione del sostegno provvisorio.

La sezione resistente, costituita dalla collaborazione delle travi prefabbricate e del getto in opera, realizza la struttura dell'arco monolitico, incastrato nelle sezioni di imposta con le spalle.

Lateralmente, rispetto alla sezione trasversale, si realizzano tre setti in calcestruzzo ad altezza variabile e di spessore 0,50 m, che fungono da contenimento del materiale di riempimento da posizionarsi superiormente all'arco e fino alla quota del piano di posa del pacchetto stradale.

A tale scopo si utilizzerà del misto cementato alleggerito avente $\gamma=16$ kN/mc circa.

In corrispondenza al lato esterno degli allargamenti, in cui è prevista la realizzazione di due marciapiedi di larghezza 2,60 m, si getteranno in opera a diretto contatto col misto cementato due solette di connessione tra i setti verticali.

Le spalle in allargamento e le relative fondazioni sono realizzate su sistemi di micropali.

Le spalle, massicce e realizzate con getti in opera di calcestruzzo armato, presentano una cella cava superiore, delimitata da setti verticali sui quattro lati e da una soletta superiore di spessore 0,40 m, gettata su predalles autoportanti in calcestruzzo.

Non sono previsti interventi sulle opere esistenti che risultano strutturalmente non connesse a quelle in progetto.

Viadotto sul Fosso Iolo

Struttura esistente

Il viadotto sul fosso Iolo è una struttura che risale agli anni '60 formata da tre campate con scansione 8,00+14,00+8,00m.

La tipologia di impalcato è differente per la campata centrale e per quelle laterali. Nella prima abbiamo una struttura a 6 travi in c.a. ordinario di dimensioni 0,40x1,00 m e soletta

di 20 cm mentre nelle campate laterali abbiamo una soletta monolitica di 38 cm di spessore.

Lo schema statico vede una struttura isostatica ma con appoggi diretti sulle pile e due selle Gerber che alloggiavano le estremità delle campate laterali.

Gli appoggi non sono presenti e l'impalcato è collegato con spinotti a taglio diametro 26mm sia sulle pile che sulle spalle.

Gli impalcati sono separati per le due carreggiate ma le sottostrutture sono in comune.

In particolare le spalle sono realizzate in c.a. con uno schema a gravità su fondazione diretta mentre le pile sono lamellari di spessore 60 cm, fondate su platea e pali di medio diametro 40 cm.

Ampliamento

L'intervento attuale prevede un ampliamento sui due lati pari a 6,60 m lato carreggiata est ed 8,40 in carreggiata ovest, consentendo l'ampliamento del piano viabile, l'inserimento dei cordoli delle barriere centrali da 70 cm, e cordoli laterali dotati di predisposizione per barriera FOA da 2,60 m. La larghezza della struttura nella situazione post-ampliamento è pari a 37,70 m.

L'impalcato in ampliamento presenta caratteristiche diverse all'ampliamento messo in opera negli anni '60, ed è formato da una struttura composta acciaio-calcestruzzo, con travi a composizione saldate doppio T di altezza pari a 1,00 m. La soletta di nuova realizzazione viene collegata all'esistente tramite inghisaggio di barre d'armatura.

Per le solette delle campate laterali invece si prevede una struttura in acciaio con profili HEB260 accostati e soletta di completamento di 20cm.

Le spalle in ampliamento vengono dotate di tiranti passivi e presentano una geometria simile all'esistente. Inoltre nella zattera di fondazione sono previsti micropali in acciaio.

Le spalle esistenti vengono dotate di un placcaggio in ca con tiranti di tipo passivo e viene realizzato il nuovo paraghiaia.

Le pile vengono realizzate mediante un fusto in ca a lama fondate su pali di grosso diametro ϕ 1'000.

Le apparecchiature di appoggio previste sono di tipo metallico. Per riprodurre lo schema statico attuale si prevedono di tipo fisso e unidirezionale trasversali; si prevede inoltre l'adozione di ritegni sismici realizzati con mensole in c.a. sulle pile.

Per le campate esistenti della struttura anni '60 si prevede il rinforzo a flessione/taglio mediante lamelle/tessuti in CFRP.

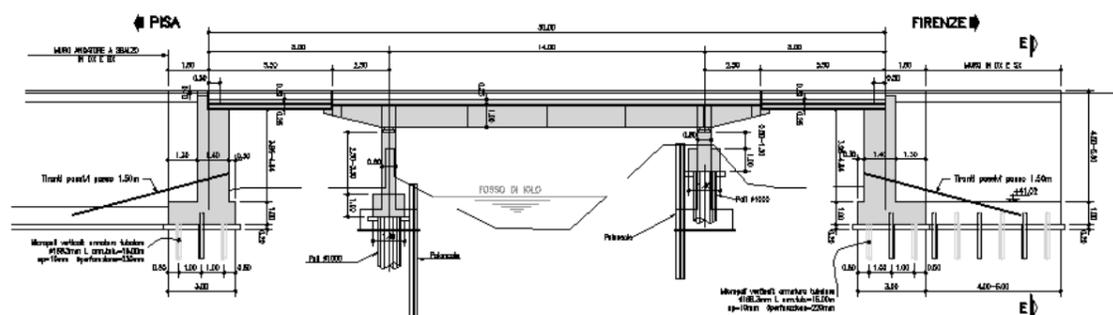


Figura 2-14 - Viadotto sul F. Iolo. Sezione longitudinale

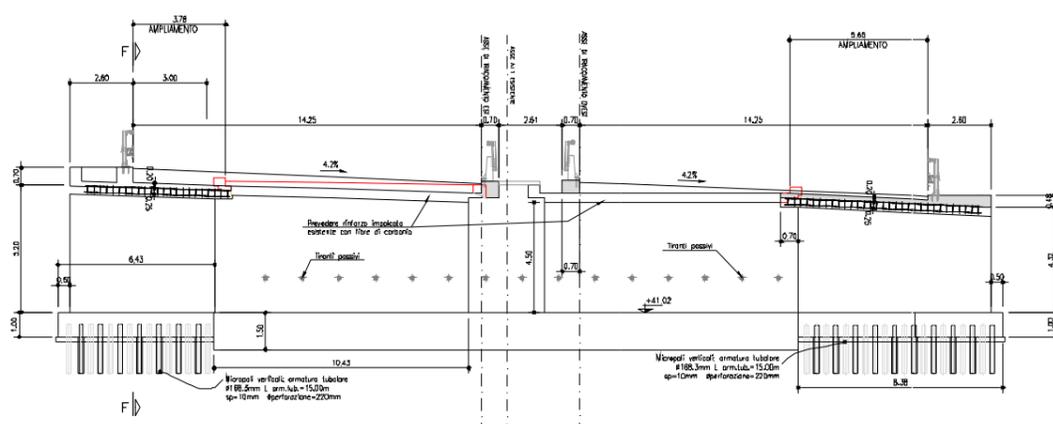


Figura 2-15 - Viadotto sul F. Iolo. Sezione trasversale

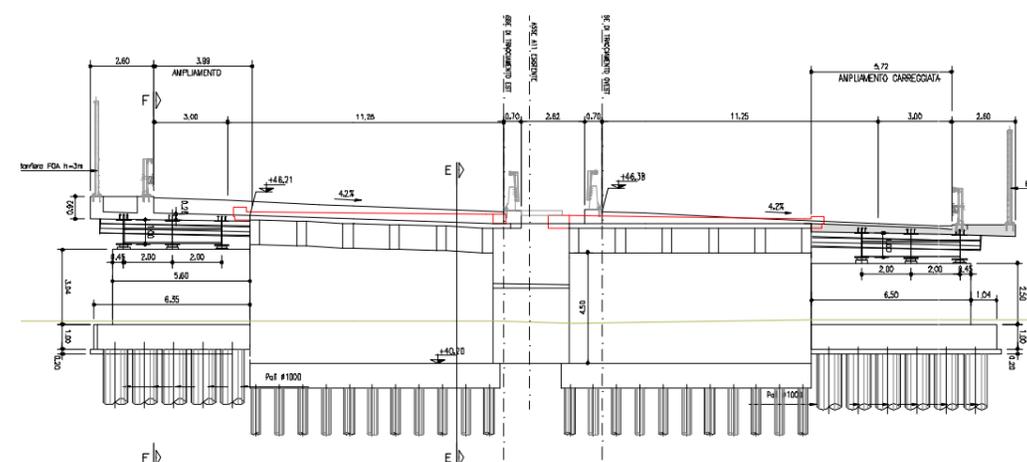


Figura 2-16 - Viadotto sul F. Iolo. Sezione trasversale.

Ponte sul torrente Bagnolo Bardena

Struttura esistente

Il ponte sul torrente Bagnolo Bardena è una struttura che risale agli anni '60 formata da tre campate con scansione 6,00+12,00+6,00m.

La tipologia di impalcato è a solettoni continui a tre campate di spessore costante pari a 60 cm. Il collegamento tra l'impalcato e le pile-spalle è costituito da spinotti di diametro pari a 26 mm.

Gli impalcati sono separati per le due carreggiate ma le sottostrutture sono in comune.

In particolare le spalle sono realizzate in c.a. con uno schema spalla-passante su fondazione diretta mentre le pile sono lamellari di spessore pari a 50 cm fondate su platea e pali di medio diametro di 400 mm.

Ampliamento

Per ragioni legate alle dimensioni della ricarica e della continuità dell'esercizio durante le fasi esecutive, si è previsto di realizzare un nuovo impalcato sia per la parte in ampliamento che per quella esistente. La struttura è prevista realizzata con una tipologia acciaio-clc eseguita con profili HEB260 accostati e soletta di completamento di 20cm. Le spalle in ampliamento vengono dotate di tiranti passivi e, limitatamente alla porzione esistente, invariate con il solo rifacimento del paraghiaia. Le nuove spalle, verranno fondate su micro-

pali in acciaio mentre le pile su pali di grosso diametro ($\phi=1'000$ mm) collegati in sommità tramite un setto a lama.

Le apparecchiature di appoggio previste sono di tipo metallico e si prevede inoltre l'adozione di ritegni sismici realizzati con mensole in c.a. sulle pile.

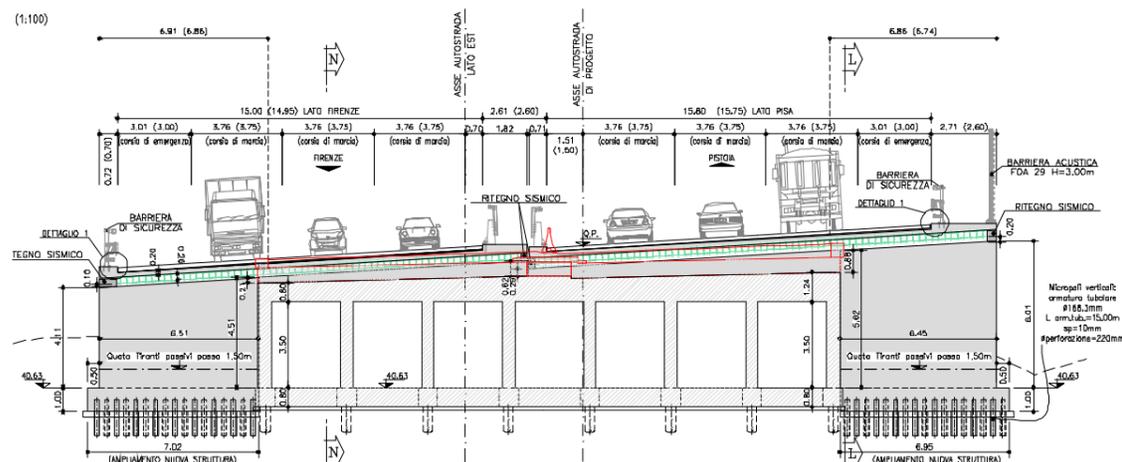


Figura 2-17 - Ponte sul T. Bagnolo Bardena. Sezione trasversale

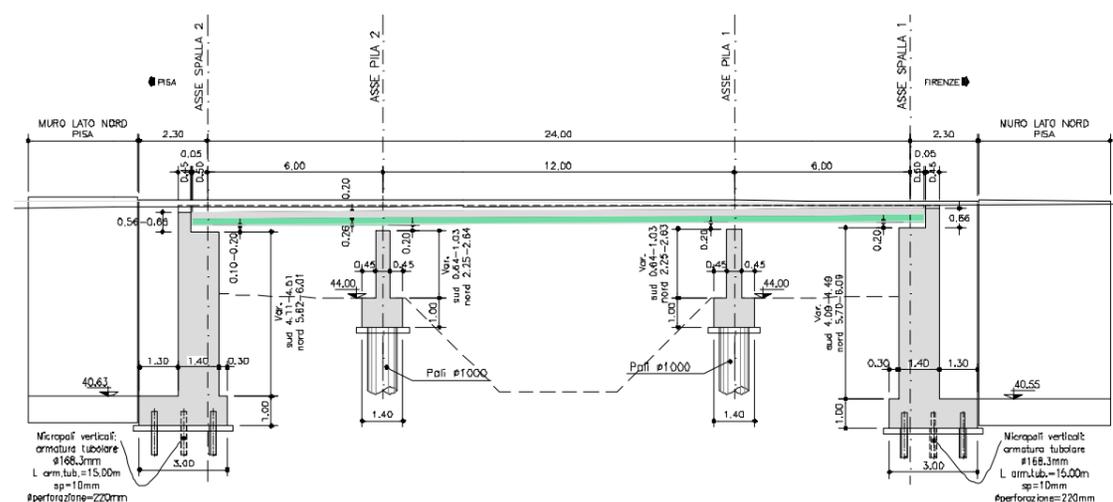


Figura 2-18 - Ponte sul T. Bagnolo Bardena. Sezione longitudinale

Ponte sul torrente Calice

Struttura esistente

La struttura ha uno schema statico differente a seconda della direzione delle carreggiate. In particolare in direzione Firenze si individuano in totale 5 campate che presentano la seguente scansione: 7+3,4+25,1+1,5+5, mentre in direzione Pistoia si individuano le seguenti scansioni: 7+7,9+15,85+5,46+5,12.

Le scansioni multiple degli implacati sono funzionali allo scavalco di due strade comunali e del torrente Calice. Le luci piccole vengono scavalcate con dei solettoni in c.a. mentre la campata che attraversa il torrente è costituita da travi in c.a.p.. L'opera ha subito un intervento di ampliamento negli anni '60 e la carreggiata in direzione Pistoia, costruita negli anni '30, è stata sovralzata impostando sulle spalle di approccio ai rilevati e sulle pile spalle di campata le nuove strutture.

Le spalle sono in calcestruzzo semplice a gravità mentre le fondazioni sono di tipo superficiale. Le pile spalle individuate nella carreggiata direzione Firenze sono costituite da un paramento verticale e una zattera di fondazione impostata su pali presumibilmente tipo SCAC, mentre le pile spalle della carreggiata direzione Pistoia sono di tipo a gravità con fondazione superficiale.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 10 m per entrambe le direzioni.

Ampliamento

L'intervento di riqualifica del tratto autostradale prevede sia un ampliamento della struttura esistente che la realizzazione di nuovi implacati.

L'intervento di ampliamento viene effettuato nella carreggiata direzione Firenze ed è costituito nella sostituzione delle campate di approccio al rilevato con la realizzazione di un nuovo impalcato realizzato con travi in c.a.p. accostate e soletta con luci massime di 10 m, mentre per il tratto che scavalca il torrente sono state previste travi in c.a.p. di altezza pari a 1,35 m di luce 24,0 m. La soletta di spessore 0,25 m viene collegata alla soletta esistente mediante opportuna armatura. Per la campata esistente è stato necessario rinforzare le travi mediante placcaggio di lamine di fibre di carbonio sia sulle travi che sui traversi di campata.

Le spalle in ampliamento di approccio ai rilevati sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti. Inoltre esse sono state dotate anche di tiranti passivi. Le pile spalle invece sono state previste con pali di grosso diametro ($\Phi = 1200$ mm) collegati ad un pulvino sommitale.

Le spalle esistenti sono state oggetto dei seguenti interventi: rifacimento paraghiaia, realizzazione di un placcaggio del paramento di spessore massimo pari a 0,4 m, realizzazione di tiranti passivi (solo per le spalle di approccio ai rilevati) e allargamento della fondazione mediante cordolatura. Inoltre per le spalle datate anno '30 sono state previste delle armature opportunamente inghisate al livello della zona di attacco tra paramento e fondazione.

L'intervento sulla carreggiata direzione Pistoia invece è stato previsto sostituendo sia gli impalcati di approccio alle spalle di rilevato e sia l'impalcato che scavalca il torrente. La soluzione prevista è la medesima descritta per la carreggiata direzione Firenze. La soletta di spessore 0,25 m viene realizzata solo sulle travi in tal modo le campate sede delle due vie di corsa risultano strutturalmente indipendenti.

Le spalle in ampliamento di approccio ai rilevati sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti. Inoltre esse sono state dotate anche di tiranti passivi. Le pile spalle invece sono state previste con pali di grosso diametro ($\Phi = 1200$ mm) collegati ad un pulvino sommitale.

Per le spalle esistenti sono state previsti gli stessi interventi descritti in precedenza.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 14,95 per entrambe le vie di corsa. La delimitazione delle carreggiate è costituita da semplici cordoli che allocano le barriere di sicurezza anti-svio.

Le apparecchiature di appoggio esistenti presumibilmente sono di tipo in neoprene. In funzione del grado di invecchiamento del materiale, si è previsto la sostituzione con appoggi in neoprene armato; si prevede inoltre l'adozione di ritegni sismici realizzati in c.a. sulle sia sulle spalle che sulle pile-spalle. Inoltre è stato previsto anche la sostituzione dei giunti adottando la tipologia di giunti a tampone.

Le figure seguenti riportano la configurazione finale dell'opera

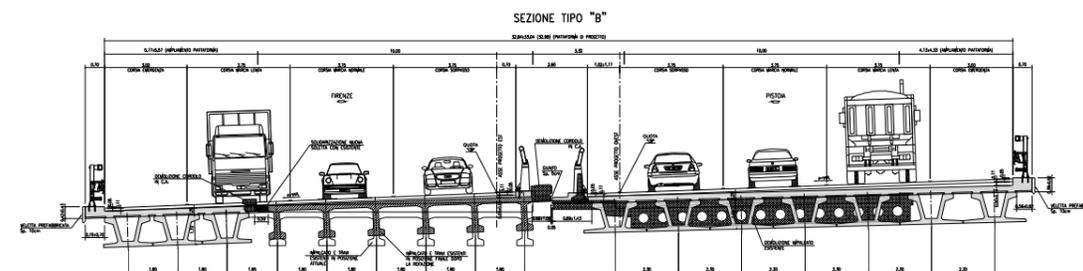


Figura 2-19 - Sezioni impalcato in ampliamento su pile spalle.

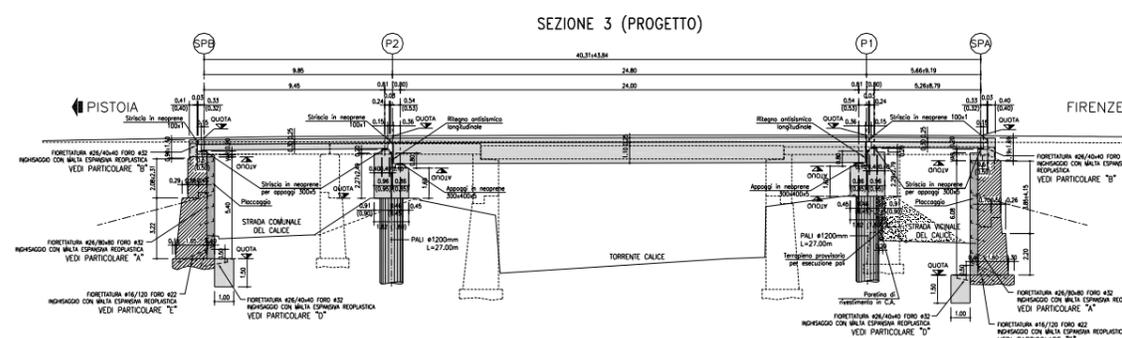


Figura 2-20 - Sezione longitudinale impalcato di nuova realizzazione

Sottovia Strada Comunale Cantone

Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato su due campate isostatiche realizzate mediante una soletta in c.a. di spessore pari a 50 cm e luci nette di circa 5 m. La pila centrale e le due spalle sono costituite da strutture massicce in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo diretto.

Ampliamento.

Si prevede un ampliamento di tipo simmetrico.

Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi:

- Rinforzo flessionale della attuale piastra di carreggiata mediante utilizzo di fibre di carbonio fissate all'intradosso impalcato.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante un sistema combinato di micropali e tiranti, integrato da una struttura di placcaggio frontale congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato (par ghiaia e pulvino) con funzione anche di ancoraggio dei tiranti posti in sommità.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione appoggi e giunti

Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati mediante un getto in opera di spessore pari a 50 cm per la formazione delle due campate isostatiche successive. Gli impalcati verranno collegati trasversalmente mediante cuciture armate.
- Realizzazione di spalle e pile tradizionali in c.a., riprendendo le geometrie di quelle esistenti, solidarizzate a queste attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

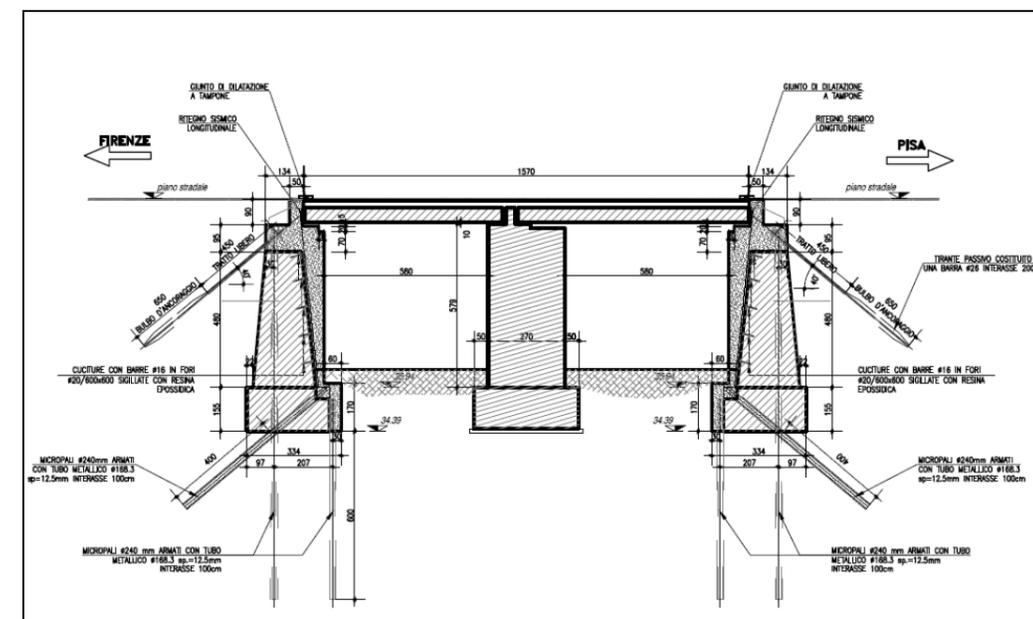


Figura 2-21 - Sottovia S.C. Cantone. Sezione longitudinale

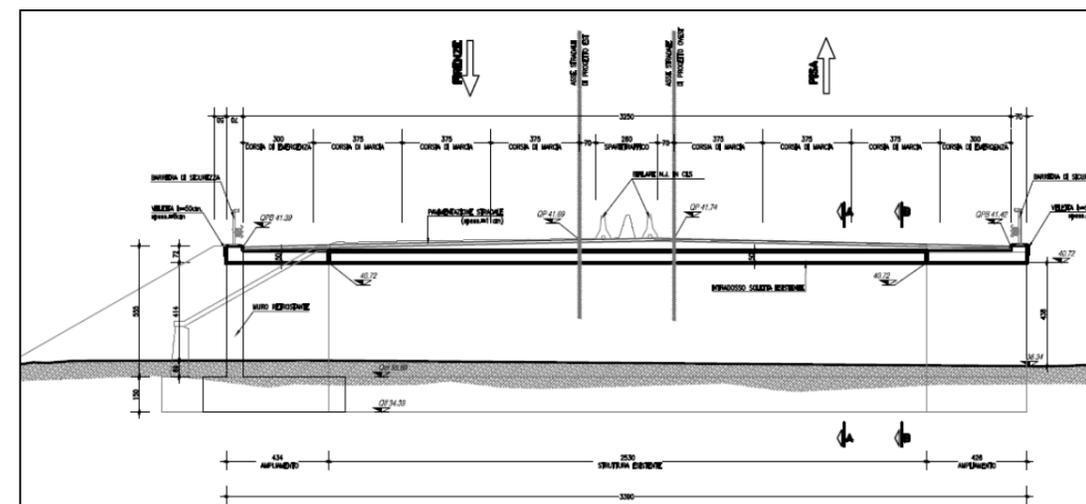


Figura 2-22 - Sottovia S.C. Cantone. Sezione trasversale

Sottovia SS325

Struttura esistente

La struttura ha uno schema statico in semplice appoggio per entrambe le carreggiate. In particolare in direzione Firenze si individua una campata di luce 22,2 m, mentre in direzio-

ne Pistoia si individua una campata di luce minore di 12,0 m che si collega con una struttura scatolare in c.a..

Le scansioni dei due impalcati sono funzionali allo scavalco sia di una strada denominata SS 325 Lucchese e sia di un fosso denominato Gora di Prato. Entrambe le luci vengono scavalcate da travate in c.a.p. per entrambe le carreggiate. L'opera ha subito un intervento di ampliamento negli anni '60 e la carreggiata in direzione Pistoia, costruita negli anni '30, è stata dotata di un impalcato in c.a.p.. Contemporaneamente è stata realizzata anche la campata che ospita la via di corsa direzione Firenze.

Le spalle sono in calcestruzzo semplice a gravità mentre le fondazioni sono di tipo superficiale. Le spalle individuate nella carreggiata direzione Firenze sono costituite da un paramento verticale e una zattera di fondazione impostata su pali presumibilmente tipo SCAC, mentre le spalle della carreggiata direzione Pistoia sono in calcestruzzo a gravità.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 10,11 m in direzione Firenze e 11,36 m in direzione Pistoia.

Ampliamento

L'intervento di riqualifica del tratto autostradale prevede sia un ampliamento della struttura esistente che la realizzazione di un nuovo implacato.

L'intervento di ampliamento viene effettuato nella carreggiata direzione Firenze ed è costituito realizzando un nuovo impalcato con travi in c.a.p. di altezza pari a 0,8 m di luce 21,4 m. La soletta di spessore 0,25 m viene collegata alla soletta esistente mediante opportuna armatura.

Le spalle in ampliamento sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti.

Le spalle sono state oggetto dei seguenti interventi: rifacimento paraghiaia, realizzazione di un placcaggio del paramento di spessore 0,1 m, realizzazione di tiranti passivi e allargamento della fondazione mediante cordolatura.

L'intervento sulla carreggiata direzione Pistoia invece è stato previsto ricostruendo sia l'impalcato che le spalle. La soluzione prevista è la medesima descritta per la carreggiata

direzione Firenze ad eccezione delle spalle che in direzione Pistoia esse sono state previste con pali di grosso diametro ($\Phi = 1200$ mm) collegati ad un pulvino sommitale.

La soletta di spessore 0,25 m viene realizzata solo sulle travi in tal modo le campate sede delle due vie di corsa risultano strutturalmente indipendenti.

Le spalle in ampliamento sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti. Inoltre esse sono state dotate anche di tiranti passivi.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 18,2 m in direzione Firenze e di 18,65 in direzione Pistoia. La sede stradale risulta essere tale da dover prevedere le vie di corsa per le rampe di entrata ed uscita dello svincolo di Prato est. La delimitazione delle carreggiate è costituita da semplici cordoli che allocano le barriere di sicurezza anti-svio e all'esterno degli impalcati è previsto un cordolo di 2,5 m che riporta sulla sua estremità la barriera FOA.

Le apparecchiature di appoggio esistenti presumibilmente sono di tipo in neoprene. In funzione del grado di invecchiamento del materiale, si è previsto la sostituzione con appoggi in neoprene armato; si prevede inoltre l'adozione di ritegni sismici realizzati in c.a. sulle spalle. Inoltre è stato previsto anche la sostituzione dei giunti adottando la tipologia di giunti a tampone.

Le figure seguenti riportano la configurazione finale dell'opera

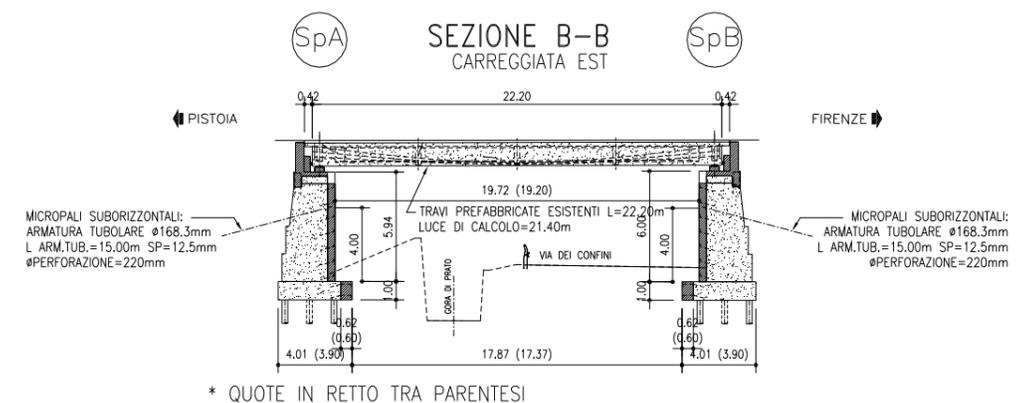


Figura 2-23 - Sezioni longitudinale implacato con spalle

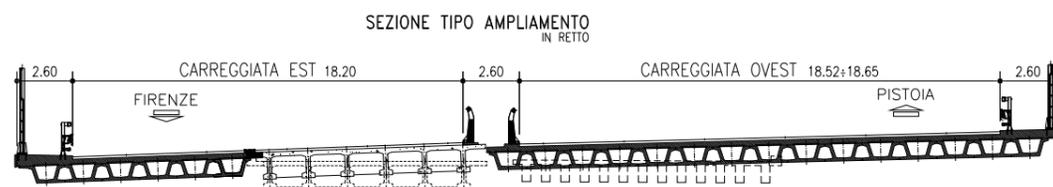


Figura 2-24 - Sezione trasversale impalcato in ampliamento

Sottovia di svincolo Prato Est

Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato a campata unica di luce netta pari a 14,30 m costituito da un solettone alleggerito precompresso di spessore pari a 0,60 m. Le spalle sono a struttura massiccia in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo indiretto su pali di piccolo diametro.

Ampliamento

Si prevede un ampliamento di tipo asimmetrico funzionale anche alla corsia di accelerazione in direzione Firenze dello svincolo di Prato est.

Soluzione progettuale

L'intervento proposto prevede la sostituzione integrale degli impalcati su entrambe le carreggiate. Tale soluzione prevede, per l'impalcato della carreggiata ovest, travi accostate in cap di luce pari a 20,30 m ed altezza di 0,80 m e soletta collaborante di 0,20 m. Le spalle sono realizzate con pali di grosso diametro realizzate a monte delle spalle esistenti e collegate in sommità da un pulvino con tirante passivo.

L'impalcato della carreggiata est è previsto con travi accostate in cap di luce pari a 15,30 m ed altezza di 0,60 m e soletta collaborante di 0,20 m.

Le spalle anch'esse di nuova realizzazione, in questo caso, sono previste in ca a paramento verticale e zattera di fondazione su micropali in acciaio.

Si prevede inoltre la realizzazione di ritegni sismici trasversali e longitudinali ed il posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

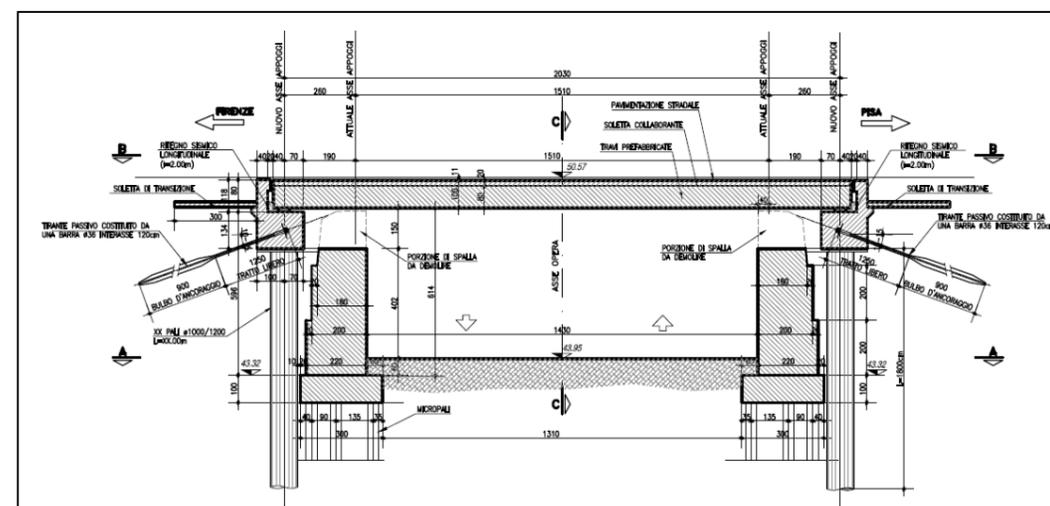


Figura 2-25 - Sottovia di svincolo Prato est. Sezione longitudinale

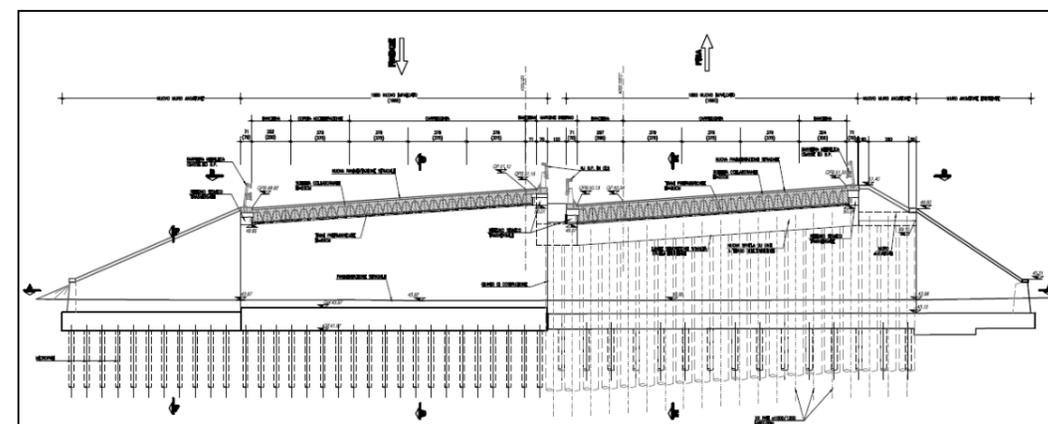


Figura 2-26 - Sottovia di svincolo Prato est. Sezione trasversale

Sottovia via del Ferro

Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato a campata unica di luce pari a 8,28 m costituito da travi prefabbricate in c.a. e soletta collaborante per una altezza totale pari a 0,80 m (0,60 m + 0,20 m). Le spalle presentano una struttura massiccia in calcestruzzo non armato e fondazioni dirette.

Ampliamento

Si prevede un ampliamento di tipo asimmetrico.

Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi:

- Collegamento al centro degli impalcati previa demolizione dei cordoli, inserimento di una nuova trave di egual altezza e soletta di collegamento tra i due impalcati.
- Rinforzo flessionale delle attuali travi principali mediante utilizzo di fibre di carbonio poste all'intradosso dell'impalcato.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante un sistema combinato di micropali e tiranti integrato da una struttura di placcaggio frontale congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato con funzione anche di ancoraggio dei tiranti posti in sommità.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione di appoggi e giunti.

Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi comprende una roto-traslazione dell'impalcato dovuta all'adeguamento alla nuova livelletta stradale:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a. e soletta collaborante contenuti negli stessi spessori dell'esistente. I due impalcati di nuova realizzazione verranno collegati agli impalcati esistenti mediante una soletta di giunzione.
- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali in acciaio.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

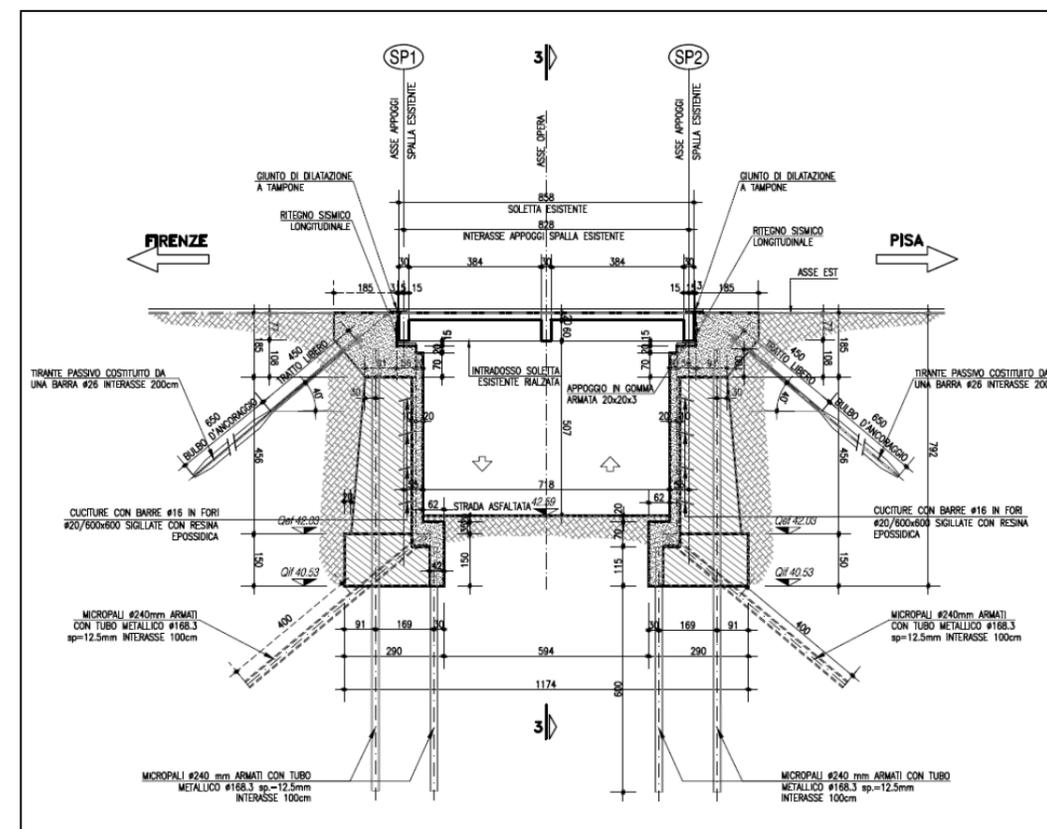


Figura 2-27 - Sottovia di via del Ferro. Sezione longitudinale

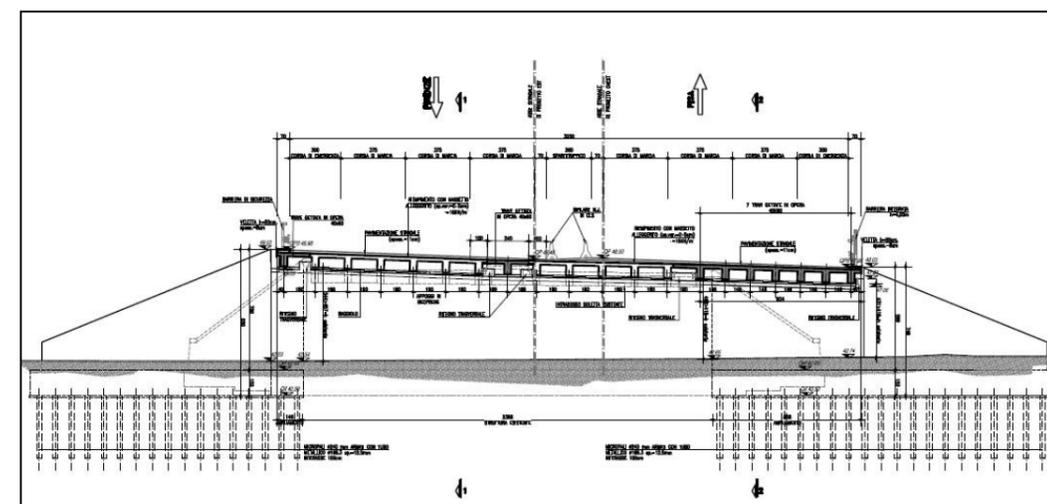


Figura 2-28 - Sottovia di via del Ferro. Sezione trasversale

Sottovia via Roma

Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato a campata unica costituito da un solettone alleggerito in c.a.p. di spessore pari a 60 cm su una luce (interasse appoggi) pari a 14.50 m. Le spalle presentano una struttura massiccia in calcestruzzo non armato con fondazioni dirette.

Ampliamento

Si prevede un ampliamento di tipo asimmetrico.

Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi e comprende una roto-traslazione dell'impalcato per l'adeguamento alla nuova livelleta stradale:

- Collegamento al centro degli impalcati previa demolizione dei cordoli, inserimento di due nuove travi prefabbricate in c.a.p e realizzazione di una nuova soletta in c.a come prolungamento di quelle attuali.
- Rinforzo flessionale delle attuali travi principali mediante utilizzo di fibre di carbonio fissate all'intradosso impalcato.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante un sistema combinato di micropali e tiranti integrato da una struttura di placcaggio frontale congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato con funzione anche di ancoraggio dei tiranti posti in sommità.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione di appoggi e giunti.

Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante contenuti nello spessore massimo di 80 cm fino ad un minimo di 71 cm. L'impalcato in ampliamento sarà collegato all' esistente mediante soletta di giunzione.

- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

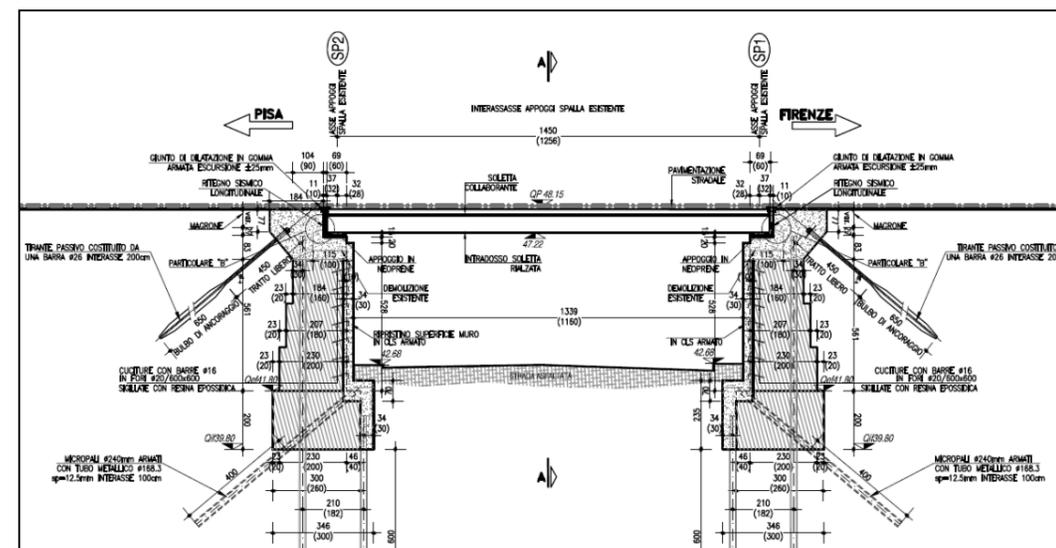


Figura 2-29 - Sottovia di via Roma. Sezione longitudinale

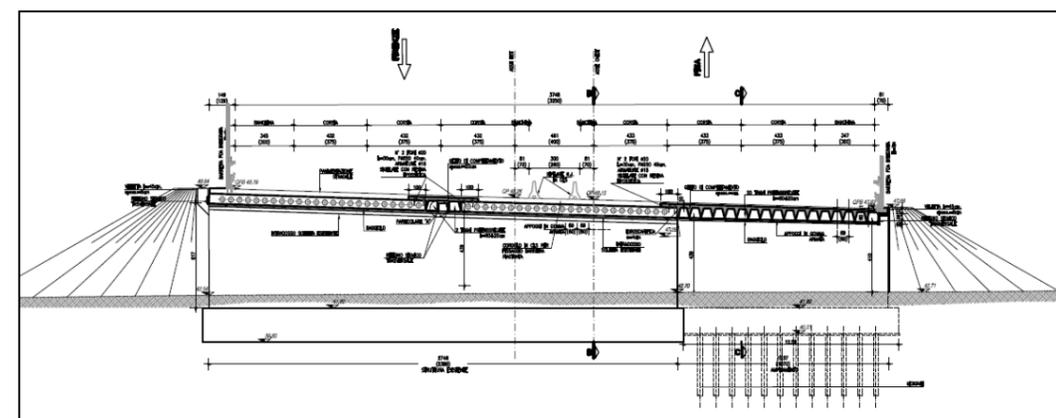


Figura 2-30 - Sottovia di via Roma. Sezione trasversale

Sottovia via XI settembre

Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato a campata unica costituito da un graticcio di travi in c.a. su una luce (interasse appoggi) pari a 9,70 m. Le spalle presentano una struttura massiccia in calcestruzzo non armato con fondazioni dirette.

Ampliamento

Si prevede un ampliamento di tipo simmetrico.

Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi e comprende una roto-traslazione dell'impalcato per l'adeguamento alla nuova livelletta stradale:

- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante un sistema combinato di micropali e tiranti integrato da una struttura di placcaggio frontale congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione di appoggi e giunti.

Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante contenuti nello spessore di 70 cm. L'impalcato in ampliamento sarà collegato all' esistente mediante soletta di giunzione.
- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali in acciaio.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

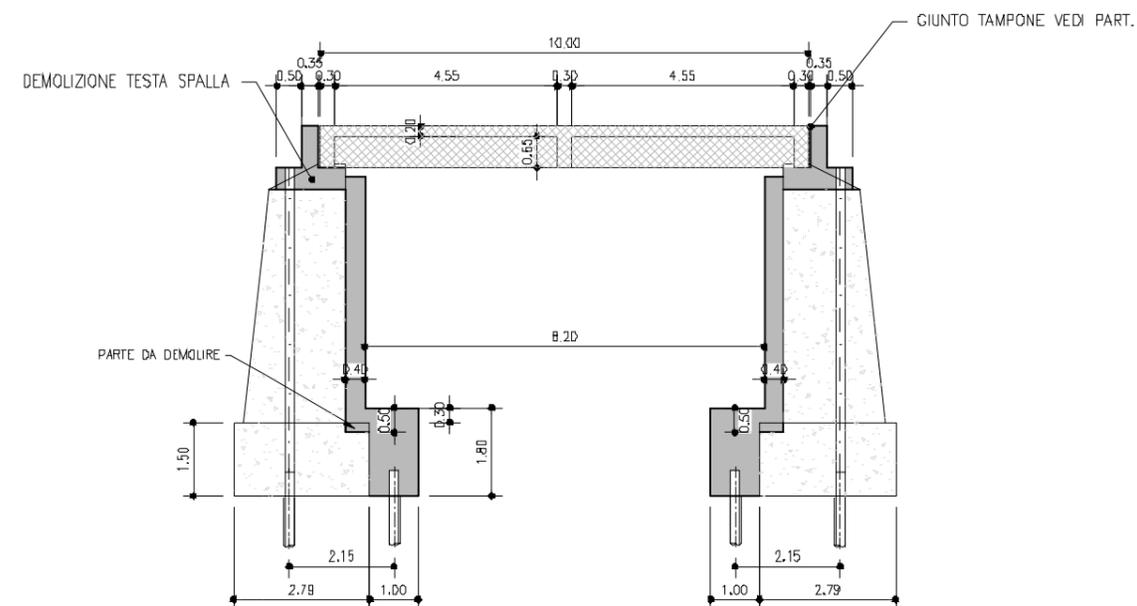


Figura 2-31 - Sottovia di via XI Settembre. Sezione longitudinale

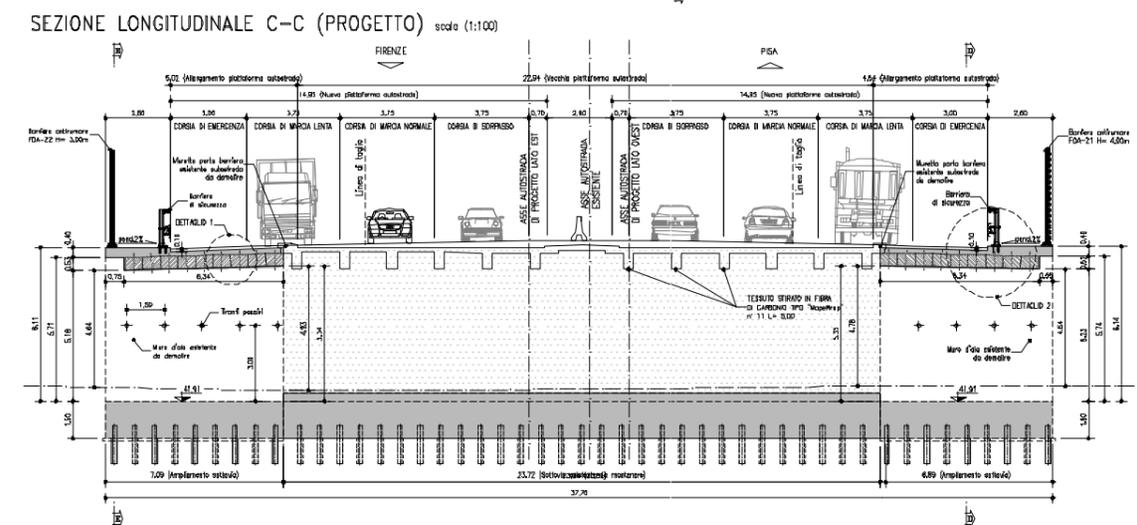


Figura 2-32 - Sottovia di via XI Settembre. Sezione trasversale

Sottovia alla progr. km 12+231 (Nuovo PRG)

Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato a campata unica costituito da un solettone alleggerito in c.a.p. di spessore pari a 60 cm su una luce (interasse appoggi) pari a 16,80 m. Le

spalle presentano una struttura massiccia in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo diretto.

Ampliamento

Si prevede un ampliamento di tipo asimmetrico.

Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi e comprende una roto-traslazione dell'impalcato per aderire meglio alla nuova livelletta stradale:

- Collegamento al centro degli impalcati previa demolizione dei cordoli, inserimento di due nuove travi prefabbricate in c.a.p e realizzazione di una nuova soletta in c.a come prolungamento di quelle attuali.
- Rinforzo flessionale delle attuali travi principali mediante utilizzo di fibre di carbonio fissate all'intradosso impalcato.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante un sistema combinato di micropali e tiranti integrato da una struttura di placcaggio frontale congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato con funzione anche di ancoraggio dei tiranti posti in sommità.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione di appoggi e giunti.

Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante contenuti nello spessore massimo di 82 cm (60 cm di trave e 22 cm di soletta). L'impalcato in ampliamento sarà collegato agli esistenti attraverso una cucitura con barre d'armatura al livello della soletta.
- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

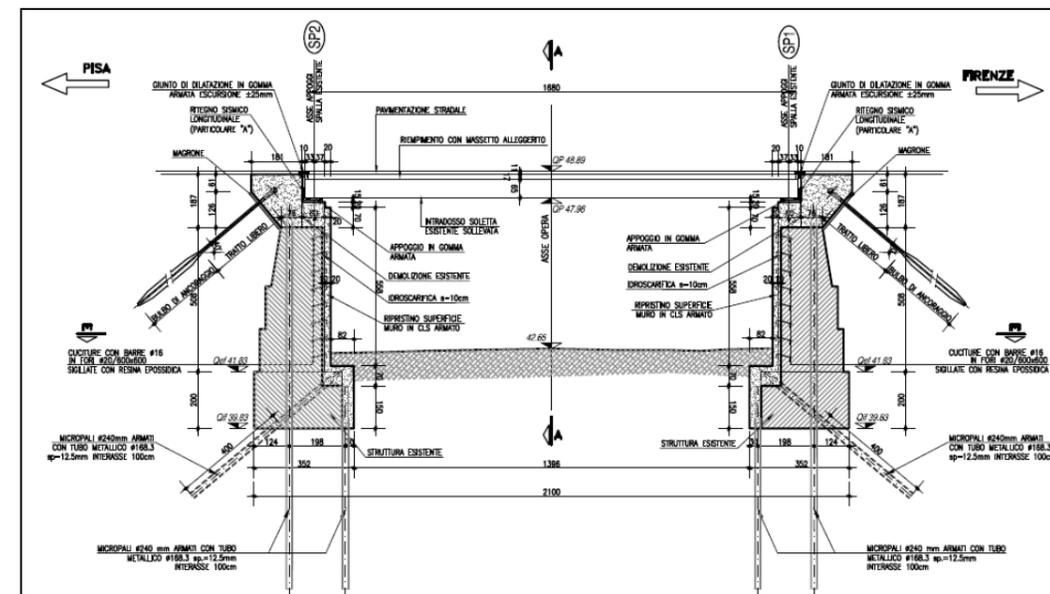


Figura 2-33 - Sottovia nuovo PRG. Sezione longitudinale

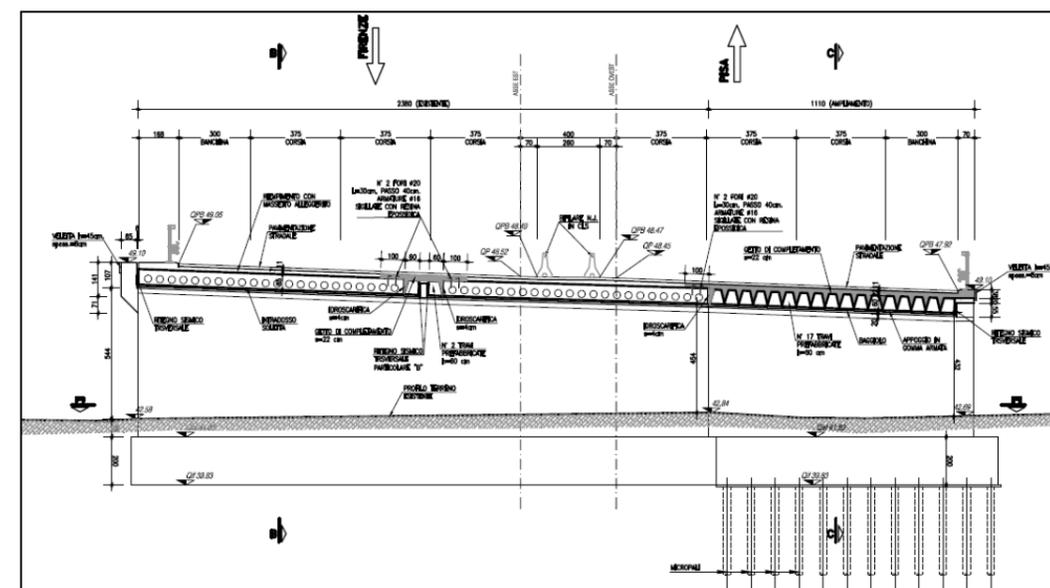


Figura 2-34 - Sottovia nuovo PRG. Sezione trasversale

Sottovia Campestre

Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato a campata unica costituito da un solettone alleggerito in c.a.p. di spessore pari a 60 cm su una luce (interasse appoggi) pari a 9,60 m. Le

spalle presentano una struttura massiccia in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo diretto.

Struttura in ampliamento

Si tratta di un intervento di ampliamento pressoché simmetrico realizzato con la sostituzione integrale dell'impalcato per entrambe le carreggiate. I nuovi impalcati verranno realizzati con travetti in CAP accostati e completati successivamente con una soletta collaborante di spessore pari a 20 cm. Il pulvino esistente viene adeguato per appoggiare la nuova soletta all'inclinazione corretta e per ospitare gli appoggi in neoprene.

Le spalle esistenti vengono rinforzate con un placcaggio e tiranti passivi, le fondazioni vengono allargate e provviste di micropali.

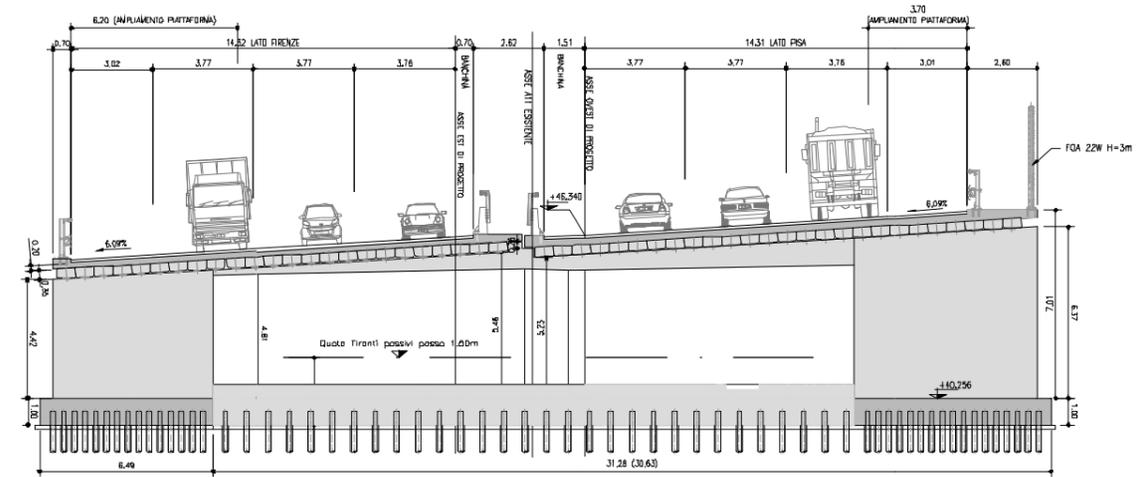


Figura 2-36 - Sottovia via Campestre. Sezione trasversale

Sottovia seconda tangenziale Ovest di Prato

Struttura esistente

La struttura, prevista alla progressiva 17+830, è in fase di realizzazione, ed è formata da un impalcato a luce unica di lunghezza pari a 21,30 m, formato da travi a T accostate ad ala larga, poggiate su pali-spalla di grande diametro. Sono attualmente previste due sovrastrutture, pressoché identiche, separate da un giunto longitudinale in corrispondenza dello spartitraffico centrale.

Struttura in ampliamento

La struttura è stata già progettata nell'ottica del futuro ampliamento di carreggiata, e pertanto non richiede interventi di ampliamento. Si rende però necessaria la modifica della pendenza trasversale, che, attualmente del 3%. L'allineamento dello spartitraffico centrale si sposta leggermente verso la carreggiata in direzione Firenze.

La messa a pendenza verrà effettuata quindi mediante rotazione dei due semiimpalcati e realizzazione di un sopralzo in c.a. sul piano spalla e conseguente rifacimento del paraghiaia. L'attuale giunto longitudinale permane al di fuori delle due carreggiate, anche dopo lo spostamento dello spartitraffico.

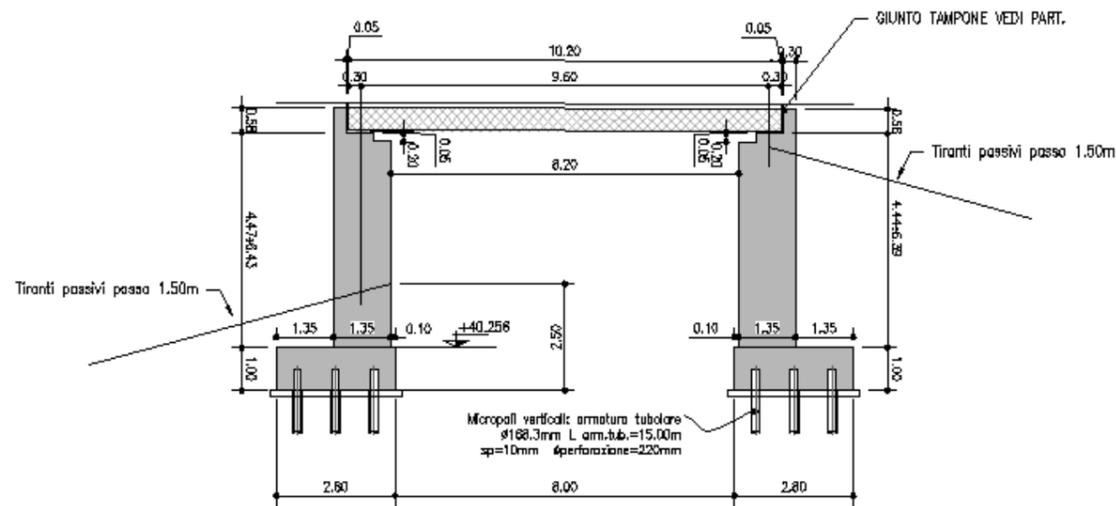


Figura 2-35 - Sottovia via Campestre. Sezione longitudinale

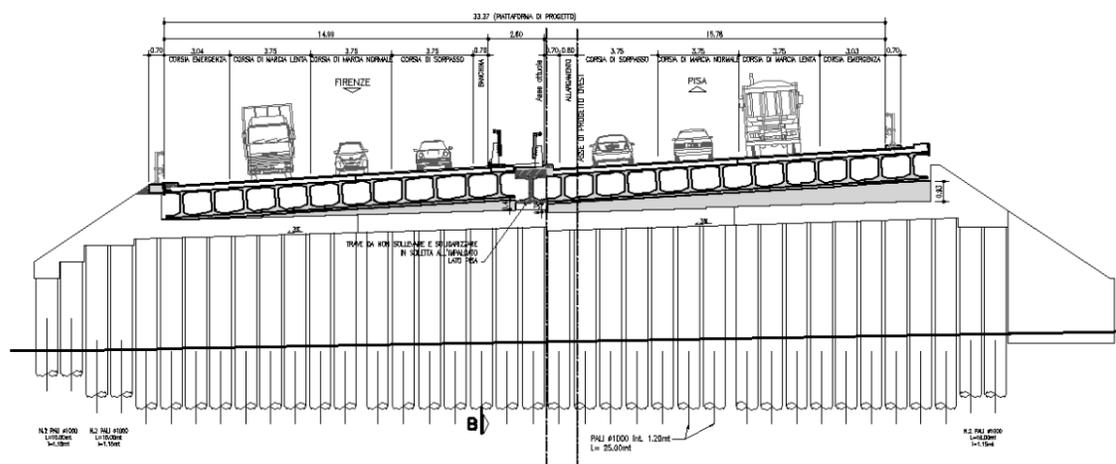


Figura 2-37 - Sottovia seconda tangenziale Ovest di Prato. Sezione trasversale

Sottovia SR 66

Struttura esistente

La struttura ha uno schema statico in semplice appoggio per entrambe le carreggiate. In particolare in direzione Firenze si individua una campata di luce 21,5 m, mentre in direzione Pistoia si individua una campata di luce minore (12,0 m) che si collega con una struttura ad arco in muratura.

Le scansioni dei due impalcati sono funzionali allo scavalco sia di una strada denominata SR 66 Pistoiese e sia di un fosso denominato canale Brusigliano. Entrambe le luci vengono scavalcate da travate in c.a. per la carreggiata direzione Firenze e da travate in c.a.p. e struttura ad arco in muratura per la carreggiata direzione Pistoia. L'opera ha subito un intervento di ampliamento negli anni '60 e la carreggiata in direzione Pistoia, costruita negli anni '30, è stata dotata di un impalcato in c.a.p.. Contemporaneamente è stata realizzata anche la campata che ospita la via di corsa direzione Firenze.

Le spalle sono in calcestruzzo semplice a gravità mentre le fondazioni sono di tipo superficiale. Le spalle individuate nella carreggiata direzione Firenze sono costituite da un paramento verticale e una zattera di fondazione impostata su pali presumibilmente tipo SCAC, mentre le spalle della carreggiata direzione Pistoia sono su di un lato in muratura e sul lato opposto in calcestruzzo a gravità.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 16.34 m in direzione Firenze e 16.17 m in direzione Pistoia.

Ampliamento

L'intervento di riqualifica del tratto autostradale prevede sia un ampliamento della struttura esistente che la realizzazione di un nuovo impalcato.

L'intervento di ampliamento viene effettuato nella carreggiata direzione Firenze ed è costituito realizzando un nuovo impalcato con travi in c.a.p. di altezza pari a 0,8 m di luce 21,5 m. La soletta di spessore 0,25 m viene collegata alla soletta esistente mediante opportuna armatura. Per la campata esistente è stato necessario rinforzare le travi mediante placaggio di lamine di fibre di carbonio sia sulle travi che sui traversi di campata.

Le spalle in ampliamento sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti. Inoltre esse sono state dotate anche di tiranti passivi.

Le spalle sono state oggetto dei seguenti interventi: rifacimento paraghiaia, realizzazione di un placcaggio del paramento di spessore 0,1 m, realizzazione di tiranti passivi e allargamento della fondazione mediante cordolatura.

L'intervento sulla carreggiata direzione Pistoia invece è stato previsto sostituendo sia l'impalcato che le spalle. La soluzione prevista è la medesima descritta per la carreggiata direzione Firenze. La soletta di spessore 0,25 m viene realizzata solo sulle travi in tal modo le campate sede delle due vie di corsa risultano strutturalmente indipendenti.

Le spalle in ampliamento sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti. Inoltre esse sono state dotate anche di tiranti passivi.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 14,95 m in per entrambe le vie di corsa. La delimitazione delle carreggiate è costituita da semplici cordoli che allocano le barriere di sicurezza anti-svio e all'esterno degli impalcati è previsto un cordolo di 2,5 m che riporta sulla sua estremità la barriera FOA.

Le apparecchiature di appoggio esistenti presumibilmente sono di tipo in neoprene. In funzione del grado di invecchiamento del materiale, si è previsto la sostituzione con appoggi

in neoprene armato; si prevede inoltre l'adozione di ritegni sismici realizzati in c.a. sulle spalle. Inoltre è stato previsto anche la sostituzione dei giunti adottando la tipologia di giunti a tampone.

Le figure seguenti riportano la configurazione finale dell'opera

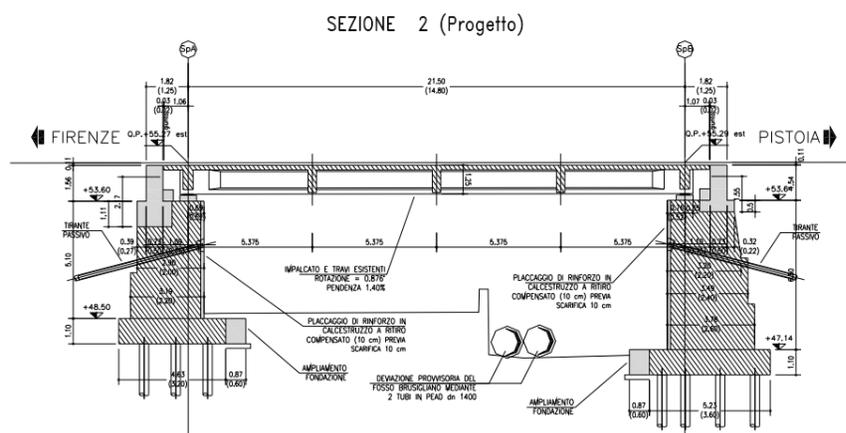


Figura 2-38 - Sezioni longitudinale implacato con spalle

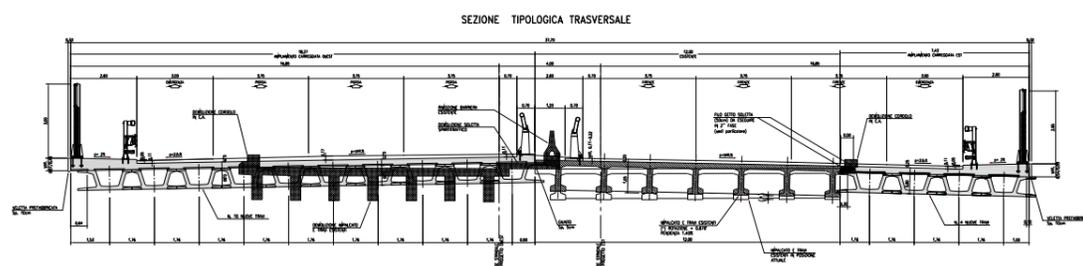


Figura 2-39 - Sezione trasversale implacato in ampliamento

Sottovia via Bonellina II alla progr. km 26+721

Struttura esistente

L'opera, di recente realizzazione, consta di uno scatolare in c.a. originariamente varato a spinta sotto al rilevato autostradale; lo spessore delle solette e dei ritti è pari a 0,70 m; è attualmente presente un ricoprimento pari a circa 0,70 m, tramite il quale è ricavata anche la pendenza trasversale della sede.

Struttura in ampliamento

Il sottovia non viene sostanzialmente modificato dal presente intervento ma solo completato con i nuovi cordoli porta barriere di sicurezza.

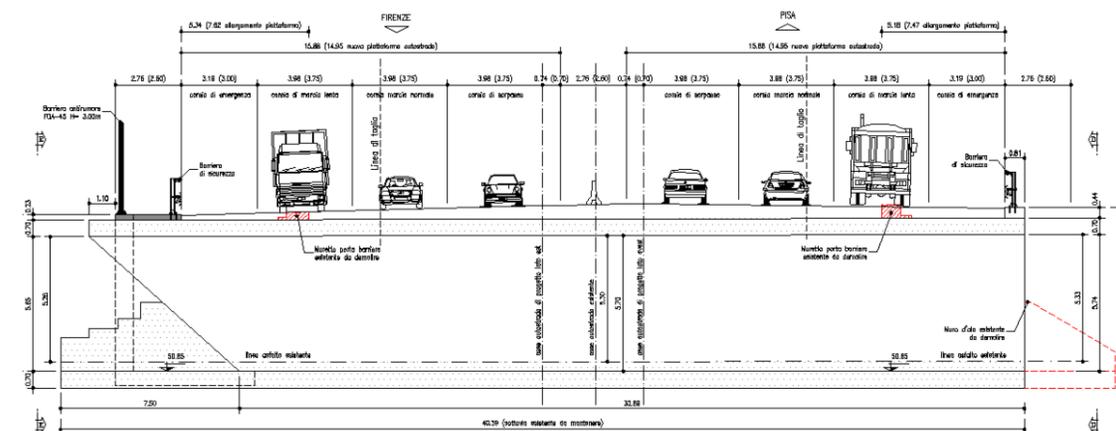


Figura 2-40 - Sottovia via Bonellina II. Sezione trasversale

Sottovia via Bonellina II alla progr. km 26+799

Struttura esistente

L'opera, di luce pari a 13,00 m circa è formata da due impalcati di tipologia differente: la carreggiata direzione Pisa è alloggiata sull'impianto risalente agli anni '30, successivamente rivisitato negli anni '60, e contempla un impalcato a travi in c.a.; la carreggiata direzione Firenze, risalente agli anni '60 è realizzata su di un solettone alleggerito in c.a.p.; allo stato attuale i due impalcati risultano collegati in direzione trasversale da una soletta in c.a. appoggiata sui due impalcati. Le sottostrutture sono composte da spalle a gravità, fondate su fondazione diretta per quanto riguarda la struttura di primo impianto, mentre per la struttura di secondo impianto sono fondate su pali di piccolo diametro tipo SCAC di cui però non si ha una certa conoscenza sia sulla lunghezza e sia sull'armatura. I fili dei paramenti risultano leggermente disallineati per le due strutture.

Struttura in ampliamento

Per l'ampliamento degli impalcati si adottano travetti in c.a.p. con soletta collaborante, dello spessore complessivo di 70 cm. Per l'ampliamento dir. Firenze è si prevede in prima

battuta l'adozione di n. 10 travetti e per la carreggiata opposta n. 9 travetti; il collegamento con le strutture esistenti viene effettuato a livello della soletta in c.a.

Gli ampliamenti delle spalle, collegati con le esistenti, vengono realizzati tramite spalla in ca a paramento verticale fondate su una zattera con micropali in acciaio. Per le spalle esistenti la riqualificazione viene eseguita mediante realizzazione di un placcaggio frontale in c.a. dello spessore di 40 cm, chiodato al paramento, e la ricostruzione del muro paraghiaia, attualmente mancante. E' qui previsto un ordine di tiranti passivi, disposto approssimativamente a 1/2 dell'altezza.

L'intervento di rinforzo delle fondazioni esistenti prevede la realizzazione di un allargamento della fondazione con micropali verticali.

Si prevede inoltre, nell'ambito dei rimanenti interventi tipologici:

- rinforzo a flessione/taglio delle travi esistenti mediante lamelle/tessuti in CFRP;
- rinforzo a flessione degli elementi del solettone esistente mediante lamelle in CFRP;
- realizzazione di ritegni longitudinali e trasversali per garantire nei confronti del fuori sede dell'impalcato in fase sismica.

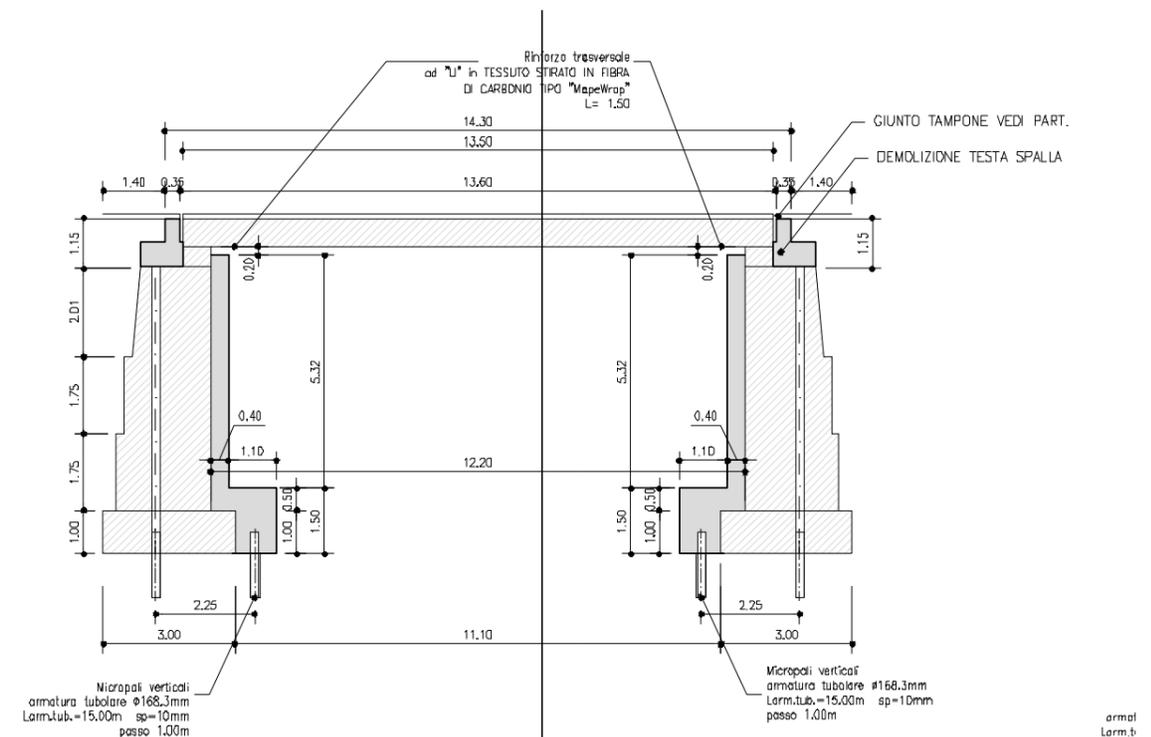


Figura 2-42 -Sottovia via Bonellina. Sezione longitudinale

2.3.2 Cavalcavia

2.3.2.1 Generalità e inquadramento tipologie

Lo schema statico previsto per tutti i cavalcavia è quello del ponte integrale. Questo schema prevede la presenza di connessioni rigide su ambedue le estremità dell'impalcato, permettendo pertanto l'eliminazione delle apparecchiature di appoggio e dei giunti di carreggiata. Le strutture, nel loro complesso, vengono calcolate sulla base dei nuovi criteri progettuali contenuti nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni allegate al D.M. 14 Gennaio 2008; come consentito dalle norme stesse per i criteri relativi alle verifiche di dettaglio, ci si riferirà in generale al complesso normativo degli Eurocodici, in conformità ai relativi Documenti di Applicazione Nazionale.

Per la realizzazione dei nuovi cavalcavia, previsti nell'ambito dell'intervento di ammodernamento del tratto Firenze - Pistoia dell'autostrada A11, si prevede l'adozione di impalcato in sezione composta acciaio - calcestruzzo.

Per la selezione delle tipologie, si prevedono due differenti luci di scavalco:

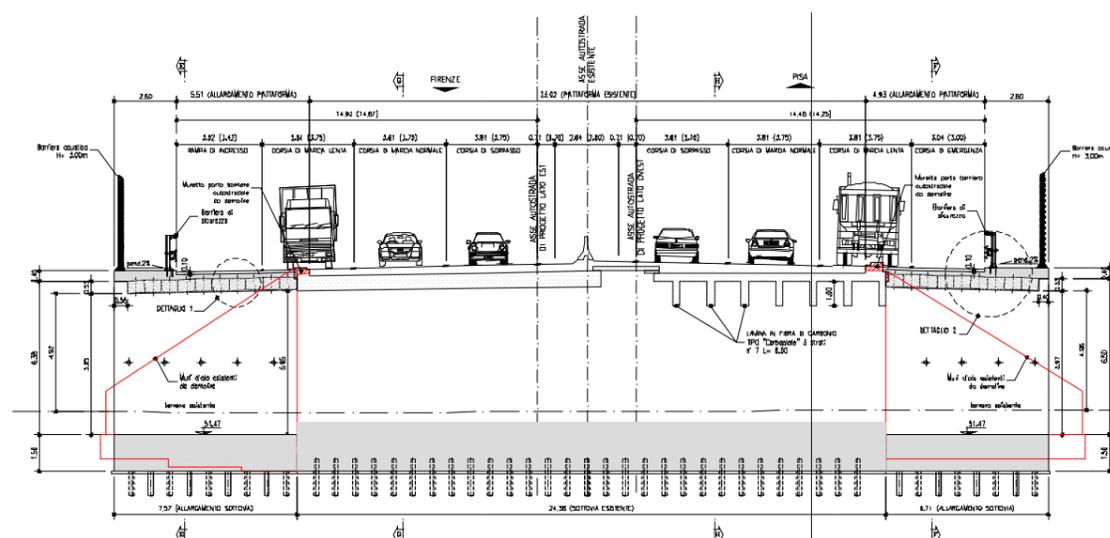


Figura 2-41 - Sottovia via Bonellina. Sezione trasversale

- L1 = 38,0 m scavalco di autostrada a tre corsie;
- L2 = 45,50 m scavalco di autostrada a tre corsie + corsie di accelerazione/decelerazione (adottato anche per scavalco di autostrada a quattro corsie).

In funzione delle differenti condizioni morfologiche dettate dalla geometria dei rilevati d'approccio al cavalcavia, sito, l'organizzazione delle campate individua due ulteriori famiglie:

- **cavalcavia a luce singola**
 - per scavalco da 38,0 m
 - per scavalco da 45,50 m
- **cavalcavia a tre luci**
 - per scavalco da 38,0 m, sequenza luci 19,0 + 38,0 + 19,0
 - per scavalco da 45,50 m, sequenza luci 22,50 + 45,50 + 22,50

Ciascuna delle quattro tipologie di cavalcavia individuate potrà presentare differenti larghezze di piattaforma, in funzione della geometria della sede stradale. L'esame delle varie situazioni porta pertanto ad individuare due differenti larghezze complessive di soletta, determinate in funzione della larghezza della sede stradale, e delle varie tipologie di arredo previste (presenza di marciapiedi, pista ciclabile, barriere, etc.), ottenendo larghezze complessive pari rispettivamente a 9,00, 12,00 e 13,50 m.

Il numero totale di possibili combinazioni di luce, tipologia strutturale e larghezza di soletta porta pertanto ad individuare complessivamente 12 tipologie, di cui 10 utilizzate nel presente progetto.

A questi sono da aggiungere due cavalcavia realizzati con impalcato a via di corsa inferiore per problemi connessi al contenimento della pendenza della livelletta altimetrica.

Il quadro riepilogativo delle varie tipologie adottate, in termini di numero e luci campate e larghezza, nonché soprattutto di tipologia di intervento (integrale, a vie inferiori, demolizioni, placcaggi) e posizione (in sede, fuori sede e nuovo) è riportato nella tabella seguente.

Tabella 2-8 – Quadro riepilogativo dei cavalcavia

VIABILITA'	Posizione	Pavimentato	Larghezza Opera		Tipologia	Luci
CV01 - Via dei Giunchi Km 1+175	FUORI SEDE	6,00	9,00	1,50+6,00+1,50	Integrale	3 luci 38.00
CV02 - Via vicinale Pantano Km 3+338	IN SEDE	6,00	9,00	1,50+6,00+1,50	Integrale	3 luci 45.50
CV03 - Svincolo Firenze Nord progr. 4+605,00	PREDISPOSTO				Placcaggi	
CV04 - Autostrada A1 progr. 4+929,00	PREDISPOSTO				Placcaggi	
CV06 - Via Salvador Allende progr. 5+248,00	PREDISPOSTO				Placcaggi	
CV07 - SP8 Via S. Quirico Km 6+696	FUORI SEDE	10,50	13,50	1,50+10,50+1,50	Integrale	3 luci 38.00
CV08 - Via delle Fonti Km 10+225	IN SEDE	8,00	13,50	2,25+8,00+3,25	Integrale	1 luce 45.50
CV09 - Via del Lazzaretto Km 10+893	IN SEDE	6,50	12,00	2,75+6,50+2,75	Integrale	3 luci 38.00
CV10 - Via del Mulinuzzo Km 12+958	DEMOLIZIONE				Demolizione	
CV11 - Via dei Fossi Km 13+166	IN SEDE	8,00	13,50	2,25+8,00+3,25	Integrale	3 luci 38.00
CV12 - Via delle Pollative km13+920	DEMOLIZIONE				Demolizione	
CV13 - Via traversa le Caserane km16+267	IN SEDE	6,00	9,00	2,25+6,00+0,75	Integrale	1 luce 45.50
CV14 - Via dei Trebbi km16+611	IN SEDE	8,00	13,50	2,75+8,00+2,75	Via inferiore	1 luce 45.50
CV15 - Via Selva km 19+360	FUORI SEDE	8,50	12,00	1,75+8,50+1,75	Integrale	3 luci 38.00
CV16 - Via Matteotti km 20+266	IN SEDE	6,00	9,00	1,50+6,00+1,50	Integrale	1 luce 38.00
CV17 - Via Mosino km 21+510	IN SEDE	6,00	9,00	1,50+6,00+1,50	Integrale	3 luci 38.00
CV18 - Cavalcavia di svincolo Pistoia Est	NUOVO	10,50	13,50	1,50+10,50+1,50	Integrale	3 luci 45.50
CV19 - collegamento tra Via Fiorentina e Via Nuova Pratese progr. 22+327,000	NUOVO	8,50	12,00	1,75+8,50+1,75	Integrale	3 luci 45.50
CV20 - Via Romito e Serpe km 23+340	IN SEDE	6,00	9,00	1,50+6,00+1,50	Integrale	1 luce 45.50
CV21 - Via Capanne di Canapale km 24+681	IN SEDE	8,50	12,00	1,75+8,50+1,75	Integrale	3 luci 38.00
CV22 - Via Ribocco prog. 37+663,63	IN SEDE	8,00	13,50	2,75+8,00+2,75	Via inferiore	1 luce 45.50

Da notare che per i tre cavalcavia predisposti, tutti e tre con spalla di tipo passante, per permettere il passaggio di una strada di servizio è necessario prevedere dei muri di placcaggio ai pali delle spalle stesse, in modo da poter scavare la scarpata di rilevato davanti ad esse.

2.3.2.2 Sovrastruttura d'impalcato

Le travate saranno realizzate mediante una coppia di travi metalliche realizzate in composizione saldata, poste a distanza trasversale pari a 7,00 m per i cavalcavia da 12,00 e 13,50 m, e pari a 5,0 m per i cavalcavia di 9,00 m di larghezza. Esse sono connesse trasversalmente da traversi formati da travi metalliche a doppio T. In corrispondenza delle spalle sarà presente un traverso speciale, che verrà inglobato entro il getto della struttura di testa spalla; anche l'arrangiamento della zona di coda delle travi viene opportunamente predisposto in modo da restituire, a getto di completamento avvenuto, una condizione di incastro perfetto.

Le travi metalliche degli impalcati a luce singola presentano altezza costante, mentre quelli a tre luci, realizzati ovviamente con schema statico a trave continua, presentano altezza variabile, con massimo situato in corrispondenza degli appoggi intermedi; le altezze prescelte sono riepilogate in tabella, per ciascuna delle tipologie individuate.

Tabella 2-9 – Altezze travi

tipo	L max	h trave
tre luci	38.0	1.25 => 2.0
	45.5	1.35 => 2.7
luce singola	38.0	2.50
	45.5	3.00

La soletta in c.a. viene prevista di spessore complessivo pari a 30 cm; essa potrà essere eventualmente realizzata con l'ausilio di cospelle prefabbricate dello spessore di 5 cm. La luce degli sbalzi è variabile in funzione della tipologia di larghezza prescelta, ed è pari a:

- b = 3,25 m per soletta da 13,50 m;
- b = 2,50 m per soletta da 12,00 m;
- b = 2,00 m per soletta da 9,00 m.

Tutte le giunzioni di assemblaggio delle travi principali e dei traversi sono al momento previste mediante bulloni ad attrito.

2.3.2.3 Sottostrutture

Le pile intermedie della tipologia a tre luci sono formate da un setto in c.a. dello spessore di 1,00 m, e di larghezza crescente a partire dalla quota fondazione fino al valore massimo di 9,90 m (7,90 m per i cavalcavia di larghezza pari a 9,00) in corrispondenza del piano appoggi. Le fondazioni sono previste su 8 pali ϕ 1,2 (6 pali per i 9,00 m) collegati da un plinto di dimensioni 12,80 x 5,60 (10,8 x 5,6 per i 9,00 m) e spessore 1,50 m.

Le spalle sono concepite in modo da assorbire, senza indurre significativi stati coattivi, le deformazioni di dilatazione/contrazione della struttura di impalcato; esse sono pertanto formate da un allineamento di pali ϕ 1,2, coronate da un pulvino sommitale pure in c.a., realizzato in due fasi:

- fase 1: realizzazione piano appoggio travi;
- fase 2: realizzazione getto di completamento per connessione coda travi.

Le spalle degli impalcati a tre luci saranno in generale del tipo "passante", mentre le spalle della tipologia a luce singola viene dimensionata come spalla "classica", avente pertanto anche la funzione di contenimento delle spinte del rilevato d'approccio.

La figura seguente schematizza l'arrangiamento delle spalle, nelle due versioni previste.

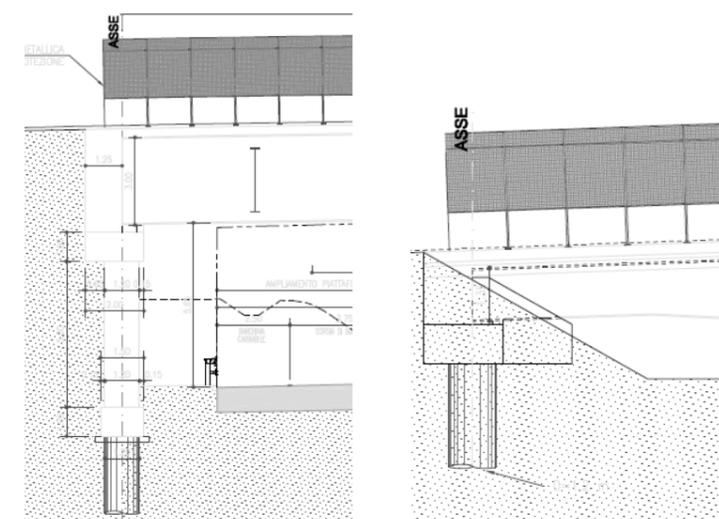


Figura 2-43 – Spalle cavalcavia a una e a tre luci

2.3.2.4 Sistema di vincolo

L'impalcato risulta incastrato in corrispondenza del piano spalla. Sulle pile intermedie sono previsti appoggi metallici ad elastomero confinato, con superfici di scorrimento guarnite in PTFE, nella tipologia UL ed ML. Gli appoggi dovranno essere sostituibili, con sollevamento compatibile con la presenza dei punti fissi laterali.

Le figure seguenti riportano la sezione trasversale tipica del cavalcavia, ricavata in corrispondenza della spalla e delle pile intermedie, e la vista laterale della tipologia a tre luci ed a una luce.

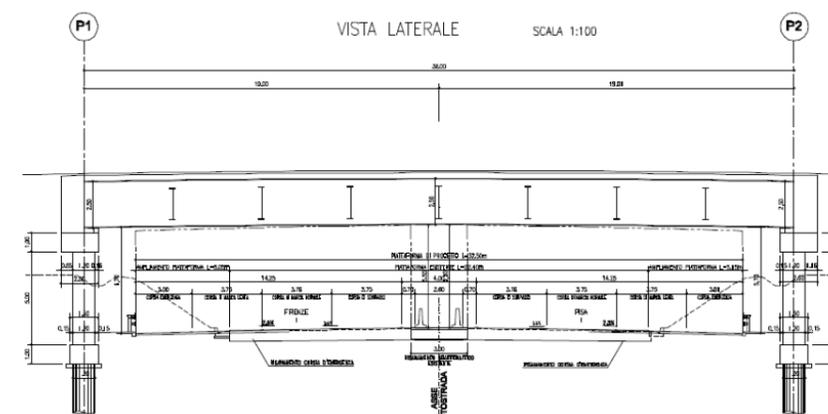


Figura 2-46 – Sezione longitudinale cavalcavia ad una luce

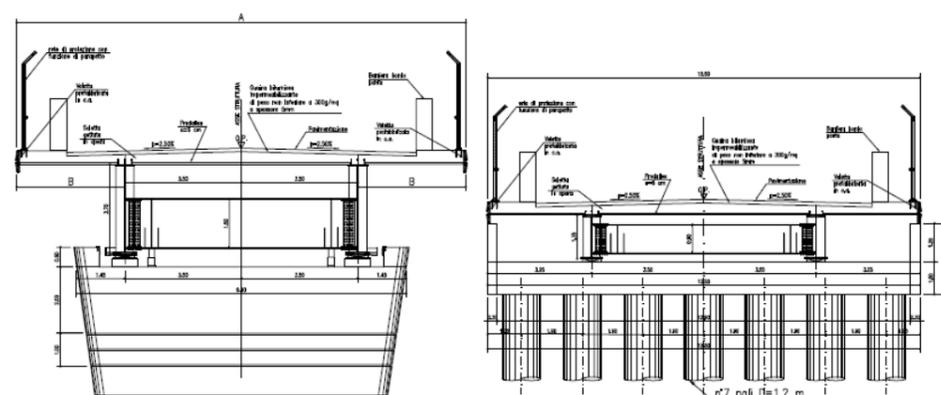


Figura 2-44 – Vista trasversale pila e spalla

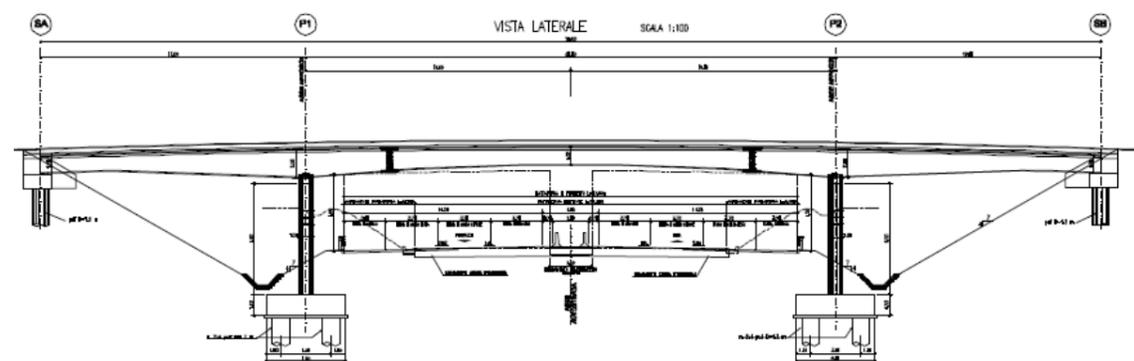


Figura 2-45 – Sezione longitudinale cavalcavia a tre luci

2.3.2.5 Soluzione di cavalcavia a via inferiore

Come si è detto e come è rilevabile dalla Tabella 2-9, per il cavalcavia CV14 di Via dei Trebbi, sito al km 16+636.84 dell'autostrada A11 Firenze-Pisa Nord, e per il cavalcavia CV22 di Via Ribocco, sito al km 37+663.63 della medesima autostrada, si è optato per una soluzione a via inferiore di luce netta pari a 45,0 m.

La struttura, che presenta uno sviluppo essenzialmente in rettilineo, è costituita da un impalcato formato da due travi metalliche con sezioni saldate a doppio T di altezza variabile da un minimo di 1,90 m ad un massimo di 2,80 m, poste ad un interasse di 13,50 m, e collegate trasversalmente ogni 3,0 m da traversi metallici. I conci delle travi principali, di lunghezza massima pari a 11,0 m, sono uniti tra loro mediante giunzioni saldate.

I traversi metallici hanno altezza variabile da un minimo di 0,64 m alle estremità ad un massimo di 0,80 m in mezzeria, in modo da realizzare un andamento a doppia falda simmetrico. Le tipologie di traverso presenti sono di tre tipi: il trasverso d'estremità, denominato "T1", ha sezione saldata a doppio T simmetrica con piattabande da 400 mm, spesse 40 mm, e anima da 15 mm; il trasverso di campata, denominato "T2", ha sezione a doppio T saldata avente una piattabanda inferiore larga 400 mm e spessa 40 mm, una piattabanda superiore larga 350 mm e spessa 20 mm, e un'anima spessa 15 mm; il traverso posto in corrispondenza dei due giunti intermedi della soletta, infine, denominato "T3", presenta una sezione realizzata mediante l'accoppiamento di due profili a C, collegati mediante imbottiture, aventi una piattabanda inferiore larga 220 mm e spessa 40 mm, una piattabanda

superiore larga 180 mm e spessa 20 mm e un'anima spessa 15 mm. Tutti i traversi risultano collegati alla soletta in c.a. mediante connettori a piolo tipo Nelson, di diametro pari a 19.0 mm.

La soletta in calcestruzzo, sagomata a schiena d'asino per una larghezza complessiva pari a 13,50 m, presenta uno spessore di 26 cm ed è articolata in una carreggiata centrale da 8.0 m e due marciapiedi laterali da 2,75 m. Per la sua realizzazione si prevede l'adozione di cospicue prefabbricate di spessore pari a 6,0 cm, dotate di armatura a traliccio, aventi la funzione di cassero a perdere. Al fine di limitare gli effetti del ritiro del calcestruzzo, sono stati posizionati in soletta giunti trasversali a distanza mutua di circa 12,0 m.

L'impalcato è sorretto da spalle costituite da un paramento in c.a. di altezza media pari a 5,50 m, dotato di paraghiaia da circa 1,40 m, e fondato su un plinto sorretto da un sistema di pali $\Phi 1200$ mm.

Lo schema statico dell'opera prevede l'adozione di n.4 isolatori in elastomero armato.

Le seguenti figure riportano il prospetto e la sezione trasversale del cavalcavia appena descritto.

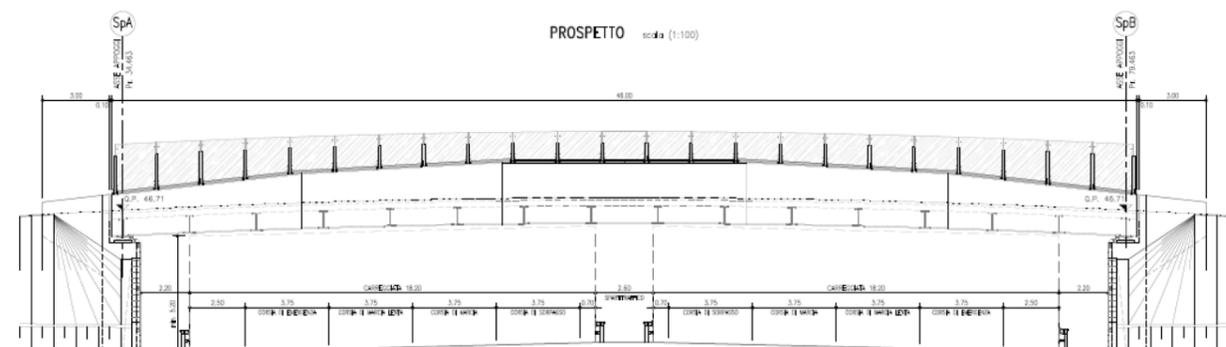


Figura 2-47 – Sezione longitudinale cavalcavia a via inferiore



Figura 2-48 – Sezione trasversale cavalcavia a via inferiore

2.3.3 Opere d'arte minori

Le opere minori sono quelle con luci uguali o inferiori ai 6 metri. Per esse, in linea di principio e ove non sussistessero condizioni al contorno particolari, poiché gli abbassamenti dell'impalcato sottoposto ai carichi accidentali, in valore assoluto, sono molto limitati, si è deciso di non collegare strutturalmente l'opera di ampliamento con la parte esistente.

Ne consegue che siamo in presenza di un giunto longitudinale sull'impalcato, che viene gestito sotto pavimentazione e non ha riflessi sull'agibilità del traffico per le non significative differenze di inflessione fra la nuova e la vecchia struttura.

Per contro questo permette di non verificare le strutture esistenti, che praticamente non vengono interessate dall'ampliamento e quindi non subiscono modifiche del loro status. Il tutto in accordo a quanto riportato nel capitolo riguardante la verifica delle opere esistenti delle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni allegate al D.M. 14 Gennaio 2008 e relativa circolare.

Il presente ed i successivi paragrafi descrivono gli interventi di tipo strutturale relativi alle seguenti tipologie di opere:

1. Ponticelli con travi;
2. Ponticelli a soletta piana in c.a.;
3. Tombini tubolari in calcestruzzo.

La tipologia strutturale più utilizzata è quella con la soletta in continuità materiale con i piedritti ma senza solettone di chiusura (struttura ad omega).

2.3.3.1 Ponticelli con travi

L'opera esistente è costituita da due spalle tradizionali con impalcato appoggiato costituito da un graticcio di travi, trasversi di testata e di campata, con soletta soprastante di collegamento.

L'ampliamento delle sottostrutture rispecchia quelle esistenti con l'accorgimento di tirantare con un ordine di micropali inclinati sia l'esistente che il prolungamento.

L'ampliamento dell'impalcato avviene secondo la seguente modalità:

- 1) con travi in c.a. a T rovescia accostate e getto di completamento in c.a.

Occorre prevedere, lungo l'intradosso della soletta esistente, rinforzi con fibra di carbonio.

La solidarizzazione tra la struttura esistente e l'ampliamento avviene tramite barre fioretta-te lungo tutta la superficie di contatto.

La geometria degli interventi suddetti è riportata nella figura sottostante:

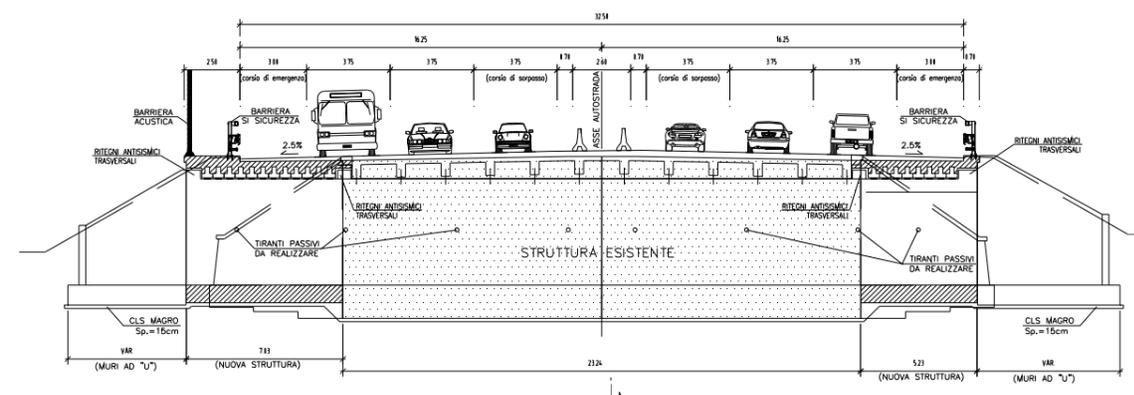


Figura 2-49 – Ponticello con impalcato a travi accostate e getto di completamento

2.3.3.2 Ponticelli a soletta piana in c.a.

La struttura esistente è costituita da due spalle tradizionali con impalcato a soletta piana in c.a. appoggiato su di esse.

L'ampliamento consiste nel prolungare le spalle esistenti e l'impalcato con le stesse modalità costruttive con l'accorgimento di collegare l'impalcato stesso alla testa delle due spalle mediante barre uscenti dalle stesse spalle.

Tale collegamento deve essere previsto anche sull'impalcato esistente, mediante angolari metallici fissati sulle spalle e sull'intradosso della soletta.

Inoltre occorre prevedere, lungo l'intradosso della soletta esistente, rinforzi con fibra di carbonio.

La solidarizzazione tra la struttura esistente e l'ampliamento avviene tramite barre fioretta-te lungo tutta la superficie di contatto.

La geometria degli interventi suddetti è riportata nella figura sottostante:

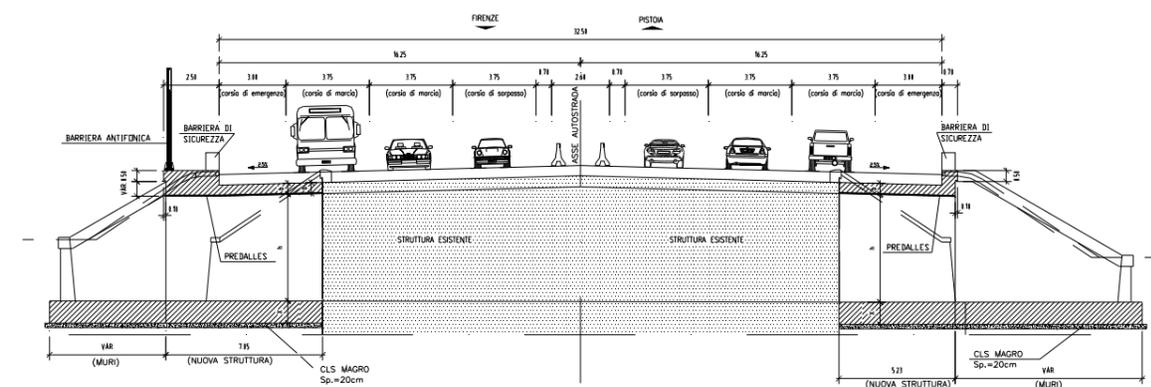


Figura 2-50 – Ponticello con impalcato a soletta piana in c.a.

2.3.3.3 Tombini tubolari in calcestruzzo

La struttura esistente è costituita da una struttura a sezione longitudinale tubolare e tale sezione viene mantenuta anche nell'ampliamento dell'opera.

La solidarizzazione tra la struttura esistente e l'ampliamento avviene tramite barre fioretta-te lungo tutta la superficie di contatto.

La geometria degli interventi suddetti è riportata nelle figure sottostanti:

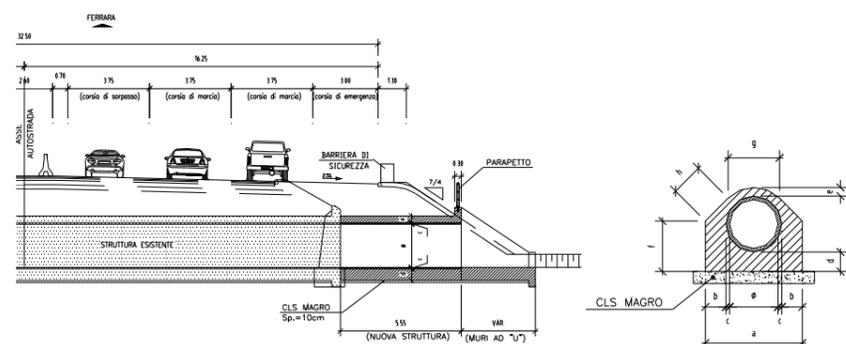


Figura 2-51 – Sezione longitudinale e trasversale tombino tubolare

2.4 OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE E DEFINITIVE

Le opere di sostegno definitive previste, sono generalmente costituite da muri in c.a. prefabbricato. L'estensione, posizione ed altezze medie sono riportate in sintesi nella seguente tabella. I muri di sostegno sono stati inseriti in progetto con la funzione prevalente di limitare la fascia di esproprio laddove nelle immediate vicinanze della piattaforma sono presenti edifici, viabilità ed aree che ospitano attività produttive. Di conseguenza per la quasi totalità di questi è prevista la contemporanea presenza di barriere acustiche (FOA). In questo caso il muro risulterà allineato rispetto alla barriera, dovendo svolgere anche la funzione di supporto di quest'ultima, e quindi posizionato in sezione trasversale con il paramento esterno ad una distanza di 2,60 metri dal limite della piattaforma stradale.

I muri di sostegno sono costituiti da elementi modulari prefabbricati di larghezza pari a 2,50 m. In sommità il prefabbricato presenta un cordolo gettato in opera di altezza pari a 70 cm.

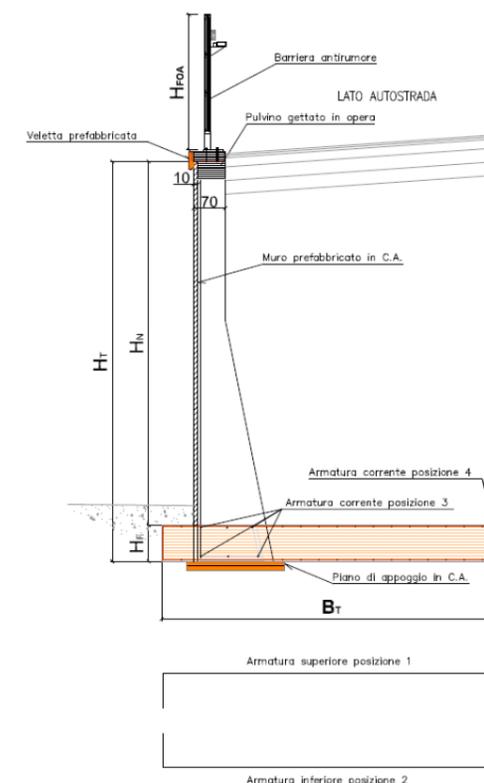


Figura 2-52 - Sezione tipologica del muro di sostegno prefabbricato

Tabella 2-10 – Muri di sostegno

OPERA	progr. km inizio	progr. km fine	L (m)	Hmin (m)	Hmax (m)	sezione tipo
MS01	11+974	12+028	54	-	-	T4_I6
MS02	6+744	6+934	190	1.62	1.62	T3_F6
MS03	6+936	7+094	158	1.62	4.12	T3_F6/F4
MS04	7+280	7+418	138	4.62	5.72	T2_F4
MS05	Rampa di svincolo Prato Est		33	4.62	5.75	T2_F4
MS06	9+061	9+225	165	4.62	5.72	T3_SV
MS07	11+368	11+418	50	6.32	6.82	T2_SV
MS08	11+547	11+603	55	5.72	6.32	T3_I4
MS09	11+967	12+042	75	5.72	6.32	T4_I4
MS10	13+159	13+239	80	2.59	2.62	T3_F6

OPERA	progr. km	progr. km	L	Hmin	Hmax	sezione
MS11	13+807	13+946	139	1.62	3.62	T3_F6
MS12	13+713	13+945	215	1.62	4.13	T3_I6
MS13	14+460	14+600	140	4.62	6.32	T3_F4
MS14	14+415	14+600	185	4.12	6.82	T3_F4
MS15	14+722	14+842	120	2.62	5.12	T3_F4
MS16	15+482	15+676	192	3.62	4.62	T2_F4
MS17	15+479	15+850	375	3.12	6.82	T2_F4
MS18	16+367	16+541	174	2.12	2.12	T2_I4
MS19	11+426	11+457	23	6.82	6.82	T2_SV
MS20	18+160	18+670	510	5.22	6.32	T1_F4/SV
MS21	22+915	23+011	96	1.62	2.12	T3_F6
MS22	23+963	24+168	205	1.62	1.62	T3_SV
MS23	1+748	1+780	33	3.62	4.62	T2_SV
MS24	1+808	1+843	36	4.12	5.22	T2_SV
MS25	25+255	25+703	448	2.12	8.52	T2_F4/SV
MS26	25+224	25+409	185	5.22	7.92	T2_F4/SV
MS27	26+906	27+016	113	3.12	5.22	T1_F4/SV
MS28	26+682	26+715	33	6.32	7.52	T1_F4/SV
MS29	26+723	26+803	60	7.52	7.52	T1_F4
MS30	Rampa di svincolo Pistoia Est		46	6.82	7.42	T3_SV
MS31	18+044	18+113	75	3.12	6.32	T1_SV
MS32	14+614	14+668	55	6.32	6.32	T3_F4
MS33	26+736	26+791	55	7.52	8.02	T1_F4/SV
MS34	8+313	8+404	27.5	7.42	7.42	T2_F4
MS35	8+342	8+414	20	6.32	6.32	T2_F4
MS36	Rampa di svincolo Prato Ovest		69	1.79	4.05	T1_F6/SV
MS37	Rampa di svincolo Prato Est		20	8.92	8.92	T2_F4
MS38	8+342	8+414	10	5.72	5.72	T2_F4
MS39	8+313	8+404	15	6.82	6.82	T2_F4

Le opere provvisorie sono costituite invece da berlinesi provvisionali.

2.5 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo il tracciato autostradale sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n. 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni. Nello specifico, l'infrastruttura in oggetto è un'autostrada classe A secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada", e con classe di traffico di tipo III in quanto negli scenari di traffico di progetto sono attese percentuali di veicoli pesanti superiori al 15% e TGM bidirezionali di molto superiore a 1000 veicoli/giorno.

Il D.M. 21/06/2004 definisce le classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente relativamente alle sole autostrade e strade extraurbane principali.

Tabella 2-10 - Classi minime di barriere per autostrade e strade extraurbane principali

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4

Per quanto riguarda le nuove installazioni in spartitraffico, i dispositivi di sicurezza dovranno avere caratteristiche di deformazioni tali da garantire il contenimento del dispositivo durante l'urto all'interno del margine interno. Con riferimento ai dispositivi da bordo laterale, questi dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale, quali barriere acustiche, pali di illuminazione, montanti di segnaletica verticale.

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche dei dispositivi di ritenuta da prevedersi per le diverse destinazioni: spartitraffico, bordo laterale ed in corrispondenza delle opere d'arte. Per maggiori dettagli circa i criteri progettuali, le modalità di installazione e gli altri aspetti riguardanti la progettazione dei dispositivi di ritenuta si rimanda alla relazione tecnica del progetto delle barriere di sicurezza e ai relativi elaborati grafici.

2.5.1 Barriere da spartitraffico

Con riferimento allo spartitraffico autostradale relativo al margine interno, nei tratti di rettilineo in ampliamento simmetrico è previsto il mantenimento dei sistemi di protezione esistenti, costituiti da barriere in cls in configurazione monofilare.

Nei tratti rettilinei in ampliamento asimmetrico e in quelli con tracciamento curvilineo (curve e clotoidi) il progetto prevede la posa di barriere in cls da spartitraffico in configurazione bifilare, di classe di contenimento minima H3.

In corrispondenza di carreggiate sfalsate con pendenza dello spartitraffico superiore a 3.85% e di opere ad impalcati separati, è stato previsto l'impiego di barriere in cls tipo bordo ponte di classe minima H3. Nelle successive fasi progettuali, relativamente alla sistemazione dello spartitraffico lato carreggiata bassa (quote del ciglio inferiori) potrà essere valutato il ricorso a dispositivi diversi (ad esempio appoggiati direttamente sulla pavimentazione) se rispettano i requisiti di progetto.

Relativamente al tratto tra la barriera di Firenze Ovest e l'interconnessione con l'autostrada A1, in corrispondenza del tratto di margine interno ridotto (tra le pk 4+448 e 5+248), è stato previsto un dispositivo metallico monofilare bilatero con classe di contenimento minima H3. Tale impostazione progettuale potrà essere rivista a livello di progetto esecutivo, se il mercato renderà disponibili nuovi dispositivi in cls con caratteristiche che rispettino i requisiti progettuali specificati in progetto.

In corrispondenza dei tratti in curva tra le pk 8+950 e 9+676 e tra le pk 24+500 e 25+038, per garantire opportune distanze di visuale libera, si è adottata una protezione costituita da barriere in cls in configurazione monofilare con classe di contenimento minima H3.

Per quanto concerne il margine laterale di separazione tra l'autostrada e le nuove corsie di emergenza (con funzione di corsie di servizio) è prevista, in carreggiata Ovest la posa di una barriera metallica monofilare bilatera di classe di contenimento H3, ed in carreggiata Est un sistema di protezione costituito da due filari di barriere metalliche classe H3 da bordo laterale.

In corrispondenza delle pile in spartitraffico dei cavalcavia esistenti sarà prevista la protezione mediante dei manufatti speciali in c.a., dotati di opportune transizioni con i dispositivi di ritenuta (in cls o metallici) in approccio ai tratti a monte e a valle della pila, in grado di evitare che le barriere ad esso adiacenti si spostino in modo da esporre al traffico il bordo trasversale rigido del manufatto stesso.

2.5.2 Barriere da bordo laterale

La tipologia delle barriere da prevedere per il bordo laterale sarà quella di barriere metalliche a nastri. Le barriere per bordo laterale dovranno rispettare quanto prescritto dalla normativa per strade di classe A (autostrada) secondo il D.L.vo 285/92 e condizioni di traffico III. Di conseguenza, ai sensi del citato DM 21/06/2004, le classi di contenimento per le barriere da installare saranno H2 o H3. I criteri per la scelta delle barriere, tra le due classi indicate dalla norma (H2 o H3), sono riassunti nella tabella seguente, in relazione all'adozione in progetto di scarpate con pendenza 4/7.

Tabella 2-11 - Criteri di scelta per barriere bordo laterale – Autostrade - Classe di traffico III

Pendenza delle scarpate	Altezza del rilevato (m)	Classe barriera
4/7	≤ 3	nessuna protezione ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾
4/7	> 3	min H2 ⁽²⁾

(1) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale compresa tra 12 m e 60 m (fascia di rispetto) deve essere sempre prevista una barriera di classe H2.
(2) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale minore di 12 m deve essere sempre prevista una barriera di classe H3.
(3) Al fine di evitare continue discontinuità nella protezione del margine laterale, anche i tratti in rilevato non richiedenti la protezione secondo i criteri indicati in tabella, dovranno comunque essere protetti se di sviluppo inferiore a 100 m.

2.5.3 Barriere per i margini di ponti, viadotti e sottovia

Le barriere per i bordi delle opere d'arte devono essere quelle prescritte dalla normativa per strade di classe A e condizioni di traffico III, di conseguenza, le classi di contenimento, ai sensi del DM 21/06/2004, H2, H3 o H4.

I criteri per la scelta della classe delle barriere, tra quelle consentite dalla norma, sono riassunte nella tabella seguente.

Tabella 2-12 - Criteri di scelta per barriere da bordo opera d'arte – Autostrade - Classe di traffico III

Luce libera complessiva (m)	Insedimenti abitativi o industriali al margine / scalcamenti su strade, ferrovie	Classe
≤ 10	NO	classe prevista per l'adiacente bordo laterale (H2 o H3)
≤ 10	SI	H3
> 10 ⁽¹⁾	NO	min H3 ⁽²⁾
> 10 ⁽¹⁾	SI	H4

(1) Per quanto attiene al dimensionamento ed alle verifiche dello sbalzo sulle opere d'arte, si farà riferimento, in ogni caso, alla più gravosa tra le due protezioni previste;

(2) La scelta tra la classe H3 o H4 verrà effettuata sulla base delle seguenti considerazioni: livello di incidentalità, percentuale di mezzi pesanti, andamento planoaltimetrico del tracciato (rettifilo o curva, tratti a forte pendenza), altezza delle pile, vulnerabilità ambientale del fiume attraversato.

Per la protezione in corrispondenza dei muri di sostegno si sono previsti gli stessi criteri utilizzati per la protezione del bordo laterale, analogamente a quanto fatto per le opere di luce inferiore a 10 metri.

Per la protezione dei cavalcavia sarà da prevedersi sempre, indipendentemente dal rango della viabilità sovrappassante, l'impiego di barriere di classe H3, ritenendo prioritario il contenimento dei veicoli in relazione al rischio di caduta di questi in autostrada. Per il cavalcavia del nuovo Svincolo di Pistoia Est sarà infine prevista una protezione di classe H4, coerentemente a quanto previsto per le opere in linea in caso di passaggio su strade e ferrovie.

2.5.4 Barriere in corrispondenza delle viabilità interferite

Il progetto stradale comprende anche la sistemazione delle viabilità interferite limitatamente ai tratti in cui è necessaria la modifica dell'attuale assetto plano-altimetrico. Si tratta di viabilità, che corrono parallelamente all'autostrada, o costituite da assi viari di attraversamento autostradale in cavalcavia e in sottovia, riconducibili a molteplici categorie: strade extraurbane secondarie (tipo C), strade urbane di quartiere (tipo E), strade locali in ambito urbano e extraurbano (tipo F) e strade a destinazione particolare. Tali viabilità sono in gran parte con velocità di progetto inferiore a 70 km/h (eccezion fatta per le viabilità in ambito extraurbano tipo C e F) e, pertanto, secondo quanto previsto dall'art. 2 del D.M.223/92 e come ribadito dalla recente Circolare Esplicativa del 21.07.2010 (doc. in rif. A9), ricadenti fuori dal campo di applicazione del suddetto decreto.

Anche per queste viabilità, laddove ritenuto opportuno si è comunque prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta; per la definizione delle classi minime dei dispositivi si è fatto riferimento ai livelli di contenimento massimi previsti per queste tipologie di strade dal D.M. 21.06.2004, indipendentemente dal tipo di traffico.

Per quel che riguarda invece il caso di viabilità sovrappassanti (in cavalcavia), il criterio di scelta delle zone da proteggere e dei relativi livelli di protezione è stato determinato, indipendentemente dal rango della strada, dall'opportunità di garantire un adeguato contenimento dei veicoli in relazione al rischio che questi possano finire in autostrada, è stato quindi di conseguenza previsto l'impiego di barriere con livello di contenimento di classe H3.

2.6 PAVIMENTAZIONI

Gli interventi sulle pavimentazioni, previsti lungo l'intero tratto, sia di nuova realizzazione, sia di risanamento dell'esistente, sono stati studiati in modo da ottimizzare il processo produttivo; nella fattispecie gli input progettuali che sono stati presi in considerazione sono sostanzialmente i seguenti:

- utilizzo all'interno degli strati della sovrastruttura di nuova realizzazione dei materiali fresati prodotti dalle demolizioni delle pavimentazioni esistenti (garantendo il rispet-

to delle norme tecniche e le stesse durabilità e prestazioni di pacchetti di pavimentazione realizzati con materiali provenienti da cava);

- riduzione dei trasporti di materiale, introducendo processi di rigenerazione delle pavimentazioni in sito;
- eventuale riutilizzo del materiale fresato messo a disposizione da Aspi per la formazione dei nuovi strati in alternativa all'acquisto del materiale da cava.

Non essendo presente nelle vicinanze nessun deposito di materiale fresato, la scelta progettuale è stata quella di realizzare la pavimentazione:

- nel tratto di autostrada A11 da Firenze a Pistoia, con il materiale proveniente dalla fresatura del conglomerato bituminoso presente, secondo le percentuali in peso massime consentite dalle Norme Tecniche di Appalto;
- nelle strade locali e interferite, con materiale vergine proveniente da cava;
- nel tratto di autostrada A11 nel comune di Monsummano, utilizzando materiale fresato fornito direttamente da ASPI.

2.6.1 Nuove pavimentazioni

L'ampliamento della piattaforma stradale alla terza corsia previsto in progetto, è di tipo prevalentemente simmetrico con brevi tratti in asimmetrico.

Nei tratti in ampliamento simmetrico, per le nuove corsie di marcia lenta (in seguito alla completa demolizione della sovrastruttura dell'attuale emergenza) e di emergenza, nonché nei tratti realizzati in ampliamento asimmetrico per la porzione di carreggiata da realizzarsi su nuovo corpo stradale, è previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 81cm con una sovrastruttura così composta:

- usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- binder in conglomerato bituminoso con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- base in conglomerato bituminoso con bitumi modificati tipo Hard di 22 cm;
- fondazione legata in misto cementato (MC) di 30 cm;
- fondazione non legata in misto granulare (MGNL) di 20 cm.

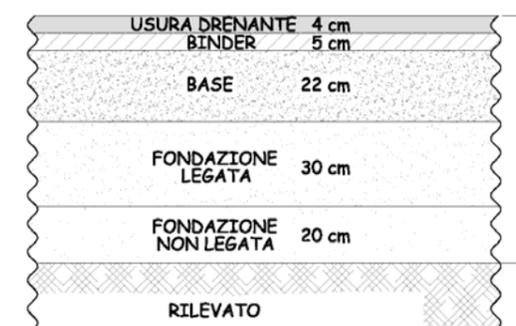


Figura 2-53 – Pacchetto nuova pavimentazione

La verifica strutturale della pavimentazione è stata eseguita con una procedura di tipo razionale utilizzando i criteri di progetto proposti dall'Asphalt Institute e ipotizzando per l'infrastruttura un periodo di progetto pari a 20 anni. La verifica è stata condotta facendo riferimento al tratto elementare maggiormente critico dal punto di vista dei carichi di traffico pesante a cui sarà soggetta la pavimentazione ovvero quello compreso tra l'allacciamento A1/A11 e lo svincolo di Prato Est dove è stata considerata una percentuale di veicoli pesanti transitanti sulla nuova corsia di marcia lenta pari al 70%. I volumi di traffico pesante bidirezionale transitanti nei tre scenari progettuali (breve termine al 2015, medio termine al 2025 e lungo termine al 2035) sono stati determinati dallo studio di traffico allegato al progetto. Il traffico pesante di progetto transitante è stato successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN; ai fini del calcolo strutturale, il numero di ripetizioni di carico di progetto è stato infine espresso in termini di assi equivalenti/mese.

Sulla base della verifica effettuata la sovrastruttura è risultata idonea in quanto la vita utile di calcolo è risultata superiore alla vita di progetto di 20 anni.

Nei tratti in curva sono inoltre previsti interventi di imbottitura che interesseranno lo strato di base in conglomerato bituminoso, allo scopo di adeguare la pendenza trasversale della piattaforma alle indicazioni da norma.

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder (per uno spessore di 5 cm) e usura drenante con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

2.6.2 Pacchetto di nuova pavimentazione tratto di Monsummano

Per il solo tratto nel comune di Monsummano, è prevista l'adozione di un pacchetto che massimizzi il riutilizzo del materiale fresato. Tale pacchetto, di spessore complessivo pari a 97cm, è così composto:

- usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- binder in conglomerato bituminoso con bitumi modificati tipo Hard di 8 cm;
- base in conglomerato bituminoso riciclato a freddo di 30 cm;
- fondazione riciclata in sito con bitume schiumato e cemento di 35 cm;
- fondazione non legata in misto granulare (MGNL) di 20 cm.

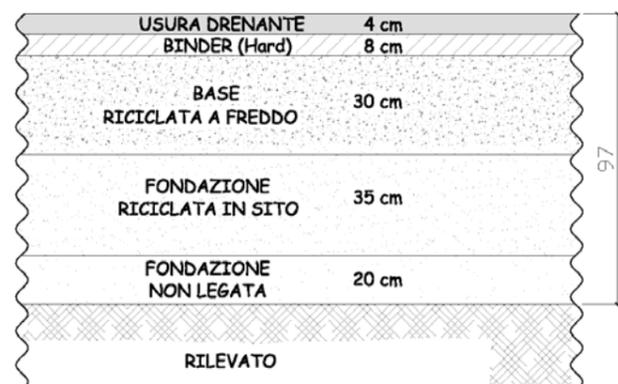


Figura 2-54 – Pacchetto nuova pavimentazione tratto Monsummano

Come è detto attualmente in progetto è previsto il riutilizzo del materiale fresato in cantiere, ma l'intervento potrebbe utilizzare anche materiale fresato proveniente dall'esterno e potrebbe anche essere esteso a tratti della Firenze – Pistoia.

La verifica strutturale della pavimentazione è stata eseguita con una procedura di tipo razionale utilizzando i criteri di progetto proposti dall'Asphalt Institute e ipotizzando per l'infrastruttura un periodo di progetto pari a 20 anni. Per la verifica è stata considerata una percentuale di veicoli pesanti transitanti sulla nuova corsia di marcia lenta pari al 70%. I volumi di traffico pesante bidirezionale transitanti nei tre scenari progettuali (breve termine

al 2015, medio termine al 2025 e lungo termine al 2035) sono stati determinati dallo studio di traffico. Il traffico pesante di progetto transitante è stato successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN; ai fini del calcolo strutturale, il numero di ripetizioni di carico di progetto è stato infine espresso in termini di assi equivalenti/mese.

Sulla base della verifica effettuata la sovrastruttura è risultata idonea in quanto la vita utile di calcolo è risultata superiore alla vita di progetto di 20 anni.

2.6.3 Risanamento pavimentazioni esistenti

A seguito dei rilievi di stratigrafia eseguiti mediante una campagna di carotaggi, risulta che allo stato attuale è presente in opera una pavimentazione costituita da più strati in conglomerato bituminoso (a seguito di ricariche eseguite nelle diverse fasi di manutenzione), per uno spessore complessivo pari a circa 40 cm, poggianti su una fondazione costituita da materiale sciolto (misto granulare non legato o misto cementato frantumato); localmente si evidenzia la presenza di uno strato di fondazione in misto cementato integro di spessore pari a circa 20 cm.

La verifica prestazionale della pavimentazione stradale attualmente in opera è stata definita a seguito di una campagna di indagini mediante prove ad alto rendimento (GPR e FWD) eseguita direttamente da Autostrade per l'Italia. Le prove sono state eseguite per determinare la composizione della sovrastruttura esistente (tipologia e spessore degli strati) e per caratterizzare, da un punto di vista meccanico, il sottofondo e gli strati di cui si compone la sovrastruttura. Tali prove, eseguite sull'attuale corsia di marcia lenta (nei tratti in ampliamento simmetrico) e sulle attuali corsie di marcia lenta e sorpasso (nei tratti in ampliamento asimmetrico lungo la carreggiata opposta rispetto all'intervento), hanno consentito di valutare la vita utile residua delle pavimentazioni in opera in relazione all'impiego di progetto e di definire di conseguenza i tratti in cui è opportuno valutare la realizzazione di un risanamento di tipo profondo.

Ai fini del calcolo della vita utile (intesa come il periodo di tempo in cui la sovrastruttura conserva le condizioni di funzionalità tali da garantire livelli di sicurezza, comfort ed economia del trasporto) è stato ipotizzato un periodo di progetto totale pari a 14 anni, con un utilizzo compreso nel periodo 2011-2015 nella configurazione attuale a cui si sommano 10 anni nella configurazione futura.

Per quanto riguarda i carichi di traffico pesante si è ipotizzata una suddivisione omogenea (50/50) tra le due direzioni di traffico. Nei tratti in ampliamento simmetrico è stata considerata una percentuale del traffico pesante transitante sulla corsia di marcia pari all'80% nello scenario tendenziale (trattandosi di una sezione a due corsie) e del 30% nello scenario progettuale (considerando la futura sezione con tre corsie); nei tratti in ampliamento asimmetrico è stata invece considerata una percentuale del traffico pesante transitante pari all'80% e al 20% rispettivamente sulla corsia di marcia e sorpasso (lungo la carreggiata opposta rispetto all'intervento) nello scenario tendenziale (trattandosi di una sezione a due corsie) e del 70% - 30% nello scenario progettuale (considerando la futura sezione con tre corsie).

A seguito dei risultati ottenuti dalla suddetta verifica è stata individuata la seguente tipologia di intervento di risanamento profondo e relativa locazione lungo lo sviluppo d'intervento:

- Fresatura degli strati bituminosi fino ad arrivare a – 38 cm rispetto alla quota di progetto finale;
- Fondazione riciclata in situ con bitume schiumato e cemento per lo spessore di 25 cm;
- Esecuzione base riciclata a freddo dello spessore di 30 cm, con impiego del materiale fresato;
- Esecuzione binder 4 cm.

A lavori ultimati nell'intera carreggiata, seguirà poi la stesa dell'usura drenante di 4 cm.

Nella figura sottostante si è supposto che al momento dello scavo sia già avvenuta la fase di scarifica + binder e quindi il piano si trovi 4 cm al di sotto della quota di progetto.

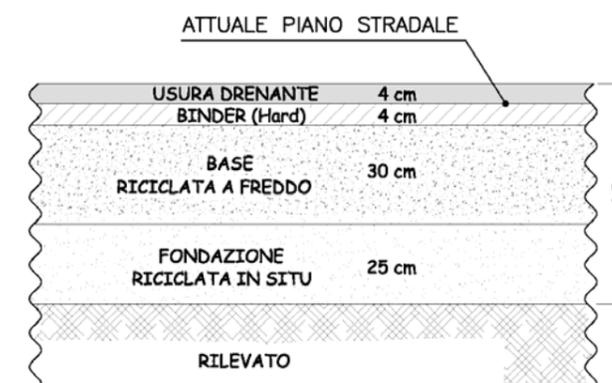


Figura 2-55 – Pacchetto risanamento marcia lenta

	Tratte con risanamento profondo RP
	Nessun intervento

Carreggiata Ovest				
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
0	6900	6900	Marcia lenta	
6900	7250	350	Marcia lenta	
7250	9550	2300	Marcia lenta	
9550	11540	1990	Marcia lenta	
11540	12650	1110	Marcia lenta	
12650	14100	1450	Marcia lenta	
14100	15050	950	Marcia lenta	
15050	15480	430	Marcia lenta	
15480	16180	700	Marcia lenta	
16180	16850	670	Marcia lenta	
16850	19105	2255	Marcia lenta	
19105	25630	6525	Marcia lenta	
25630	26200	570	Marcia lenta	
26200	27400	1200	Marcia lenta	

Carreggiata Est				
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
600	3750	3150	Marcia lenta	
3750	3950	200	Marcia lenta	
3950	7350	3400	Marcia lenta	
7350	8250	900	Marcia lenta	
8250	9920	1670	Marcia lenta	
9920	11350	1430	Marcia lenta	
11350	12650	1300	Marcia lenta	
12650	13050	400	Marcia lenta	
13050	14650	1600	Marcia lenta	
14650	15320	670	Marcia lenta	
15320	16250	930	Marcia lenta	
16250	17345	1095	Marcia lenta	
17345	18060	715	Marcia lenta	
18060	25000	6940	Marcia lenta	
25000	25550	550	Marcia lenta	
25550	27400	1850	Marcia lenta	

Carreggiata Ovest				
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
0	600	600	Sorpasso	
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
8200	8980	780	Sorpasso	
8980	9185	205	Sorpasso	
9185	9600	415	Sorpasso	

Figura 2-56 – Tratte di applicazione del risanamento

2.7 INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Nell'ambito della progettazione degli interventi di ampliamento del presente progetto è stato eseguito uno studio idrologico e idraulico finalizzato all'analisi delle interferenze idrografiche e alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica necessari.

I corsi d'acqua oggetto di studio sono stati classificati come principali, secondari e minori in funzione delle dimensioni delle loro opere di attraversamento e delle superfici dei bacini idrografici sottesi all'A11.

2.7.1 Interferenze idrografiche principali e secondarie

Di seguito si allega l'elenco dei corsi d'acqua principali e secondari, la loro progressiva di intersezione con l'A11 ed i Consorzi di Bonifica su di essi competenti.

Corso d'acqua principale	Progressiva (km)	Consorzio competente
torrente Marina	5+950	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina
fiume Bisenzio	8+366	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina/Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
fosso Ficarello	17+165	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
torrente Bagnolo Bardena	17+653	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
torrente Calice	18+133	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
torrente Brana	20+860	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio

Corso d'acqua secondario	Progressiva (km)	Consorzio competente
fosso Reale	1+948	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina
torrente Garille Nuovo	5+798	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina
torrente Marinella	7+208	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina
torrente Iolo	15+465	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
torrente Brusigliano	25+222 - 26+421	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio

Le analisi redatte per il Progetto di ampliamento dell'A11 recepiscono i parametri idrologici ed i valori di portata risultanti dalla Pianificazione Vigente e dagli Studi relativi al rischio idraulico, eseguiti dai Consorzi di Bonifica e dai Comuni competenti sul territorio in cui si sviluppa l'autostrada A11 oggetto di ampliamento.

I manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli) verranno generalmente ampliati in modo simmetrico (a monte e a valle) salvo casi in cui, per vincoli di varia natura (stradali, idraulici, espropriativi), saranno ampliati in maniera asimmetrica ovvero solo a monte o solo a valle. Gli ampliamenti saranno realizzati in modo tale da soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalle normative vigenti e da non incrementare l'attuale grado di rischio.

2.7.2 Interferenze idrografiche minori

Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano molteplici fossi di campagna per la bonifica e l'irrigazione tipici di un contesto pianeggiante, ampiamente sfruttato a scopo vivaistico nella parte occidentale del tracciato e fortemente urbanizzato nella parte orientale. Tali aste generalmente attraversano l'autostrada mediante tombini circolari di diametro variabile da 300 a 1.200 mm.

Il prolungamento verrà realizzato, a monte o a valle o da entrambi i lati, con la stessa sezione circolare o rettangolare.

2.7.3 Corsi d'acqua classificati ai sensi della DCR 12/2000 (ex 230/94)

I corsi d'acqua interferenti con gli interventi in progetto e classificati ai sensi della Delibera del Consiglio della Regione Toscana n. 12/2000 sono riportati nella tabella seguente:

Corso d'acqua	Progressiva attraversamento [Km]
Torrente Garille	5+798
Fiume Bisenzio	8+366
Torrente di Iolo/Torrente Bardena	15+480
Torrente Bagnolo	17+668
Torrente Calice	18+145

Tali corsi d'acqua sono sottoposti a specifici vincoli di natura idraulica.

2.7.4 Interventi di sistemazione idraulica

L'ampliamento dei manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), posti sui corsi d'acqua principali, secondari e minori, determina la necessità di prevedere degli interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte o a valle o da entrambi i lati dell'infrastruttura. Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in quattro tipologie principali:

- ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante rivestimento in massi di cava di opportuna pezzatura, eventualmente rinverdate e cementate nella parte fondazionale;
- ricalibratura dell'alveo e rivestimento di fondo e sponde mediante gabbioni e/o materassi metallici;
- risezionamento dell'alveo in terra, protezione con georete antierosione ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;
- ricalibratura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo, a sezione trapezia o rettangolare.

Le sistemazioni descritte si rendono necessarie per mettere in sicurezza le aste interferite ed evitare fenomeni di instabilità locale o diffusa delle sponde o del fondo, soprattutto in quelle aree in cui, a seguito degli interventi di ampliamento degli attraversamenti, l'equilibrio dell'asta è stato alterato e le strutture aggiunte hanno modificato il regime dei deflussi in caso di piena.

2.8 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

Il sistema di drenaggio garantisce la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie pavimentata ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito dalle aste di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente.

2.8.1 Requisiti prestazionali

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante, e dovranno soddisfare i seguenti requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- laminare le acque di piattaforma nei tratti in cui il ricettore finale è in condizioni critiche;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

2.8.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le cunette triangolari, le canalette grigliate e le caditoie grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi rivestiti e non) e da col-

lettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i ricettori.

- Elementi di recapito: sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

2.8.3 Criteri di progettazione

Per quanto riguarda il drenaggio di piattaforma, il progetto è stato sviluppato prestando particolare attenzione a quanto previsto dalle seguenti normative:

1. legge regionale n. 20 del 31-05-2006 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) con relativo regolamento di attuazione n. 46/R dell'8 settembre 2008;
2. D.G.R. 12 del 2000.

Secondo la legge regionale n. 20, che impone il trattamento qualitativo delle acque provenienti dalla piattaforma autostradale, il sistema di drenaggio sviluppato è di tipo chiuso per tutta la lunghezza dell'intervento. Ciò significa che, per tutta la tratta indagata e senza distinzione tra un recapito e l'altro, l'acqua raccolta dalla piattaforma e dalle scarpate autostradali viene trattata qualitativamente prima di essere scaricata nei corsi d'acqua ricettori. In particolare sono stati previsti i trattamenti di sedimentazione e di disoleazione.

Il D.G.R. 12 del 2000, invece, è volto al rispetto della compatibilità idraulica del progetto. Secondo il decreto appena citato, si ha l'obbligo di realizzare dei volumi che vadano a compensare l'aumento di superficie pavimentata conseguente all'ampliamento dell'autostrada. Non è invece in alcun modo vincolata la portata massima che può essere scaricata nei ricettori. Gli Enti preposti a quantificare i volumi di compenso sono i Consorzi di Bonifica. Nel presente progetto, in assenza di indicazioni di dettaglio provenienti dai singoli consorzi di Bonifica coinvolti, i volumi di compenso sono stati valutati secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica Area Fiorentina, che è stato l'unico Ente a esprimersi a riguardo. All'interno del progetto in oggetto, il loro recupero è previsto in maniera preponderante all'interno dei fossi di guardia e dei collettori.

2.8.4 Tipologia di drenaggio adottata

L'intervento in oggetto è caratterizzato dalla presenza diffusa di rilevati piuttosto bassi e da tombini idraulici e sottovia stradali molto superficiali. Queste due caratteristiche

dall'infrastruttura autostradale ad oggi esistente hanno reso impossibile l'utilizzo diffuso del sistema di raccolta e convogliamento costituito da canaletta grigliata e collettore sottostante. La presenza di rilevati bassi infatti spesso impedirebbe lo scarico a gravità nei ricettori, mentre opere molto superficiali impediscono il passaggio del collettore in loro corrispondenza.

Per queste due ragioni, oltre che per motivi di natura economica, si è sviluppato un sistema di drenaggio costituito soprattutto da embrici che scaricano all'interno del fosso di guardia posto al piede.

Nel caso in cui si è in presenza di barriere antirumore, questo schema viene modificato introducendo una canale rettangolare che scorre longitudinalmente all'infrastruttura e che permette di ridurre il passo di scarico dalla piattaforma al fosso sottostante (a tal proposito si vedano le tavole dei particolari idraulici).

Lo schema di drenaggio sopra esposto, non può però essere adottato nelle zone dove non esiste lo spazio per la realizzazione del fosso di guardia. In tal caso, se si è in presenza di barriere antirumore e/o di muri e se la lunghezza del tratto in oggetto è sufficientemente breve, si utilizza come elemento di raccolta e di convogliamento una canale rettangolare posizionata in piattaforma, di forma e dimensione del tutto analoga a quella sopra descritta; l'unica differenza consiste nell'assenza di scarichi intermedi, data l'assenza del fosso di guardia al piede.

Negli altri casi in cui non si ha lo spazio per la realizzazione del fosso di guardia, ma si hanno le quote necessarie per poter scaricare a gravità, si adotta il sistema di raccolta e di convogliamento costituito da canaletta grigliata continua associata al collettore sottostante. Si è scelto di adottare la canaletta grigliata continua (e non quella discontinua) a causa delle basse pendenze longitudinali che spesso si verificano lungo l'intervento.

Anche nell'unico e molto breve tratto in trincea di tutto l'intervento (tra il km 37525 e il km 37835), la raccolta in piattaforma viene effettuata con canale rettangolare oppure con il sistema costituito dalla canaletta grigliata continua associata al collettore sottostante. In questa situazione, il fosso di guardia è necessario per raccogliere i contributi esterni all'autostrada.

I collettori e le canale rettangolari possono scaricare all'interno dei fossi di guardia oppure direttamente nei recapiti. Questo secondo caso si verifica in carreggiata Ovest dall'inizio dell'intervento (al Km 0+621.256) fino al cavalcavia di via dei Giunchi (al Km 1+175.05), in carreggiata Est in corrispondenza del Fosso Parlanti (al Km 36+852.01) e in carreggiata Ovest in corrispondenza dell'Opera 268 (al Km 37+771.85).

I fossi di guardia utilizzati sono del tipo "FR", oppure, nei casi in cui si hanno a disposizione spazi molto esigui, di tipo "CR". Per la descrizione di forma e dimensione delle tipologie di fossi di guardia, si rimanda alle tavole dei particolari idraulici. In questo contesto si sottolinea però che tutte le tipologie di fossi adottate sono impermeabili; sono infatti realizzati in calcestruzzo. Ciò garantisce la realizzazione di un sistema di tipo chiuso, dato che rende impossibile la dispersione di acqua non trattata qualitativamente.

Date le ridottissime pendenza dei fossi di guardia, essi non svolgono la sola funzione di convogliamento delle portate, ma svolgono anche la funzione di sedimentatori: ciò è possibile perché al loro interno la velocità idrica si mantiene molto contenuta.

Per il dimensionamento dei fossi di guardia sono stati considerati sia i criteri di convogliamento idraulico (si vedano a tal proposito i capitoli seguenti) sia la necessità del recupero dei volumi legati all'aumento del pavimentato.

A valle dei fossi di guardia saranno realizzati dei manufatti di scarico in calcestruzzo per il recapito nei corsi d'acqua ricettori. I manufatti adottati saranno muniti di lama disoleatrice e di clapet, ma saranno privi di organi di regolazione di portata. Per la descrizione dei manufatti di scarico si fa riferimento ai capitoli successivi e alle tavole dei particolari idraulici.

Nel caso in cui l'elemento di convogliamento in piattaforma (canale rettangolare o collettore) non possa scaricare nel fosso di guardia, a monte del recapito, sotto la corsia di emergenza, dovranno essere posizionati sedimentatore e disoleatore prefabbricati, in modo da poter garantire anche in questi casi la realizzazione di un sistema chiuso.

Lungo l'autostrada sono presenti in maniera diffusa numerosi vivai, a partire dall'interferenza con il Torrente Calice alla pk 18+133 fino allo svincolo di Pistoia Ovest, sia lato carreggiata Ovest sia lato carreggiata Est. Poiché attualmente il contributo delle acque provenienti dai vivai, che non è trascurabile, viene spesso sversato nei fossi di guardia autostradali, si riscontra la necessità di realizzare fossi con funzione di gronda per

la raccolta delle acque provenienti dai vivai stessi, in modo che non si possano mischiare alle acque di piattaforma. Questa esigenza è legata, tra l'altro, alla realizzazione di un sistema di tipo chiuso per le acque di piattaforma autostradale, mentre le acque esterne all'infrastruttura non necessitano di trattamento qualitativo.

Il secondo fosso dovrà essere realizzato ex novo nei seguenti casi:

1. il terreno, in assenza di scoline, degrada verso l'autostrada;
2. le scoline dei vivai attualmente recapitano nel fosso di guardia autostradale.

Nei rari casi in cui il secondo fosso è già presente nelle condizioni attuali, questo sarà realizzato con dimensioni e quote pari a quelle del fosso esistente. Invece, per la realizzazione del secondo fosso, dove attualmente non esiste, si adotta la tipologia dei fossi inerbiti "FI".

Per quanto riguarda il fosso parallelo di raccolta dei contributi idrici di privati, in fase di ottenimento della compatibilità ambientale (VIA) e di procedure per la conformità urbanistica (Conferenza di Servizi), d'intesa con gli Enti territoriali istituzionali, si dovranno individuare i soggetti che si occuperanno di gestire i rapporti dei suddetti privati con le amministrazioni, in modo da agevolare la presa in carico di tali nuove opere di smaltimento idraulico.

2.9 IMPIANTI

I lavori oggetto dell'intervento consistono nella realizzazione delle seguenti opere:

- impianto d'illuminazione esterna per le corsie specializzate di entrata ed uscita dall'asse autostradale;
- esecuzione degli impianti relativi alla realizzazione del nuovo casello di Pistoia Est
- realizzazione delle nuove infrastrutture longitudinali di comunicazione;
- ricollocazione degli impianti di itinere interferenti con l'allargamento in sede del tracciato.

2.9.1 Illuminazione esterna

Questi impianti comprendono sia l'impianto di illuminazione per le aree di conflitto individuate in corrispondenza delle corsie specializzate (accelerazione/decelerazione), sia l'impianto di guida ottica antinebbia.

L'impianto di illuminazione verrà realizzato mediante la posa di corpi illuminanti SAP 250W su pali in acciaio con altezza globale fuori terra di 10 mt. con passo di posa pari a 37 mt.; tale standard, oltre ad essere conforme agli standard della Committenza, garantisce il rispetto dei limiti illuminotecnici imposti dalla vigente UNI 11248.

L'impianto antinebbia sarà realizzato mediante la posa di corpi illuminanti lampeggianti a led fissati alle barriere di sicurezza con passo di posa pari a circa 9mt. Questi corpi verranno comandati da apposita centralina di gestione che ne garantirà l'accensione in caso di rilevazione presenza nebbia tramite sensore.

2.9.2 Infrastrutture longitudinali

Contestualmente alle opere di allargamento in sede si procederà allo spostamento delle infrastrutture longitudinali esistenti per il transito cavi di comunicazione, siano essi in rame (7bcp) o in fibra ottica (50F.O. in comproprietà con Telecom).

Si procederà inoltre alla realizzazione di nuova rete proprietaria (Autostrade per l'Italia) realizzata in fibra ottica (cavo 24 F.O.) chiusa ad anello lungo la tratta per la raccolta dei segnali dagli impianti di itinere.

2.9.3 Ricollocazione impianti esistenti

Lungo l'asse, come evidenziato dalle planimetrie di rilievo interferenze, sono posizionati impianti puntuali (quali colonine SOS, stazioni meteo, PMV, benzopmv, ripetitori radio, telecamere di itinere, autovelox, ecc.) che interferiscono con i nuovi limiti di carreggiata. In questi casi si procederà alla rimozione e successivo riposizionamento o sostituzione degli apparati interessati.

2.9.4 Impianti svincolo Pistoia Est

Tra gli impianti progettati particolare importanza rivestono gli impianti del nuovo svincolo di Pistoia Est.

Gli impianti di detta stazione assolvono alle funzioni di:

- illuminazione all'esterno delle zone di pertinenza, dai rami di svincolo dall'asse autostradale, ai piazzali di stazione fino all'innesto con la V.O.;
- impianti luce, forza motrice, condizionamento, ventilazione ed idrico-sanitario degli edifici di stazione;
- impianti per la connessione alle reti elettriche ed idriche esterne;
- impianti di esazione pedaggi.

Le caratteristiche principali dell'illuminazione esterna sono:

- Pali di h.f.t. 10,00m, completi di apparecchi illuminanti per lampade 120 LED, per svincolo e viabilità ordinaria;
- Pali di h.f.t. 11,50m, completi di proiettori per lampade SON 400W, per il piazzale di stazione.

3 CANTIERIZZAZIONE

3.1 PREMESSA

Scopo del presente capitolo è quello di individuare:

- la sequenza delle fasi costruttive e le deviazioni di traffico necessarie a garantire, per tutta la durata dei lavori, la minore interferenza sul flusso dei mezzi e sulle condizioni di sicurezza all'utenza;
- il bilancio dei movimenti materia, stimando gli eventuali fabbisogni ed esuberanti;
- le modalità di gestione dei materiali;
- l'ubicazione delle cave o degli eventuali depositi, nonché la localizzazione ed il dimensionamento delle aree di stoccaggio provvisorie per la caratterizzazione del materiale scavato;
- il cronoprogramma dei lavori sulla base delle effettive lavorazioni ed in funzione delle produzioni medie;
- i flussi di traffico di cantiere correlati alle necessità di approvvigionamento e smaltimento materiale con l'individuazione della viabilità interessata da tali transiti.

Gli interventi di ampliamento alla terza corsia richiedono conseguenti acquisizioni di aree mediante procedura di esproprio.

È inoltre prevista la demolizione di modesti fabbricati o parte di essi che si trovano in prossimità dell'attuale margine laterale dell'autostrada (si veda l'elaborato MAM-QPGT-014_030); da un'attenta analisi emerge che gli edifici interessati sono relativi, per la maggior parte dei casi, a serre, baracche e tettoie connesse all'attività agricola. Vengono inoltre interessati alcuni edifici civili, come evidenzia la figura seguente.

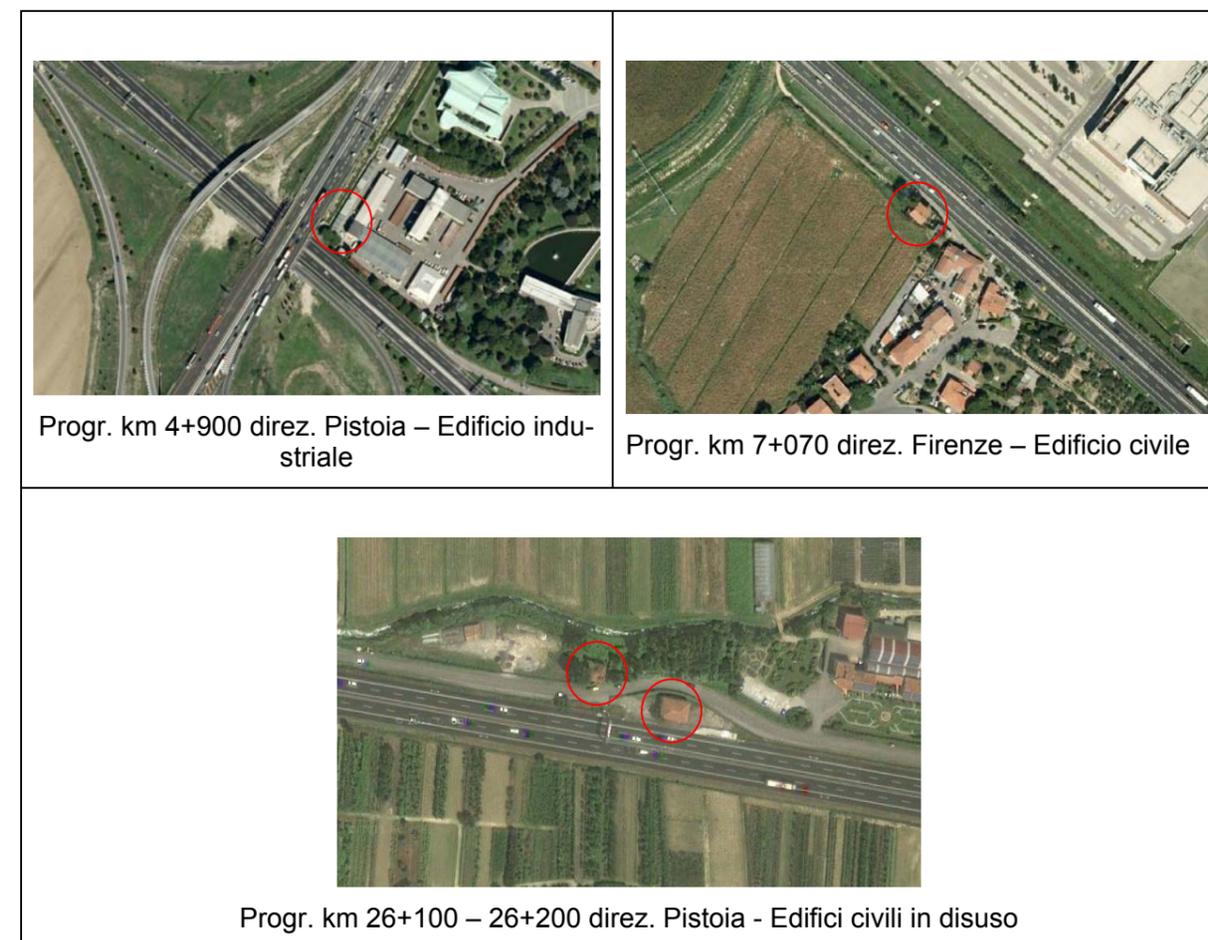


Figura 3-1 – Edifici da demolire

3.2 FASI COSTRUTTIVE

Nel seguito sono descritte l'organizzazione dei lavori e delle fasi di traffico atte a minimizzare i tempi realizzativi e il disturbo al traffico autostradale, oltre a garantire in ogni momento la possibilità di soccorso.

Rispetto ai lavori eseguiti in passato si è operato tenendo conto sia dell'esperienza accumulata in lavori analoghi, sia delle necessità specifiche di questo lotto.

Per prima cosa, sia per permettere all'impresa un maggior numero di fronti aperti, sia per permettere la realizzazione contestuale dei due ampliamenti in est e ovest dei sottovia esistenti, in modo da avere una sola chiusura della viabilità sottopassante, si è optato per far precedere la fase 1 da una fase propedeutica chiamata fase 0, in cui con restringimenti

puntuali si realizzano le berlinesi per lo scavo dei sottovia. Inoltre si è previsto di ridurre fin dalla fase 1 le corsie di entrambe le carreggiate, sebbene prevedendo in una di esse il mantenimento della corsia di emergenza, permettendo le lavorazioni esterne alla carreggiata (rilevato fino alla quota di sotto fondazione stradale e appunto realizzazione degli ampliamenti dei sottovia) anche dalla parte della carreggiata con la corsia di emergenza.

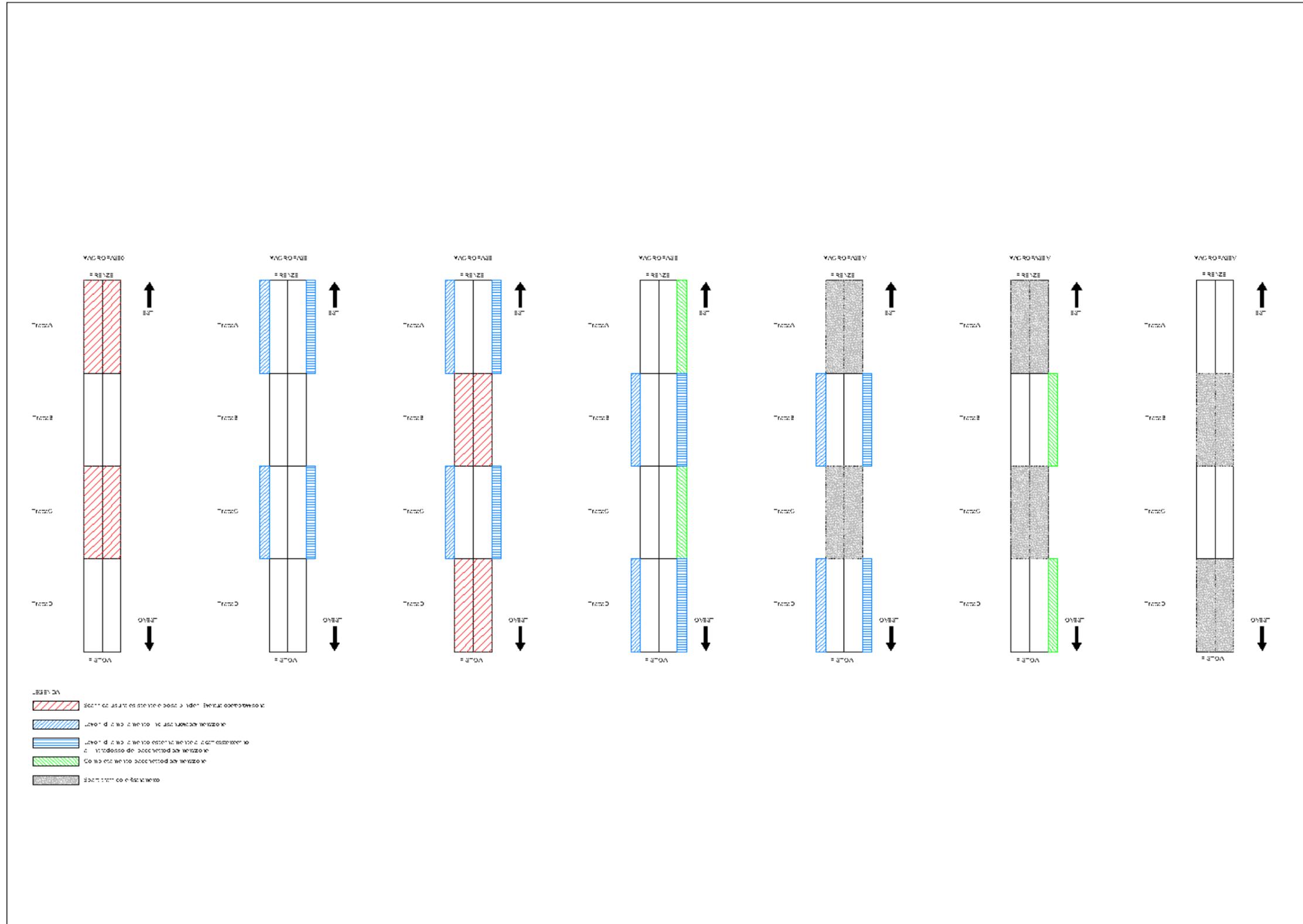
In secondo luogo, nei precedenti progetti si era proceduto “a scacchiera”, in merito ai tratti cantierati, cioè in modo tale che due tratte adiacenti venivano approcciate contemporaneamente e partendo da carreggiate opposte. In questo modo non si aveva l'effetto del “cantiere continuo”, poiché tra due tratti in cui erano previsti i lavori e i restringimenti di carreggiata, veniva lasciato un tratto non cantierato. Poiché nel nostro tratto è necessario sostituire diversi impalcati della carreggiata ovest (realizzata negli anni '30), è necessario ampliare “sempre” per prima la carreggiata est. Per questo si è pensato di sfasare nel tempo l'inizio della fase 1 per le tratte A e C, che cominciano prima e le tratte B e D. Queste ultime cominceranno solo quando il cantiere nelle due tratte A e C si sarà portato nella fase 2 e cioè nella carreggiata ovest. Questo comporta un leggero allungamento dei tempi, in parte recuperato dalla modifica di cui al capoverso precedente.

Per quanto riguarda la cantierizzazione si è scelto di dividere il tratto in cinque tratte d'intervento. In tal modo i lavori possono procedere, in carreggiata, con cantieri sfalsati (alternativamente in carreggiata est o ovest) in modo da ottimizzare i tempi e evitare l'assenza d'emergenza per tratte estese sulla stessa carreggiata. Quanto sopra consente la realizzazione delle tratte in contemporanea.

In particolare, le tratte di cantierizzazione all'interno delle quali si procederà all'esecuzione dell'ampliamento del tratto, sono:

- tratta A dalla progr.0+621,256 fino alla progr.9+850
- tratta B dalla progr.9+850 fino alla progr.15+050
- tratta C dalla progr.15+050 fino alla progr.23+000
- tratta D dalla progr.23+000 fino alla progr.27+392,878
- tratta Curva di Monsummano dalla progr.36+660 fino alla progr.38+111,04

Come si è detto si inizieranno per prime le tratte A e C partendo dalla carreggiata est, secondo le fasi di cui al punto successivo. Quando nelle tratte A e C si passa dalla fase 1 (1bis) alla fase 2, cominceranno i lavori in carreggiata est nelle tratte B e D, preceduti dalla fase 0 descritta più avanti.



3.2.1 Sezioni tipo di intervento e fasi di traffico

L'infrastruttura esistente ha una sezione tipo con piattaforma da 22,40 m, con due corsie per senso di marcia da 3,50 m, corsie d'emergenza da 3,00 m e spartitraffico new jersey monofilare da 0,62 m con due banchine da 0,89 m.

La sezione tipo di progetto corrisponde alla categoria A del D.M. 5/11/2001, caratterizzata da 3 corsie da 3,75 m, margine interno di 4 m (2,60 m di spartitraffico e due banchine in sx da 0,70 m) e corsie d'emergenza di 3 m, per un'ampiezza complessiva di 32,50 m.

Durante le lavorazioni la larghezza delle carreggiate viene ridotta a 7,10 m (0,5+3,40+3,40+0,15), tranne che per le lavorazioni di risanamento della marcia lenta, che però sono molto veloci, durante le quali si avrà una carreggiata di 6,90 m di larghezza (fasi 1bis e 2bis).

L'articolazione trasversale della piattaforma inoltre è tale da garantire in tutte le fasi almeno una corsia d'emergenza lungo uno dei due sensi di marcia, che non venga ad interrompersi nella sua estensione longitudinale lungo il tratto, salvo nei punti singolari ove le lavorazioni non lo consentano.

La separazione e la protezione del cantiere dal traffico autostradale è assicurata dall'installazione di barriera new-jersey in cls, posta a filo della carreggiata autostradale provvisoria. Sono da predisporre delle piazzole provvisorie ogni 500 m circa.

Inoltre sono previsti dei by-pass nel new-jersey centrale ogni 2.000 m circa, al fine di consentire l'intervento dei mezzi di soccorso anche nella carreggiata ove sia assente la corsia d'emergenza, passando sull'altra carreggiata, appunto, nel varco più vicino a valle dell'incidente, e percorrendo contromano la carreggiata opposta.

In linea generale sono previste quattro fasi principali per ogni tratta, ossia:

0. Eliminazione puntuale della corsia di emergenza nella carreggiata ovest.
Lavori: esecuzione delle berlinesi in carreggiata ovest in corrispondenza dei sottovia da ampliare.

1. Riduzione della larghezza delle corsie di entrambe le carreggiate, occupazione col cantiere della corsia d'emergenza della carreggiata est e mantenimento della corsia di emergenza in carreggiata ovest.

Lavori: Ampliamento del corpo stradale della carreggiata est e ampliamento del corpo stradale della carreggiata ovest fino all'intradosso del pacchetto di pavimentazione, ampliamenti dei sottovia da entrambe le carreggiate.

- 1bis. Mantenimento della riduzione della larghezza di entrambe le carreggiate, soppressione della corsia di emergenza in est e mantenimento della corsia di emergenza in carreggiata ovest. Spostamento del traffico in carreggiata est sull'ampliamento realizzato in fase 1.

Lavori: Scarifica e posa binder in carreggiata est esistente e risanamento marcia lenta carreggiata est.

2. Mantenimento della riduzione della larghezza delle corsie della carreggiata ovest, occupazione col cantiere della corsia d'emergenza della carreggiata ovest e mantenimento della corsia di emergenza in carreggiata est con due corsie di marcia della larghezza di 3,75m ciascuna.

Lavori: Completamento del corpo stradale della carreggiata ovest.

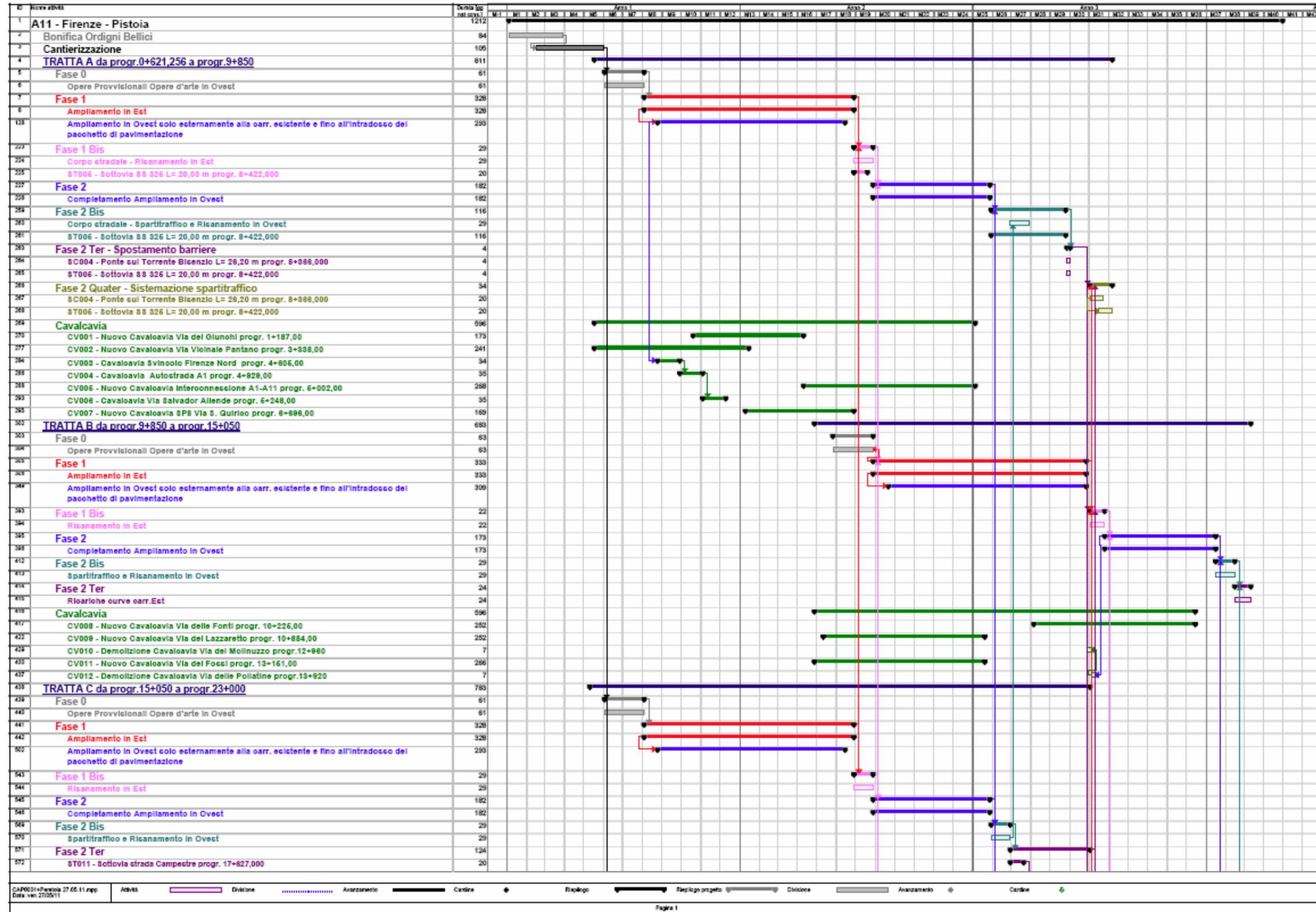
- 2bis. Mantenimento della riduzione della larghezza delle corsie della carreggiata ovest, soppressione della corsia di emergenza in ovest e mantenimento della corsia di emergenza in carreggiata est. Spostamento del traffico in carreggiata ovest sull'ampliamento completato in fase 2.

Lavori: Scarifica e posa binder in carreggiata ovest esistente, risanamento marcia lenta carreggiata ovest e rifacimento zona spartitraffico, ove previsto.

Nella tratta di Monsummano valgono le stesse fasi, con l'unica differenza che devono essere lette con le carreggiate (est/ovest) invertite rispetto a quelle descritte.

Oltre alle fasi principali sono previste delle fasi secondarie necessarie per effettuare le ricariche sulle carreggiate e per effettuare le rotazioni degli impalcati delle opere che necessitano tale attività, queste fasi sono rappresentate nelle tavole relative alle fasizzazioni dei lavori (elaborati MAM-QPGT-043÷MAM-QPGT-049).

Le tempistiche di realizzazione delle tratte di lavorazione e le relazioni temporali tra di esse sono riportate nel successivo “Diagramma dei lavori”; i tempi totali della realizzazione dell’opera si attestano intorno ai 40 mesi (considerando anche le attività di chiusura e di ripristino).



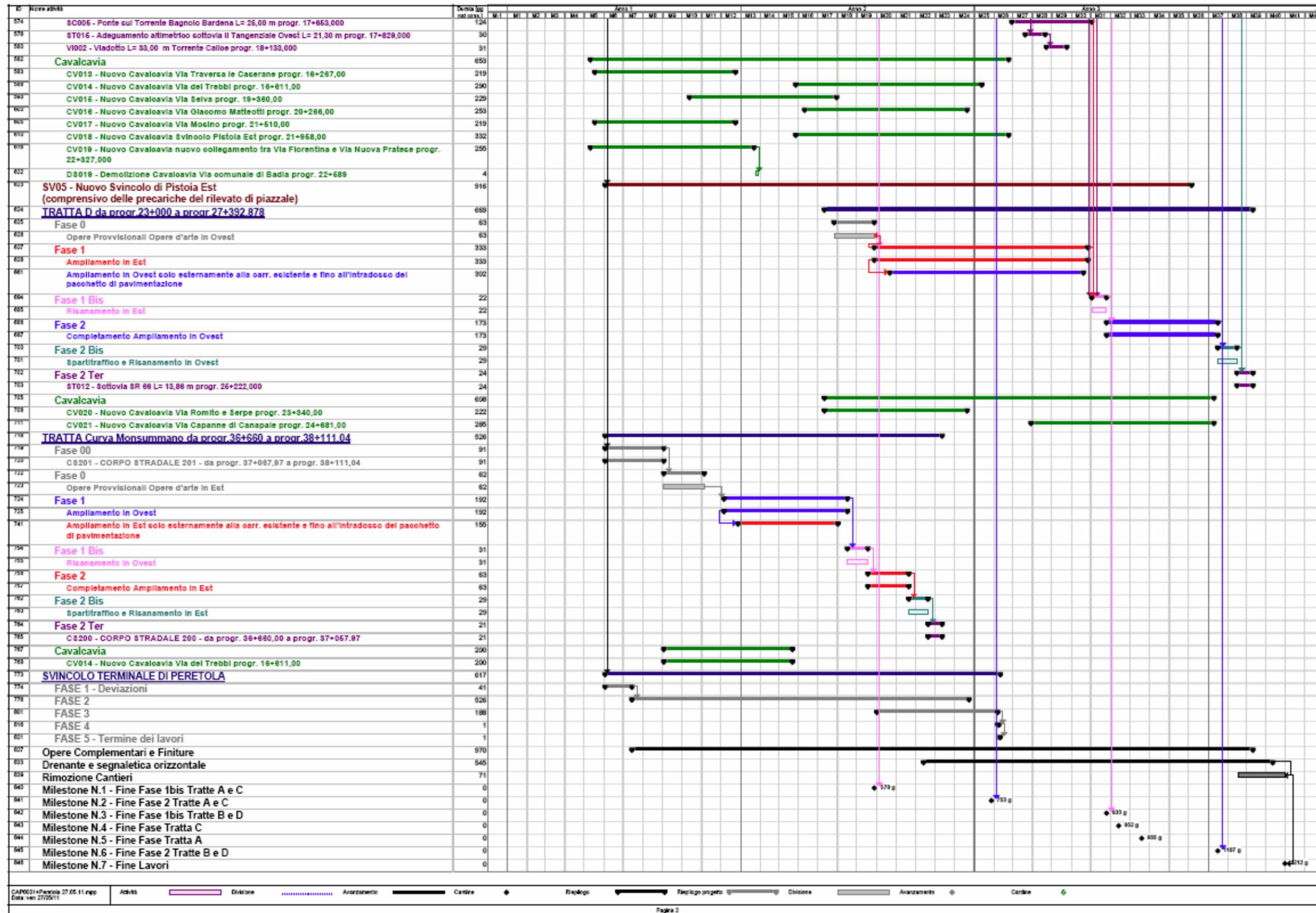


Figura 3-2 – Diagramma lavori

3.2.2 Espropri

Per poter procedere all'acquisizione in via ablativa dei beni immobili di proprietà privata o pubblica interessati dalla realizzazione delle opere oggetto del presente progetto definitivo, sono stati catalogati i beni mediante la determinazione delle superfici necessarie alla realizzazione dell'opera per tipo di occupazione. In particolare è stato adottato il seguente criterio in base alla sezione corrente:

in caso di trincea o rilevato:

- limite di occupazione definitiva posto in coincidenza della ubicazione di progetto della recinzione stradale e comunque a distanza minima non inferiore a mt. 6,00 dal piede o dal ciglio della scarpata, integrando l'occupazione definitiva con occupazione temporanea fino al raggiungimento di tale distanza minima, per consentire cantierizzazioni e movimenti di mezzi. Sono stati fatti salvi i necessari raccordi, adeguamenti e collegamenti;

in casi puntuali:

- esproprio temporaneo per le aree di cantiere e per la cantierizzazione dei singoli manufatti in progetto. Nelle fattispecie l'occupazione è stata determinata secondo le esigenze specifiche per consentire l'esecuzione dei lavori secondo le tecniche progettate ed in considerazione della movimentazione di uomini e mezzi in piena sicurezza operativa.

Per potere conteggiare preliminarmente le somme necessarie agli espropri e danni si è proceduto con le seguenti modalità:

- dopo aver determinato le superfici necessarie alla realizzazione dell'opera, sono stati eseguiti dei sopralluoghi sui siti interessati, ad identificare l'attuale destinazione dei beni immobili (terreni e fabbricati), nonché le relative colture prevalenti in atto, provvedendo a distinguere, con successive indagini relative alle destinazioni urbanistiche, l'effettivo valore riferito alla specifica attribuzione di aree agricole e di aree a potenzialità edificatoria legale.

Per le aree agricole o non edificabili si sono applicate le norme dell'art. 40 del DPR 327/01, considerando le stesse riferite ai valori agricoli medi per territorialità omogenee determinati dalla Commissione Provinciale Espropri di Firenze e Pistoia; invece per le aree a potenzialità edificatoria legale o assimilate, si sono applicate le norme indicate dall'art. 37 del sopraccitato T.U come modificati dal D.Lgs 244/2007, contemperando il valore venale, riferito a valori di mercato delle zone in esame.

Sono stati inoltre calcolati gli importi per la corresponsione delle indennità aggiuntive di cui alle previsioni degli articoli 33 e 44 del sempre citato testo Unico e per l'occupazione temporanea, dedotta secondo la vigente normativa, applicando il criterio della presumibile incidenza del danno determinato dal mancato godimento del bene per la durata della sua detenzione.

3.3 I CANTIERI

Lungo il tracciato sono state individuate le aree di cantiere funzionali alla realizzazione dell'ampliamento oggetto dello SIA.

Tali aree sono, partendo da Firenze:

- cantieri CO01 e CO02 alla prog. 3+340 (comune di Sesto Fiorentino);
- cantiere CB01 alla prog. 17+150 (comune di Prato);
- cantiere CO03 alla progr. 22+200 (comune di Pistoia);
- cantiere CO04 alla prog. 37+950 (comune di Pieve a Nievole).

A questi occorre poi aggiungere le "aree di supporto" nell'area dello svincolo di Peretola, che non sono pensate attrezzate al momento con apprestamenti definitivi, ma potranno servire oltre che per creare gli spazi necessari ai lavori, anche per implementare le aree di cantiere, ove ritenuto necessario da parte dell'Impresa. Per esse si rimanda al paragrafo 5.4.

La morfologia dell'area risulta pressoché pianeggiante per cui, risulta sufficiente effettuare modesti movimenti di terra, minimizzando i volumi di riporto/sterro. Il materiale di risulta derivante dallo scotico superficiale dei primi 50 cm è inadatto alla costruzione del rilevato poiché adibiti a coltura agricola. Di questi i 20 cm più superficiali e ricchi biologicamente

verranno collocati in dune perimetrali di altezza massima pari a 2 metri a protezione di ogni porzione di cantiere, il resto in mucchi di altezze anche superiori ai 2 metri da allocarsi dentro all'area di cantiere. Tale materiale depositato temporaneamente verrà poi riutilizzato per la rinaturalizzazione del sito a fine lavori, dopo aver rimosso la pavimentazione e il materiale arido, posando prima il materiale in mucchi e poi, più in superficie, quello nelle dune.

Nelle aree dove è prevista la pavimentazione, questa verrà effettuata, dopo aver raggiunto la quota di sotto cassonetto con materiale da rilevato, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato e 6 cm di binder bituminoso.

Nel seguito si darà una breve descrizione delle varie aree.

3.3.1 Cantiere CB01

Il cantiere principale CB01 (elaborato MAM-QPGT-041) è situato in corrispondenza dello svincolo e barriera di esazione di "Prato Ovest", e direttamente accessibile dalla S.P.4 "Strada Provinciale Autostrada Declassata – Viale Leonardo da Vinci" e accoglie:

- Campo Base;
- Cantiere Operativo;
- Area di Caratterizzazione Terre;
- Impianto di Produzione Asfalti;
- Impianto di Produzione Calcestruzzi.

Considerata la morfologia dell'area, si è optato per la realizzazione di una vasta area di cantiere suddivisa in 5 sub-aree distinte, collegate tra di loro attraverso una viabilità interna al cantiere. Da quest'ultima è possibile accedere, tramite cancelli, a ciascuna sottoarea. Per consentire facilità di manovra dei mezzi in ingresso/uscita dall'area di cantiere, si è ritenuto opportuno prevedere un doppio accesso, uno direttamente dall'autostrada con un varco, e uno dalla viabilità pubblica (S.P.4).

3.3.2 Aree di cantiere CO01 E CO02

I due cantieri possono essere considerati un'unica area di cantiere (elaborato MAM-QPGT-040). La doppia numerazione è giustificata dal fatto che le due aree sono adiacenti ma separate da una strada locale (via di Pantano) e quindi con due ingressi separati.

Sono previsti nell'area:

- Cantiere Operativo;
- Area di Caratterizzazione Terre.

Il cantiere risulta direttamente accessibile da via del Pantano e, attraverso una viabilità provvisoria di cantiere, dall'autostrada A11, in corrispondenza dell'area di servizio "Peretola Sud".

Considerata la geometria dell'area ed i vincoli preesistenti, tra i quali anche sottoservizi e linee elettriche aree, si è optato per una suddivisione dell'area di cantiere in due piazzali ubicati su ambo i lati del nuovo cavalcavia autostradale: ad est verrà realizzato il cantiere operativo, ad ovest l'area di caratterizzazione terre. Per consentire una maggior facilità di manovra dei mezzi in ingresso/uscita dall'area di cantiere, si è ritenuto opportuno prevedere un sistema di due accessi alle aree di cantiere, in corrispondenza dell'area di servizio esistente "Peretola Sud" e direttamente dalla viabilità pubblica, su via del Pantano.

Il cantiere è asservito anche dalle due viabilità di servizio VS01 e VS02.

3.3.3 Area di cantiere CO03

Si prevede di installare un cantiere operativo alla progressiva km 22+200 in adiacenza alla carreggiata nord dell'autostrada A11, nel Comune di Pistoia, sfruttando la geometria del futuro svincolo "Pistoia Est" (elaborato MAM-QPGT-042). Il cantiere operativo risulta accessibile da Via Nuova Castellare, tramite una viabilità provvisoria che la collega con l'area del futuro svincolo di "Pistoia Est" (VS03).

Sono previsti nell'area:

- Cantiere Operativo;
- Area di Caratterizzazione Terre.

3.3.4 Area di cantiere CO04

Completa le aree di cantiere a servizio del Lotto in oggetto, un cantiere operativo alla progressiva km 37+950 in adiacenza alla carreggiata nord dell'autostrada A11, nel Comune di Pieve a Nievole, sfruttando un'area interclusa tra il corpo stradale dell'autostrada e la viabilità locale (elaborato MAM-QPGT-055). Il cantiere operativo risulta direttamente accessi-

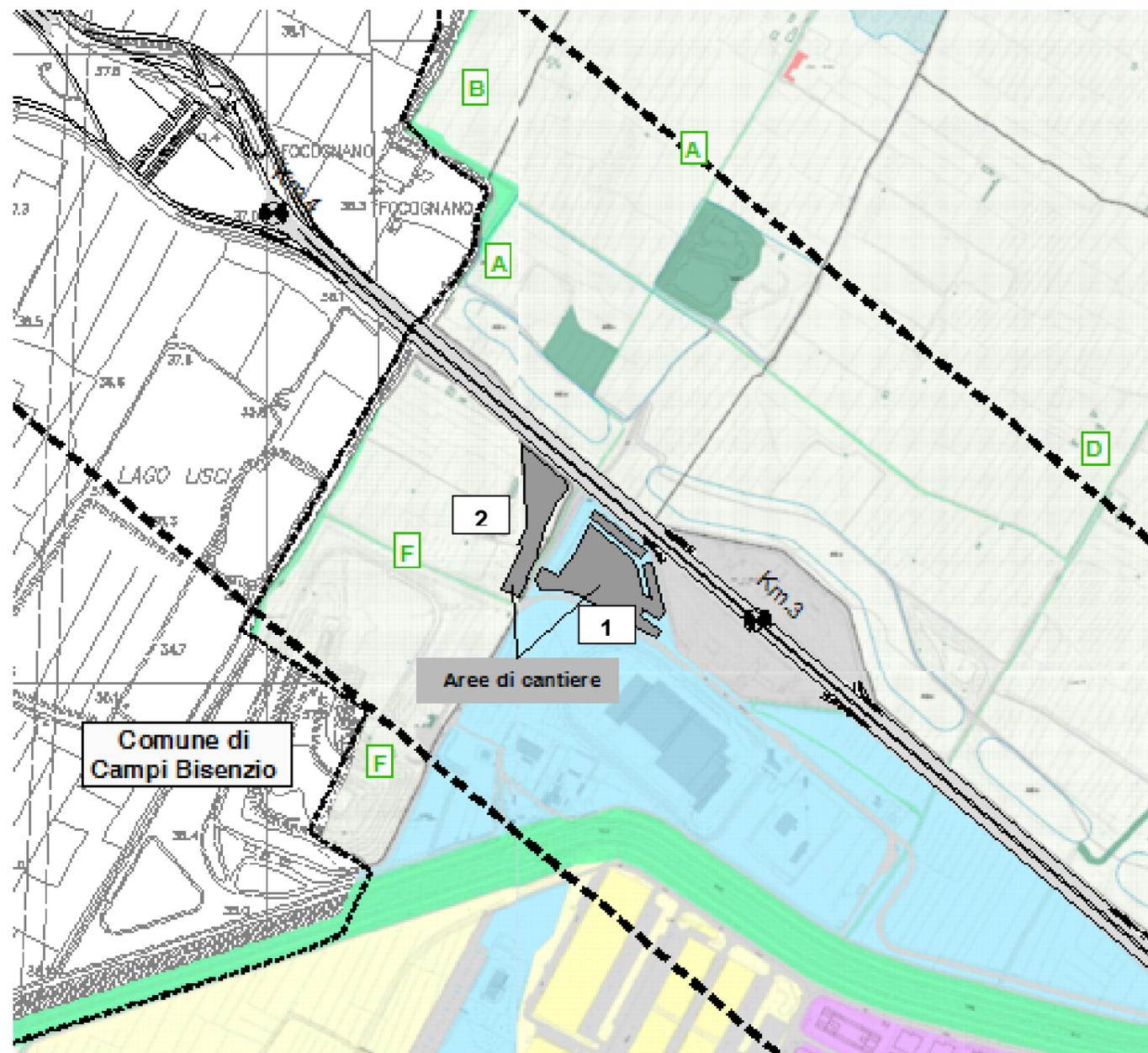
bile dalla S.R.4360 “Strada Regionale Francesca” tramite via Fonda e sarà funzionale alla esecuzione dei lavori nel comune di Monsummano.

Sono previsti nell’area:

- Cantiere Operativo;
- Area di Caratterizzazione Terre.

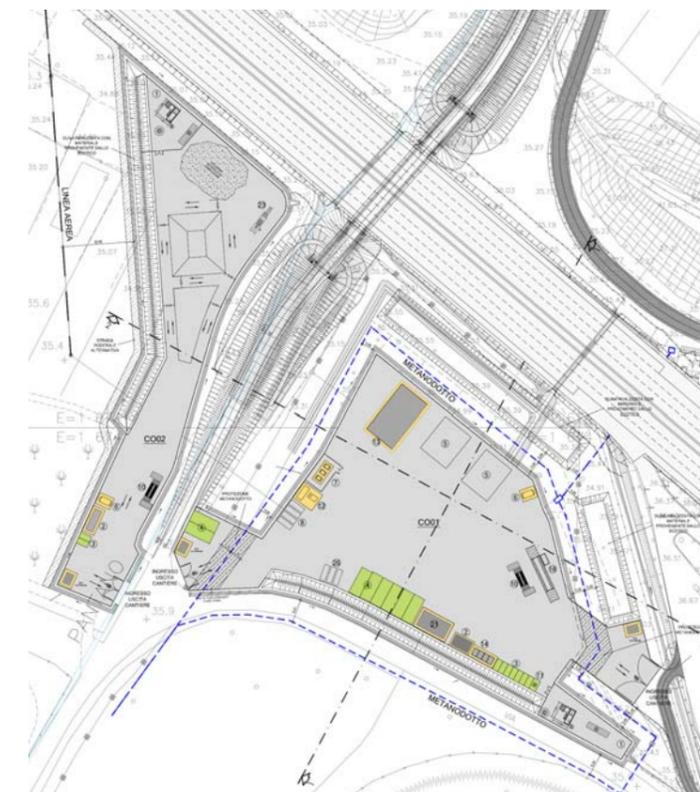
Per consentire una maggior facilità di manovra dei mezzi in ingresso/uscita dall’area di cantiere, si è ritenuto opportuno prevedere un doppio accesso, un o diretto dall’autostrada e uno dalla viabilità pubblica, su via Fonda.

CANTIERI CO01 – CO02



Zone di PRG occupate dal cantiere

- 1 – Poli funzionali;
- 2 - Aree agricole di pianura – Case Passerini.

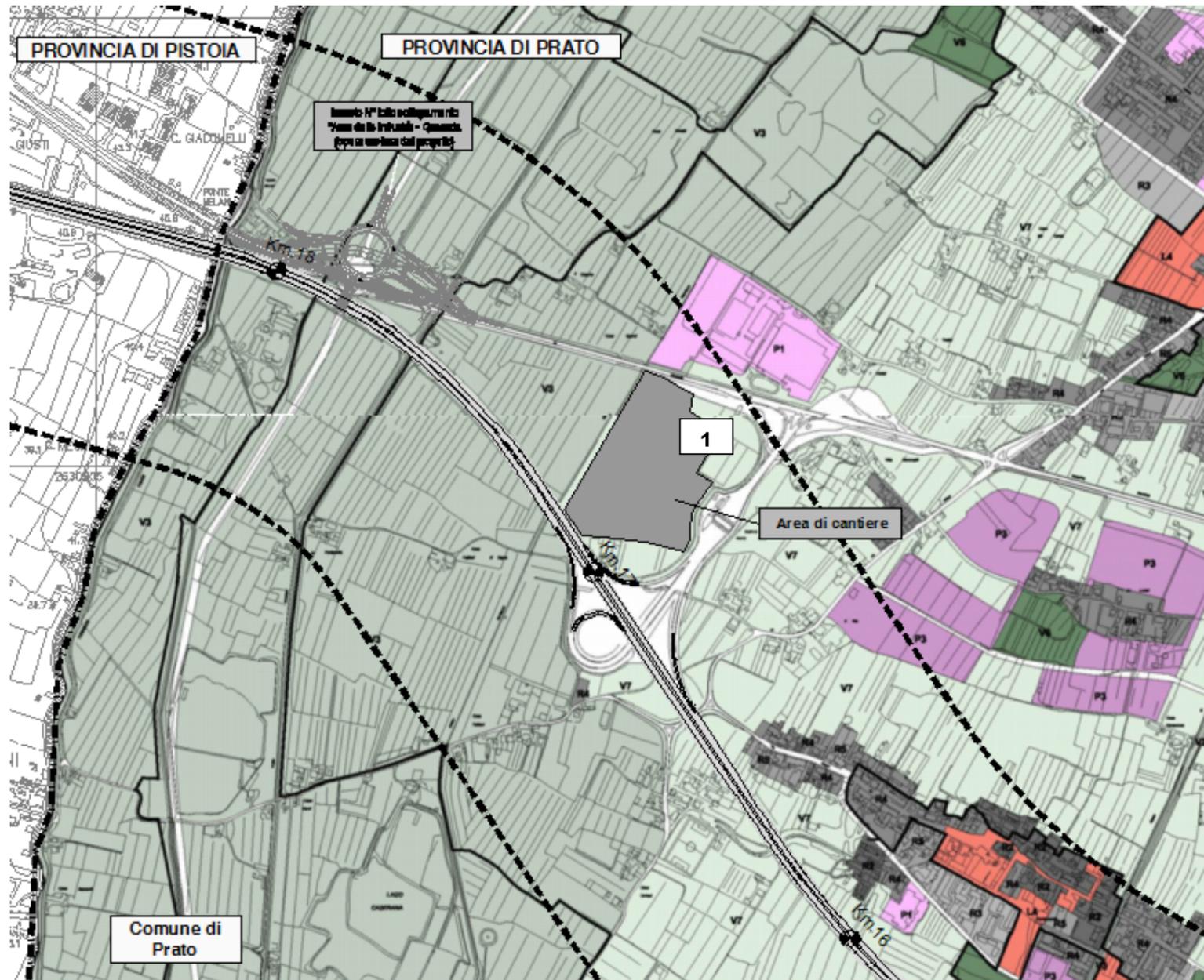


Localizzazione cantiere in comune di Sesto Fiorentino



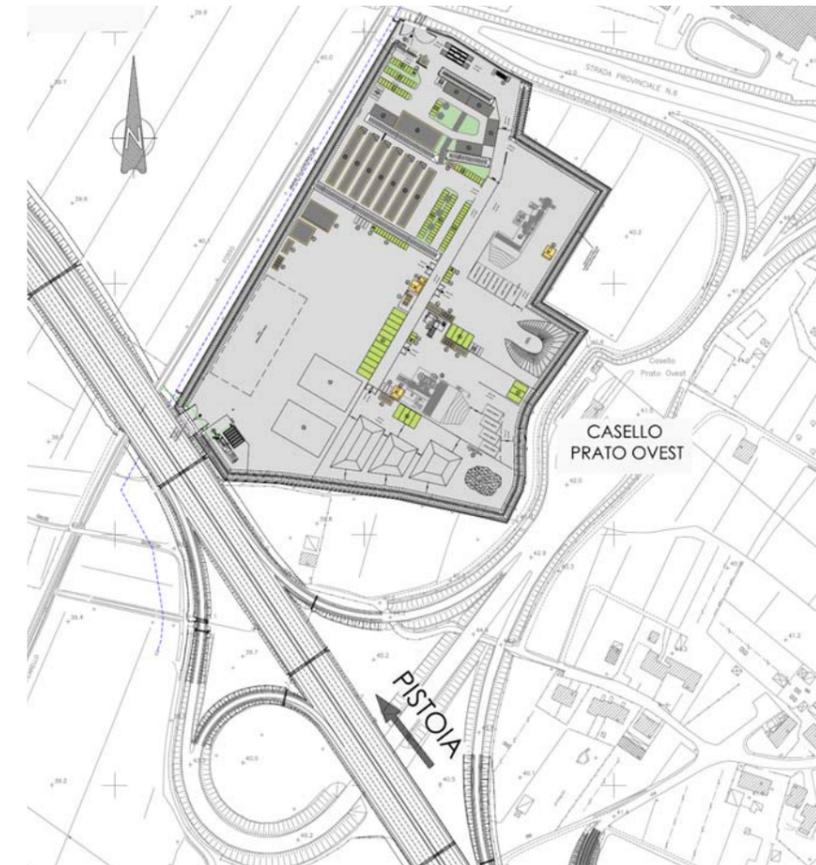
Foto aerea dell'area del cantiere

CANTIERE CB01



Zone di PRG occupate dal cantiere

1 – Zona V7 – I capisaldi della pianura coltivata.

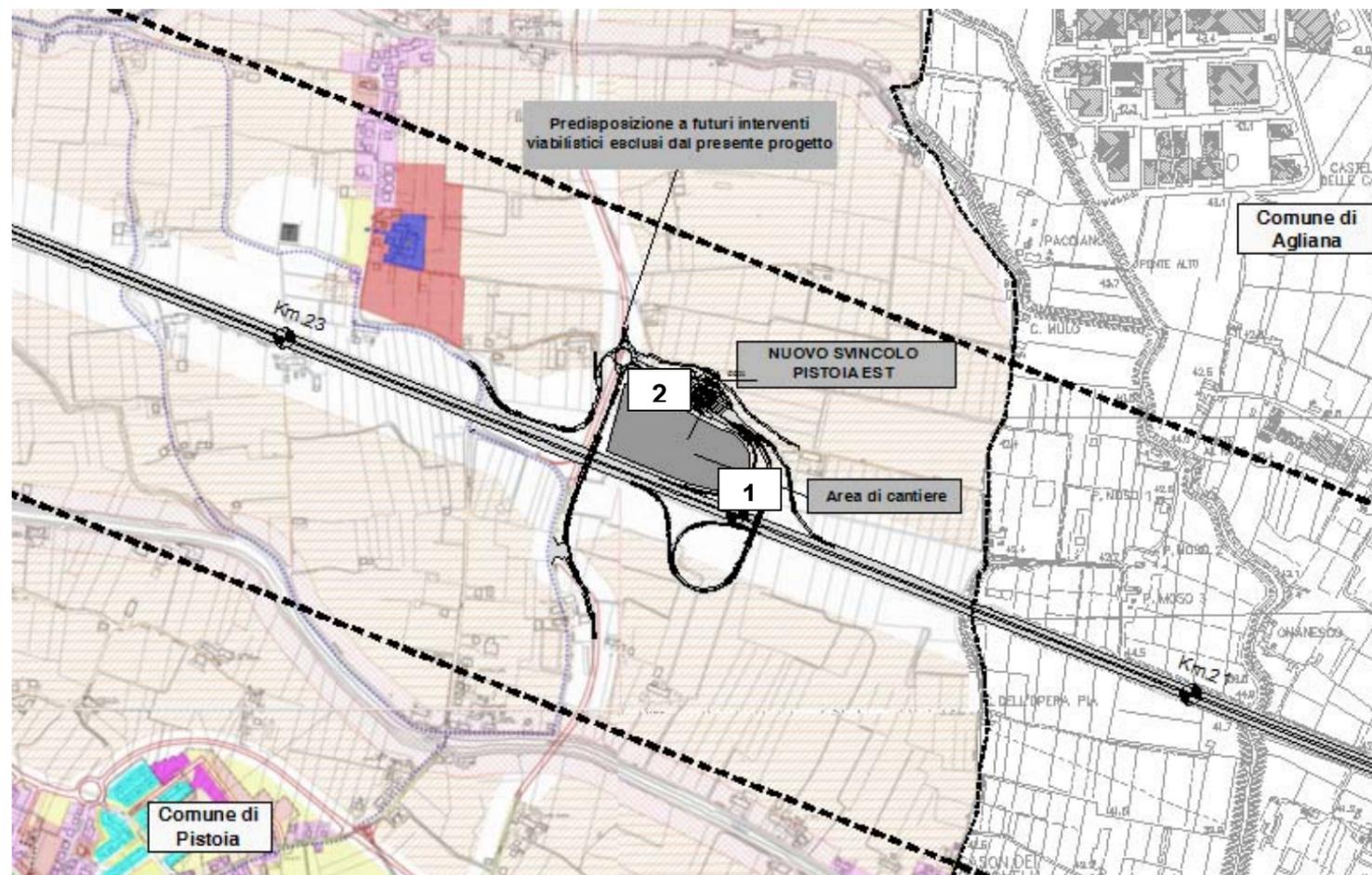


Localizzazione cantiere in comune di Prato



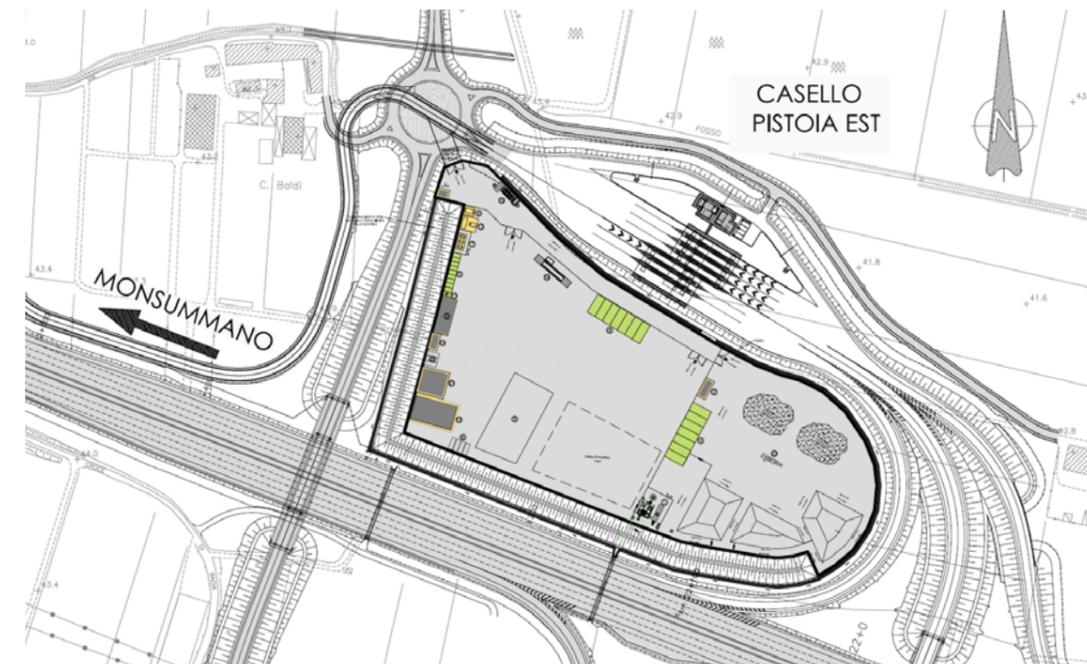
Foto aerea dell'area del cantiere

CANTIERE C003



Zone di PRG occupate dal cantiere

- 1 – Zone agricole con vincolo di rispetto (E4);
- 2 – Zone a vivaio (E3).



Localizzazione cantiere in comune di Pistoia



Foto aerea dell'area del cantiere

3.3.5 Stima dei fabbisogni

Considerando il numero di operai presenti in cantiere ed il numero di giorni lavorativi (1220 giorni, equivalenti a 40 mesi) utili alla realizzazione dell'intervento si ipotizzano i seguenti fabbisogni idrici ed energetici.

CONSUMI ENERGETICI		
Campo cantiere CO01/02	300	kW
Campo Principale CB01	1000	kW
Campo cantiere CO03	300	kW
Campo cantiere CO04	300	kW
totale	1900	kW

CONSUMI IDRICI						
Campo cantiere CO01/02						
Potabile	uomini eq.	10	2	mc/g	2440	mc
Industriale						
	CO01	22				
	CO02	13	35	mc/g	42700	mc
Campo Principale CB01						
Potabile	Campo base	320	70			
	Campo operativo	60	12			
	totale		82	mc/g	100528	mc
Industriale			102,5	mc/g	125050	mc
Campo cantiere CO03						
Potabile	uomini eq.	10	2	mc/g	2440	mc
Industriale			19,5	mc/g	23790	mc
Campo cantiere CO04						
Potabile	uomini eq.	10	2	mc/g	2440	mc
Industriale			15	mc/g	18300	mc
	totale		260	mc/g	317688	mc
	di cui	acqua potabile	88	mc/g	107848	mc
		acqua industriale	172	mc/g	209840	mc

L'approvvigionamento idrico avverrà tramite collegamento alla rete acquedottistica pubblica locale ed eventualmente, per l'acqua ad uso industriale, tramite pozzo; in ogni caso, l'Impresa provvederà ad osservare le indicazioni e prescrizioni del caso che gli Enti potranno fornire nelle procedure autorizzative comunque previste dalle norme vigenti in materia.

3.4 VIABILITÀ DI CANTIERE

Con viabilità di servizio si intende una strada che collega due aree di cantiere ovvero un'area di cantiere con una strada locale o l'autostrada, attraversando aree esterne alle area di cantiere. Tali viabilità sono generalmente di uso promiscuo (tranne i tratti in cui si entra o esce dall'autostrada) e verranno realizzate a partire da un progetto esecutivo altrettanto dettagliato rispetto a quello dei lavori autostradali.

Il sistema della viabilità di servizio è poi integrato dalle piste di cantiere, che invece sono interne alle aree di cantiere (e sono in modo principale le piste ai due lati del rilevato, ma anche le piste per le pile dei ponti, ecc.). La definizione esatta di tali piste nei limiti dettati dalle aree di occupazione, sarà competenza dell'Impresa esecutrice. Le eventuali opere d'arte minori relative alle piste di servizio, così come i guadi sui fossi esistenti, dovranno essere progettate dall'Impresa, sulla base dei tracciati definitivi.

Infine il reticolo dei percorsi dei mezzi di cantiere è completato dalle viabilità locali.

Vista la particolare caratteristica della zona in cui sorgerà la nuova carreggiata sud, per la maggior parte situata in aree pianeggianti e abitate, il traffico di cantiere nel caso in esame sfrutterà generalmente la viabilità locale esistente, oltre ovviamente alla pista di cantiere che corre al piede del rilevato futuro parallela all'autostrada.

La serie di elaborati da CAP0201 a CAP0208 – Planimetrie di ubicazione dei cantieri e delle viabilità di cantiere - illustra il reticolo della viabilità che in qualche modo si ritiene necessario per lo svolgimento dei lavori. Nel documento STP003 di gestione delle terre e rocce da scavo, si è anche valutato il traffico medio del traffico di cantiere nel punto in cui esso è maggiore (svincolo Prato ovest).

In particolare negli elaborati citati sono rappresentati, relativamente alla viabilità:

- la viabilità locale utilizzata durante i lavori
- la viabilità esistente da adeguare ai nuovi volumi di traffico
- le viabilità di servizio eseguite ex-novo (vedi paragrafi seguenti)
- le piste di cantiere all'interno delle aree di lavoro
- le piste provvisorie ai piedi del rilevato

Per gestire l'ingresso e l'uscita dei mezzi dai cantieri CO01 e CO02 (di fatto un unico cantiere separato in due) e al cantiere CO03, si è ritenuto necessario prevedere delle nuove viabilità dedicate al cantiere.

La pendenza longitudinale massima prevista è circa del 10%. Il pacchetto di pavimentazione è previsto di spessore pari a 39 cm, e così composto: strato di sottofondazione in misto granulare stabilizzato (spessore 20 cm), strato di base in conglomerato bituminoso (spessore 10 cm), strato di binder (spessore 5 cm), strato di usura (spessore 4 cm – realizzato a fine lavori per le strade che non vengono smantellate).

Nel seguito si descrivono le suddette viabilità.

3.4.1 Viabilità di servizio VS01 e VS02

In corrispondenza del cantiere CO01/CO02 (elaborato MAM-QPGT-040) l'ingresso e l'uscita del cantiere viene realizzata attraverso le due viabilità VS01 e VS02. L'ingresso diretto al cantiere avviene in carreggiata est dall'autostrada e più precisamente dalla rampa di ingresso all'area di servizio Peretola est. L'uscita dallo stesso cantiere avviene invece attraverso la viabilità dedicata VS02 che corre sul perimetro esterno dell'area di servizio per poi immettersi nella rampa di uscita della stessa. Poiché essa è unidirezionale, la larghezza della strada sarà pari a 4,00 m.

L'ingresso in carreggiata ovest avviene invece nella rampa di entrata dell'area di servizio Peretola ovest, attraverso la viabilità dedicata VS01, che passa dietro all'area di servizio, poi raggiunge la via vicinale Pantano e tramite il cavalcavia CV02 attraverso l'autostrada e raggiunge l'ingresso sia del cantiere CO01 che del piazzale di caratterizzazione CO02. La strada è a doppio senso di marcia e quindi la sua larghezza è pari a 6,00 m.

3.4.2 Viabilità di servizio VS03

Invece il sistema di ingresso e uscita dal cantiere CO03 (elaborato MAM-QPGT-042), sfrutta la viabilità dedicata VS03. Essa collega l'entrata del cantiere con la rampa dell'esistente cavalcavia di via Castellare, correndo prima alla base della rampa del futuro cavalcavia CV08 (sul nuovo collegamento tra via Fiorentina a nuova via Pratese) e poi parallela all'autostrada. In questo tratto sarà realizzato il varco di ingresso e uscita in carreggiata ovest. Attraverso l'esistente cavalcavia di via Castellare si attraversa l'autostrada per raggiungere un nuovo varco di entrata e uscita in carreggiata est. Quando il nuovo cavalcavia CV08 verrà realizzato esso sostituirà il cavalcavia di via Castellare per i traffici di cantiere e la strada di cantiere realizzata in prima fase e adeguata nelle sue estremità diventerà la viabilità LC02. Per questo motivo la larghezza della strada è stata prevista di 6,50 m. Inoltre, lato cantiere verrà realizzata una rotatoria per regolare i vari flussi di traffico, mentre dall'altra estremità verrà demolito il cavalcavia esistente e la rampa ovest, permettendo alla LC02 di avere un andamento altimetrico più regolare e pianeggiante.

3.5 BILANCIO E GESTIONE DELLE TERRE E DEI MATERIALI DI SCAVO

3.5.1 Premessa

Per la realizzazione delle opere previste per l'ammodernamento e ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord, nel tratto compreso tra Firenze (progr. km 0+621) e lo svincolo di Montecatini Terme (progr. km 27+392), per uno sviluppo complessivo pari a 26,8 km circa, è stata effettuata una prima stima dei materiali provenienti dalle attività di scavo, ed una stima dei fabbisogni di materiali per le aree interessate da opere di sistemazione, quali sistemazione dei rilevati, delle scarpate o dei cigli stradali.

Le lavorazioni connesse alla realizzazione dell'infrastruttura in oggetto prevedono l'esecuzione di scavi all'aperto sia nei tratti in rilevato per eseguire le gradonature propeedeutiche alla formazione dei nuovi rilevati, sia per la realizzazione delle fondazioni e sottofondazioni delle nuove opere.

Il tracciato di progetto è stato interessato da una campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, svolta durante il periodo dicembre - gennaio 2011, che ha previsto l'esecuzione di 15 pozzetti superficiali e 5 sondaggi geognostici verticali. Sono stati prelevati 23 campioni di terreno da sottoporre a caratterizzazione ambientale.

L'ubicazione dei punti di campionamento, la profondità di scavo e le relative profondità di campionamento sono state dettate in base al volume di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale. Considerato l'ambito territoriale attraversato, l'infrastruttura si presenta interamente in rilevato, ad eccezione delle opere di scavalco di strade e corsi d'acqua. Non essendo presenti tratti in trincea, non saranno da prevedersi sbancamenti e di conseguenza gli unici volumi di scavo, di entità limitata, sono riferibili allo scotico dei rilevati esistenti e all'ampliamento delle fondazioni delle opere d'arte.

I parametri rilevati sono i seguenti:

- Composti inorganici: Antimonio (Sb); Arsenico (As); Berillio (Be); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Selenio (Se); Stagno (Sn); Tallio (Tl); Vanadio (V); Zinco (Zn); Cianuri (Liberi); Fluoruri.
- Idrocarburi: idrocarburi leggeri (C<12); idrocarburi pesanti (C>12).
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene.
- Analisi mediante tecnica SEM-EDS per la determinazione di minerali fibrosi appartenenti al gruppo dell'amianto (art. 23 del D.Lgs 277/91): eseguita solo sui campioni di terreno prelevati dai sondaggi geognostici, ad eccezione del campione SD 0, la cui stratigrafia non indicava la presenza di minerali potenzialmente amiantiferi (pietre verdi).

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale.

3.5.2 Quadro normativo di riferimento

La normativa vigente in materia di gestione delle terre e rocce da scavo fa capo agli art. 183,184,185 e 186 del D.Lgs 152/2006 (TUA, Testo Unico Ambientale), così come modificato dal D.Lgs 205/2010 recante "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del

Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive".

Alcune regioni hanno provveduto all'emanazione di specifiche norme regionali, con lo scopo di rimediare alla carenza di informazioni nel testo di legge sugli aspetti più strettamente operativi. Per quanto riguarda la Regione Lombardia, non è invece stata ancora emessa nessuna norma specifica per disciplinare l'applicazione del summenzionato decreto.

D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (TUA, Testo Unico dell'Ambiente)

Con il Decreto Legislativo del 3 dicembre 2010, n. 205, è stata recepita la direttiva 2008/98/CE, che modifica il D.Lgs. 152/2006. Con tale decreto sono state apportate importanti modifiche alla Parte Quarta del Codice dell'ambiente; in particolare le terre provenienti dagli scavi possono essere riutilizzate e non destinate a rifiuto se riconducibili alla categoria dei sottoprodotti di cui all'art. 183 lettera qq) del D.Lgs. 152/2006, che recita il seguente testo:

"sottoprodotto: qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184-bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2."

Nell'art. 184 bis sono individuate le specifiche condizioni da rispettare al fine di poter utilizzare le terre e rocce da scavo, sottraendole così alla gestione in regime di rifiuti:

"1. È un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:

a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;

b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;

c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

2. Sulla base delle condizioni previste al comma 1, possono essere adottate misure per stabilire criteri qualitativi o quantitativi da soddisfare affinché specifiche tipologie di sostanze o oggetti siano considerati sottoprodotti e non rifiuti. All'adozione di tali criteri si provvede con uno o più decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, in conformità a quanto previsto dalla disciplina comunitaria.”

L'articolo 186 del D.Lgs. 152/2006 individua, fino alla emanazione di un apposito decreto ministeriale di cui all'art. 184-bis comma 2 che indicherà i requisiti quali quantitativi della categoria merceologica dei sottoprodotti, le specifiche condizioni da rispettare per poter utilizzare le terre e rocce da scavo, sottraendole così alla gestione in regime di rifiuti:

“1. Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 185, Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché:

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- e) sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del presente decreto;
- f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve esse-

re dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;

g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata. L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle condizioni fissate all'articolo 183, comma 1, lettera p).

2. Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la sussistenza dei requisiti di cui al comma 1, nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto che è approvato dall'autorità titolare del relativo procedimento. Nel caso in cui progetti prevedano il riutilizzo delle terre e rocce da scavo nel medesimo progetto, i tempi dell'eventuale deposito possono essere quelli della realizzazione del progetto purché in ogni caso non superino i tre anni.”

L'articolo 186 comma 5 chiarisce che qualora le terre e rocce non siano utilizzate, in quanto non rispondenti ai requisiti fissati dalla legislazione, ad esse debba applicarsi il regime giuridico dei rifiuti e, quindi, debbano essere gestite nel rispetto della normativa in materia di rifiuti sia per quanto attiene alle modalità e prescrizioni del deposito temporaneo (articolo 183, comma 1, lettera m), che per il successivo avvio ad operazioni di recupero/smaltimento in impianti debitamente autorizzati.

L'articolo 185 del D.Lgs. 152/2006, così come modificato dal succitato D.Lgs 205/2010, esclude dal campo di applicazione dell'art.186 sopra descritto “il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato”.

Dunque, alla luce delle modifiche introdotte dal D.Lgs 205/2010, la gestione delle terre e rocce da scavo prevede, ai sensi del D.Lgs. 152/2006, le seguenti possibilità operative:

- continua ad essere ammesso l'utilizzo del materiale, se non inquinato, direttamente nel sito di produzione a condizione che vi sia certezza dell'utilizzo nell'ambito della

costruzione ed allo stato naturale (art. 185 comma 1 lett. c). In questo caso non si applica la normativa sui rifiuti e quindi la Parte IV del D.Lgs. 152/06;

- al di fuori dell'ambito di produzione (cantiere) le terre e rocce debbono essere considerate come rifiuto ai sensi dell'art. 184, comma 3 lett. b);
- in alternativa l'utilizzo è ammesso:
- come sottoprodotto in base all'attuale art. 186 e dopo l'emanazione del Decreto ministeriale ai sensi dell'art. 184 bis;
- come Materia Prima Seconda – MPS ai sensi dell' art. 184 ter (MPS).

Le condizioni in base alle quali le terre e rocce sono qualificabili come sottoprodotto dovranno essere definite con un apposito decreto ministeriale. Anche per l'individuazione delle terre e rocce come Materia Prima Seconda, successivamente alla cessazione della qualifica di rifiuto, il decreto legislativo 205/2010 rinvia ad uno o più specifici provvedimenti ministeriali di futura emanazione.

L'allegato 2 al titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. riguarda i criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati; esso non fornisce informazioni dirette per quanto riguarda aree non classificate come contaminate, quali quelle cui si riferiscono le indagini di cui al presente documento, ma contiene tuttavia alcune utili indicazioni cui attenersi per le attività di campionamento ed analisi.

In particolare il testo normativo specifica che:

- i criteri da adottare nella formazione di campioni di terreno comprendono sia la necessità di ottenere la determinazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico, sia l'esigenza di prelevare separatamente, in aggiunta ai campioni previsti per ciascun sondaggio, eventuali materiali che si distinguono per caratteristiche di inquinamento ovvero per caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche e litologico-stratigrafiche;
- i campioni di terreno da portare in laboratorio dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La

concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro;

le analisi di laboratorio saranno effettuate secondo metodiche ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

La presenza di pietre verdi nei rilevati autostradali esistenti, come meglio descritto nei paragrafi seguenti, rende quantomeno doveroso un richiamo ai principali riferimenti normativi inerenti la tematica amianto. La normativa in materia di amianto si presenta decisamente complessa ed articolata sia per la presenza di disposizioni di livello comunitario, nazionale e regionale, sia per il carattere trasversale che assume tale disciplina. A tal proposito si riportano i principali riferimenti normativi, con particolare riguardo all'ambito della tutela ambientale.

D. Lgs 81 del 9 aprile 2008 Attuazione dell'art 1 della Legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. recante Norme in materia ambientale

Delibera 10 luglio 2006 Ministero Ambiente - Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto.

D.M. 3 agosto 2005 - Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica.

D.M. n. 248 del 29 luglio 2004 Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio - Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto.

D.M. 6 settembre 1994 Ministero della Sanità - Decreto di applicazione della L. 257/92.

D.M. 14 maggio 1996 - Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto previsti dall'art. 5, comma 1, lett. f, della L257/92, recante: norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

D.Lgs. 36/03 - Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti.

Legge 27 marzo 1992 n.257 recante Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante Norme in materia ambientale all'art. 177 (campo di applicazione) stabilisce che "la parte quarta (Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati) del presente decreto disciplina la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati anche in attuazione delle direttive comunitarie sui rifiuti, sui rifiuti pericolosi, sugli oli usati, sulle batterie esauste, sui rifiuti di imballaggio, sui policloro-bifenili (PCB), sulle discariche, sugli inceneritori, sui rifiuti elettrici ed elettronici, sui rifiuti portuali, sui veicoli fuori uso, sui rifiuti sanitari e sui rifiuti contenenti amianto". Un rifiuto contenente amianto è considerato pericoloso quando la concentrazione di fibre amiantifere è superiore a 1000 mg/kg (Cfr. D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii., parte quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1).

La Regione Toscana con D.G.R. 102/1997 illustra il Piano di protezione dell'ambiente, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto. Art. 10 legge 27 marzo 1992, n. 257 e D.P.R. 8 agosto 1994.

Si rileva, tuttavia, che la gestione dei materiali amiantiferi naturali è descritta e normata solo in alcune regioni (ad es. Piemonte e Liguria) dove la legislazione sui criteri di gestione delle terre e rocce da scavo prevede particolari sezioni dedicate ai materiali potenzialmente amiantiferi,

Si segnala allora l'utilità desunta dalle indicazioni presenti nella D.G.R. della Liguria 859/2008, recante Criteri per l'utilizzo e la gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi del comma 1 dell'art. 16 della l.r. 38/98 ed in particolare, a quanto in essa disposto nel caso di apertura e gestione di cantieri in presenza di contaminanti volatili e polveri. Di seguito se ne riassume alcuni aspetti:

1. Nel caso di probabile presenza di contaminanti mobilizzabili per via aerea è necessario che vengano messe in atto tutte le misure di sicurezza atte alla protezione dell'ambiente, dei lavoratori e della popolazione eventualmente residente nelle aree

limitrofe: ciò, in particolare, nel caso di scavi in terreni e rocce caratterizzate da contenuti anche minimi di amianto (Pietre Verdi). [omissis]

2. Fatte salve le prescrizioni necessariamente impartite dagli organi competenti in materia in fase di autorizzazione, in caso di cantieri che prevedano lo scavo di rocce e terre contenenti amianto si dovrà provvedere a:
 - un piano di monitoraggio della dispersione in aria di fibre di amianto all'interno del cantiere e nelle immediate vicinanze;
 - dispositivi di protezione individuale;
 - tecniche di scavo a bassa produzione di polveri.
3. Gli scavi in roccia dovranno essere attuati con tecniche che garantiscano la minor frammentazione dell'ammasso roccioso, idealmente ottenendo blocchi con la massima dimensione compatibile con il grado di fratturazione naturale e le esigenze di trasporto.
4. Le attività di scavo dovranno essere effettuate con mezzi dotati di cabina completamente chiusa e di un sistema idoneo di filtrazione dell'aria.

È inoltre opportuno predisporre ogni idoneo sistema per la minimizzazione e il controllo della diffusione delle polveri, quale, a titolo di esempio, la nebulizzazione del fronte di scavo.

Di particolare interesse è il contenuto dell'Allegato n. 1 alla citata DGR 859/2008, dedicato alle modalità di verifica dell'assenza di contaminazione nelle terre e rocce da scavo ai fini di un loro utilizzo: al punto B) Accertamento della contaminazione mediante campionamento sui cumuli viene sancito che qualora il campionamento finalizzato alla caratterizzazione in presenza di Pietre Verdi abbia messo in evidenza l'assenza di superi di legge sarà necessario mediamente un campionamento ogni 1000 mc. In tutti i casi, la frequenza dei controlli potrà essere ridotta nel tempo qualora si rinvenga sistematicamente un basso contenuto in amianto e l'ammasso roccioso oggetto dello scavo sia caratterizzato da relativa omogeneità sotto i profili petrografico e strutturale".

Infine, il punto C) Rilevazione del contenuto di amianto liberabile delle rocce e di amianto totale nei terreni stabilisce che, nel caso di scavi in presenza di terre e rocce contenenti amianto, la caratterizzazione debba essere effettuata sulla base:

- dei criteri relativi alla classificazione ed all'utilizzo delle "Pietre Verdi" in funzione del loro contenuto in amianto riportati nell'Allegato 4 del Decreto Ministero Sanità 14 Maggio 1996 pubblicato sulla GU del 25 ottobre 1996, con particolare riferimento al punto B1 "Valutazione del contenuto di amianto nei materiali estratti – Materiali in breccia";
- dell'allegato 1 "Determinazione quantitativa dell'amianto in campioni in massa" al Decreto Ministero della Sanità 6 settembre 1994, pubblicato sulla G.U. 20 settembre 1994.

Ulteriori indicazioni procedurali al riguardo vengono successivamente fornite per "suoli e sedimenti naturali derivanti da rocce verdi (depositi alluvionali e costieri, detriti di versante, coltri eluviali e colluviali)" e, in attesa di apposite direttive ministeriali, in merito all'applicazione dei criteri descritti nei predetti decreti, si stabilisce quanto segue:

- una velocità di rotazione di 50 giri/min per la prova di sfregamento tramite "automazione" prevista dal D.M. 14 maggio 1996 sui materiali a consistenza lapidea;
- per l'analisi del tenore in amianto possono essere utilizzate le tecniche riportate dal D.M. 6 settembre 1994: SEM (Microscopio Elettronico a Scansione), MOCF (Microscopia Ottica in contrasto di fase), IR (Spettrometria Infrarossa) e X.R.D. (Diffrazione a Raggi X), possibilmente in modo integrato.

3.5.3 Analisi dei dati

Coma anticipato nel paragrafo 3.5.1, il tracciato di progetto è stato interessato da una campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, svolta durante i mesi di dicembre – gennaio 2011. L'indagine ha fornito informazioni sul chimismo del suolo interessato dall'opera in oggetto: in particolare, oltre alle concentrazioni dei contaminanti organici ed inorganici presenti nei campioni di terreno analizzati, è stata rilevata la presenza di pietre verdi nei rilevati autostradali esistenti. Alla luce di tale evidenza si è proceduto ad effettuare, per un totale di 6 campioni, analisi SEM-EDS per determinarne il contenuto in minerali amiantiferi; la suddetta tecnica comprende tale tecnica comprende il

conteggio delle fibre mediante microscopio elettronico a scansione (SEM), l'individuazione della composizione chimica delle singole fasi mediante microanalisi a raggi X in dispersione di energia (EDS) e calcolo della percentuale in peso (ppm) del contenuto in minerali fibrosi.

Nei paragrafi seguenti si riportano nello specifico gli esiti della campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito.

3.5.3.1 Presenza di metalli pesanti, idrocarburi leggeri, pesanti ed aromatici

I risultati analitici conseguiti sui 23 campioni di terreno prelevati hanno delineato un quadro ambivalente rispetto ai limiti vigenti del D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1. Si è riscontrata, infatti, una sostanziale congruità con i limiti imposti nei siti a destinazione d'uso industriale o commerciale (colonna B), mentre sono stati registrati numerosi superamenti dei limiti previsti nelle aree a verde pubblico/privato o a vocazione residenziale (colonna A).

Si riporta di seguito un quadro sinottico delle evidenze emerse dalle analisi di laboratorio, raggruppate per classi analitiche.

Tabella 3-1 Superamenti dei valori di riferimento indicati dal D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1.

Campione	Prof. (m)	Classi analitiche terreni (*)					
		Metalli pesanti				Composti organici aromatici	Idrocarburi
PZ-B11	0,5	Ni	Sn	V	-	-	-
PZ-B11	1	Ni	Sn	V	-	-	-
SD0	(2.5-3.2)	Sn	V	-	-	-	-
SD2	(1.0-2.0)	Cr tot	Ni	-	-	-	-
SD2	(3.0-4.0)	-	-	-	-	-	-
SD3	(1.0-2.0)	Co	Cr tot	Ni	-	-	-
SD3	(3.0-4.0)	Co	Cr tot	Ni	-	-	-
SD4	(4.0-5.0)	Cr tot	Ni	Sn	-	-	-
SD5	(2.5-3.5)	Cr tot	Ni	Sn	-	-	-
PZ-AM1	(0.6-0.8)	-	-	-	-	-	-
PZ-AM2	(0.6-0.8)	Co	Sn	-	-	-	-
PZ-AM3	(0.5-0.7)	-	-	-	-	-	-
PZ-AM4	(0.7-0.8)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM5	(0.5-0.7)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM6	(0.5-0.7)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM7	(0.6-0.8)	Cu	Sn	-	-	-	-
PZ-AM8	(0.5-0.7)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM9	(0.6-0.8)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM10	(0.4-0.6)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM11	(0.5-0.7)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM12	(0.5-0.7)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM13	(0.5-0.7)	Sn	-	-	-	-	-
PZ-AM14	(0.5-0.7)	Sn	-	-	-	-	-

(*) In giallo sono segnalati i superamenti dei limiti riportati in colonna A (siti ad uso residenziale, verde pubblico e privato), in rosso quelli relativi alla colonna B (siti industriali/commerciali).

Per quanto riguarda gli inquinanti di chiara origine antropica, come i composti organici aromatici e gli idrocarburi, si è riscontrato un totale rispetto dei limiti più restrittivi previsti dalla normativa vigente, i.e. per i siti a destinazione d'uso residenziale oppure adibiti a verde pubblico e privato. È stata rinvenuta, tuttavia, la presenza diffusa di metalli nei campioni di suolo esaminati (Tabella 3-1). I superamenti hanno interessato, in ordine di frequenza: Stagno, Nichel, Cromo tot., Cobalto, Vanadio e Rame.

Circa il 75% dei campioni di terreno presenta una concentrazione in Stagno leggermente superiore a 1mg/kg, Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) prevista per le aree residenziali o a verde pubblico/privato: il valor medio nei campioni esaminati è, infatti, pari a circa 1,91 mg/kg. Considerando l'entità e la tipologia del suddetto metallo pesante, la presenza di Stagno risulta essere imputabile alle caratteristiche chimiche tipiche del background naturale. Il limite previsto dalla normativa per lo Stagno risulta restrittivo, poiché non è stata tenuta nella dovuta considerazione la concentrazione di fondo naturale nelle matrici geoambientali: il limite di legge si riferisce allo Stagno elementare e non alla componente tossica dei composti organo-stannici (ARPA Piemonte "Rapporto sullo stato dell'ambiente – Regione Piemonte" 2006). Per quanto riguarda il contenuto di Cobalto e Vanadio si registrano solo superamenti di limitata rilevanza delle CSC normate per siti ad uso residenziale e verde pubblico/privato.

Solo un campione di terreno, prelevato dal sondaggio SD3 ad una profondità compresa tra 1 e 2 m dal piano campagna, presenta concentrazioni di Cromo totale e Nichel superiori ai limiti normativi previsti per siti ad uso industriale e commerciale. Il contenuto dei suddetti metalli rientra nei limiti della colonna A nel campione di terreno prelevato dal medesimo sondaggio a profondità maggiore. Il contenuto anomalo in Cromo totale e Nichel, ed in parte in Vanadio, deve essere associato indubbiamente alla natura litologica della matrice principale presente nel rilevato. Caratteristica peculiare, infatti, di ciottoli e brecce serpentiniche ritrovate nel terreno in alcuni sondaggi eseguiti lungo il tracciato è il tenore naturale elevato nelle concentrazioni di alcuni metalli pesanti.

3.5.3.2 Presenza di minerali amiantiferi

Come già anticipato nel paragrafo 3.5.1, durante la campagna di caratterizzazione ambientale è stata ritrovata la presenza di pietre verdi (ofioliti) nei rilevati autostradali esistenti: alla luce di tali evidenze si è proceduto ad effettuare, ad integrazione del set analitico previsto (i.e. metalli pesanti, idrocarburi pesanti e leggeri, idrocarburi aromatici) analisi SEM-EDS per determinare il contenuto di minerali amiantiferi. I campioni di terreno da analizzare mediante la suddetta tecnica SEM-EDS sono stati prelevati dai sondaggi eseguiti sui rilevati le cui stratigrafie indicavano la presenza di pietre verdi.

Le rocce ofiolitiche sono state utilizzate come materiali naturali da costruzione per la loro straordinaria resistenza, durabilità e varietà di aspetto e colorazione: in particolare, nella

provincia di Firenze, una quota parte della produzione di inerti è rappresentata dalle pietre verdi, impiegate prevalentemente nelle costruzioni e nei riempimenti (PRAER Toscana). Mentre nella provincia di Prato, la roccia tipica era proprio la serpentinite (“marmo verde di Prato”), che veniva storicamente cavata, anche per i suoi usi decorativi e per le sue peculiari caratteristiche precedentemente ricordate, nei dintorni dai comprensori del Monteferretto o nel borgo di Figline.

Dunque, non desta particolare stupore la presenza di ofioliti nei terreni utilizzati a suo tempo per riempimenti, rimodellazioni e rilevati dell'attuale tracciato autostradale. La presenza di ofioliti può inoltre plausibilmente spiegare l'elevato contenuto in Cromo, Nichel e Vanadio riscontrata nei terreni sottoposti ad analisi chimica (Tabella 3-1). Negli affioramenti ofiolitici presenti nell'Appennino, i componenti minerali prevalenti sono lizardite, crisotilo e, in misura minore, l'antigorite. Il crisotilo è il minerale amiantifero più diffuso in Italia, essendo frequentemente presente nel litotipo delle serpentiniti ed è classificato come tale dalla normativa vigente (Decreto Ministeriale 14.05.96). Al fine di determinare la presenza di fibre di amianto nel sito oggetto del presente studio sono stati analizzati complessivamente 6 campioni. In un campione massivo di pietre verdi la potenzialità di liberare fibre amiantifere dipende principalmente dai processi tecnologici subiti dal materiale durante e successivamente la sua estrazione. Allo stato attuale non vi è un metodo standardizzato per la determinazione del quantitativo di “fibre liberabili”.

Le analisi effettuate sono state condotte, coerentemente con quanto indicato dalla DRG n 859/2008 della Regione Liguria “Criteri per la gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo”, seguendo la metodologia descritta nell'Allegato 1B del DM 06/09/94 e facendo riferimento ai limiti previsti dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 del Titolo V, parte quarta del D.Lgs. 152/06. Ad ogni modo si ritiene opportuno far presente che tale metodologia è stata stilata per campioni massivi di coperture (cemento amianto) o campioni polverulenti (polvere di talco) e pertanto ben diversi dai 6 campioni prelevati. La percentuale di “fibre liberabili” è stata dunque calcolata frantumando nella sua totalità il campione e portandolo ad un intervallo granulometrico compreso fra 10-100 µm. Tale processo, esasperando il rilascio delle fibre, si ritiene fornisca un valore massimo di fibre liberabili. La metodologia seguita ha permesso di rilevare la presenza di quantità variabili di minerali fibrosi apparte-

nenti al gruppo dell'amianto (art.23 del D.Lgs 277/91) in tutti i campioni analizzati, ad eccezione dei campioni SD3 (3,0-4,0 m) e SD4 (4,0-5,0 m). I risultati sono riportati in

Tabella 3-2.

Tabella 3-2: Riepilogo dei risultati delle analisi sul contenuto dei minerali amiantiferi.

Campione	Num. Fibre	Fibre liberabili (mg/kg)	1 sd	Tipo di minerale
SD3 1,0-2,0 m	10	16500	5253	serpentino
SD3 3,0-4,0 m	-	-	-	-
SD5 2,5-3,5 m	3	350	190	serpentino
SD2 1,0-2,0 m	6	13000	5408	serpentino
SD2 3,0-4,0 m	1	80	82	serpentino
SD4 4,0-5,0 m	2	4200	2970	*

* fibre non appartenenti ai minerali asbestosi indicati nel DM 6/9/94

Rispetto ai limiti previsti in Tabella 1 si registrano 2 superamenti, rispettivamente per i campioni SD3 1,0-2,0 m e SD2 1,0-2,0 m.

Dalle informazioni ricavate dalla suddetta campagna di indagine, insieme ai risultati ottenuti dalle indagini svolte nell'ambito della Progettazione Preliminare, è stata desunta una prima perimetrazione dei rilevati autostradali esistenti interessati dalla presenza di minerali amiantiferi:

- carreggiata dir. Firenze: dalla prog. km 5+000 alla prog. km 20+000, per una lunghezza complessiva di 15 km circa;
- carreggiata dir. Pistoia: dalla prog. km 8+000 alla prog. km 19+500, per una lunghezza complessiva di 11,5 km circa.

Si precisa che le perimetrazioni appena delineate non determinano alcuna classificazione delle terre e rocce da scavo prodotte nell'ambito di realizzazione dell'ampliamento alla terza corsia: le terre provenienti dai rilevati perimetrati saranno, infatti, classificate come rifiuto pericoloso contenente amianto solo nel caso in cui si rileverà, previo accertamento analitico, il superamento delle concentrazioni limite previste dalla normativa vigente per tale

contaminante, pari a 1000 mg/kg sia per i siti a destinazione d'uso residenziale che per i siti ad uso commerciale/industriale. Sulla base dei risultati analitici riportati in

Tabella **3-2**, si può ipotizzare che solo un 30% del terreno scavato nei tratti perimetrati abbia concentrazioni di fibre amiantifere tali da dover essere classificato come rifiuto pericoloso contenente amianto: dei 6 campioni di terreno analizzati per la misura del contenuto di minerali fibrosi amiantiferi solo 2, infatti, hanno registrato il superamento dei limiti imposti dalla legislazione vigente (D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1).

Sebbene la qualità dei terreni campionati non abbia evidenziato particolari criticità (solo un campione ha mostrato contenuti in metalli pesanti superiori ai limiti imposti per i siti ad uso industriale e commerciale, quali sono considerati i siti attraversati dall'infrastruttura viaria), la presenza di amianto in corrispondenza del corpo dei rilevati stradali, sotto forma di inserti di dimensioni modeste, pone evidenti limiti alla possibilità di riutilizzo delle rocce e terre da scavo.

3.5.4 Bilancio materiali

L'impostazione generale si basa sull'ipotesi di deposito e successivo riutilizzo dei materiali di risulta derivanti dai lavori di costruzione del progetto.

Per la realizzazione dell'ammodernamento e ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord, nel tratto compreso tra Firenze (progr. km 0+621) e lo svincolo di Montecatini Terme (progr. km 27+392), per uno sviluppo complessivo pari a 26,8 km, è stata effettuata una stima dei materiali provenienti dalle attività di scavo, ed una stima dei fabbisogni di materiali per la realizzazione dei rilevati.

Le lavorazioni connesse alla realizzazione dell'infrastruttura in oggetto, prevedono le esecuzioni di scavi all'aperto con tratti in rilevato per eseguire le gradonature propedeutiche alla formazione dei nuovi rilevati, nonché per la realizzazione delle fondazioni e sottofondazioni delle nuove opere.

Non sono stati considerati i volumi di materiale, anche se previste in modeste quantità, provenienti da eventuali demolizioni in c.a. delle opere e delle strutture attualmente presenti lungo il tratto di interesse di 27 km circa e che dovranno necessariamente essere considerate rifiuto ed essere gestite come tali.

Si premette che i numeri più avanti riportati si riferiscono all'intero lotto autostradale, che comprende, oltre al tratto della A11 tra Firenze e Pistoia, anche il tratto ricadente nel comune di Monsummano in prossimità dello svincolo di Montecatini e lo svincolo terminale urbano di Peretola.

I dati di seguito sono riferiti al computo definitivo. I volumi complessivi delle terre da movimentare nella fase costruttiva del progetto in oggetto (si veda la successiva tabella 3-5) sono i seguenti:

- produzione terre 842.954 mc;
- fabbisogno terre 1.291.035 mc;

Il quadro risultante è riportato nelle pagine seguenti:

Tabella 3-3: bilancio movimenti terra - corpo autostradale.

PRODUZIONI	totale	computo	720.034	A
	vegetale	computo	165.691	B
	inerte	bonifica con asportazione terreno	13.960	C
	inerte	altri scavi (A-B-C)	540.383	D
FABBISOGNI	Totale	computo	1.189.228	E
	vegetale	computo	87.546	F
	categoria A1-A3, approvvigionamento da cava	ultimi 0,30 m del rilevato	114.171	G
	categoria A1-A3, approvvigionamento da cava	anticapillare	128.555	H
	Materiale da rilevato	corpo del rilevato + bonifiche (E-F-G-H)	858.956	I
RIUTILIZZI	Totale	K+L+M+N-O+P+Q	778.925	J
	vegetale scarpate	F	87.546	K
	riutilizzo vegetale per rilevato con stabilizzazione a calce	B-F	78.145	L
	Bonifica con asportazione terreno	C	13.960	M
	terre in colonna B - rilevati, sistemazioni morfologiche compresi interventi a verde in aree di proprietà	D	540.383	N
	A detrarre da N	Materiale potenzialmente amiantifero	- 46.584	O
	Residuo fresato dalle pavimentazioni	Bilancio pavimentazioni nere	49.508	P
	Demolizione pavimentazioni bianche	Bilancio pavimentazioni bianche	55.966	Q
FONTI (cava, mercato, altri progetti)	Totale		410.304	R
	Vegetale	B > F	-	S
	categoria A1-A3, approvvigionamento da cava	ultimi 0,30 m del rilevato (G)	114.171	T
	categoria A1-A3, approvvigionamento da cava	anticapillare (H)	128.555	U

	Materiale da rilevato	R-S-T-U	167.578	V
DESTINAZIONI (discarica, impianti di recupero, altri progetti)	Totale	X+Y+Z	46.584	W
	Vegetale	Nessun esubero	-	X
	Esuberato materiale di scavo	Nessun esubero	-	Y
	Materiale potenzialmente amiantifero	discarica speciale (O)	46.584	Z

Da notare come nella tabella precedente vengono riportati, nel settore “riutilizzo” anche due voci (P e Q) che normalmente non fanno parte del bilancio terre, che sono i riutilizzi come materiale da rilevato delle demolizioni delle pavimentazioni bianche e nere. Tale recupero è subordinato all’esecuzione del test di cessione sul suddetto materiale secondo il metodo in allegato 3 al D.M. 5/2/1998 e ss.mm.ii.. In un certo senso anche la voce L (residuo del materiale vegetale) viene normalmente a far parte del bilancio del vegetale, ma in questo caso in cui comunque è prevista in larga parte la stabilizzazione a calce del materiale riutilizzato, può rientrare nel bilancio terre da rilevati.

Poiché il bilancio della cantierizzazione vive una logica del tutto particolare, con la fase di esecuzione che deve rimanere separata dalla fase di ripristino finale, si riporta nel seguito il bilancio delle sole aree di cantiere + viabilità di servizio.

Tabella 3-4: bilancio movimenti terre - cantieri.

ESECUZIONE A INIZIO LAVORI				
PRODUZIONI	Totale	B+C	91.988	A
	Vegetale	50 cm	65.660	B
	Inerte	altri scavi	26.328	C
FABBISOGNI	Totale	E+F	38.428	D
	Vegetale	Computo	983	E
	Materiale da rilevato	sistemazione sotto cassonetto	37.445	F
RIUTILIZZI	Totale	H+I	27.311	G
	Vegetale	Sistemazione a verde cantiere	983	H
	Materiale da rilevato	rilevato in fase di esecuzione	26.328	I
FONTI ESTERNE AL CANTIERE (cava)	Totale	K+L	11.117	J
	Vegetale	B>E	-	K
	Materiale da rilevato	F-C	11.117	L
DESTINAZIONE PROVVISORIA INTERNA AL CANTIERE	Totale	N+O	64.677	M
	Vegetale	Deposito provvisorio vegetale (B-E)	64.677	N
	Materiale da rilevato	C<F	-	O
RIPRISTINO A FINE LAVORI				
PRODUZIONI	Materiale da rilevato	scavo della parte sotto cassonetto	30.931	P
FABBISOGNI	Vegetale	ripristino pacchetto pedologico	63.379	Q
FONTI INTERNE AL CANTIERE	Vegetale	Depositato provvisoriamente	63.379	R
DESTINAZIONE FINALE ESTERNA AL CANTIERE (Discarica)	Totale	V+Z	32.229	S
	Vegetale	Esubero (P-S)	1.298	T
	Materiale da rilevato	R	30.931	U
TOTALI (mc)				
PRODUZIONI		A+P	122.954	V
FABBISOGNI		D+Q	101.418	W
RIUTILIZZI		G+R	90.301	X
FONTI ESTERNE		W-X	11.117	Y
DESTINAZIONI ESTERNE		V+Y-W	32.653	Z

In definitiva quindi nella tabella successiva è riportato il bilancio complessivo.

Tabella 3-5: riepilogo bilancio terre - corpo autostradale e cantieri.

RIEPILOGO MOVIMENTI TERRE (mc)			
	CORPO AUTOSTRADALE	CANTIERI	TOTALE
PRODUZIONI TOTALI	720.034	122.919	842.954
FABBISOGNI TOTALI	1.189.228	101.807	1.291.035
RIUTILIZZI TOTALI	778.925	90.690	869.615
FONTI ESTERNE TOTALI	410.304	11.117	421.421
DESTINAZIONI TOTALI	46.584	32.229	78.813

Dall'esame delle tabelle sopra riportata, si evince che il fabbisogno complessivo di materiali necessari per la realizzazione dell'infrastruttura è stimato in **1.291.035 mc** circa (Tabella 3-5): al fine di garantire caratteristiche qualitative specifiche da progetto una quota parte del succitato fabbisogno totale dovrà essere necessariamente approvvigionata da cava o deposito di inerti pregiati (circa **421.421 mc**). Per il restante quantitativo di materiale necessario alla realizzazione dell'opera (pari a circa **869.615 mc**) si prevede il riutilizzo del materiale proveniente dalle lavorazioni di scavo (circa **493.799 mc**) ottenuto sottraendo alla voce N della precedente tabella 4.1 la voce O, rappresentante i quantitativi potenzialmente amiantiferi (**46.584 mc**) ottenuti come descritto al punto 3.7.2. Si noti che la voce "riutilizzo" della tabella 4-3 supera il valore "produzione", questo perché tra i riutilizzi per l'esecuzione del rilevato sono stati considerate anche voci "esterne" al bilancio delle terre propriamente detto:

- l'esubero di materiale vegetale (valutato in 78.145, che dovrà essere necessariamente stabilizzato a calce)
- il residuo del conglomerato bituminoso fresato (49.508 mc)
- il materiale proveniente dalla demolizione delle pavimentazioni bianche (55.966 mc)

Tra le fonti esterne da considerare, laddove ci fosse contemporaneità con altri interventi ASPI (per esempio Barberino-Firenze Nord), verrà utilizzata la disponibilità di terre e rocce da scavo provenienti da tali cantieri

Per quanto riguarda il terreno vegetale, se si escludono i cantieri dove il riutilizzo è pressoché totale, a fronte di una asportazione dello strato superficiale pari a **165.691 mc**, si ha un riutilizzo pari a **87.546 mc**, con un esubero pari a **78.145 mc** che verrà appunto utilizzato per realizzare rilevati.

Le eventuali variazioni di volumetrie negli scavi e nei riporti, in relazione ad una fase progettuale esecutiva ed operativa, dovranno essere considerate nel bilancio delle terre e delle rocce da scavo e nel cronoprogramma relativo alle tempistiche dell'utilizzo dei materiali sterili scavati. Dovranno essere altresì considerate, nel bilancio dei materiali utilizzati per l'esecuzione dell'opera, le variazioni indotte dagli adeguamenti progettuali apportati, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Si precisa, inoltre, che i dati riportati nelle precedenti tabelle si riferiscono ai volumi teorici. Ciò è giustificato dal fatto che la totalità dei terreni scavati si trova attualmente allo stato "sciolto" (non roccioso) e che a lavoro finito tale materiale sarà compattato in modo tale che la sua densità finale non sarà sensibilmente diversa da quella attuale. Per la valutazione dei traffici di cantiere invece (cfr elaborato di progetto "Relazione gestione terre" STP003), si è considerato un coefficiente di rigonfiamento pari al 25%, a considerare che il volume del terreno trasportato, non compattato, è sensibilmente superiore a parità di peso.

Per la realizzazione dell'ammodernamento e ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 nel tratto compreso tra gli svincoli di Firenze e Pistoia, è stata effettuata una stima dei fabbisogni e delle produzioni di materiali per la realizzazione delle pavimentazioni stradali.

I dati riportati nella tabella seguente identificano le volumetrie di materiale coinvolte nella costruzione della pavimentazione stradale relativa al suddetto progetto di ampliamento. I dati sono riferiti al computo eseguito in fase di Progettazione Definitiva.

Tabella 3-6: bilancio movimenti materia, pavimentazioni.

PRODUZIONI	Totale	B+C	178.488	A
	Fresatura neri		118.374	B
	Demolizione cementato e stabilizzato		60.114	C
FABBISOGNI	Totale	E+F	512.739	D
	Conglomerati bituminosi		219.092	E
	Misto cementato e stabilizzato		293.646	F
RIUTILIZZI	Totale	H+I	72.969	G
	Riutilizzo fresato secondo NTA		72.969	H
	Misto cementato e stabilizzato	nessun riutilizzo	-	I
FONTI ESTERNE AL CANTIERE (cava)	Totale	K+L	439.770	J
	Conglomerati bituminosi	E-H	146.123	K
	Misto cementato e stabilizzato	F-I	293.646	L
DESTINAZIONE INTERNA AL CANTIERE	Totale	N+O+P+Q	113.771	M
	Pav. nere per cementato Monsummano		4.148	N
	Pav. bianche Cementato Monsummano		4.148	O
	Residuo fresati	Per rilevati previo test di cessione (B-H-O)*1,2	49.508	P
	Materiale da rilevato	Per rilevati (C-P)	55.966	Q

Dall'esame della Tabella 3-6 si evince che il fabbisogno complessivo di materiali necessari per la realizzazione delle pavimentazioni stradali è stimato in **512.739 mc** circa: di questi una quota parte, pari a circa **439.770 mc**, sarà approvvigionata da cava o deposito di inerti pregiati. Occorre sottolineare che mentre il conglomerato fresato viene riutilizzato per realizzare la base e il binder della nuova pavimentazione, è prevista che il tappeto di usura drenante sia realizzato totalmente con materiale proveniente da cava.

Lungo il tratto in oggetto, gli interventi previsti sulle pavimentazioni sia di nuova realizzazione, sia di risanamento dell'esistente, sono stati studiati in modo da ottimizzare il processo produttivo. In particolare gli aspetti presi in considerazione sono sostanzialmente i seguenti:

- utilizzare i materiali fresati prodotti dalle demolizioni delle pavimentazioni esistenti (garantendo la stessa durabilità e prestazioni di pacchetti di pavimentazioni realizzati con materiali provenienti da cava);
- minimizzare i trasporti di materiale, introducendo processi di rigenerazione delle pavimentazioni in sito;

Si prevede, infine, il parziale riutilizzo dei materiali inerti derivanti dalla fresatura delle pavimentazioni in asfalto. Il conglomerato bituminoso di tipo tradizionale è costituito da una miscela di inerti naturali freschi e di inerti riciclati, impastati a caldo con bitume nell'apposito impianto, sito nell'area di cantiere CB-01. Il materiale bituminoso preesistente fresato viene, di fatto, miscelato agli inerti naturali secondo percentuali in peso (riferite al totale della miscela degli inerti) prescritte esplicitamente nelle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

Per il solo tratto nel comune di Monsummano la parte di piattaforma in ampliamento avrà lo strato di base della pavimentazione realizzato con conglomerato riciclato a freddo. Con questa metodologia, è possibile utilizzare aggregati costituiti al 100% da materiale proveniente da fresato. Conseguentemente il pacchetto di pavimentazione è previsto di spessore maggiore avendo la base riciclata a freddo caratteristiche portanti diverse da quelle del conglomerato bituminoso a caldo. Stessa operazione viene riservata agli interventi di risanamento della marcia lenta previsti lungo il tratto Firenze Pistoia. L'impianto per la realizzazione del conglomerato riciclato a freddo trova sede all'interno dello stesso impianto citato nel cantiere CB-01.

Sulla base della normale pratica industriale il fresato soddisfa, per l'uso specifico, tutti i requisiti merceologici che ne permettono l'integrale e tempestivo riutilizzo. Tale impiego deve rispondere a quanto prescritto dal D.Lgs. 152/06, come recentemente modificato dal D.Lgs 205/2010. In particolare, il fresato può essere ricondotto alla nozione di sottoprodotto di cui all'art. 184-bis: risultano, infatti, soddisfatti tutti i criteri di cui al comma 1, in particolare tale materiale verrà riutilizzato senza subire trattamenti diversi dalla normale pratica industriale e solo ove ne sia certo l'effettivo reimpiego, senza danni all'ambiente, nell'ambito dello stesso sito o nello stesso ciclo che lo ha generato.

3.6 INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI SITI DI CAVA

3.6.1 Premessa

Il presente paragrafo ha lo scopo di individuare la situazione cave e discariche per verificare la sostenibilità dell'opera con quanto attivo in zona.

Vengono pertanto individuate :

- cave attive per l'approvvigionamento dei materiali;
- discariche di inerti, rifiuti speciali, materiale di scavo inquinato per il conferimento;
- impianti di riciclaggio/recupero di materiali da costruzione;

con i dati riguardanti

- informazione sui materiali oggetto di coltivazione nelle cave;
- il percorso tra le cave e le discariche ed il tratto autostradale oggetto dei lavori;

e per questo si fa riferimento alla tavola specifica "ubicazione cave e discariche"

Di seguito si riportano i riferimenti agli strumenti utilizzati per il censimento degli impianti e la metodologia applicata.

3.6.2 Le cave

È stato utilizzato come riferimento generale l'elenco predisposto dalla Regione Toscana contenuto nel P.R.A.E.R. (Piano Regionale delle Attività Estrattive di Recupero delle aree escavate e di riutilizzo dei residui recuperabili) dell'anno 2007-2008.

In questo sono ricomprese:

- cave di materiali per usi industriali, per costruzioni ed opere civili (Settore I)
- cave di pietre ornamentali (Settore II);

e pertanto è stato utilizzato il solo Settore 1 che individua le cave potenzialmente attive da cui è possibile approvvigionare il materiale necessario, dividendole per provincia:

AREZZO	30
FIRENZE	82
GROSSETO	26
LIVORNO	11
LUCCA	61
MASSA CARRARA	105
PISA	23
PRATO	0
PISTOIA	1
SIENA	41

per un totale di n. 380.

Da questa tabella emerge chiaramente che il tratto interessato dai lavori, che ricade nelle province di Prato e Pistoia, ha soltanto una cava autorizzata alla coltivazione.

Questa cava risulta essere nel comune di Piteglio ed ha una disponibilità di mc 700.000, assolutamente insufficiente per garantire, oltre all'ordinario, il fabbisogno per i lavori oggetto della presente.

Per questo motivo la ricerca si è estesa a tutte le altre province della Toscana ad esclusione di Grosseto che si è ritenuta zona eccessivamente lontana.

È stata quindi svolta una ricerca di tutte le cave per verificare:

- stato di attività/inattività;
- tipo di materiale coltivato ;
- produzione di materiale autorizzato;
- scadenza autorizzazione.

Tale ricerca è stata effettuata telefonicamente e per diversi impianti non è stato possibile avere contatto e quindi i dati raccolti sono quelli di impianti che hanno dato risposta, non escludendo che ce ne possano essere altri attivi .

Si riporta di seguito la tabella e i grafici esplicativi dei dati sopraindicati:

RIF.	PROV.	TIPO MATERIALE	COMUNE	RAGIONE SOCIALE	Produzione mc/gg	RISORSE DISPONIBILI PER I PROSSIMI 10 ANNI mc
AREZZO						
C1-AR01		sabbie e ghiaie	Bibbiena	MARIOTTI PIERO & C. S.R.L.	300	100,000
C1-AR02		Calcarì	Bucine	COCCHIARELLA LUCA & ANTONIO S.N.C.		2,000,000
C1-AR03		Calcarì	Caviglia	GIESSECAVE S.R.L.		1,000,000
C1-AR04		Calcarì	Cortona	CAVE CORTONESI S.R.L.		1,000,000
C1-AR05		Serpentino	Pieve Santo Stefano	PROCELLI GIOVANNI	500	150,000
PISTOIA						
C1-PT01		Selce Nera - Calcarì	Piteglio	CAVE TANA S.R.L.	300	700,000
FIRENZE						
C1-FI01		Calcarì	Barberino Mugello	TOSCANA CAVE S.P.A.	700	1,000,000
C1-FI02		Calcarì	Calenzano	LA NUOVA COLLEROSE S.P.A.		nd
C1-FI03		Calcarì	Reggello	PRATELLESI S.R.L.		450,000
C1-FI04		Calcarì	S. Piero a Sieve	PIANDISIEVE S.R.L.	1,500	1,000,000
LIVORNO						
C1-LI01		Calcarì	Monte Calvi	CAVE DI CAMPIGLIA S.P.A.	3,000	7,000,000
LUCCA						
C1-LU01		Calcarì	Bagni di Lucca	ANTICA CAVA BORGOGNONI	1,000	4,000,000
C1-LU02		Calcarì	Borgo a Mozzano	MA-CO CAVE	700	1,500,000
C1-LU03		Calcarì	Borgo a Mozzano	TONARELLI S.P.A.	700	2,000,000
C1-LU04		Calcarì	Lucca	PUCETTI SPA		300,000
C1-LU05		Calcarì	Lucca	PEDRINI & MORTALI		nd
C1-LU06		Calcarì	Lucca	CO.IM.E. S.R.L.	700	1,500,000
C1-LU07		Calcarì	Molazzana	VALLE S.R.L.	100	100,000
C1-LU08		Calcarì	Pescaglia	CAVE PEDOGNA SPA	1,000	1,300,000
SIENA						
C1-SI01		Calcarì	Asciano	TERZIANI S.R.L.	1,000	2,000,000
C1-SI02		Calcarì	Buonconvento	DITTA CAPPELLI ANTONIO	-	100,000
C1-SI03		Sabbie e ghiaie	Castelnuovo Berardenga	INERTI SCAVI S.R.L.	-	100,000
C1-SI04		Calcare cavernoso	Colle di Val d'Elsa	AGNORELLI STRADE S.R.L.	1,000	500,000
C1-SI05		Sabbie e ghiaie	Montalcino	INERTI VAL D'ORCIA	500	150,000
C1-SI06		Sabbie e ghiaie	Monteroni d'Arbia	GOVERNI S.R.L.	200	300,000
C1-SI07		Calcarì	Monticiano	I.M.E.S. S.R.L.	2,000	1,000,000
C1-SI08		Calcarì	Trequanda	BENOCCI & C. S.P.A.	1,000	1,000,000

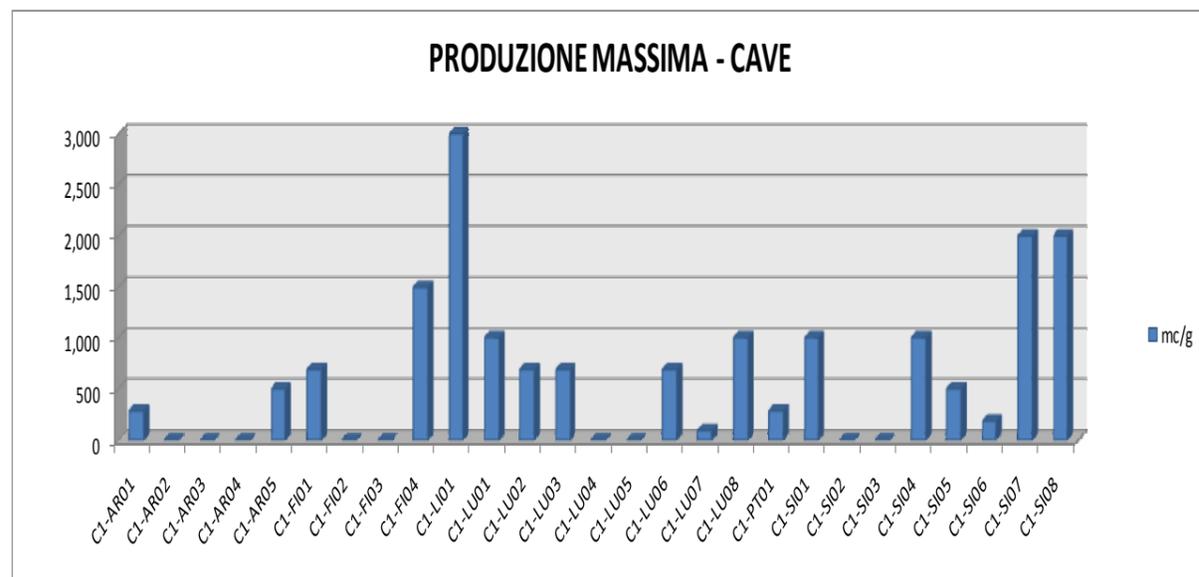


Grafico 3-1 – Produzione massima delle cave

Gli elaborati grafici MAM-QPGT-050 e MAM-QPGT-051, allegati al presente Quadro di Riferimento Progettuale dello SIA, riportano l'inquadramento di tutte le cave censite.

Di seguito si riportano le schede tecniche di ciascuna cava contenenti le seguenti informazioni:

- planimetria di inquadramento;
- foto satellitare;
- dati generali sulla produzione e disponibilità dei materiali.

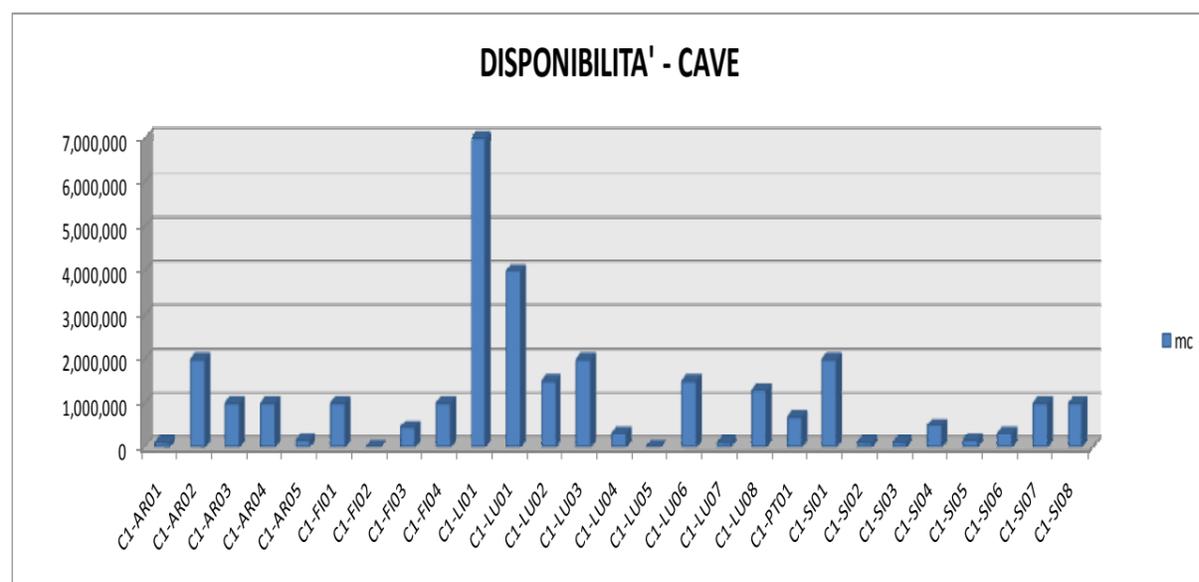
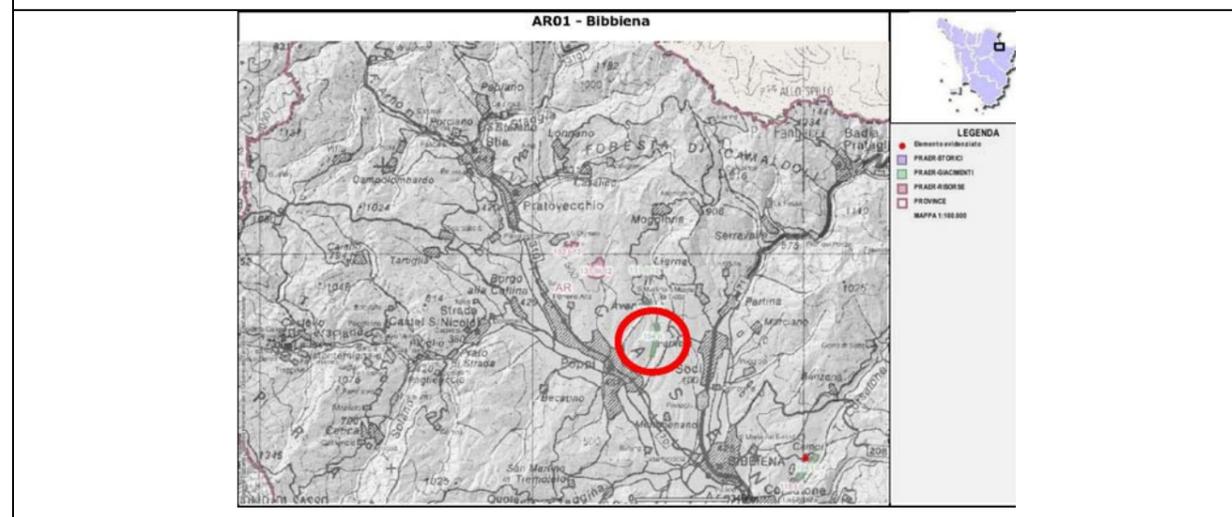


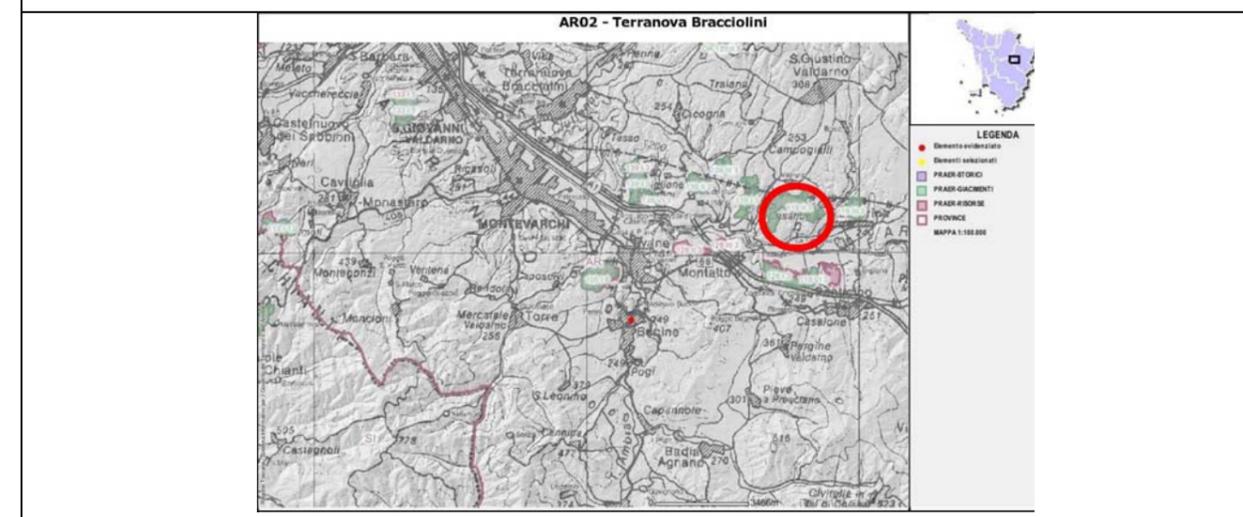
Grafico 3-2 – Capacità residua di coltivazione delle cave al 2011

Da quanto sopra si evince che il fabbisogno di mc 1.230.000 previsto per i lavori viene coperto con le cave dislocate nelle province di Pistoia, Firenze e Lucca che ci danno una disponibilità complessiva di mc 13,850,000 nel periodo 2012/2017 e risulta poco meno del 10% del materiale disponibile.

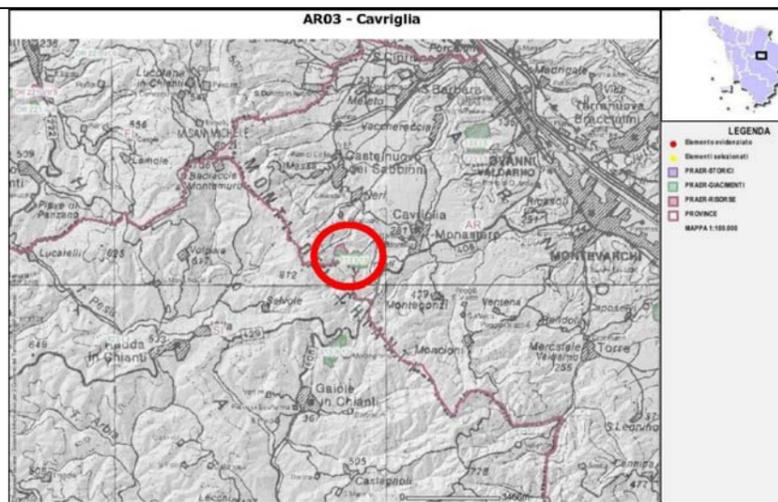
CAVA	C1-AR01	Ragione Sociale: MARIOTTI PIERO & C. S.R.L.	
		VIA LA NAVE – BIBBIENA (AR)	
		TEL.	0575 593167
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		104 II 0	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	AREZZO
		COMUNE:	BIBBIENA
		LOCALITÀ:	CAMPI
TIPO DI MATERIALE:		SABBIE E GHIAIE	
PRODUZIONE MAX:		300 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		100.000 mc	
RIF.		C1-AR01--	



CAVA	C1-AR02	Ragione Sociale: COCCHIARELLA LUCA & ANTONIO S.N.C.	
		Settore Sud-ovest, SNC - Terranuova Bracciolini	
		TEL.	055 9199788
		CONTATTO: Paolo Cocchiarella	
CODICE PRAER		119 II 3	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	AREZZO
		COMUNE:	LATERINA
		LOCALITÀ:	
TIPO DI MATERIALE:		SABBIE E GHIAIE	
PRODUZIONE MAX:			
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		2,000,000	
RIF.		C1-AR02--	



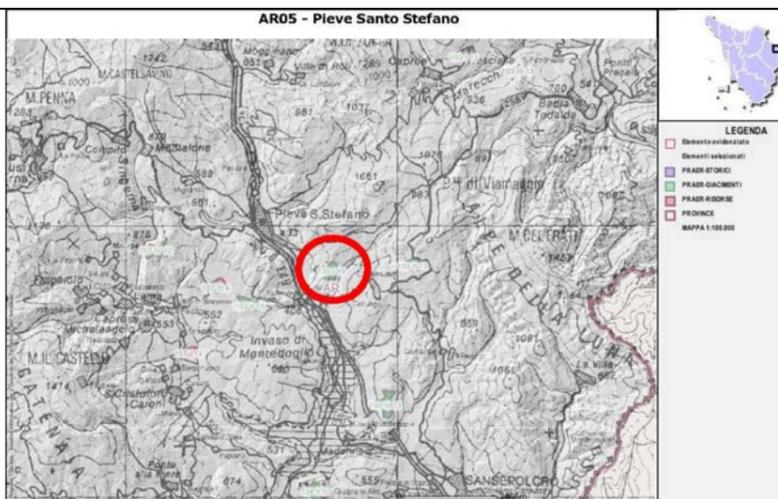
CAVA	C1-AR03	Ragione Sociale: GIESSE CAVE SRL	
		Località Grimoli, 338 - CAVRIGLIA (AR)	
		TEL.	055 966047
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		113 13	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	AREZZO
		COMUNE:	CAVRIGLIA
		LOCALITÀ:	Casa Le Scaglie
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,000,000 mc	
RIF.		C1-AR03--	



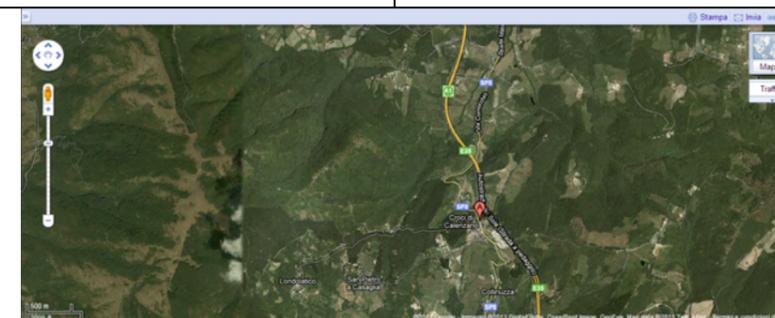
CAVA	C1-AR04	Ragione Sociale: CAVE CORTONESI S.R.L.	
		Loc. Montanare, SNC- Cortona (AR)	
		TEL.	0575 614285
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		117 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	AREZZO
		COMUNE:	CORTONA
		LOCALITÀ:	Montanare - Carpineto
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,000,000 mc	
RIF.		C1-AR04--	



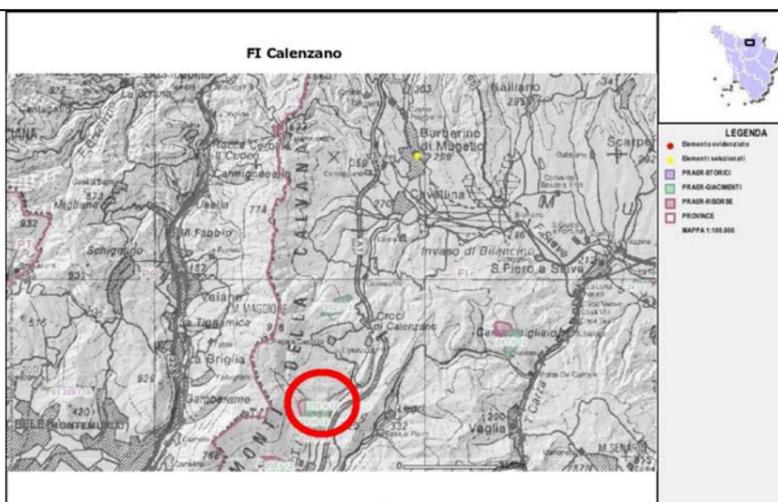
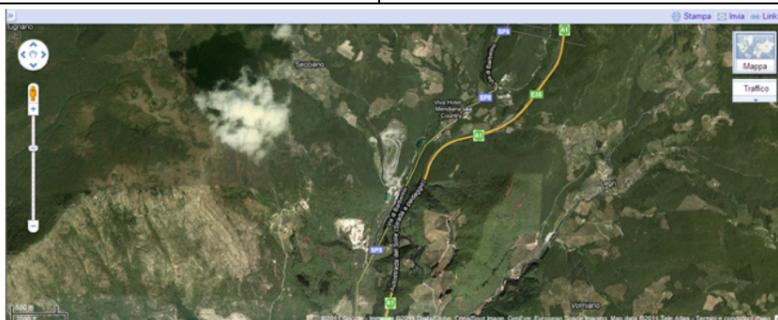
CAVA	C1-AR05	Ragione Sociale: PROCELLI GIOVANNI	
		Via Marconi Guglielmo 49 – Anghiari (AR)	
		TEL.	0575 787051
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		130 I 19	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	AREZZO
		COMUNE:	PIEVE SANTO STEFANO
		LOCALITÀ:	Monte Petroso
TIPO DI MATERIALE:		SERPENTINO	
PRODUZIONE MAX:		500 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		150,000 mc	
RIF.		C1-AR05--	



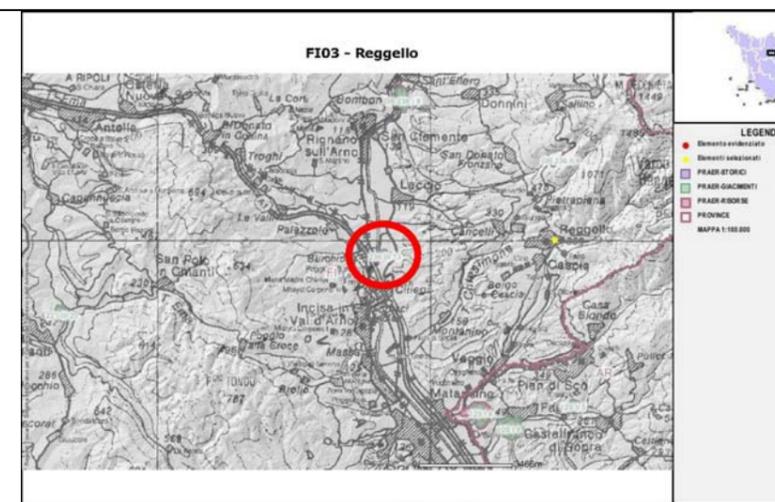
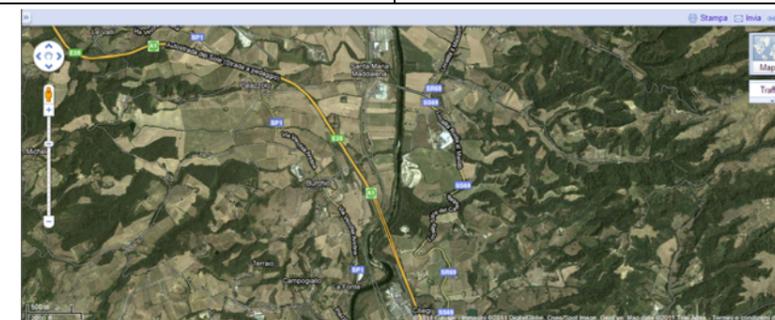
CAVA	C1-FI01	Ragione Sociale: TOSCANA CAVE S.P.A.	
		Via Antonio Meucci, 13 – BARBERINO M.Ilo (FI)	
		TEL.	055 8420817
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		202 I 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	FIRENZE
		COMUNE:	BARBERINO MUGELLO
		LOCALITÀ:	
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		700 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,000,000 mc	
RIF.		C1-FI01--	



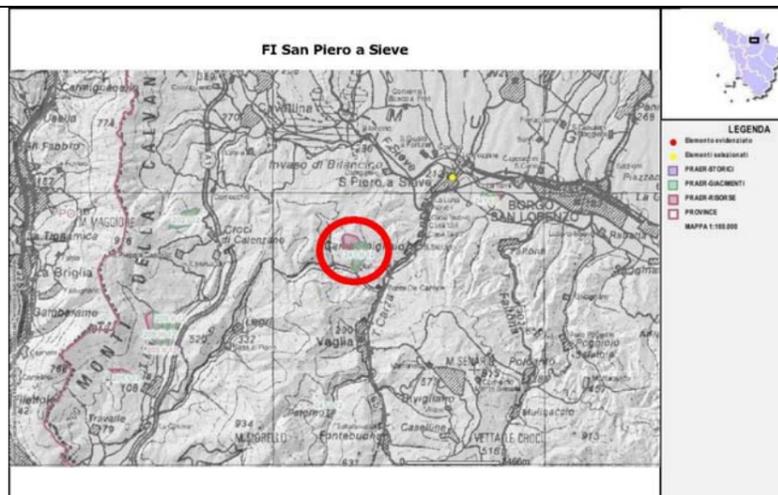
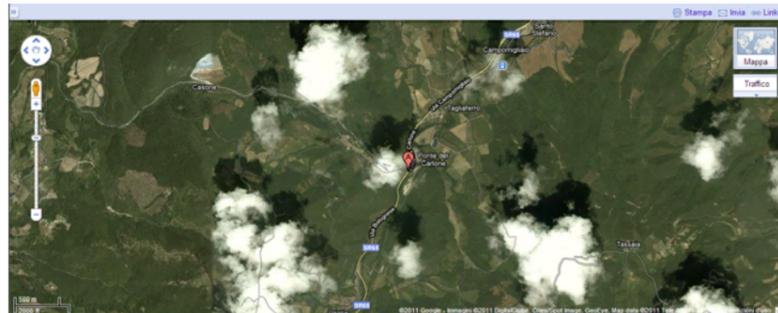
CAVA	C1-FI02	Ragione Sociale: LA NUOVA COLLEROSE S.P.A.	
		Localita' Secciano Snc – CALENZANO (FI)	
		TEL.	055 8818003
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		205 II 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	FIRENZE
		COMUNE:	CALENZANO
		LOCALITÀ:	
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		nd	
RIF.		C1-FI02--	



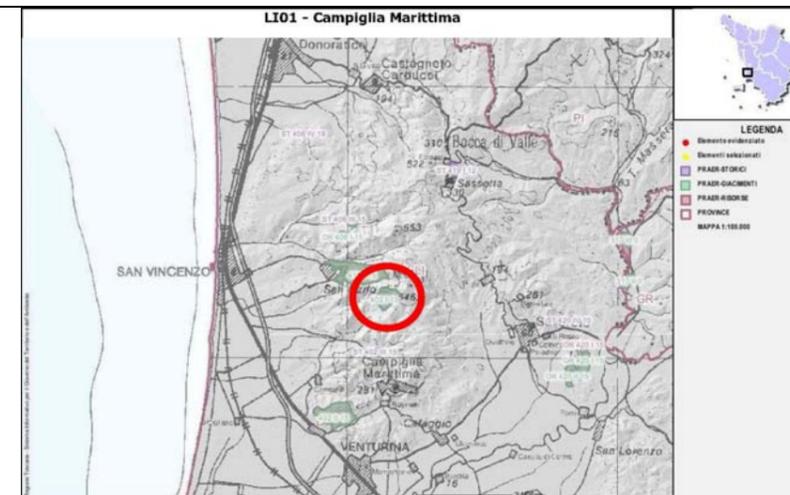
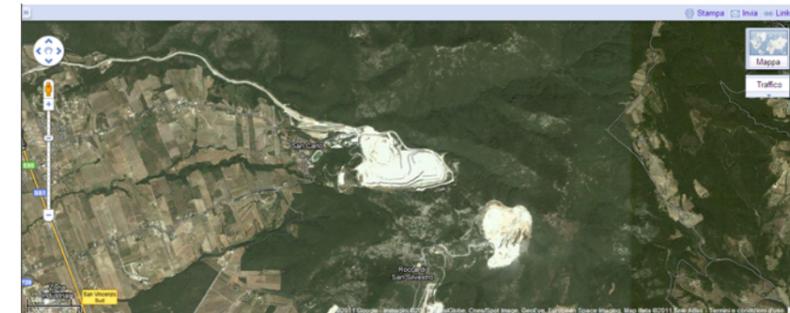
CAVA	C1-FI03	Ragione Sociale: PRATELLES CALCESTRUZZI S.R.L.	
		Localita' Bruschetto – REGGELLO (FI)	
		TEL.	055 8654560
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		236 III 13	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	FIRENZE
		COMUNE:	REGGELLO
		LOCALITÀ:	Balze del Bruschetto
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		450,000 mc	
RIF.		C1-FI03--	



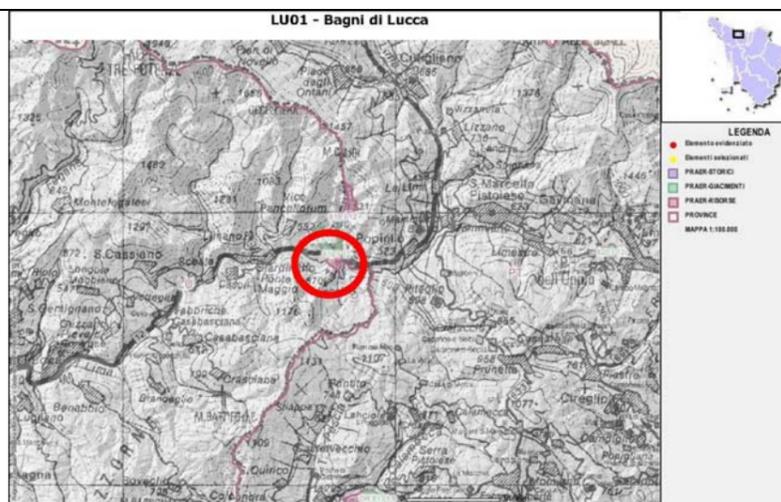
CAVA	C1-FI04	Ragione Sociale: PIANDISIEVE S.R.L.	
		via Massorondinaio, 12 - San Piero a Sieve (FI)	
		TEL.	055 8486776
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		241 II 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	FIRENZE
		COMUNE:	SAN PIERO A SIEVE
		LOCALITÀ:	Carlone
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		1500 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,000,000 mc	
RIF.		C1-FI04--	



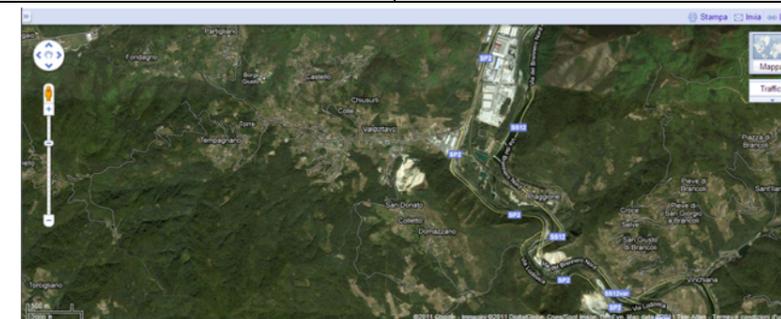
CAVA	C1-LI01	Ragione Sociale: CAVE DI CAMPIGLIA S.P.A.	
		Localita' Monterombolo – Campiglia M.ma (LI)	
		TEL.	348 7383105
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		402 I 15	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LIVORNO
		COMUNE:	CAMPIGLIA M.ma
		LOCALITÀ:	Monte Calvi
TIPO DI MATERIALE:		SELCE NERA - CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		3000 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		7,000,000 mc	
RIF.		C1-LI01--	



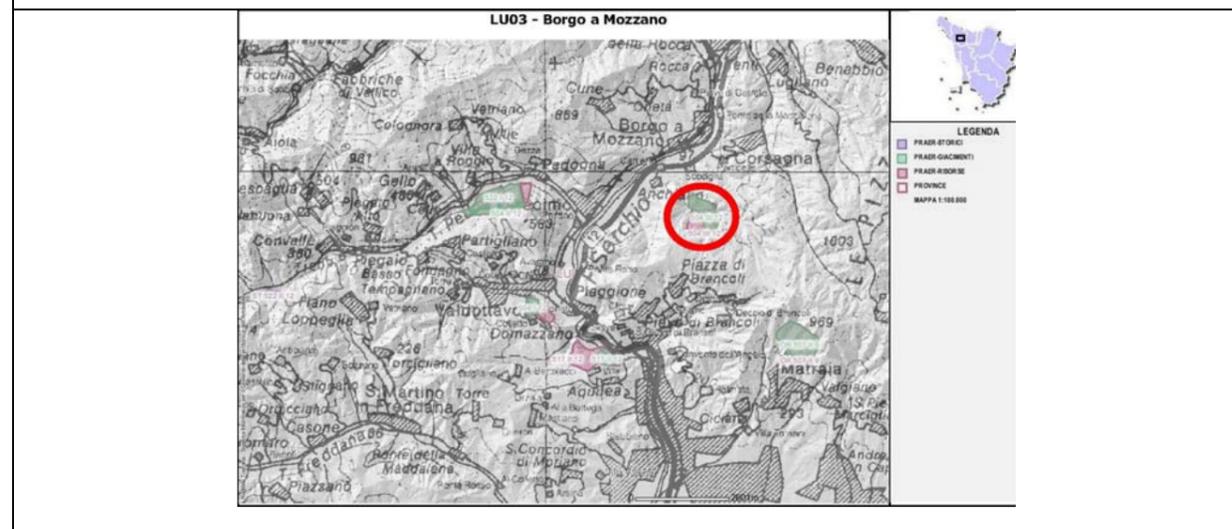
CAVA	C1-LU01	Ragione Sociale: ANTICA CAVA BORGOGNONI S.R.L.	
		Via del Brennero, 11 - Bagni Di Lucca (LU)	
		TEL.	0583 89040
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		502 II 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	BAGNI DI LUCCA
		LOCALITÀ:	Tana a Termini
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		1,000 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		4,000,000 mc	
RIF.		C1-LU01--	



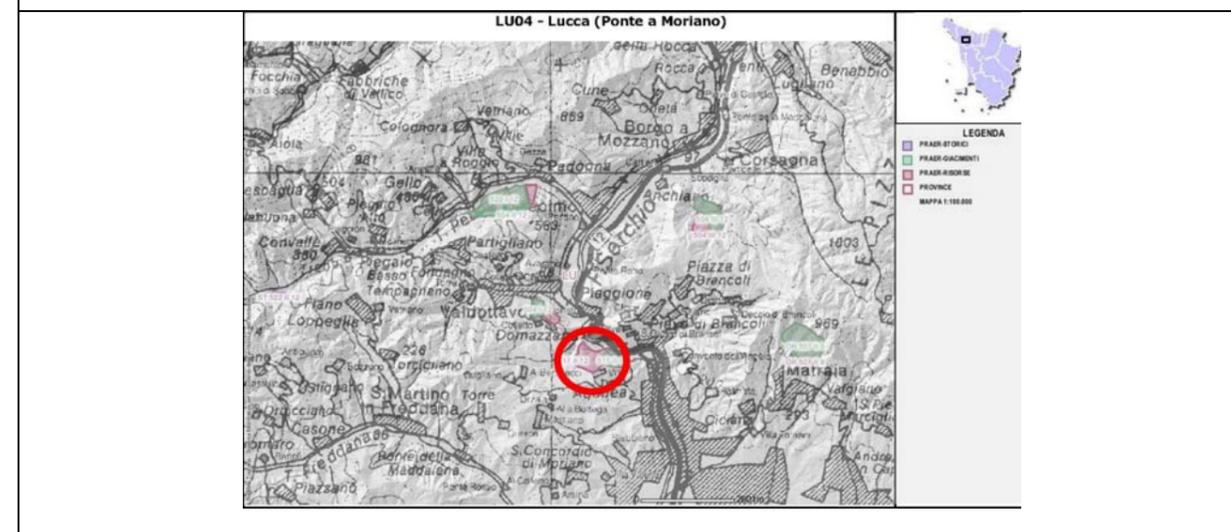
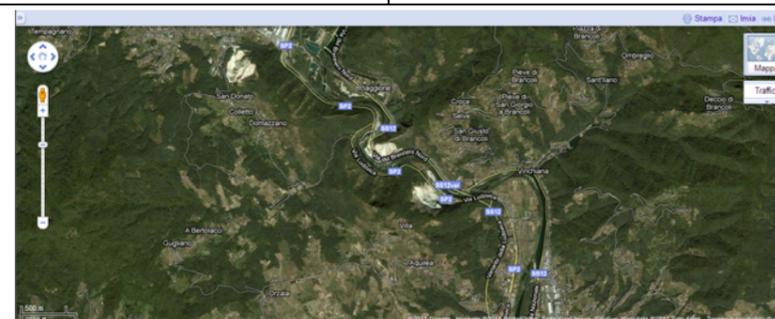
CAVA	C1-LU02	Ragione Sociale: MA-CO CAVE S.R.L.	
		Loc. Vendoia, snc – Borgo a Mozzano (LU)	
		TEL.	335 7000619
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		504 I 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	BORGO A MOZZANO
		LOCALITÀ:	Vendoia - Valdottano
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		700 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,500,000 mc	
RIF.		C1-LU02--	



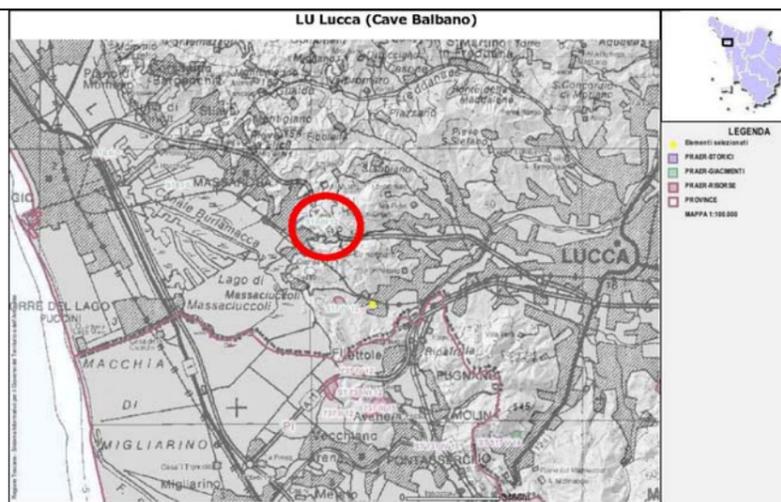
CAVA	C1-LU03	Ragione Sociale: TONARELLI S.P.A.	
		Via Quasimodo – Borgo a Mozzano (LU)	
		TEL.	0583 838334
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		504 III 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	BORGO A MOZZANO
		LOCALITÀ:	Penna della Caduta
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		700 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		2,000,000 mc	
RIF.		C1-LU03--	



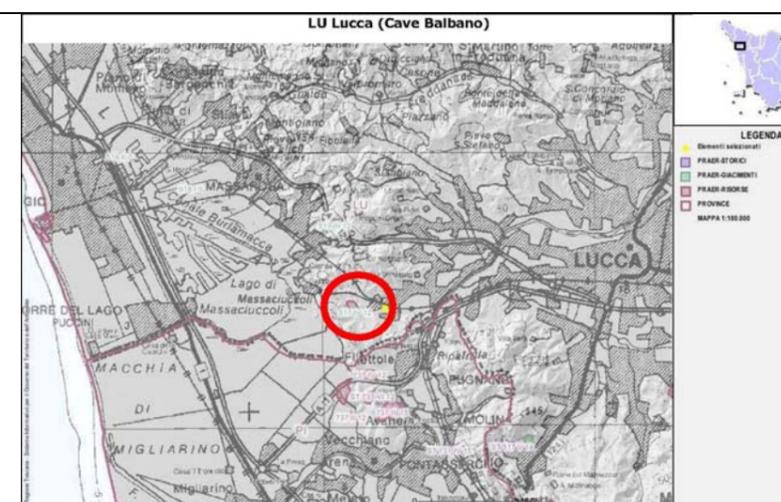
CAVA	C1-LU04	Ragione Sociale: PUCCETTI S.P.A.	
		Via della Maulina, 93/151 Monte S. Quirico (LU)	
		TEL.	0583 33303
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		517 II 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	LUCCA
		LOCALITÀ:	Ponte a Moriano
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		300,000 mc	
RIF.		C1-LU04--	



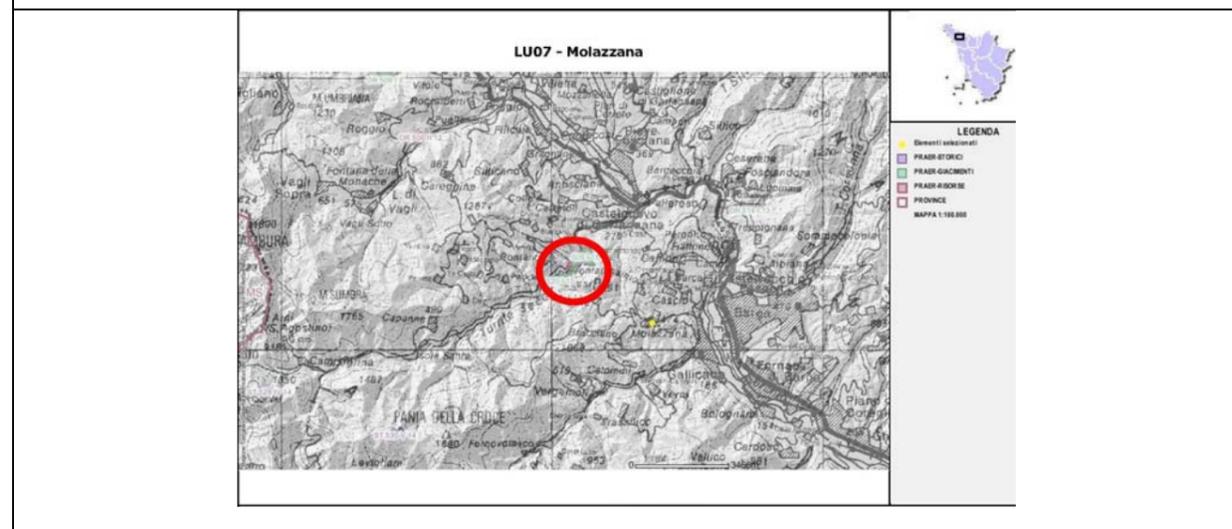
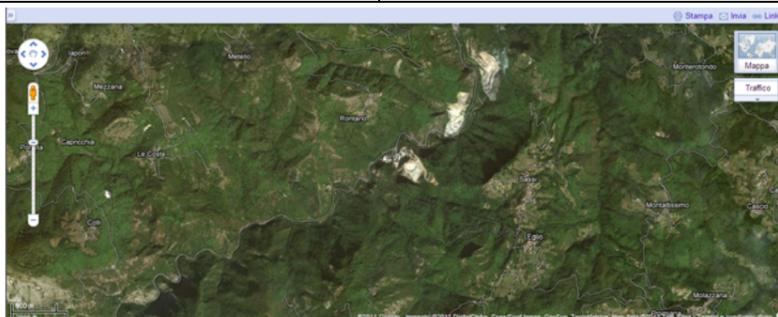
CAVA	C1-LU05	Ragione Sociale: PEDRINI & MORTALI S.R.L.	
		Via del Fortino, 210 Lido di Camaiore (LU)	
		TEL.	335 5983853
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		517 III 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	LUCCA
		LOCALITÀ:	
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		nd	
RIF.		C1-LU05--	



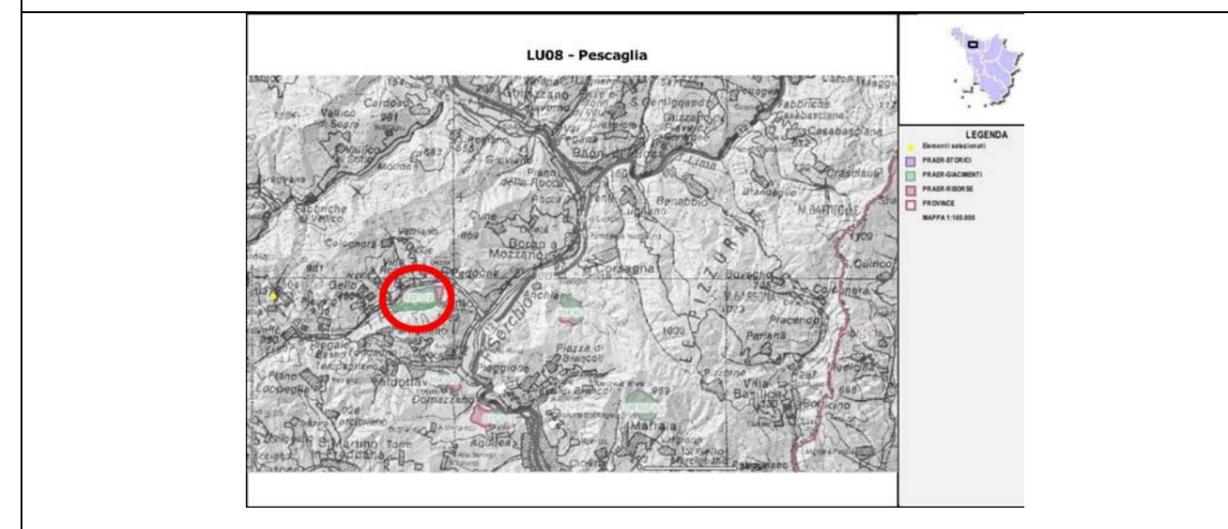
CAVA	C1-LU06	Ragione Sociale: CO.IM.E. S.R.L.	
		Localita' Pratotondo Castelnuovo Di G.na (LU)	
		TEL.	0583 62893
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		517 IV 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	LUCCA
		LOCALITÀ:	Cave Balbano
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		700 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,500,000 mc	
RIF.		C1-LU06--	



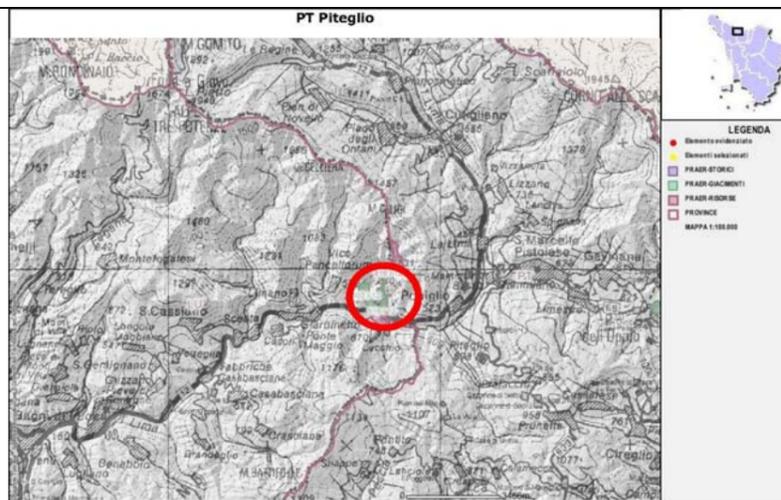
CAVA	C1-LU07	Ragione Sociale:	
		VALLE S.R.L.	
		loc Zinepri - Galliciano (LU)	
		TEL.	0583 730321
CONTATTO:			
CODICE PRAER		520 I 15	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	MOLAZZANA
		LOCALITÀ:	Molino dei Sassi
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		100 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		100,000 mc	
RIF.		C1-LU07--	



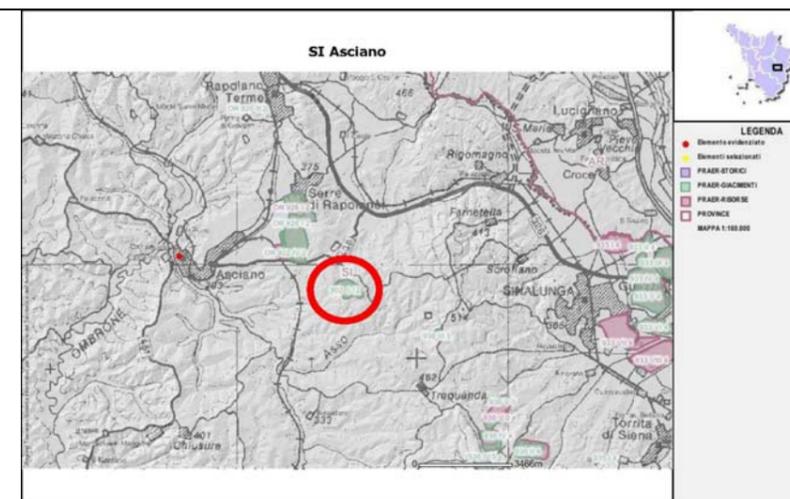
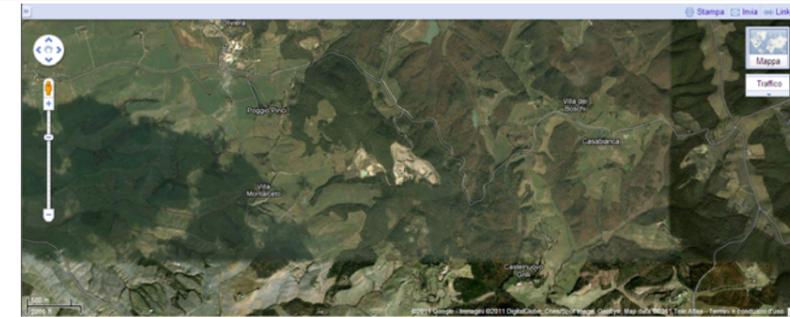
CAVA	C1-LU08	Ragione Sociale:	
		CAVE PEDOGNA S.P.A.	
		Loc. Marocco, 1 Pescaglia (LU)	
		TEL.	0583 35871
CONTATTO:			
CODICE PRAER		522 I 12	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	LUCCA
		COMUNE:	PESCAGLIA
		LOCALITÀ:	Pedogna - Villa a Roggio
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		1,000 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,300,000 mc	
RIF.		C1-LU08--	



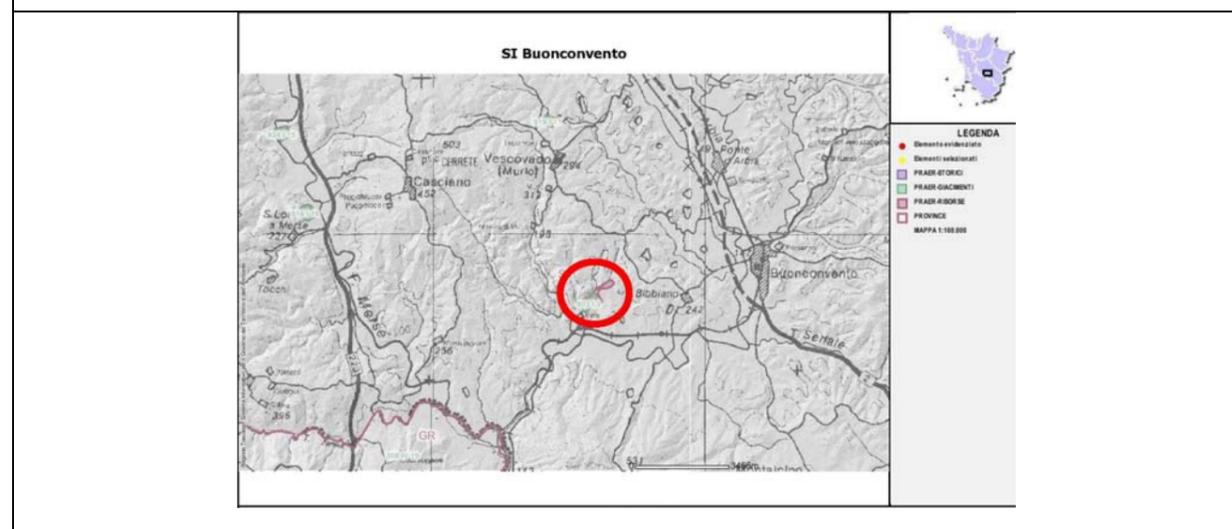
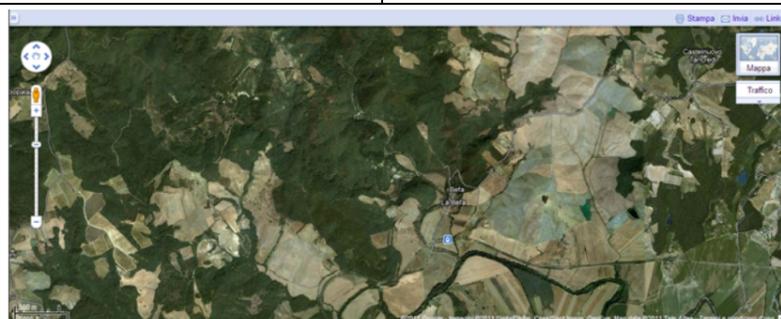
CAVA	C1-PT01	Ragione Sociale: CAVE TANA S.R.L.
		via Nazionale, 4 - Piteglio (PT)
		TEL. 0583 89040
		CONTATTO:
CODICE PRAER	816 I 12	
UBICAZIONE CAVA:	PROVINCIA:	PISTOIA
	COMUNE:	PITEGLIO
	LOCALITÀ:	Piteglio
TIPO DI MATERIALE:	SELCE NERA - CALCARI	
PRODUZIONE MAX:	300 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:	700,000 mc	
RIF.	C1-PT01--	



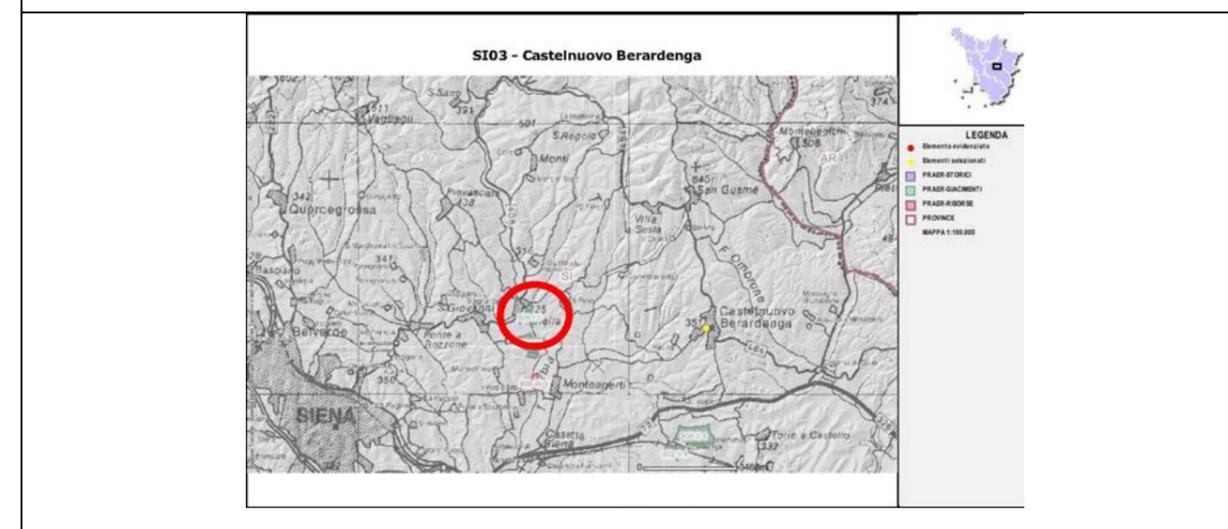
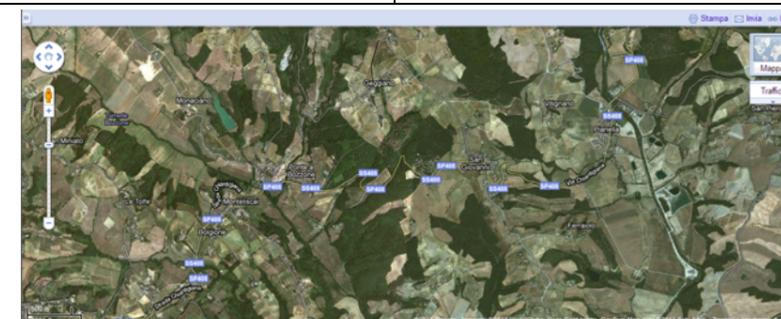
CAVA	C1-SI01	Ragione Sociale: TERZIANI S.R.L.
		Via Selve, 47 - Lucignano (AR)
		TEL. 0577 704218
		CONTATTO:
CODICE PRAER	902 I 12	
UBICAZIONE CAVA:	PROVINCIA:	SIENA
	COMUNE:	ASCIANO
	LOCALITÀ:	S. Alberto
TIPO DI MATERIALE:	CALCARI	
PRODUZIONE MAX:	1000 mc/gg	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:	2,000,000 mc	
RIF.	C1-SI01--	



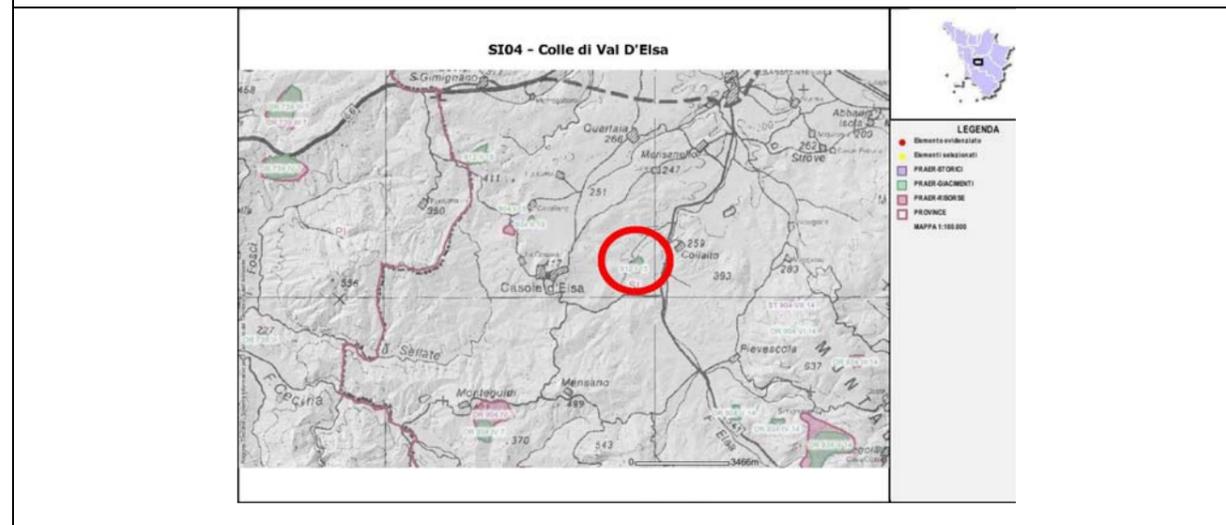
CAVA	C1-SI02	Ragione Sociale: DITTA CAPPELLI ANTONIO	
		Via Bruno Buozzi, 20 – Buonconvento (SI)	
		TEL.	0577 806939
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		903 I 3	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	SIENA
		COMUNE:	BUONCONVENTO
		LOCALITÀ:	Giuncheto
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		100,000 mc	
RIF.		C1-SI02--	



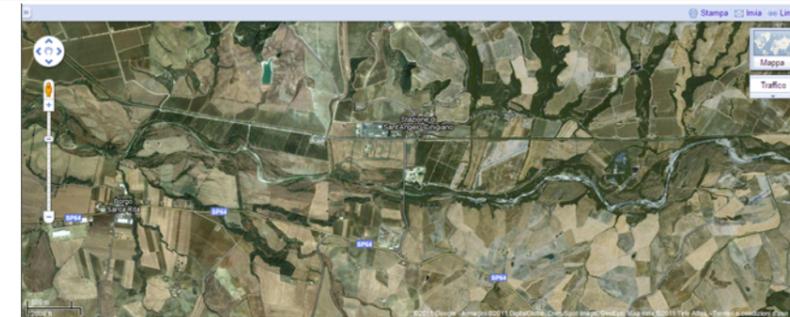
CAVA	C1-SI03	Ragione Sociale: INERTI SCAVI S.R.L.	
		Via Bruno Buozzi, 20 – Buonconvento (SI)	
		TEL.	340 4939912
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		906 I 0	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	SIENA
		COMUNE:	CASTELNUOVO B.GA
		LOCALITÀ:	Pianella
TIPO DI MATERIALE:		SABBIE E GHIAIE	
PRODUZIONE MAX:		nd	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		100,000 mc	
RIF.		C1-SI03--	



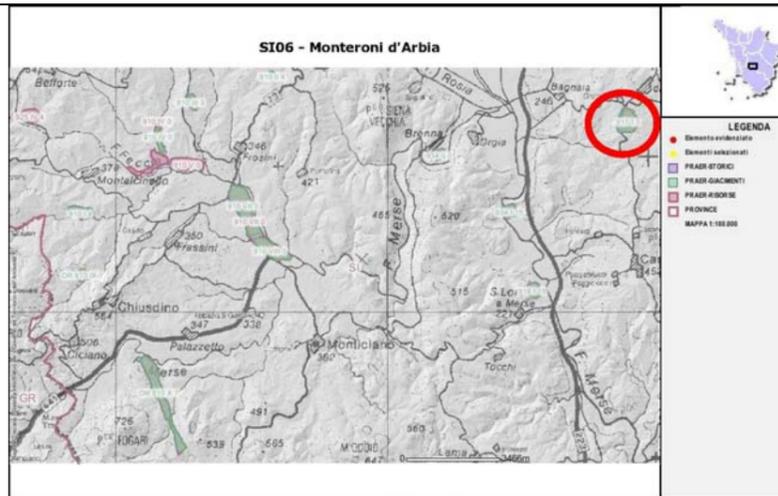
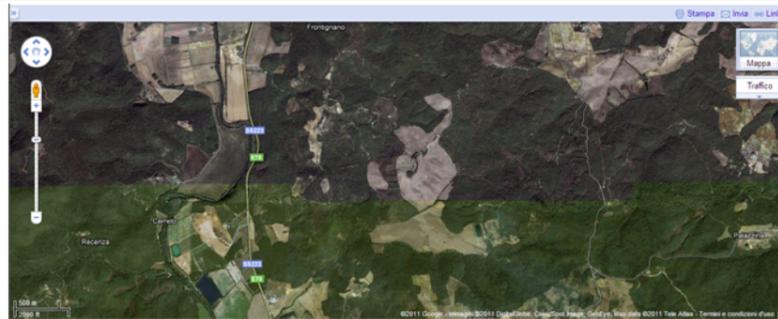
CAVA	C1-SI04	Ragione Sociale: AGNORELLI STRADE S.R.L.	
		Loc. Le Ville - Colle Di Val D'Elsa (SI)	
		TEL.	348 3167720
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		912 I 5	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	SIENA
		COMUNE:	COLLE DI VAL D'ELSA
		LOCALITÀ:	Le Ville
TIPO DI MATERIALE:		CALCARE CAVERNOSO	
PRODUZIONE MAX:		1,000	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		500,000 mc	
RIF.		C1-SI04--	



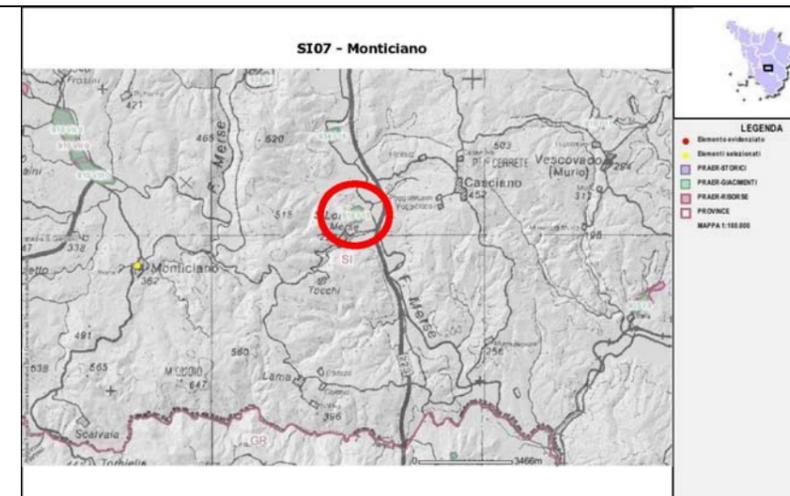
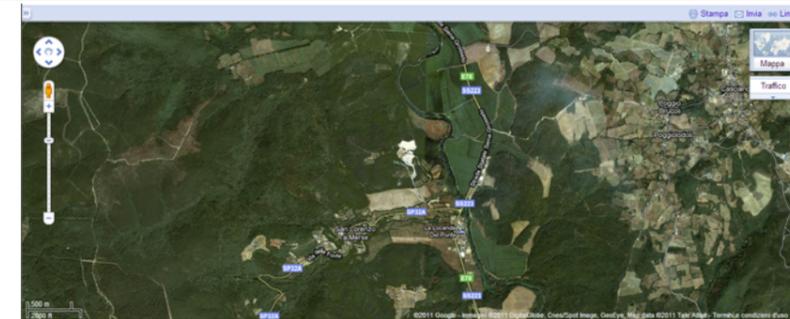
CAVA	C1-SI05	Ragione Sociale: TOMU-TECA S.P.A.	
		Via Petrarca, 45 - Arezzo	
		TEL.	335 5361085
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		914 II 0	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	SIENA
		COMUNE:	MONTALCINO
		LOCALITÀ:	Piani d'Orcia
TIPO DI MATERIALE:		SABBIE E GHIAIE	
PRODUZIONE MAX:		500	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		150,000 mc	
RIF.		C1-SI05--	



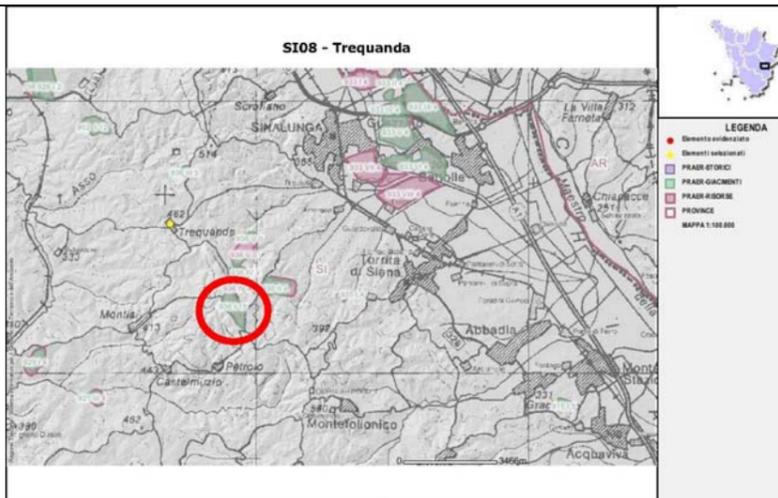
CAVA	C1-SI06	Ragione Sociale:	
		GOVERNI S.R.L.	
		Via P. Matteotti, 33 - Siena	
		TEL.	0577 336914
CONTATTO:			
CODICE PRAER		917 I 3	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	SIENA
		COMUNE:	MONTERONI D'ARBIA
		LOCALITÀ:	Grotti
TIPO DI MATERIALE:		SABBIE E GHIAIE	
PRODUZIONE MAX:		200	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		300,000 mc	
RIF.		C1-SI06--	



CAVA	C1-SI07	Ragione Sociale:	
		I.M.E.S. S.R.L.	
		Via La Croce, 3 - San Lorenzo A Merse (SI)	
		TEL.	0577 342192
CONTATTO:			
CODICE PRAER		918 I 15	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	SIENA
		COMUNE:	MONTICIANO
		LOCALITÀ:	S.Lorenzo a Merse
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		2,000	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,000,000 mc	
RIF.		C1-SI07--	



CAVA	C1-SI08	Ragione Sociale: BENOCCI & C S.P.A.	
		Via Madonnini dei Monti (SI)	
		TEL.	0577 665006
		CONTATTO:	
CODICE PRAER		936 I 15	
UBICAZIONE CAVA:		PROVINCIA:	SIENA
		COMUNE:	TREQUANDA
		LOCALITÀ:	Petroio
TIPO DI MATERIALE:		CALCARI	
PRODUZIONE MAX:		2,000 mc/g	
DISPONIBILITÀ RESIDUA 2011:		1,000,000 mc	
RIF.		C1-SI08--	



Le tabelle e i grafici seguenti riassumono le distanze e i tempi di percorrenza dal tratto autostradale oggetto dei lavori alle cave:

	FI-PERETOLA	PRATO EST	PRATO OVEST	PISTOIA	MONTECATINI	DISTANZA MEDIA Km	TEMPO MEDIO DI PERCORRENZA min
C1-AR01	1 h 84 Km 25 min	1 h 81 Km 22 min	1 h 89 Km 26 min	1 h 101 Km 33 min	1 h 111 Km 38 min	93	89
C1-AR02	1 h 76 Km 0 min	0 h 73 Km 57 min	1 h 82 Km 1 min	1 h 93 Km 8 min	1 h 104 Km 14 min	86	64
C1-AR03	76 Km 58 min	73 Km 55 min	81 Km 59 min	94 Km 7 min	105 Km 11 min	86	62
C1-AR04	1 h 142 Km 43 min	1 h 139 Km 40 min	1 h 147 Km 44 min	1 h 159 Km 51 min	1 h 170 Km 57 min	151	107
C1-AR05	1 h 144 Km 38 min	1 h 141 Km 35 min	1 h 149 Km 39 min	1 h 161 Km 46 min	1 h 171 Km 51 min	153	102
C1-FI01	31 Km 24 min	31 Km 23 min	27 Km 20 min	51 Km 40 min	62 Km 40 min	40	32
C1-FI02	16 Km 26 min	14 Km 20 min	24 Km 27 min	35 Km 34 min	46 Km 40 min	27	29
C1-FI03	51 Km 37 min	48 Km 34 min	57 Km 38 min	68 Km 45 min	79 Km 50 min	61	41
C1-FI04	24 Km 42 min	46 Km 47 min	54 Km 51 min	66 Km 58 min	77 Km 3 min	53	52
C1-LI01	1 h 179 Km 46 min	1 h 170 Km 41 min	1 h 162 Km 37 min	1 h 153 Km 34 min	1 h 140 Km 28 min	161	97
C1-LU01	69 Km 2 min	61 Km 57 min	52 Km 53 min	42 Km 46 min	55 Km 56 min	56	55
C1-LU02	77 Km 58 min	68 Km 53 min	60 Km 48 min	50 Km 45 min	38 Km 39 min	59	49
C1-LU03	77 Km 58 min	68 Km 53 min	60 Km 48 min	51 Km 45 min	38 Km 39 min	59	49
C1-LU04	73 Km 53 min	64 Km 48 min	56 Km 44 min	47 Km 40 min	35 Km 35 min	55	44
C1-LU05	76 Km 42 min	68 Km 37 min	60 Km 33 min	50 Km 29 min	38 Km 23 min	58	33
C1-LU06	79 Km 57 min	70 Km 52 min	62 Km 48 min	53 Km 44 min	40 Km 38 min	61	48
C1-LU07	1 h 111 Km 35 min	1 h 103 Km 30 min	1 h 94 Km 25 min	1 h 85 Km 22 min	1 h 73 Km 16 min	93	86
C1-LU08	81 Km 2 min	72 Km 57 min	64 Km 53 min	55 Km 50 min	43 Km 44 min	63	53
C1-PT01	69 Km 2 min	61 Km 57 min	52 Km 53 min	42 Km 46 min	55 Km 56 min	56	55
C1-SI01	1 h 133 Km 20 min	1 h 130 Km 18 min	1 h 138 Km 22 min	1 h 149 Km 28 min	1 h 160 Km 34 min	142	84
C1-SI02	1 h 117 Km 44 min	1 h 114 Km 41 min	1 h 123 Km 45 min	1 h 134 Km 52 min	1 h 145 Km 58 min	127	108
C1-SI03	1 h 102 Km 21 min	1 h 99 Km 19 min	1 h 107 Km 23 min	1 h 118 Km 29 min	1 h 129 Km 35 min	111	85
C1-SI04	1 h 76 Km 5 min	1 h 73 Km 2 min	1 h 81 Km 6 min	1 h 92 Km 13 min	1 h 103 Km 19 min	85	69
C1-SI05	2 h 147 Km 6 min	2 h 144 Km 3 min	2 h 152 Km 8 min	2 h 163 Km 14 min	2 h 174 Km 20 min	156	130
C1-SI06	1 h 97 Km 19 min	1 h 94 Km 16 min	1 h 103 Km 20 min	1 h 114 Km 27 min	1 h 125 Km 32 min	107	83
C1-SI07	1 h 106 Km 22 min	1 h 103 Km 19 min	1 h 111 Km 23 min	1 h 122 Km 30 min	1 h 133 Km 35 min	115	86
C1-SI08	1 h 127 Km 22 min	1 h 124 Km 19 min	1 h 132 Km 23 min	1 h 144 Km 30 min	1 h 155 Km 36 min	136	86

Grafico 3-3 – Distanza media dal tratto Autostradale interessato dai lavori e le varie cave

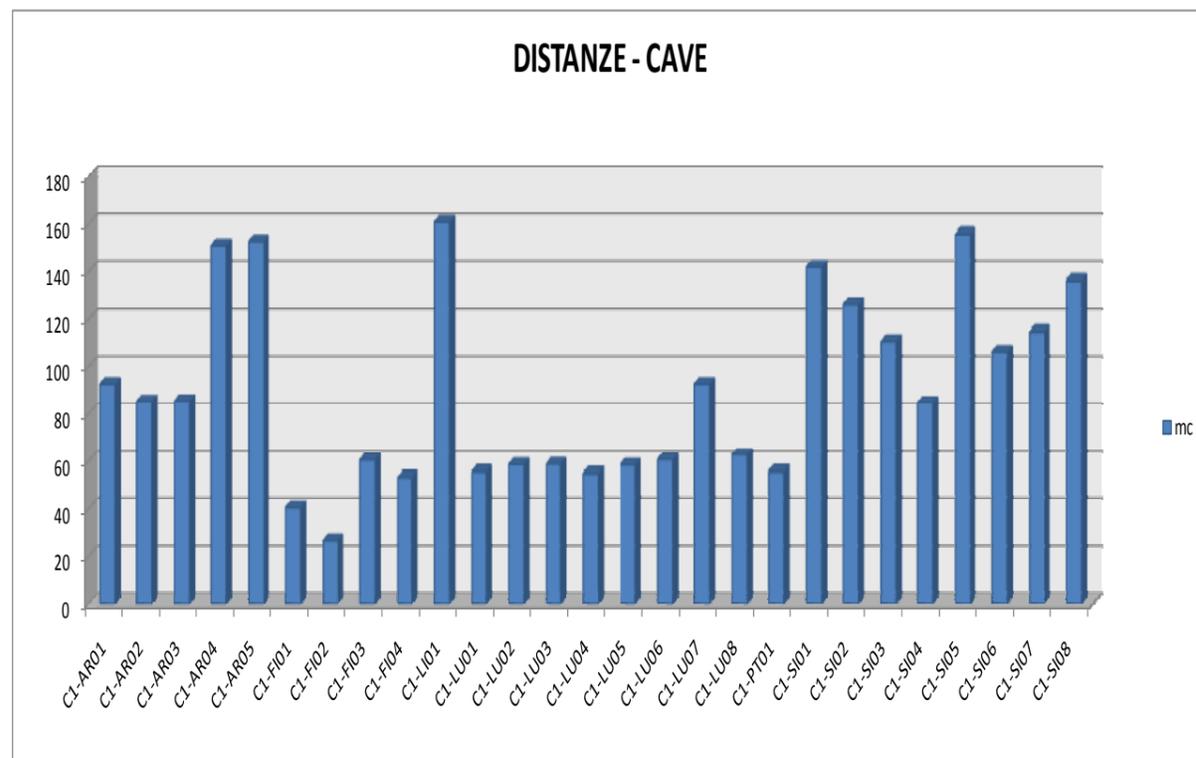
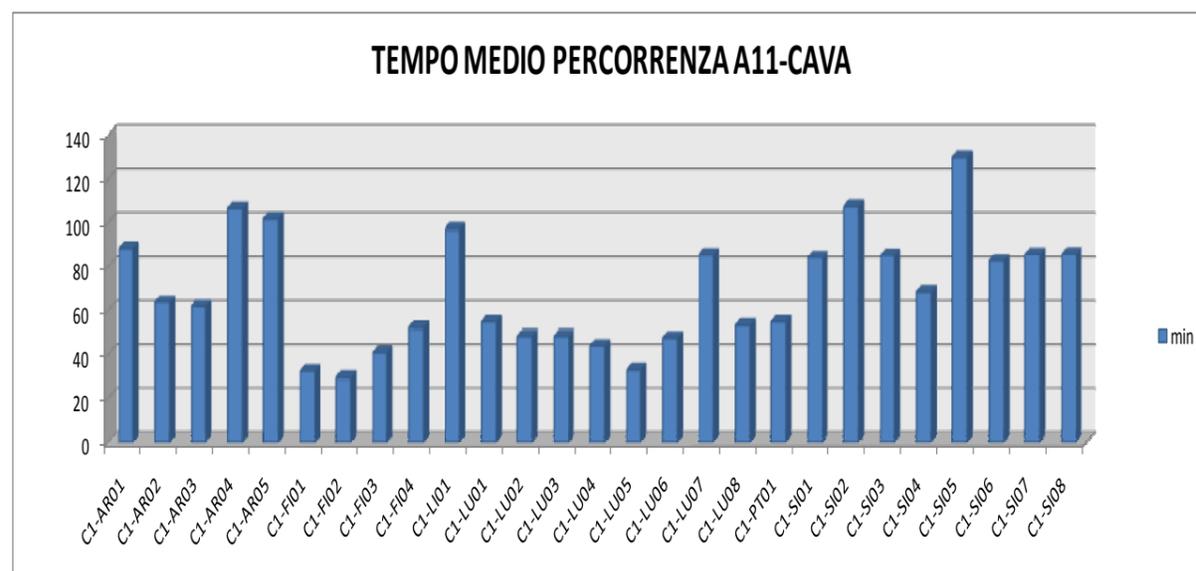


Grafico 3-4 – Tempo medio di percorrenza dal tratto Autostradale interessato dai lavori e le varie cave



3.6.3 Le discariche

Le discariche sono state ricercate fra gli IMPIANTI DI GESTIONE RIFIUTI della Toscana, in regime di autorizzazione o comunicazioni ai sensi della vigente normativa.

Le informazioni sono state estrapolate dal SIRA (Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana) nel quale sono riportati gli atti autorizzativi rilasciati dalle Provincie e dall'Albo Nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti, pervenuti alla Sezione Regionale del Catasto Rifiuti di Arpat.

In tale Sistema possono però essere compresi anche impianti che hanno atti amministrativi scaduti, per questo motivo, dopo una prima ricerca con SIRA sono state contattate telefonicamente le discariche per conoscere la cogenza dello stato autorizzativo.

Una volta nota la lista delle discariche attive sul territorio della Regione Toscana (a meno della Provincia di Grosseto), è stata svolta la ricerca per le tipologie di rifiuti che si presume di dover smaltire e recuperare durante l'esecuzione dei lavori.

Questi possono essere indicativamente così elencati:

- fanghi di perforazione codice CER 01.05.99
- terre e rocce di scavo codice CER 17.05.04
- materiali provenienti dalla demolizioni, rifiuti misti delle attività di costruzione e demolizione codice CER 17.09.04
- terre e rocce di scavo inquinati con idrocarburi con parametri superiori a quelli previsti dalla colonna B della tab. I dell'allegato V alla parte IV del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii codice CER 17.05.03
- rifiuti misti quali elettrodomestici, macchinari, pneumatici ecc
 - apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso, diversa da quelle di cui alla voce 20.01.21, 20.01.23, contenenti componenti pericolosi codice CER 20.01.35
 - apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso, diverse da quelle di cui alle voci 20.01.21, 20.01.23 e 20.01.35 codice CER 20.01.36
 - pneumatici fuori uso codice CER 16.01.03

- materiali provenienti da scarificazione di conglomerati bituminosi:
 - se contengono catrame di carbone (rifiuto pericoloso)
codice CER 17.03.01
 - se non contengono catrame di carbone (rifiuto non pericoloso)
codice CER 17.03.02

DISCARICHE ATTIVE

COD.	ragione sociale	
D1-AR01	Centro Servizi Ambiente - Impianti s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:170504 (D1), 170601 (D1), 200134 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: nd STOCCAGGIO: (istantaneo) 674.000 mc
D1-AR02	Centro Servizi Ambiente - Impianti s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:170504 (D1), 170904 (D1), 200134 (D1), 200136 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: nd STOCCAGGIO: (istantaneo) 4.038.550 mc

D1-LI01	A.S.I.U. s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:010599 (D1), 170302 (D1), 170504 (D1), 170904 (D1-R5-R13) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: 20.000 t/a STOCCAGGIO: (messa in riserva istantanea) 1.500 t
D1-LI02	R.E.A. s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:010599 (D1), 170302 (D1), 170504 (D1), 170904 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: MOVIMENTAZIONE ANNUA: 462.000 t/a STOCCAGGIO: (istantaneo) 430.000 mc
D1-MS01	Programma Ambiente Apuane s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:170504 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: MOVIMENTAZIONE ANNUA: 86.000 mc/a STOCCAGGIO: (istantaneo) 30.000 mc

D1-PI01	Ecofor s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:170504 (D1), 170904 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: nd STOCCAGGIO: nd
D1-PI02	Ecofor s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:010599 (D1), 170302 (D1), 170504 (D1), 170904 (D1), 200134 (D1), 200136 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: 240.000 t/a STOCCAGGIO: nd
D1-PI03	Belvedere s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:170504 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: nd STOCCAGGIO: (istantaneo) 1.900.000 mc
D1-PI04	Società Chimica Larderello s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:010599 (D1), 170504 (D1), 170904 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: nd STOCCAGGIO: (messa in riserva istantanea) 145.000 mc

D1-PT01	Pistoambiente s.r.l.	CODICI CER AUTORIZZATI:010599 (D1), 170301 (D1), 170302 (D1), 170503 (D1), 170504 (D1), 170904 (D1), 200135 (D1), 200136 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: 420 t MOVIMENTAZIONE ANNUA: 112,57 t/a STOCCAGGIO: (istantaneo) 240 t
D1-SI01	Sienambiente s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:010599 (D1), 170302 (D1), 170504 (D1-R10-R13), 170904 (D1), 200134 (D1), 200136 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: nd STOCCAGGIO: (istantaneo) 1.350.000 mc
D1-SI02	Sienambiente s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:010599 (D1), 170302 (D1), 170504 (D1-R10-R13), 170904 (D1), 200134 (D1), 200136 (D1) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: 558.000 mc/a STOCCAGGIO: (istantaneo) 60.000 mc
D1-SI03	Sienambiente s.p.a.	CODICI CER AUTORIZZATI:170302 (D1), 170504 (D1-R10-R13), 170904 (D1), 200134 (D1-R13), 200135 (R13), 200136 (D1-R13) CAPACITA' DI TRATTAMENTO: nd MOVIMENTAZIONE ANNUA: nd STOCCAGGIO: (istantaneo) 100.000 mc

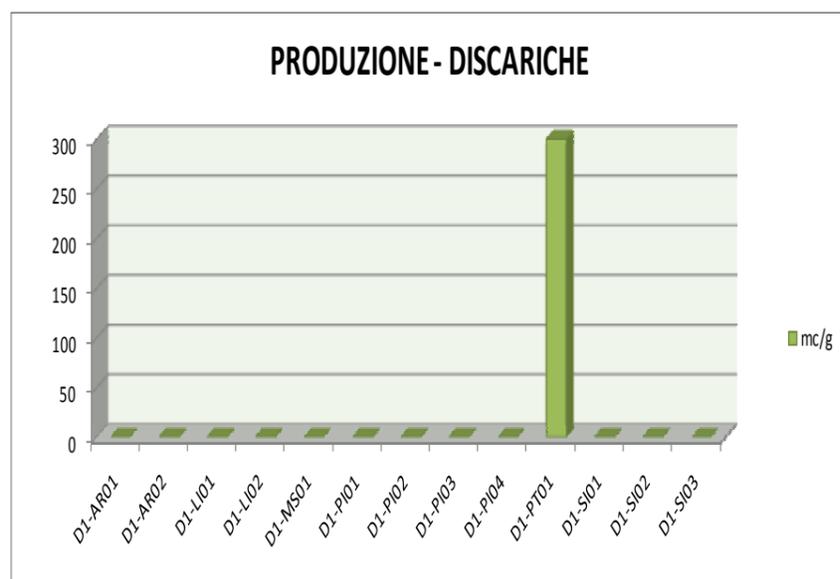


Grafico 3-5 – Potenzialità giornaliera (Capacità di trattamento) discariche



Grafico 3-6 – Capacità residua (Stoccaggio) al 2011 delle discariche

Tra i materiali che si ritiene di dover smaltire va fatto un discorso a parte per l'amianto (codice CER 170601), infatti, in Toscana non esistono discariche per questa tipologia di rifiuto speciale pericoloso ma soltanto imprese autorizzate alla sua rimozione ed al successivo stoccaggio in attesa del trasporto a discarica.

Di seguito si riporta l'elenco delle imprese presenti sul territorio.

ELENCO IMPRESE AUTORIZZATE ALLA RIMOZIONE E SMALTIMENTO DI AMIANTO				
RAGIONE SOCIALE	INDIRIZZO	COMUNE	TEL.	EMAIL
AREZZO				
AIRONE AMBIENTE SRL	Via Molinara, 35	Arezzo	0575 1822330	
ITALIANAMIANTO di CAPACCI snc	Via Farinata degli Uberti	Civittella In Val Di Chiana	0575 497368	info@italianamianto.com
FIRENZE				
C.a.f. Cooperativa Autotrasportatori Fiorentini	Via G. Di Vittorio, 5/29	Firenze	055 30431	info@gruppcf.com
GIGLIO S.R.L.	Via di Novoli 5/7	Firenze	055 414559	commerciale@gigliobonifiche.it
MOGGI LUIGI srl	Via di Serravalle, 10/12/14	Pontassieve	055 8364416	info@moggiluigisrl.it
LUCCA				
ANTHEA TECNOLOGIE AMBIENTALI srl	Via Canovetta	San Pietro A Vico	0583 464014	info@antheasrl.eu
POOL ECOLOGIA	Viale Europa, 188	Marlia	0583 407461	info@poolecologia.it
MASSA				
EFFEDI srl	Via Remola, 7	Massa	0585 792288	effedi.ms@gmail.com
PISTOIA				
DIFE srl SERVIZI AMBIENTALI	Via Vecchia Prov. Lucchese, 53	Serravalle Pistoiese	0573 919515	info@dife.it
TECNOCOPERTURE srl	Ponte Buggianese	Pistoia	0572 930252	info@tecnocoperturesrl.com
TOSCO AMIANTO	Via Cantarelle, 139	Pieve A Nievole	0572 80089	
PRATO				
AES SMONTAGGI SRL	Via Della Romita, 73	Prato	0574 35420	
CHEAN SRL	Via Lepanto, 13	Prato	0574 401840	
TARGETTI	Via Lunga Cafaggio, 39	Prato	0574 582039	info@targetticoperture.it

Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive delle distanze e dei tempi di percorrenza dal tratto autostradale oggetto dei lavori alle discariche:

	FI-PERETOLA	PRATO EST	PRATO OVEST	PISTOIA	MONTECATINI	DISTANZA MEDIA Km	TEMPO MEDIO DI PERCORRENZA min
D1-AR01	1 h 82 Km 5 min	1 h 81 Km 1 min	1 h 89 Km 5 min	1 h 101 Km 12 min	1 h 112 Km 17 min	93	68
D1-AR02	h 67 Km 49 min	h 66 Km 45 min	h 74 Km 49 min	h 86 Km 56 min	h 96 Km 1 min	78	52
D1-LI01	1 h 190 Km 52 min	1 h 181 Km 43 min	1 h 172 Km 39 min	1 h 163 Km 35 min	1 h 151 Km 28 min	171	99
D1-LI02	1 h 91 Km 26 min	1 h 123 Km 20 min	1 h 114 Km 16 min	1 h 105 Km 12 min	1 h 93 Km 6 min	105	76
D1-MS01	1 h 106 Km 12 min	1 h 96 Km 3 min	h 86 Km 58 min	h 77 Km 55 min	h 65 Km 49 min	86	59
D1-PI01	1 h 106 Km 4 min	h 97 Km 59 min	h 89 Km 54 min	h 79 Km 51 min	h 67 Km 45 min	88	55
D1-PI02	h 63 Km 59 min	1 h 68 Km 1 min	h 58 Km 59 min	h 49 Km 55 min	h 37 Km 49 min	55	57
D1-PI03	1 h 68 Km 13 min	1 h 74 Km 15 min	1 h 82 Km 19 min	1 h 69 Km 15 min	1 h 57 Km 9 min	70	74
D1-PI04	1 h 104 Km 35 min	1 h 101 Km 33 min	1 h 109 Km 37 min	1 h 121 Km 44 min	1 h 132 Km 49 min	113	100
D1-PT01	h 34 Km 28 min	h 26 Km 23 min	h 17 Km 18 min	h 6 Km 10 min	h 19 Km 21 min	20	20
D1-SI01	2 h 172 Km 4 min	2 h 169 Km 1 min	2 h 167 Km 5 min	2 h 189 Km 12 min	2 h 199 Km 18 min	179	128
D1-SI02	1 h 104 Km 21 min	1 h 101 Km 18 min	1 h 109 Km 22 min	1 h 121 Km 29 min	1 h 132 Km 34 min	113	85
D1-SI03	1 h 124 Km 17 min	1 h 121 Km 14 min	1 h 129 Km 18 min	1 h 141 Km 25 min	1 h 151 Km 31 min	133	81



Grafico 3-8 – Tempo medio di percorrenza dal tratto Autostradale interessato dai lavori e le varie discariche

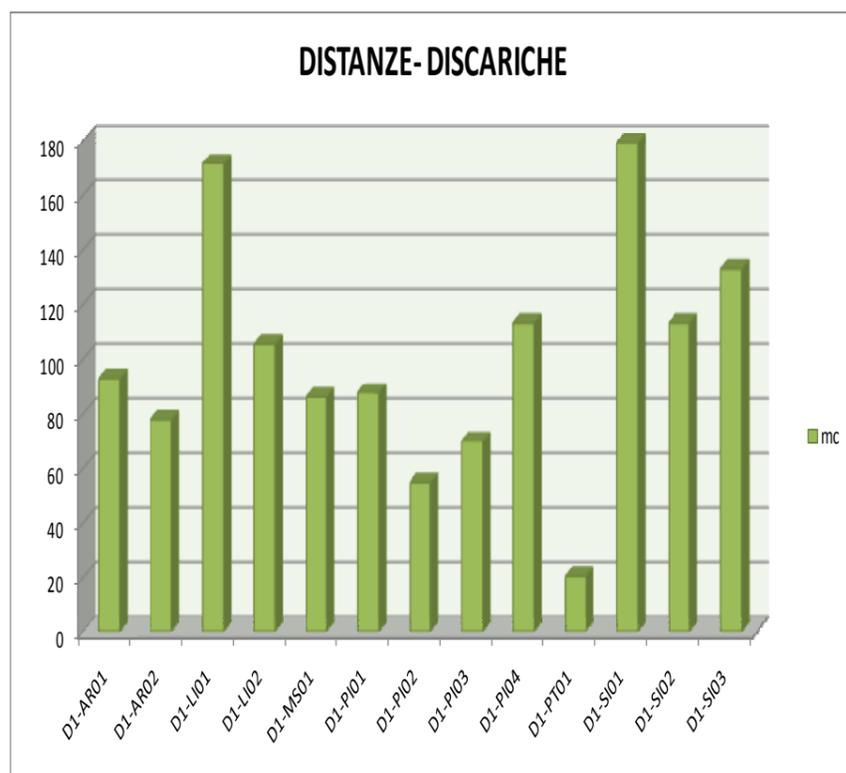


Grafico 3-7 – Distanza media dal tratto Autostradale interessato dai lavori e le varie discariche

3.7 TRANSITI DI CANTIERE

In base alla localizzazione dei poli di origine e destinazione delle varie tipologie di materiali coinvolti nei lavori di ampliamento e all'organizzazione e durata delle fasi di lavorazione si è proceduto ad individuare i percorsi e stimare il numero di transiti di mezzi pesanti per la movimentazione dei materiali.

Tali percorsi utilizzano come arteria principale l'asse autostradale esistente in quanto le aree di cantiere preposte al deposito e caratterizzazione delle terre, essendo in adiacenza all'autostrada, hanno un accesso diretto alla sede autostradale.

In funzione delle attività sono state individuate 4 aree di cantiere che comprendono le seguenti attività: campo base, cantiere operativo, area di caratterizzazione terre e cantiere operativo per impianti di produzione conglomerati bituminosi e calcestruzzi. Le suddette aree risultano localizzate nel seguente modo:

- CO-02: prog. km 3+340 carreggiata dir. Est con ingresso dall'area di Servizio Peretola est al cui interno sono predisposti un'area di caratterizzazione terre (comune di Sesto Fiorentino). Esso raccoglierà i terreni provenienti dai primi 7 chilometri di tracciato, compreso lo svincolo di Peretola, con posizione baricentrica rispetto ad essi.
- CB-01: prog. km 17+150 carreggiata dir. ovest, al cui interno sono predisposti i seguenti cantieri: Cantiere Operativo, caratterizzazione terre, Campo Base e Impianti per la produzione di conglomerati bituminosi e calcestruzzi (comune di Prato). Esso raccoglierà i terreni provenienti dal tratto tra i km 7 e 20 per totali 13 km.
- CO-03: progr. km 22+200 carreggiata dir. Ovest, al cui interno sono predisposti i seguenti cantieri: Cantiere Operativo e caratterizzazione terre (comune di Pistoia). Esso raccoglierà i terreni provenienti dagli ultimi 7 chilometri di tracciato.
- CO-04: progr. km 37+950 carreggiata dir. Ovst, al cui interno sono predisposti i seguenti cantieri: Cantiere Operativo e caratterizzazione terre (comune di Pieve a Nievole). Esso raccoglierà i terreni provenienti dal tratto nel comune di Monsummano.

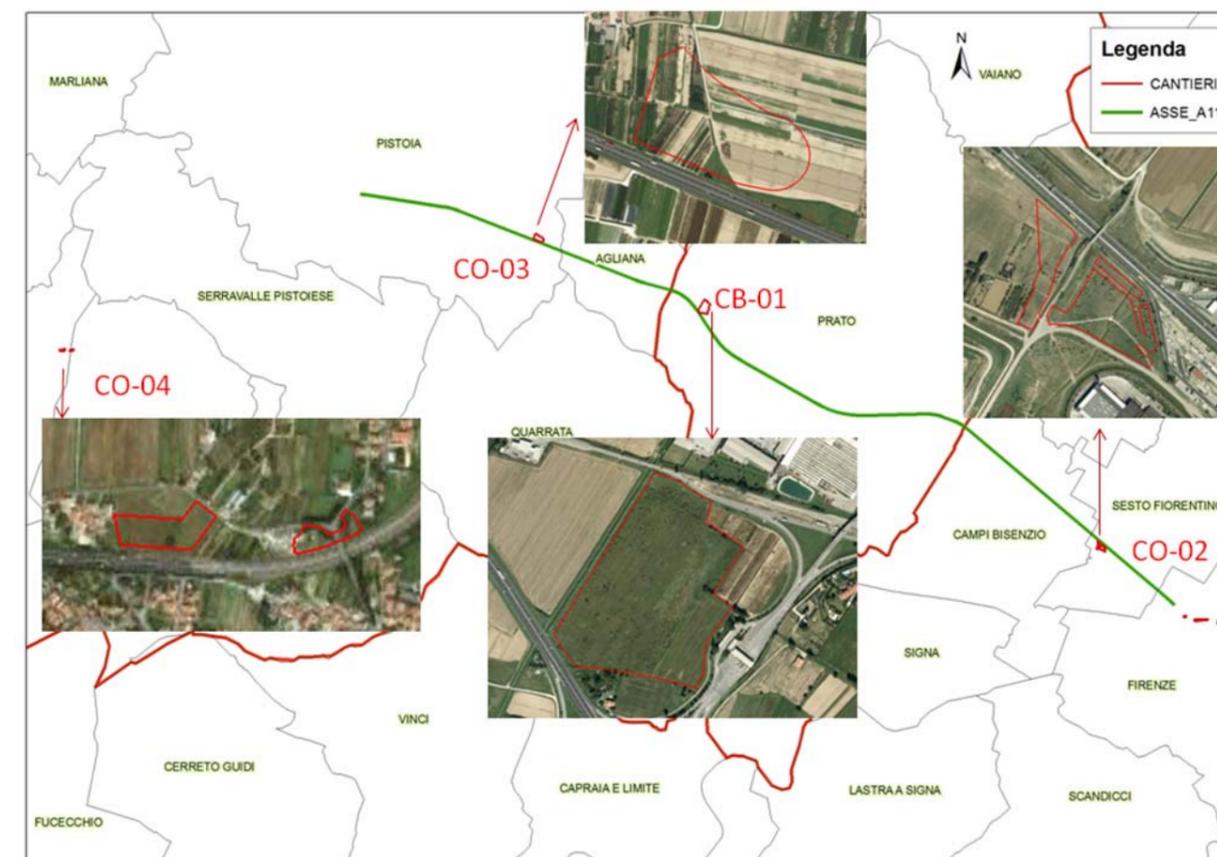


Figura 3-3: localizzazione aree di cantiere (CO-02, CB-01; CO-03; CO-04).

Tutti i cantieri, localizzati nel tratto Firenze-Pistoia, sono immediatamente raggiungibili dall'Autostrada tramite l'area di servizio Peretola Est (CO-02), lo svincolo di Prato Ovest (CB-01), un accesso diretto in autostrada (CO-03), e lo svincolo di Montecatini (CO-04): pertanto il disturbo sulle strade ordinarie sarà quasi completamente annullato. Per l'accesso al cantiere CO-03 è prevista la realizzazione di un varco in corrispondenza della rampa di decelerazione del futuro svincolo di Pistoia est, dotato di sistema di pedaggiamento ad uso esclusivo dei mezzi di cantiere.

Ne deriva che la per gli approvvigionamenti, in particolare gli inerti per i calcestruzzi ai cantieri la viabilità locale non è praticamente interessata. La presenza di numerosi svincoli lungo il tracciato, fa sì che in generale l'autostrada rimane la parte più importante per i movimenti dei terreni, essendo le viabilità locali interessate quelle che conducono dal luo-

go di produzione allo svincolo più vicino o viceversa dallo svincolo più vicino al sito di destinazione finale.

A tale scopo è stata effettuata una planimetria con l'evidenziazione dei possibili percorsi dei mezzi di trasporto dei terreni. Anche in questo caso la distribuzione di ben tre aree di caratterizzazione permette una ottimizzazione dei percorsi e quindi del numero di transiti nelle viabilità locali.

Anche gli approvvigionamenti del materiale da rilevato, così come per contro i trasporti in discariche esterni utilizzeranno principalmente l'autostrada, arrivando allo svincolo più vicino al luogo di cantiere.

In considerazione dell'entità dei fabbisogni di materiali necessari per il progetto e della disponibilità di siti di approvvigionamento (non esistono siti di cava nelle immediate vicinanze) si prevede di ricorrere a più cave localizzate in territorio lucchese o aretino.

L'elaborato grafico MAM-QPGT-051, illustra il percorso dalla cava allo svincolo più vicino alla cava stessa, poi il tratto autostradale (A11 verso est o A1 verso nord) fino allo svincolo più vicino al luogo di destinazione. Stesso discorso per le discariche.

Per il calcolo dei transiti medi giornalieri sono stati utilizzati alcuni parametri caratteristici delle lavorazioni stradali: la capacità dei singoli mezzi per il trasporto dei materiali (15 mc), il numero di giorni di lavoro mensili (21), le ore di attività dei cantieri (10, indicativamente dalle 8.00 alle 18.00). I movimenti di materiale sono stati distribuiti in maniera uniforme su tutto il periodo di durata delle varie fasi di lavoro indicate nel crono programma di cantiere (30 mesi sui 40 totali).

Considerando la distribuzione degli svincoli, si vede che lo svincolo con la maggiore area di influenza, cioè con il maggior tratto di autostrada di competenza (circa 10 km dal km 12 al km 22) è lo svincolo di Prato ovest alla progressiva 17 km circa.

Su di esso gravitano (considerando i movimenti dell'autostrada, delle strade interferite e del nuovo svincolo di Pistoia est.

- Produzione 127.693 mc
- Destinazione 306.610 mc
- Totale 434.303 mc

Considerando un rigonfiamento medio durante il trasporto di 1,25 (il terreno in sito è sciolto) si ha un volume complessivo di terreno trasportato:

$$V_{ter} = 542.879 \text{ mc}$$

Usando i parametri riportati più sopra, le viabilità locali nell'intorno dello svincolo (che raccoglierebbero autocarri trasportanti terreni presenti sia da una parte che dall'altra avrebbero al massimo

$$542.879 / (15 * 30 * 21 * 10) = \text{circa } 6 \text{ trasporti/ora}$$

e quindi considerando anche il ritorno vuoto, **12 transiti/ora**

Indicativamente i viaggi che utilizzano solo le viabilità che arrivano allo svincolo da est o da ovest avranno invece un traffico dimezzato.

A parte la fase di dismissione delle aree di cantiere il numero di transiti orari andata/ritorno sulla viabilità ordinaria risulta contenuto: nella media del tempo dei lavori si hanno al massimo 12 viaggi a/r all'ora, comprendendo sia i materiali prodotti nel cantiere, che quelli riutilizzati che quelli provenienti da cave esterne al cantiere

A questi transiti devono aggiungersi quelli dei calcestruzzi e delle pavimentazioni e quindi può essere considerato un valore maggiore del 50 % rispetto a quello calcolato e cioè **20 transiti/ora**. I suddetti traffici di cantiere, cautelativamente stimati in corrispondenza dello svincolo di Prato Ovest come sopra esposto, non risultano rilevanti rispetto al traffico giornaliero medio che insiste sulle viabilità locali interessate, come emerso nello Studio di Traffico: mediamente i transiti di cantiere rappresentano il 2% circa dei flussi giornalieri medi sulle viabilità ordinarie prossime al suddetto svincolo.

Tutti gli automezzi saranno opportunamente coperti per evitare interferenze tra il materiale trasportato ed agenti atmosferici, o eventuali altri materiali con cui potrebbero venire in contatto.

I percorsi tra l'area di cantiere e la destinazione finale sono fissi e definiti a priori e i conducenti si atterranno a tali percorsi, senza operare variazioni (a meno di situazioni di emergenza).

4 INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

4.1 BARRIERE ACUSTICHE

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'esercizio dell'infrastruttura autostradale, è volta alla verifica dei livelli di emissione sonora prodotti dal traffico veicolare in transito sulla nuova infrastruttura nonché al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, qualora vengano individuate situazioni di criticità all'interno dell'ambito di studio ivi considerato.

A tale proposito, quindi, dopo avere individuato i recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato autostradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione.

Il progetto prevede quindi la realizzazione di una serie di interventi mediante l'utilizzo di barriere verticali in corrispondenza dei ricettori esposti, al fine di riportare i livelli acustici entro i limiti di soglia prescritti.

Nell'elaborato "MAM-QPGT-014 – 030 – Planimetria di progetto commentata con indicazione dei dati progettuali significativi" è quindi indicata la localizzazione delle mitigazioni acustiche previste.

Nel seguito sono riportate le barriere acustiche inserite in progetto.

Tabella 4-1 – Riepilogo mitigazioni acustiche

BARRIERA ACUSTICA	COMUNE	Carreggiata	Chilometrica Autostrada		Caratteristiche intervento	
			DA	A	Lungh. [m]	Altez. [m]
FOA-B01	Campi Bisenzio	Ovest	km 6+140,34	km 6+296,34	156,00	3,00
FOA-B02	Campi Bisenzio	Ovest	km 6+744,56	km 6+933,56	189,00	5,00
FOA-B03A	Campi Bisenzio	Est	km 6+937,21	km 7+023,61	86,00	5,00
FOA-B03B	Campi Bisenzio	Est	km 7+023,61	km 7+093,21	69,00	3,00
FOA-B04	Campi Bisenzio	Est	km 7+281,94	km 7+416,94	135,00	3,00
FOA-B05	Campi Bisenzio/Prato	Est	km 8+374,56	km 8+425,56	51,00	3,00
FOA-B06	Prato	Ovest	km 8+395,18	---	177,00	4,00
FOA-B07	Prato	Ovest	km 9+591,77	km 9+741,70	150,00	3,00
FOA-B08	Prato	Ovest	km 9+935,16	km 10+210,80	277,07	4,00

BARRIERA ACUSTICA	COMUNE	Carreggiata	Chilometrica Autostrada		Caratteristiche intervento	
			DA	A	Lungh. [m]	Altez. [m]
FOA-B09	Prato	Est	km 10+069,54	km 10+207,54	138,00	5,00
FOA-B10	Prato	Est	km 10+390,88	km 10+558,88	168,00	6,00
FOA-B11	Prato	Ovest	km 10+478,81	km 10+709,81	231,00	5,00
FOA-B12	Prato	Est	km 10+892,95	km 11+051,95	159,00	6,00
FOA-B13	Prato	Ovest	km 11+231,15	km 11+360,80	129,00	3,00
FOA-B14	Prato	Ovest	km 11+547,18	km 12+217,37	672,20	3,00
FOA-B16	Prato	Est	km 11+805,99	km 12+217,12	414,00	5,00
FOA-B17	Prato	Ovest	km 13+150,91	km 13+274,71	124,80	6,00
FOA-B18	Prato	Ovest	km 13+644,26	km 13+943,41	300,00	5,00
FOA-B19	Prato	Est	km 13+728,00	km 13+944,00	216,00	5,00
FOA-B20	Prato	Ovest	---	---	123,00	5,00
FOA-B21	Prato	Est	km 14+461,02	km 14+671,02	210,00	3,00
FOA-B22	Prato	Est	km 14+462,85	km 15+172,27	709,11	3,00
FOA-B23	Prato	Est	km 15+468,62	km 15+786,37	321,00	3,00
FOA-B24A	Prato	Ovest	km 15+465,86	km 15+668,53	201,00	4,00
FOA-B24B	Prato	Ovest	km 15+668,53	km 16+153,16	487,00	3,00
FOA-B25	Prato	Est	km 16+163,54	km 16+253,54	90,00	3,00
FOA-B26	Prato	Est	km 16+368,70	km 16+539,62	171,00	4,00
FOA-B27	Prato	Ovest	km 16+398,41	km 16+548,41	150,00	4,00
FOA-B28	Prato	Ovest	km 16+952,49	km 17+034,95	87,00	5,00
FOA-B29	Prato	Ovest	km 17+587,82	km 17+694,35	108,00	3,00
FOA-B30	Agliana	Ovest	km 18+545,00	km 18+788,00	243,00	3,00
FOA-B31	Agliana	Est	km 18+615,70	km 18+729,70	114,00	4,00
FOA-B32	Agliana	Est	km 18+856,94	km 19+122,50	272,70	3,00
FOA-B33	Agliana	Est	km 19+377,90	km 19+822,72	446,87	5,00
FOA-B34	Agliana	Est	km 20+272,04	km 20+329,04	57,00	6,00
FOA-B36	Pistoia	Ovest	km 22+597,99	km 22+909,62	313,10	3,00
FOA-B37	Pistoia	Est	km 22+900,29	km 23+014,29	114,00	6,00
FOA-B38	Pistoia	Est	km 23+170,53	km 23+284,53	114,00	5,00
FOA-B39	Pistoia	Est	km 23+638,70	km 23+758,70	120,00	4,00
FOA-B40	Pistoia	Est	km 24+463,10	km 24+562,10	99,00	3,00
FOA-B41	Pistoia	Ovest	km 24+979,22	km 25+380,84	403,60	3,00
FOA-B42	Pistoia	Est	km 25+030,38	km 25+246,38	216,00	3,00
FOA-B43	Pistoia	Est	km 25+030,38	km 25+688,95	658,57	5,00
FOA-B44	Pistoia	Ovest	km 25+897,01	km 26+095,01	198,00	4,00
FOA-B45	Pistoia	Est	km 26+581,99	km 26+977,16	399,00	3,00
FOA-B46	Pistoia	Ovest	km 26+752,98	km 26+956,96	204,00	3,00
FOA-B47	Pistoia	Ovest	km 23+350,84	km 23+416,04	66,00	3,00

BARRIERA A-CUSTICA	COMUNE	Carreggiata	Chilometrica Autostrada		Caratteristiche intervento	
			DA	A	Lungh. [m]	Altez. [m]
FOA-B48	Pistoia	Ovest	km 26+429,75	km 26+654,75	225,00	3,00
FOA-B49	Prato	Est	km 12+844,10	km 12+972,89	129,00	3,00
FOA-B50	Agliana	Ovest	km 20+746,76	km 20+995,76	249,00	3,00
FOA-B51	Pistoia	Ovest	km 24+438,48	km 24+682,29	246,89	3,00
FOA-B80	FIRENZE	Ovest	km 0+971,63	km 1+121,47	150,00	3,00
FOA-B90	Pistoia	Ovest	km 27+549,28	km 27+942,66	396,00	5,00

L'obiettivo primario del contenimento delle emissioni acustiche deve essere accompagnato da valutazioni sul piano architettonico e dell'impatto ambientale (effetti visivi e percettivi dell'utente dell'infrastruttura e di chi ne sta al di fuori), in funzione dei contesti attraversati (urbani, extraurbani, punti di particolare pregio storico o paesaggistico), in modo tale da conseguire risultati apprezzabili sulla qualità complessiva del sistema infrastrutturale e dell'ambiente.

In particolare la tipologia di barriera e lo schema cromatico che si prevede di utilizzare sono stati scelti in coerenza con gli interventi attualmente in corso da parte di Autostrade per l'Italia nell'ambito di altri interventi di potenziamento della rete e del Piano per il Contenimento e l'Abbattimento del rumore stradale lungo tutta la rete in concessione: le pannellature metalliche fonoassorbenti saranno di colorazione verde e presentano la parte sommitale in materiale trasparente (PMMA).

Per ogni altezza possibile prevista, verrà individuata la quota parte di PMMA, quindi di lastra trasparente collocata nella parte alta superiormente ai pannelli fonoassorbenti, con caratteristiche dimensionali compatibili con le dimensioni standard esistenti sul mercato e ottimali rispetto alle esigenze di inserimento ambientale (quando il fattore estetico / paesaggistico si rivela predominante, quando si è in prossimità di abitazioni) ed in funzione del livello di assorbimento acustico richiesto (in generale pari al 25%).

4.2 OPERE A VERDE

4.2.1 Premessa

Le opere a verde hanno l'obiettivo di inserire l'infrastruttura autostradale nell'ambiente attraversato, di riqualificare gli ambiti marginali interessati dai lavori e di recuperare, dal punto di vista ambientale, le aree utilizzate nella fase di cantierizzazione.

Le tipologie di sistemazione a verde hanno tenuto conto principalmente delle problematiche inerenti la visibilità paesaggistica dell'opera, l'impatto sulla componente vegetazionale e faunistica in termini di habitat sottratto e la morfologia del territorio.

L'analisi quindi di questi elementi ha permesso di individuare le aree maggiormente sensibili all'impatto dell'opera e di definire le idonee sistemazioni a verde in termini di specie floristiche impiegate e di localizzazione.

4.2.2 Riferimenti normativi per la progettazione delle opere a verde

I criteri per la progettazione degli interventi vegetazionali tengono conto in primo luogo dei vincoli normativi rappresentati principalmente dai testi ufficiali della Regione Toscana per gli aspetti inerenti la conservazione del patrimonio forestale, quali la LR 39/2000 "Legge forestale della Toscana" e s.m.i., la DPGR Toscana 48R/2003 "Regolamento forestale della Toscana", la Delibera N. 781 del 04/08/2003 "Aggiornamento allegato A della LR 39/00 "Legge forestale della Toscana - Elenco degli alberi ed arbusti costituenti la vegetazione forestale della Toscana", nonché i manuali e le linee guida APAT e le "Linee guida per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavori di opere a verde" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Oltre a tali riferimenti sono state considerate le norme relative alla distanza delle alberature dalla strada e dalle proprietà private indicate nel Nuovo Codice della Strada e nel relativo Regolamento di attuazione (DLgs 30/04/1992 e s.m.i.), e nel Codice Civile.

4.2.3 Descrizione degli interventi a verde previsti

Sulla scorta dei rilievi fitosociologici e fisionomici eseguiti e riportati nello studio di impatto ambientale e sulle caratteristiche stazionali presenti sono state quindi individuate le specie vegetali autoctone ed alcune di arredo, per la realizzazione di alberature di viali e parchi e sempre con necessità ecologiche ed agronomiche ottimali alle caratteristiche dell'area d'intervento.

Nello specifico, gli interventi previsti consistono in impianti arbustivi e/o arborei, che sono individuati nella seguente tabella, e riportati agli elaborati grafici dal MAM-QPGT-MIT-002 al MAM-QPGT-MIT-010.

Tabella 4-2 – Riepilogo interventi di sistemazione arbustiva

Codice intervento	Direzione	Km iniziale	Km finale	Lunghezza (m)
CS001DFI	E	3+382	3+884	502
CS001DPI	W	5+818	5+942	124
CS002DFI	E	5+836	5+883	47
CS002DPI	W	7+310	8+010	700
CS003DPI	W	9+240	9+380	140
CS003DFI	E	11+330	11+540	210
CS004DFI	E	11+800	12+220	420
CS005DFI	E	13+240	13+580	340
CS006DFI	E	17+945	18+090	145
CS007DFI	E	23+960	24+160	200
Svincolo di Sesto Fiorentino	-	1+600	2+200	800
Svincolo di Prato est	-	8+580	8+700	120
Svincolo di Prato ovest	-	16+890	17+000	110
Svincolo di Pistoia est	-	21+900	22+150	250

Gli interventi lineari consistono in impianti di specie arbustive in grado di inserire l'infrastruttura nel paesaggio, tenendo conto di alcuni elementi lineari previsti nel progetto, quali barriere acustiche e muri.

L'intervento di sistemazione a verde che si sviluppa nell'area compresa nello svincolo di Sesto Fiorentino prevede la sistemazione a verde con filari di arbusti di *Laurus nobilis* L. e *Crataegus monogyna* Jacq.

Nello svincolo di Prato Est l'intervento di sistemazione a verde prevede la sistemazione con filari monospecifici, o misti di arbusti. Gli arbusti da impiegare sono: *Laurus nobilis* L., *Philadelphus coronarius* L., *Cotoneaster lacteus* Sm. e *Crataegus monogyna* Jacq.

L'intervento previsto nello svincolo di Prato Ovest consiste nella sistemazione a verde con filari misti, le cui specie impiegate sono: *Laurus nobilis* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Carpinus betulus* L., *Malus sylvestris* Mill., *Pyrus pyraeaster* Burgsd., *Sorbus domestica* L.

L'intervento di sistemazione a verde nello svincolo di Pistoia Est prevede la sistemazione a verde con filari misti di arbusti, o di alberi.

Le specie impiegate sono: *Tilia cordata* Mill., *Celtis australis* L., *Prunus avium* L., *Malus sylvestris* Mill., *Pyrus pyraeaster* Burgsd., *Carpinus betulus* L., *Sorbus domestica* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L. e *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Morus nigra* L.

Dal punto di vista faunistico, si evidenzia che nell'area in esame non risultano presenti popolazioni di ungulati, o mammiferi di grossa taglia. Di conseguenza, non sono previste recinzioni faunistiche anti-attraversamento per l'intervento in progetto.

Considerando poi le soluzioni progettuali scelte per le opere d'arte minori, in particolare, relativamente alle sezioni e alla densità delle opere in rapporto alle caratteristiche faunistiche dell'area e morfologiche del terreno, queste sono risultate sufficienti a permettere la permeabilità dell'infrastruttura nei confronti di eventuali movimenti della fauna minore, per cui non sono previsti ulteriori misure mitigative.

I tombini a sezione circolare, infatti, hanno un diametro minimo di 80 cm, capace di consentire l'eventuale passaggio dell'erpetofauna, mentre i tombini scatolari presentano sezioni minime di 1 m.

Sono, inoltre, presenti attraversamenti a sezione molto ampia, quali ponti e viadotti, che permettono il passaggio anche alle specie più esigenti, in merito ai varchi, per spostarsi.

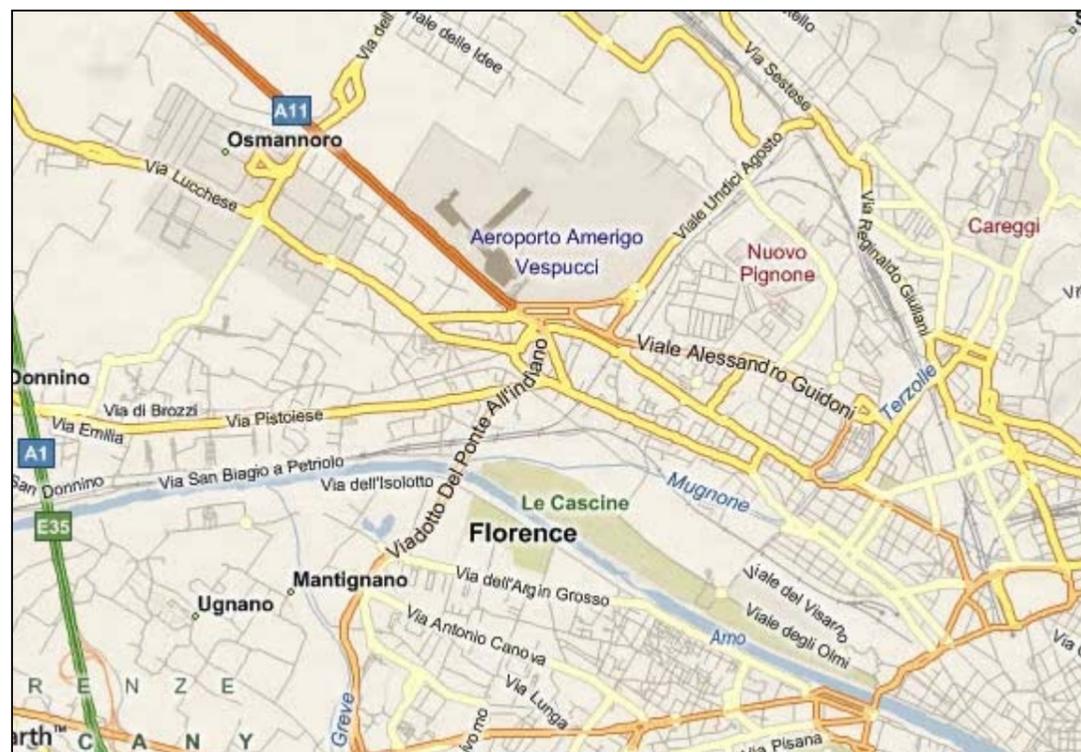
5 SVINCOLO TERMINALE DI PERETOLA

5.1 PREMESSA

Il progetto dello svincolo terminale della autostrada A11 Firenze – Pisa Nord in Firenze, denominato “Svincolo di Peretola” si riferisce ad una iniziativa compresa nell’accordo di ri-sistemazione degli assi di penetrazione a Firenze stipulata da Autostrade per l’Italia, nell’ambito dei lavori di ampliamento della terza corsia tra Barberino di Mugello e Incisa Valdarno.

5.2 OGGETTO DELL’INTERVENTO

L’intervento è relativo alla riorganizzazione del “Nodo di Peretola” la cui localizzazione è di seguito riportata.



L’obiettivo dell’infrastruttura è quello di interconnettere in modo fluido e senza interferenze i principali flussi di traffico confluenti nel nodo, assorbendo traffici primari che oggi impropriamente percorrono viabilità secondarie, o addirittura locali, aumentando, nel contempo,

la capacità di ricevere e smistare in particolare i flussi maggiori da/per l’Autostrada A11 e da/per Viadotto dell’Indiano.

In tal senso si è proceduto alla realizzazione di nuovi assi viari e alla razionalizzazione dei percorsi esistenti cercando, trattandosi di una zona fortemente urbanizzata, di limitare al massimo il consumo di territorio utilizzando, ove possibile, porzioni di viabilità esistenti, sia pure con gli adeguamenti necessari.

I tracciati plano-altimetrici risultano necessariamente vincolati da tale impostazione progettuale, nonché dalle numerose infrastrutture presenti e dai sottoservizi (soprattutto rete fognaria).

In particolare la presenza dell’aeroporto “Amerigo Vespucci”, situato a Nord dell’autostrada A11, del viadotto ferroviario della linea Firenze-Pisa, che taglia l’area di Peretola da Est a Ovest, e dell’incompiuto viadotto dell’Indiano hanno rappresentato dei vincoli plano-altimetrici imprescindibili.(vedi immagine seguente).



L’intervento consiste nell’adeguamento e potenziamento dell’esistente intersezione di Peretola ed è stato sviluppato prendendo a riferimento il DM del 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” come previsto dall’articolo 2 comma 3 del decreto medesimo.

Data la singolarità dell'intervento, dettata dalla presenza di 18 assi di svincolo, alcuni dei quali già in parte esistenti, e considerato che questo si realizza in ambito urbano, le sezioni tipo sono state omogeneizzate assimilando gli assi di svincolo a sezioni tipo E e D da DM 5/11/2001.

In considerazione di quanto sopra esposto, l'intersezione è stata sviluppata per un intervallo di velocità compreso tra 40 e 60 km/h, anche in relazione al fatto che essendo in ambito urbano è vigente un limite di 50 km/h.

Per quanto riguarda le opere d'arte principali figurano il viadotto Palagio e i due viadotti dell'Indiano, tutti realizzati in acciaio, e tre sottovia in cemento armato.

Particolare cura è stata rivolta al progetto del sistema di smaltimento delle acque meteoriche dovendo questo integrarsi con la rete fognaria esistente; in particolare si sono previste delle vasche di laminazione allo scopo di regolare la portata d'acqua proveniente dalla nuova piattaforma stradale prima che essa venga riversata interamente nelle fognature o nei canali esistenti.

Anche l'aspetto della fasizzazione dei lavori è stato accuratamente valutato al fine di ridurre al minimo il disagio per l'utente prevedendo il mantenimento di tutti i flussi di traffico sia locali che primari.

Nell'ambito della progettazione definitiva sono stati inoltre trattati gli aspetti legati alla segnaletica, alle barriere di sicurezza e antirumore, alla sistemazione a verde, e all'impianto di illuminazione.

5.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è composto da diciotto assi viari (vedi figura seguente).

Gli assi principali sono quelli relativi ai flussi da/per l'autostrada A11 e da/per viadotto Indiano, quelli secondari riguardano il riassetto della viabilità locale nella zona di Peretola.

L'intersezione a livelli sfalsati in oggetto ricade in ambito urbano ove vige il limite massimo generalizzato dei 50 km/h. Con riferimento al DM 19/04/06, l'intersezione è stata ricondotta ad una intersezione a livelli sfalsati di tipo 2 con velocità di progetto compresa tra i 40 ed i 60 km/h.

Vista la particolarità dell'intervento in oggetto, le sezioni delle rampe di svincolo sono state adeguate a quelle previste dal D.M. 5.11.01 per le strade urbane di tipo E (con pari velocità di progetto) nel caso di rami a singola corsia ed alla tipologia urbana di scorrimento (tipo D) con Vp min pari a 50 km/h nel caso di rami a più corsie.

Come detto, per l'adeguamento dell'intersezione esistente si è preso a riferimento il DM 19.04.06, che per la geometria d'asse, rimanda al DM 5.11.01. Si rileva tuttavia che trattandosi di una infrastruttura esistente il DM del 2001 è anch'esso di riferimento e non cogente.

Per l'impossibilità di adeguare la geometria di alcune rampe a quanto indicato dalla normativa di riferimento, a causa della presenza di vincoli già precedentemente illustrati, sono stati introdotti opportuni accorgimenti mitigativi che solo in alcuni casi si sono tradotti in limiti di velocità.

In relazione a quanto sopra e considerato l'ambito urbano dell'intersezione è stato ritenuto opportuno l'inserimento di un limite di velocità solo per quei punti in cui il conducente non possa prevedere un ostacolo, essenzialmente raccordi verticali convessi, ove il conducente non può prevedere una potenziale situazione critica.

La scelta di non imporre un limite specifico -per esempio- in corrispondenza di clotoidi che non soddisfano completamente i criteri di norma è stata una scelta dettata dal fatto che si ritiene che l'utenza sia in grado di percepire la geometria dell'elemento e che adeguerà la propria condotta di guida alla curva decelerando opportunamente.

Al contrario dove è stato valutato che l'utenza non possa percepire l'ostacolo con il dovuto anticipo si è inserito un limite di velocità inferiore a quello massimo già esistente e generalizzato di 50km/h, questo è tipicamente il caso dei raccordi convessi.

Nel caso di raccordi concavi, dove il deficit di visibilità si realizza solo in mancanza di luce naturale, si è valutato che l'impianto di illuminazione in progetto, possa mitigare la carenza di visibilità per l'arresto e di conseguenza non è stata prevista alcuna limitazione specifica di velocità.

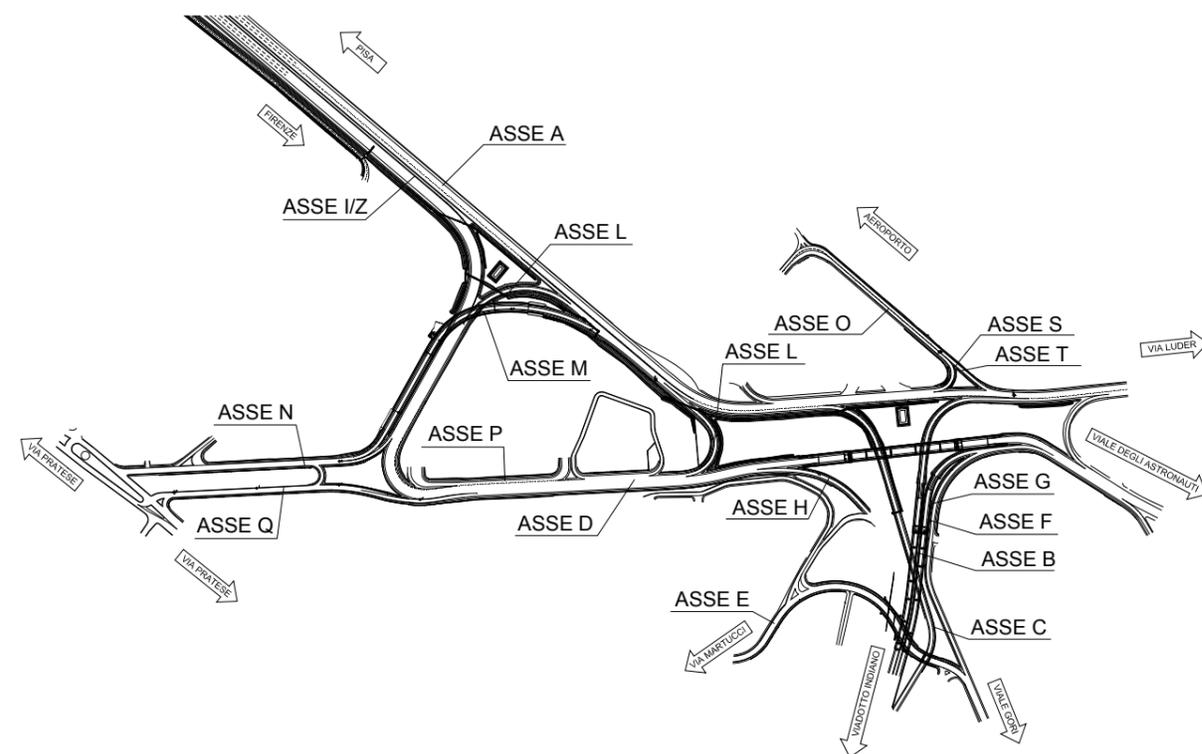
Si sottolinea infine che gli assi P,D,L formano un unico anello con circolazione a rotatoria in ambito urbano con raggi la cui velocità ammissibile è inferiore al minimo dell'intervallo di velocità dichiarato 40-60 km/h per le rampe di svincolo ma si ritiene che questi possano

essere considerati adeguati in quanto riconducibili ad una rotonda non convenzionale in ambito urbano in considerazione tuttavia del fatto che queste curve vengono affrontate dopo un considerevole sviluppo di rettilineo è stato inserito un limite di velocità sul singolo elemento.

Si sono previsti marciapiedi insormontabili di larghezza minima pari a 1.50 m e altezza 15 cm in accordo con i percorsi pedonali esistenti e con le prescrizioni degli enti interessati.

Pavimentazioni e arginelli sono differenziati in funzione del tipo di asse: per gli assi principali si è previsto un pacchetto di pavimentazione pari a 63 cm e arginello pari a 130 cm, per i secondari tali misure sono rispettivamente 48 cm e 105 cm.

Su tutti i tratti di pavimentazione da riutilizzare si è prevista la scarifica e il rifacimento dei "neri" esistenti e l'ammorsamento della nuova.



5.3.1 sezioni tipo

Trattandosi di un sistema di svincolo le sezioni stradali cambiano di tratta in tratta; dalle sezioni delle viabilità di immissione/diversione tutte a corsia unica fino a quelle dei tratti di

scambio a quattro corsie a senso unico si hanno praticamente tutte le situazioni intermedie.

La larghezza delle corsie, salvo gli allargamenti in curva, è stata tenuta di 3,50 m nei tratti a più corsie e di 4,00 m nei tratti a corsia unica. Le banchine sono state tenute in genere di larghezza omogenea pari a ml. 1,75 su entrambe i lati delle strade a più corsie, mentre nelle rampe di 1.00 m in sx e 1.50 in dx.

Nelle pagine seguenti sono riportate le sezioni tipo più significative (secondo la numerazione riportata nei disegni).

Sezione tipo 1

E' la sezione relativa all'ampliamento della A11.

La piattaforma è da 32.50 m: è ripartita in tre corsie per senso di marcia da 3.75 m, corsia di emergenza da 3.00 m, banchina interna da 0.70 m e spartitraffico da 2.60 m. L'arginello è da 1.30 m.

Sezione tipo 2

E' la sezione relativa alla zona di scambio della grande rotonda Ovest..

Il pavimentato è da 19.50 m: due+due corsie da 3.50 m separate da un cordolo insormontabile, corsia di emergenza in destra da 3.00 m, banchina sinistra da 1.75 m.

In sinistra è previsto un marciapiede insormontabile di 1.50 m e arginello da 1.05 m.

Sezione tipo 3-4

Sono le sezioni relative alle carreggiate monodirezionali degli assi principali.

Sono composte da tre/quattro corsie da 3.50 m, banchina da 1.75 m su entrambi i lati e, ove previsto, marciapiede da 1.50 m. L'arginello è da 1.30 m, ridotto a 1.05 m in presenza di marciapiede.

Sezione tipo 5

E' la sezioni relativa agli assi I e P in entrata verso Peretola dalla A11.

E' composta da quattro corsie da 3.50 m e banchina da 1.75 m su entrambi i lati.

In sinistra è previsto un arginello da 1.30 m, in destra è presente il cordolo di coronamento della paratia di diaframmi a sostegno della piattaforma stradale. Su tale cordolo sono ancorati barriera di sicurezza e parapetto metallico.

Compresa tra le due paratie di diaframmi è presente la piattaforma da 6.50 m a servizio del flusso da Via Luder verso Via Pratese (asse M).

Sezione tipo 9

E' la sezioni relativa ai collegamenti monodirezionali.

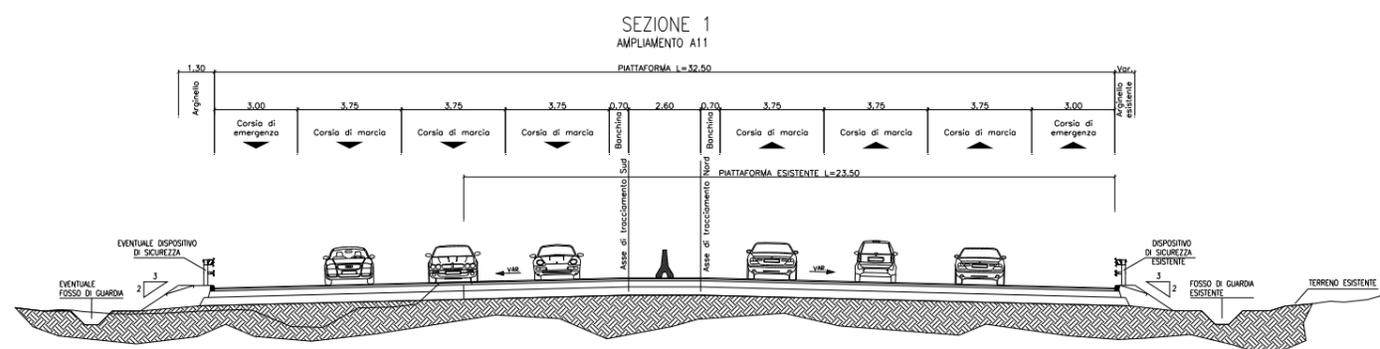
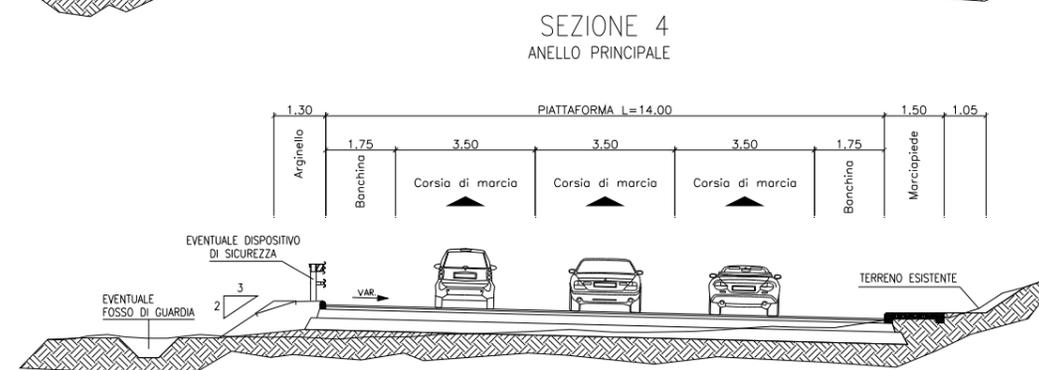
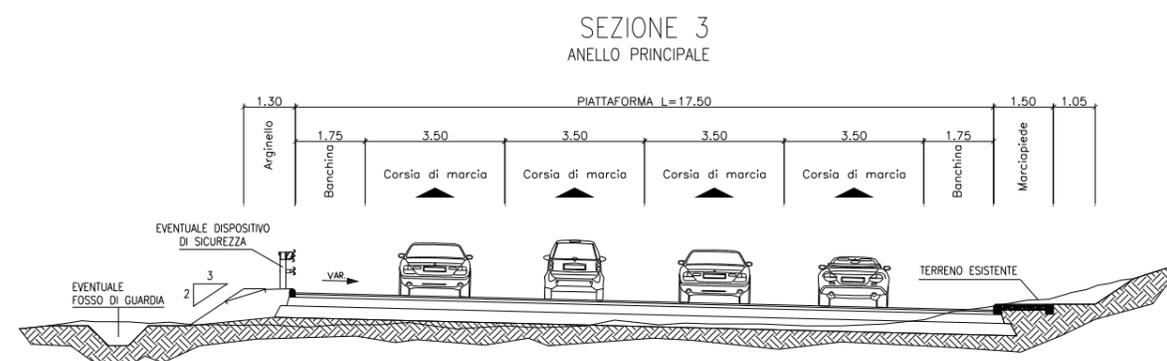
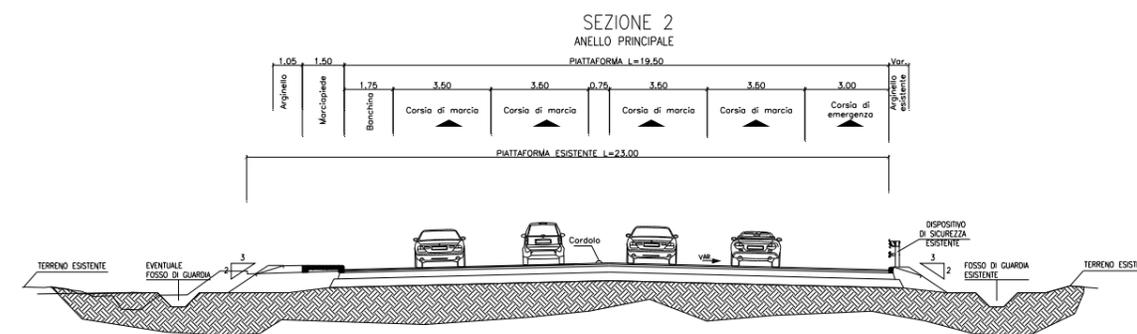
Il pavimentato è da 6.50 m: corsia da 4.00 m, banchina destra da 1.50 m e sinistra da 1.00 m.

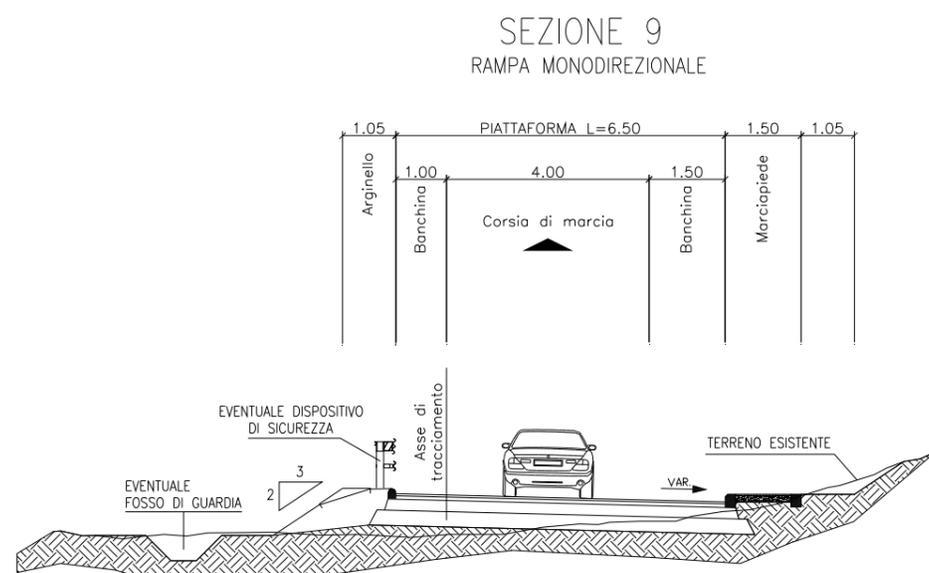
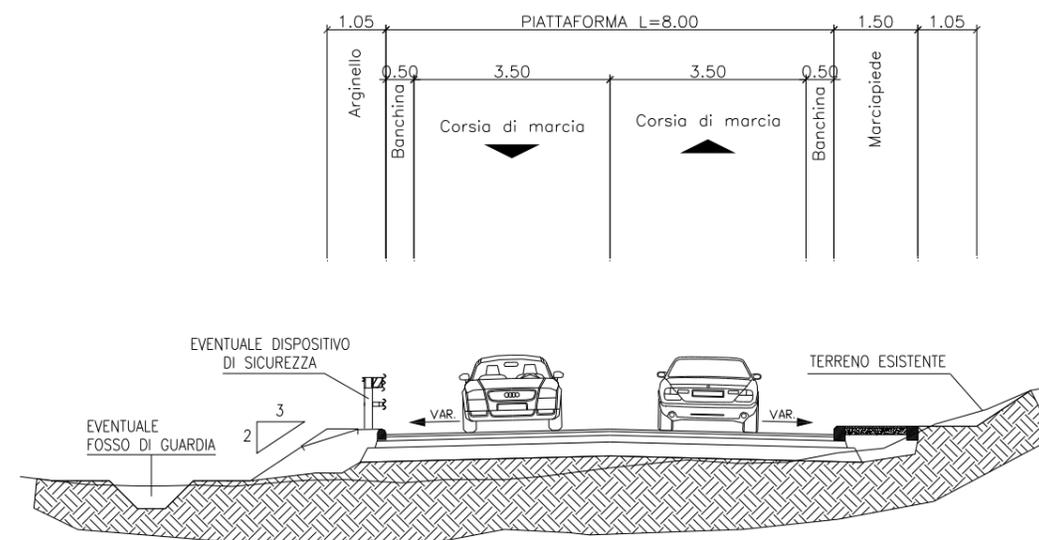
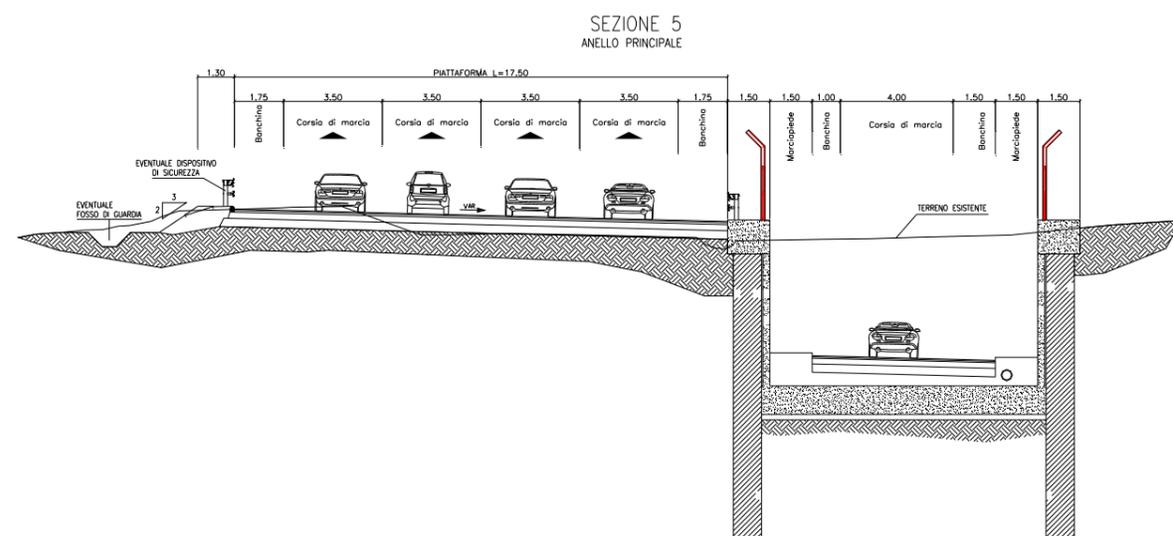
L'arginello è da 1.05 m e, ove previsto, il marciapiede è da 1.50 m..

Per quanto riguarda le altre viabilità la sezione generalmente utilizzata è la tipo E del DM 2001.

Il pavimentato è da 8.00 m: corsie da 3.50 m (è previsto il passaggio di autobus), banchine da 0.50 m, arginello da 1.05 m e, ove previsti, marciapiedi da 1.50 m..

Unica eccezione è rappresentata da via Palagio degli Splini che conserva il pavimentato attuale di circa 7.00m costituito da corsie da 3.00 m e banchine da 0.50 m.





5.4 CANTIERIZZAZIONE

Nell'ambito del progetto per la realizzazione del nuovo svincolo di Peretola si è reso necessario individuare un piano di cantierizzazione dettagliato per evidenziare le problematiche connesse alle fasi realizzative e alle inevitabili penalizzazioni della viabilità esistente.

Tale piano è ovviamente teso a minimizzare le suddette penalizzazioni trattandosi di un ambito urbano con la presenza di insediamenti civili e industriali, della stazione ferroviaria e soprattutto dell'aeroporto "Amerigo Vespucci".

Il piano di cantierizzazione fornisce le linee guida per la gestione degli interventi in maniera tale che lo svolgimento dei lavori non abbia significative ripercussioni sul traffico veicolare.

La programmazione degli interventi, pertanto, è stata studiata in modo tale da poter garantire agli utenti tutte le relazioni origine/destinazione oggi presenti, e mantenere l'attuale livello di capacità veicolare del nodo.

Visto il legame tra l'intervento di ampliamento della A11 e i lavori dello svincolo, si è pensato di affidare la parte più propriamente logistica (campi base, impianti vari, piazzali di caratterizzazione) ai cantieri previsti nel tratto di ampliamento della A11 e lasciando nell'area alcune aree di supporto, in particolare:

- la prima in adiacenza a via Giovanni Luder della dimensioni di 5.850 mq (area scoperta) (1),
- la seconda in adiacenza a viale 11 Agosto della dimensione di 8.900 mq (2);
- l'ultima delle dimensioni di 3.000 mq necessaria alla realizzazione del nuovo sottovia per il nuovo collegamento stradale tra l'autostrada e il nuovo anello rotatorio di via Pratese (3).



Figura 5-1 – Foto aerea delle aree di cantiere

5.5 BARRIERE ACUSTICHE

Il progetto dell'opera è corredato da uno studio di impatto acustico compreso nell'Studio di Impatto Ambientale del tratto di ampliamento della A11 Firenze-Pistoia.

Esso è sviluppato in tre fasi principali:

- caratterizzazione acustica dello stato attuale
- previsione di impatto acustico
- progetto degli interventi di mitigazione al rumore.

Dallo studio di impatto acustico effettuato, sia nel caso diurno che in quello notturno, sono stati identificati quei ricettori i cui valori dei livelli di pressione sonora calcolati dal modello previsionale risultano superiori ai limiti di legge; tali ricettori necessitano di protezione o di interventi di mitigazione in grado di diminuire i livelli sonori percepibili e garantire un clima acustico accettabile nell'intera zona oggetto di indagine.

Si sono previste barriere fonoassorbenti, in acciaio corten, simili a quelli posizionate nella tratta autostradale fiorentina, fondate su una fondazione diretta, ovvero barriere integrate in corrispondenza delle opere d'arte e delle rampe esistenti, fondate su micropali.

Si riporta di seguito l'elenco delle barriere (cfr. elaborato "MAM-QPGT-015"):

Barriera	Altezza	Lunghezza	Tipologia
F101	3,00	117,00	Fonoassorbente acciaio corten
F102	5,00	219,00	Fonoassorbente acciaio corten
F103	5,00	347,00	Fonoassorbente acciaio corten
F104	6,00	330,00	Fonoassorbente acciaio corten
F105	5,00	228,00	Fonoassorbente acciaio corten
F106	4,00	189,00	Fonoassorbente acciaio corten
F107	3,00	126,00	Combinata su micropali
F108	2,00	72,00	Combinata su micropali
F109	2,00	113,00	Combinata su micropali

5.6 OPERE A VERDE

Le sistemazioni a verde previste in progetto hanno l'obiettivo di inserire l'intervento stradale in progetto nell'ambiente interessato dall'opera, sia dal punto di vista paesaggistico, che ambientale.

Il paesaggio interessato dal progetto, infatti, si caratterizza dall'essere un ambito urbano che si sviluppa in una zona pianeggiante ricca di infrastrutture e compromissioni antropiche. In tale paesaggio, gli interventi a verde assolvono una funzione estetico - architettonica, migliorando le visuali delle opere infrastrutturali previste e variando l'eventuale monotonia e la regolarità dei fabbricati e delle strade. Assieme a questa funzione le sistemazioni a verde hanno anche l'obiettivo di definire tipologie di intervento a verde che siano tipiche dell'ambiente interessato dal progetto, considerando quindi non solo gli aspetti paesaggistici, ma anche quelli ecologici.

Considerando quindi gli obiettivi sopra definiti, i criteri di progettazione sono stati individuati sulla base della seguente documentazione:

- LR Toscana 39/2000 "Legge Forestale della Toscana", così come modificata dalla LR 40/2004;
- Delibera N. 781 del 04/08/2003 "Aggiornamento allegato A della LR 39/00 Legge forestale della Toscana - Elenco degli alberi ed arbusti costituenti la vegetazione forestale della Toscana";
- Deliberazione del Consiglio Comunale di Firenze n. 380/342 del 13/5/1991 "Regolamento per la tutela del patrimonio arboreo e arbustivo";
- Deliberazione del Consiglio Comunale di Firenze n. 5615/1898 del 1991 e n. 4919 del 1992 "Disciplinare attuativo per la tutela del patrimonio arboreo e arbustivo della città";
- Comune di Firenze "Parere Progetto Definitivo" N. 2823/120;
- Decreto Legislativo 30/04/1992 e s.m.i. "Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada"

- Codice Civile, art. 892 “*Distanze per gli alberi*” e art. 893 “*Alberi presso strade, canali e sul confine dei boschi*”.

In base alla documentazione sopra riportata si sono pertanto definite le tipologie di intervento in progetto, che consistono in opere a verde realizzate mediante inerbimenti e impianti di specie vegetali autoctone, questi ultimi, in particolare, adottati con tipologie di impianto diversificate a seconda della funzione che l'intervento puntualmente deve svolgere. Si sono quindi previste tipologie vegetazionali idonee per realizzare piantagioni di alberature in grado di mitigare dal punto di vista paesistico la presenza dell'infrastruttura nel territorio attraversato e per creare delle formazioni vegetali di specie autoctone tipiche dell'ambiente interessato dal progetto.

Per realizzare gli obiettivi progettuali secondo i criteri di progettazione descritti nel relativo paragrafo della presente relazione, si sono definite le seguenti tipologie di sistemazione a verde:

F1 – Filare arboreo di *Quercus ilex* L. (Leccio);

F2 – Filare arboreo-arbustivo;

S1 – Siepe arbustiva mista;

S2 – Siepe arbustiva monospecifica;

Piante “isolate”:

Cs – *Cupressus sempervirens* L. (Cipresso);

Au – *Arbutus unedo* L. (Corpezzolo);

Prato.

A livello generale, la composizione vegetazionale delle tipologie suddette si è basata sulla serie dinamica della vegetazione potenziale descritta al relativo paragrafo della presente relazione, scegliendo specie autoctone, o di particolare interesse paesaggistico nel territorio in esame quale il Cipresso, privilegiando quelle sempreverdi.

Per determinare la vegetazione interferita dall'intervento, è stato anche realizzato un censimento vegetazionale delle piante eventualmente soggette ad autorizzazione al taglio ai sensi delle norme vigenti in materia e ricadenti nelle aree di esproprio (definitivo e temporaneo) e nelle aree di pertinenza autostradale, in quanto aree interessate dall'intervento previsto. Nel progetto delle sistemazioni a verde si sono, inoltre, definite le protezioni e gli accorgimenti da adottare per gli alberi eventualmente non soggetti ad abbattimento per la realizzazione dell'intervento, in quanto utili durante la fase di realizzazione dell'opera per tutelare tale vegetazione non interessata dai lavori nel rispetto del regolamento del verde comunale.

6 AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA DEL TRATTO MONSUMMANO – MONTECATINI

6.1 PREMESSA

Il presente capitolo descrive gli interventi di predisposizione all'ampliamento alla terza corsia del tratto di A11 ricadente nei comuni di Monsummano e Pieve a Nievole tra le progressive km 36+660 e 38+111 per uno sviluppo di 1.450 m circa. La realizzazione della predisposizione dell'ampliamento in questo tratto si è reso necessario al fine di accogliere le richieste delle Amministrazioni locali in merito all'anticipazione della costruzione delle opere di mitigazione acustica.

6.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

La tratta Monsummano – Montecatini Terme, lungo il suo sviluppo Est-Ovest, attraversa la provincia di Pistoia e due comuni:

- Monsummano Terme
- Pieve a Nievole

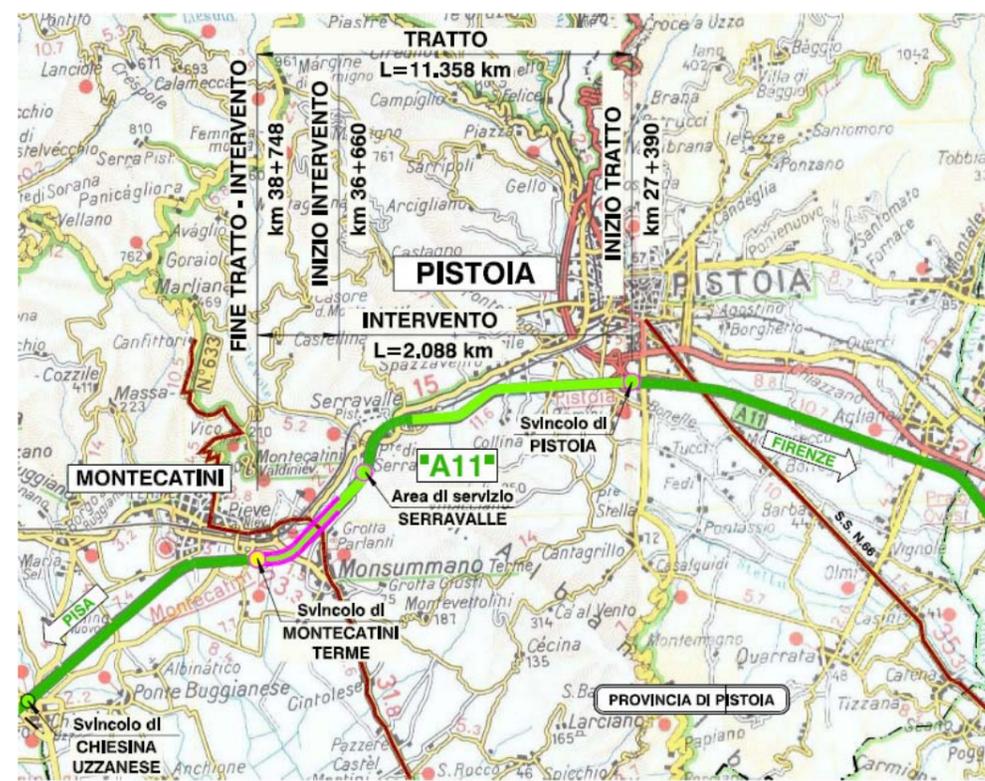


Figura 6-1 – Inquadramento territoriale

Il tracciato non presenta connessioni intermedie con la viabilità ordinaria.

E' presente lo svincolo di fine tratta di Montecatini Terme (tipologia a trombetta – progr. km 38+748).

Lungo lo sviluppo del tracciato l'autostrada interseca una strada provinciale, la SP14 Francesca (progr. km 37+077) e una strada comunale (s.c. Ribocco progr. km 37+663).

Complessivamente, a servizio delle strade precedentemente richiamate, sono presenti un'opera di scavalco in cavalcavia e un sottovia.

Da un punto di vista dell'ambito territoriale attraversato le caratteristiche plano-altimetriche sono tipiche di un'autostrada di pianura e si mantengono analoghe al tratto precedente tra Firenze e Pistoia.

6.3 ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA DI PROGETTO

In relazione alla particolarità dell'intervento che risulta di estensione limitata, planimetricamente il progetto ha previsto l'adeguamento dell'unica curva esistente di raggio ridotto, realizzando una correzione del tracciato planimetrico finalizzata ad un ampliamento del raggio di curvatura; il raggio della curva è stato portato a 437,1 in carreggiata ovest, adeguando in tal modo la velocità di progetto a 100km/h. Tale correzione planimetrica ha comportato la realizzazione di una variante perfettamente asimmetrica in centro curva.

Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto, nei tratti di ampliamento simmetrico, il mantenimento del profilo longitudinale esistente, al fine di minimizzare gli effetti della cantierizzazione sull'esercizio dell'infrastruttura.

Per quanto attiene alle pendenze trasversali, il progetto prevede nei tratti in rettilineo il mantenimento delle pendenze attuali nel tratto esistente e la realizzazione di una falda inclinata al 2,5% nei tratti in allargamento, mentre in curva la pendenza trasversale è stata adeguata alle indicazioni della normativa di riferimento, con pendenza massima pari al 7%.

6.3.1 Sezione tipo

L'intervento di ammodernamento dell'attuale infrastruttura prevede la predisposizione all'ampliamento alla terza corsia, adottando una sezione di progetto conforme a quanto previsto dal DM 05/11/2001 per la categoria A "autostrada extraurbana".

La sezione tipo stradale prevede una piattaforma di 32.50 metri di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da un margine interno di 4.00 m. Ciascuna prevede tre corsie di marcia da 3.75 m fiancheggiate in destra dalla corsia di emergenza larga 3.00 m ed in sinistra da una banchina di dimensioni minime pari a 0,70 m (vedi Figura 2-2).

Ai fini di limitare l'impatto dei lavori di ampliamento sull'esercizio autostradale, considerato anche che lo spartitraffico è stato recentemente oggetto di adeguamento, il progetto ha previsto il mantenimento nei tratti in rettilineo della barriera NJ in cls monofilare.

Nei tratti in curva, ove necessario per limitare l'innalzamento dei cigli stradali per effetto della variazione delle pendenze trasversali, verrà realizzato lo sfalsamento delle carreggiate e conseguentemente sul bordo più alto dello spartitraffico è stato previsto l'utilizzo di

barriere bordo ponte NJ in cls su cordolo mentre su quello più basso verrà data continuità alla barriera NJ in cls da spartitraffico.

Complessivamente rispetto all'attuale piattaforma viene realizzato, nella configurazione di ampliamento simmetrico, un allargamento di 5.05 metri per lato, a cui si aggiungono gli adeguamenti di arginelli (larghezza di progetto pari a 1.30 metri) e scarpate, a cui sono associate pendenze più dolci rispetto alle esistenti (pendenza di progetto 4/7).

Il maggiore ingombro del solido stradale rispetto all'esistente risulterà conseguentemente superiore rispetto a quanto precedentemente dichiarato per la sola piattaforma.

Con riferimento all'intervento di predisposizione alla terza corsia del tratto Monsummano-Montecatini, il progetto prevede una piattaforma di 32.50 metri di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da un margine interno di 4.00 m. In attesa che si realizzi il completamento dell'intervento di ampliamento alla terza corsia del tratto a monte, l'organizzazione della piattaforma prevede due corsie di marcia da 3.75 m fiancheggiate in destra dalla corsia di emergenza larga 3.00 m ed in sinistra da una banchina di dimensioni minime pari a 0,70 m; il progetto prevede la zebratura della quota parte restante di piattaforma, di larghezza 3.75 metri, che costituisce la predisposizione alla terza corsia.

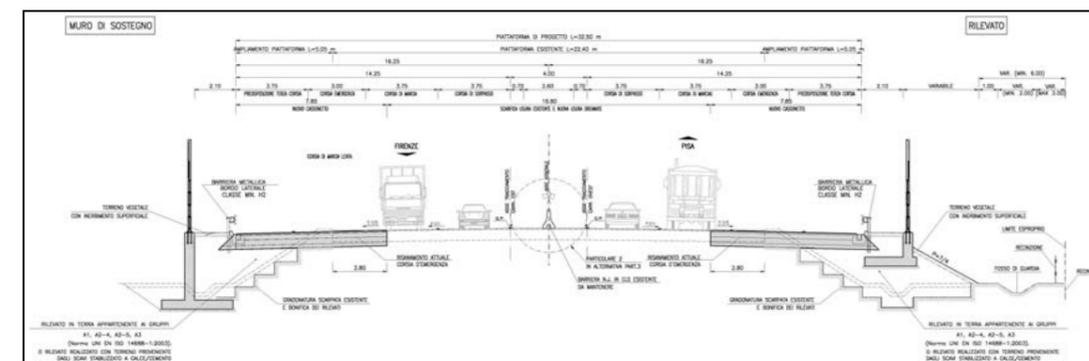


Figura 6-2 – Sezione tipo in ampliamento simmetrico

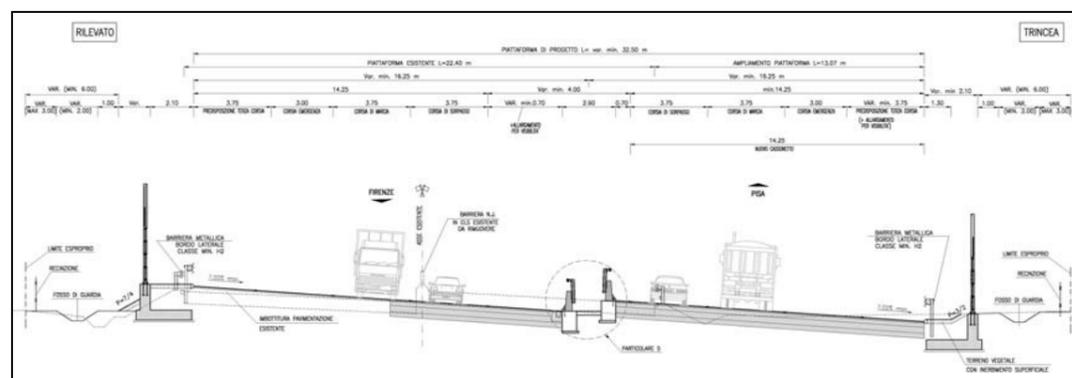


Figura 6-3 – Sezione tipo in ampliamento asimmetrico

Tenuto conto che lungo entrambe le carreggiate, sono presenti edifici, viabilità ed aree che ospitano attività produttive posti a distanza ravvicinata rispetto all'autostrada, sono stati inserite in progetto numerose opere di sostegno e di controripa con la funzione prevalente di limitare il nuovo ingombro e di conseguenza la fascia di esproprio. In alcuni casi, che comprendono anche alcuni edifici ubicati in corrispondenza dei tratti in variante, e per i quali si rimanda agli elaborati grafici, tale soluzione non è risultata sufficiente e pertanto è stata prevista la demolizione, totale o parziale degli edifici interessati.

6.4 CANTIERIZZAZIONE

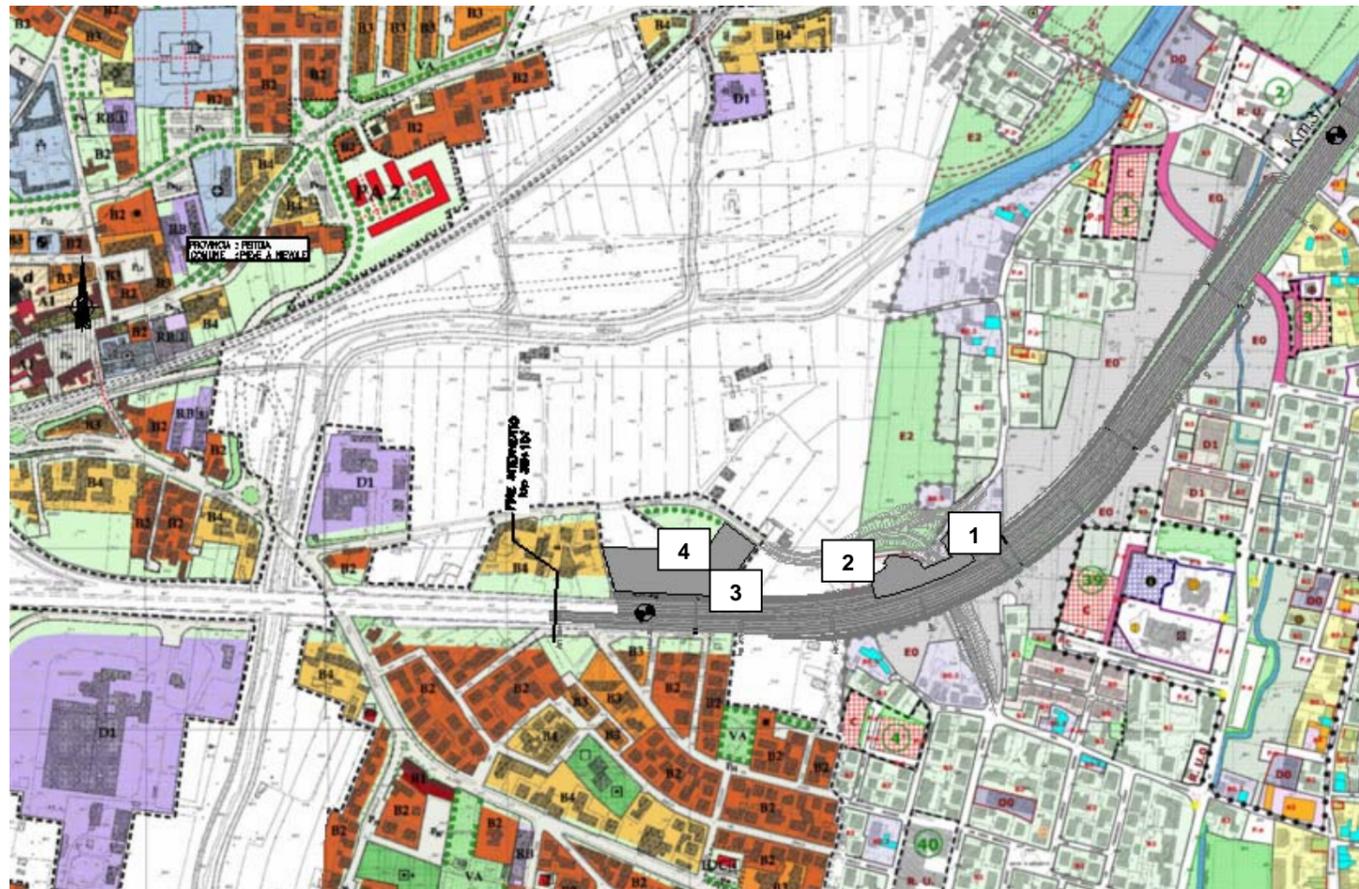
6.4.1 Aree di Cantiere

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere è stata individuata, dopo un'attenta analisi del territorio, un'area di cantiere alla progr. km 37+800 dell'A11 lato attuale carr. dir. Pisa, in adiacenza all'autostrada nel territorio dei comuni di Monsummano Terme e Pieve a Nievole.

Cantiere Operativo alla progr. km 37+800

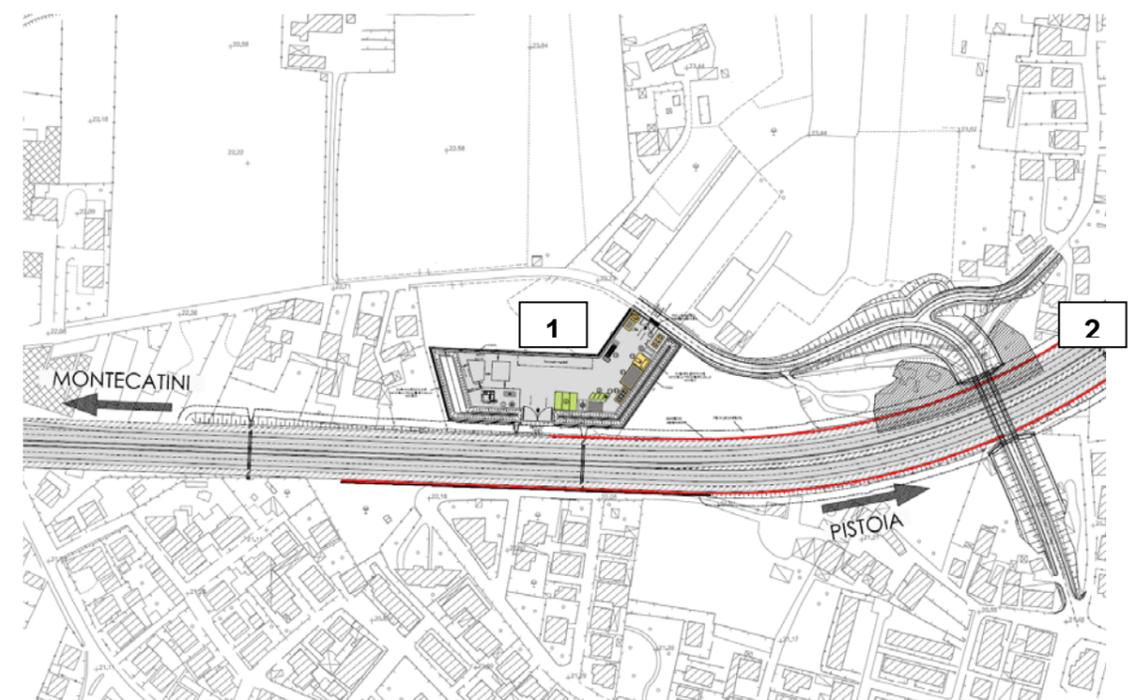
Il cantiere operativo (elaborato MAM-QPGT-055) ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire a eventuale magazzino e officina al coperto.

CANTIERE OPERATIVO E AREA DI SUPPORTO



Zone di PRG occupate dal cantiere

- 1 – B002 - Zone edificate di interesse ambientale
- 2 – D4 – Zon eper depositi di materiali e attività produttive all'aperto
- 3 – Aree vincolate a verde privato
- 4 – D2.2 – Aree per attività commerciali e/o direzionali esistenti sottoposte a particolare normativa



Localizzazione cantiere in comune di Pieve a Nievole (1 – cantiere operativo; 2 – area di supporto per realizzazione nuovo cavalcavia)



Foto aerea delle aree di cantiere

6.4.2 Fasizzazione dei lavori

L'infrastruttura esistente ha una sezione tipo con piattaforma da 22,40 m, con due corsie per senso di marcia da 3,50 m e corsie d'emergenza da 3,00 m e spartitraffico monofilare da 2,40 m.

La sezione tipo di progetto in rettilineo corrisponde alla categoria A del D.M. 5/11/2001, caratterizzata da 3 corsie da 3,75 m, margine interno di 4,00 m (2,60 m di spartitraffico e due banchine in sx da 0,70 m) e corsie d'emergenza di 3 m, per un'ampiezza complessiva di 32,50 m.

L'articolazione trasversale della piattaforma inoltre è tale da garantire in tutte le fasi almeno una corsia d'emergenza lungo uno dei due sensi di marcia, che non venga ad interrompersi nella sua estensione longitudinale lungo il tratto, salvo nei punti singolari ove le lavorazioni non lo consentano.

La separazione e la protezione del cantiere dal traffico autostradale è assicurata dall'installazione di barriera new-jersey in cls, posta a filo della carreggiata autostradale provvisoria. Sono da predisporre delle piazzole provvisorie ogni 500 m circa.

Inoltre è previsto un by-pass nel new-jersey centrale, al fine di consentire l'intervento dei mezzi di soccorso anche nella carreggiata ove sia assente la corsia d'emergenza, passando sull'altra carreggiata, appunto, nel varco più vicino a valle dell'incidente, e percorrendo contromano la carreggiata opposta.

In linea generale per le tratte di ampliamento sono previste 3 fasi principali, ossia:

1. riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza di una carreggiata e ampliamento del corpo stradale sulla stessa carreggiata, con mantenimento delle due corsie più emergenza sulla carreggiata opposta;
2. riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza sull'altra carreggiata e ampliamento del corpo stradale, con corsia d'emergenza sulla carreggiata ampliata in prima fase.
3. spostamento del traffico sulle corsie esterne ai lati del cantiere e adeguamento dello spartitraffico in curva.

6.5 BARRIERE ACUSTICHE

Dopo avere individuato i recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato autostradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione.

Il progetto prevede quindi la realizzazione di una serie di interventi mediante l'utilizzo di barriere verticali in corrispondenza dei ricettori esposti, al fine di riportare i livelli acustici entro i limiti di soglia prescritti.

Nel seguito sono riportate le barriere acustiche inserite in progetto.

BARRIERA ACUSTICA	COMUNE	Carreggiata	Chilometrica Autostrada		Caratteristiche intervento	
			DA	A	Lungh. [m]	Altez. [m]
FOA-MO01	Monsummano	Est	km 36+710,00	km 36+845,00	135,00	6,00
FOA-MO02	Monsummano	Est	km 36+845,00	km 36+950,00	105,00	4,00
FOA-MO03	Monsummano	Est	km 36+950,00	km 37+139,00	189,00	6,00
FOA-MO04	Monsummano	Ovest	km 36+856,00	km 37+513,00	657,00	3,00
FOA-MO05	Monsummano	Est	km 37+139,00	km 37+661,00	522,00	3,00
FOA-MO06	Monsummano	Ovest	km 37+513,00	km 37+660,00	147,00	6,00
FOA-MO07A	Pieve a Nievole	Est	km 37+864,00	km 38+062,00	198,00	4,00
FOA-MO07B	Pieve a Nievole / Monsummano	Est	km 37+672,00	km 37+864,00	192,00	4,00
FOA-MO08	Pieve a Nievole / Monsummano	Ovest	km 37+783,00	km 38+029,00	246,00	3,00

La tipologia di barriera e lo schema cromatico che si prevede di utilizzare sono stati scelti in coerenza con gli interventi attualmente in corso da parte di Autostrade per l'Italia nell'ambito di altri interventi di potenziamento della rete e del Piano per il Contenimento e l'Abbattimento del rumore stradale lungo tutta la rete in concessione: le pannellature metalliche fonoassorbenti saranno di colorazione verde e presentano la parte sommitale in materiale trasparente (PMMA).

Per ogni altezza possibile prevista, verrà individuata la quota parte di PMMA, quindi di lastra trasparente collocata nella parte alta superiormente ai pannelli fonoassorbenti, con

caratteristiche dimensionali compatibili con le dimensioni standard esistenti sul mercato e ottimali rispetto alle esigenze di inserimento ambientale (quando il fattore estetico / paesaggistico si rivela predominante, quando si è in prossimità di abitazioni) ed in funzione del livello di assorbimento acustico richiesto (in generale pari al 25%).