

AUTOSTRADA (A11): FIRENZE - PISA NORD

TRATTO: FIRENZE - PISTOIA

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA

LOTTO 1

PROGETTO ESECUTIVO

ADEGUAMENTO NODO URBANO DI PERETOLA

PARTE GENERALE

Relazione generale

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Andrea Federico Ceppi
Ord. Ingg. Milano n.A26059

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia n.1496
DIVISIONE PROGETTAZIONE E D.L.
NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore	
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
					tipologia	progressivo						
111117	LL01	PE	S0	GEN	00000	00000	00000	R	GEN	1100	2	SCALA -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	Ing. Paolo Simonetta Ord. Ingg. Varese n.2239				n.	data
					0	Maggio 2018
					1	Ottobre 2018
REDATTO:		VERIFICATO:		2	Marzo 2019	

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Giovanni Scotto Lavina

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	OGGETTO	5
3	PRINCIPALI MODIFICHE AL PROGETTO DEFINITIVO	7
4	ANALISI TRASPORTISTICA.....	9
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	11
5.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE E - GEOTER.....	11
5.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE B - SONDEDILE	12
5.3	INDAGINI PREGRESSE	13
6	DESCRIZIONE GEOLOGICA IN CORRISPONDENZA DELLE PRINCIPALI OPERE D'ARTE	13
6.1	GEOLOGIA	14
6.1.1	Sezione 1 (settore settentrionale) (O-E).....	14
6.1.2	Sezione 2 (NE-SO)	15
6.1.3	Sezione 3 (NNE - SSO) – Completamento Viadotto dell'Indiano	15
6.1.4	Sezione 3bis (NO – SE) - Asse E	15
7	GEOTECNICA	17
8	SISMICITA'	17
9	IDROLOGIA E IDRAULICA	19
9.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	20
9.2	IDROLOGIA	21
9.3	SISTEMA DI DRENAGGIO	21
10	IL PROGETTO STRADALE	22
10.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	22
10.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	23
10.3	ASSI PRINCIPALI	24
10.3.1	ASSE A.....	24
10.3.2	ASSE I	24
10.3.3	ASSE P	25
10.3.4	ASSE D.....	25
10.3.5	ASSE L.....	25
10.3.6	ASSE M.....	26
10.3.7	ASSE B	26
10.3.8	ASSE F.....	26
10.3.9	ASSE C	27
10.3.10	ASSE H.....	27
10.4	ASSI SECONDARI	28
10.4.1	ASSE E	28
10.4.2	ASSE G.....	28
10.4.3	ASSE Q.....	28
10.4.4	ASSE N.....	28
10.5	SEZIONI TIPO.....	29
11	OPERE D'ARTE	34

11.1	VIADOTTO DELL'INDIANO	34
11.2	VIADOTTO PALAGIO.....	36
11.3	SOTTOVIA ASSE M.....	39
11.4	SOTTOVIA 1 ASSE E	41
11.5	SOTTOVIA 2 ASSE E	42
12	OPERE COMPLEMENTARI	43
12.1	BARRIERE DI SICUREZZA	43
12.2	SEGNALETICA	45
12.3	PAVIMENTAZIONI.....	49
12.4	IMPATTO ACUSTICO E BARRIERE ANTIRUMORE	51
12.5	SISTEMAZIONI A VERDE	52
12.5.1	<i>Riferimenti normativi per la progettazione delle opere a verde.....</i>	<i>52</i>
12.5.2	<i>Descrizione degli interventi a verde previsti.....</i>	<i>53</i>
13	IMPIANTI.....	56
13.1	ILLUMINAZIONE ESTERNA	57
13.2	ILLUMINAZIONE SOTTOVIA CARRABILI	57
13.3	IMPIANTO DI INFORMAZIONE ELETTRONICA ALL'UTENZA(PMV)	57
13.4	IMPIANTO SEMAFORICO PEDONALE E CARRABILE	58
13.5	IMPIANTO SOLLEVAMENTO IDRICO PIATTAFORMA	58
13.6	INFRASTRUTTURE DI TELECOMUNICAZIONE	59
14	CANTIERIZZAZIONI.....	59
14.1	GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	60
15	ESPROPRI E INTERFERENZE.....	60
15.1	ESPROPRI E STIMA DELLE INDENNITÀ	60
15.2	INTERFERENZE.....	61
16	APPENDICE	62
16.1	ASSI PRINCIPALI	63
16.1.1	Asse A.....	63
16.1.2	Asse I.....	64
16.1.3	Asse P.....	65
16.1.4	Asse D.....	66
16.1.5	Asse L	67
16.1.6	Asse M.....	68
16.1.7	Asse B.....	69
16.1.8	Asse F	70
16.1.9	Asse C.....	72
16.1.10	Asse H.....	73
16.2	ASSI SECONDARI	74
16.2.1	Asse E	74
16.2.2	Asse G	75
16.2.3	Asse Q	76
16.2.4	Asse N	77
16.2.5	Altri assi.....	78

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 risistemazione 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, per tramite della Spea, Società di Ingegneria del Gruppo, 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.

Gli argomenti trattati in tale documento si possono di seguito elencare:

- Messa a punto del Piano Particellare di Esproprio
- Risoluzione della interferenza con la tranvia
- Consegna di documentazione di carattere ambientale, in particolare Relazione Paesaggistica, Censimento Vegetazionale, Studio di Traffico, Studio Acustico
- Ridefinizione della viabilità sul retro del Meeting Point, con eliminazione di un ingresso e di un tronco di scambio
- Impedimento fisico della possibilità di scambio in via Luder per chi proviene dal viadotto dell’Indiano e vuole entrare in aeroporto
- Inserimento della doppia corsia nella immissione di via Gori in via degli Astronauti
- Messa a punto dell’impianto di illuminazione
- Implementazione del progetto della sistemazione a verde.

Quando il progetto si apprestava ad affrontare l’iter autorizzativo, Autostrade per l’Italia, che nel frattempo stava elaborando il progetto definitivo e lo studio di Impatto Ambientale per l’ampliamento alla terza corsia della autostrada A11 da Firenze a Pistoia, ha proposto al Comune di Firenze di anettere il progetto dello svincolo di Peretola a tale tratto, inserendolo quindi in un quadro autorizzativo nazionale, che avrà inizio con la Verifica di Compatibilità Ambientale.

In particolare in occasione della annessione del progetto dello svincolo nel più complesso progetto di ampliamento della A11, si sono apportate alcune modifiche/implementazioni.

Innanzitutto gli studi ambientali pregressi sono stati sostituiti e implementati dallo Studio di Impatto Ambientale della A11 Firenze-Pistoia, che contiene anche lo svincolo.

Tale studio è stato preceduto da uno studio di traffico con macro e micro simulazioni, che ha portato a risultati abbastanza diversi per quanto attiene ai livelli di servizio dei vari assi e che è sfociato nel rifacimento dello studio acustico.

Lo studio acustico ha portato a sua volta ad una ridefinizione della distribuzione delle barriere antirumore, della loro lunghezza nonché in alcuni casi della loro altezza.

Inoltre eseguendo lo svincolo in contemporanea con i lavori autostradali, non sono più necessarie le tavole che studiavano il raccordo dello svincolo ampliato con la attuale A11 a due corsie: i due cantieri cresceranno in contemporanea e al termine dei lavori lo svincolo si immetterà sulla autostrada allargata a tre corsie.

Questo ha portato anche ad una ridefinizione delle aree di cantiere. Si è pensato di eliminare, tra le aree previste, quella del parchetto in vicinanza della villa Peruzzi, che aveva ricevuto

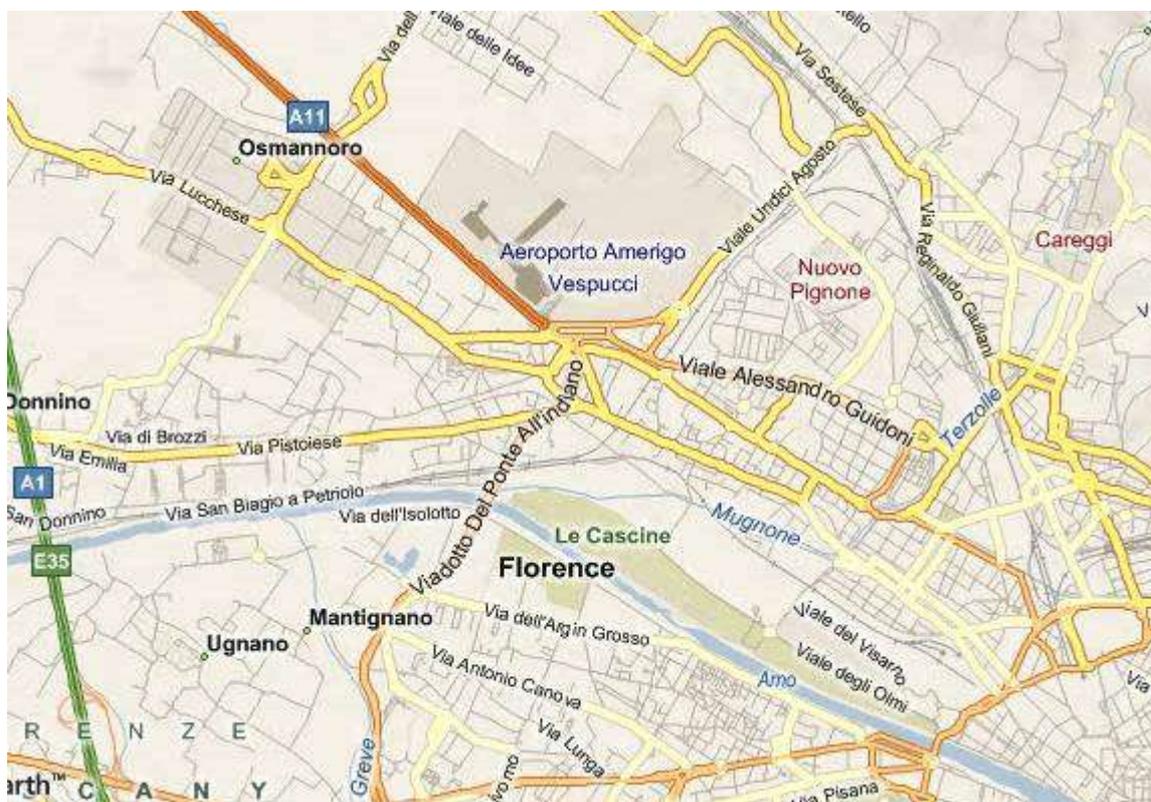
un parere negativo da parte del Settore Ambiente del Comune e sostituita con un'area attualmente libera all'interno della seconda grande rotatoria, già esistente.

Questo ha portato ad una modifica, oltre che del layout delle aree di cantiere e degli espropri, anche della sistemazione a verde.

Proprio per il suo carattere atipico, di svincolo cittadino, e per il suo iter pregresso, che ha portato ad un progetto definitivo completo, l'annessione del progetto dello svincolo di Peretola è stato effettuato lasciando inalterata la struttura della documentazione, che contiene tutte le trattazioni delle discipline in modo separato da quello dell'autostrada.

2 OGGETTO

Il presente progetto 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 foto 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.

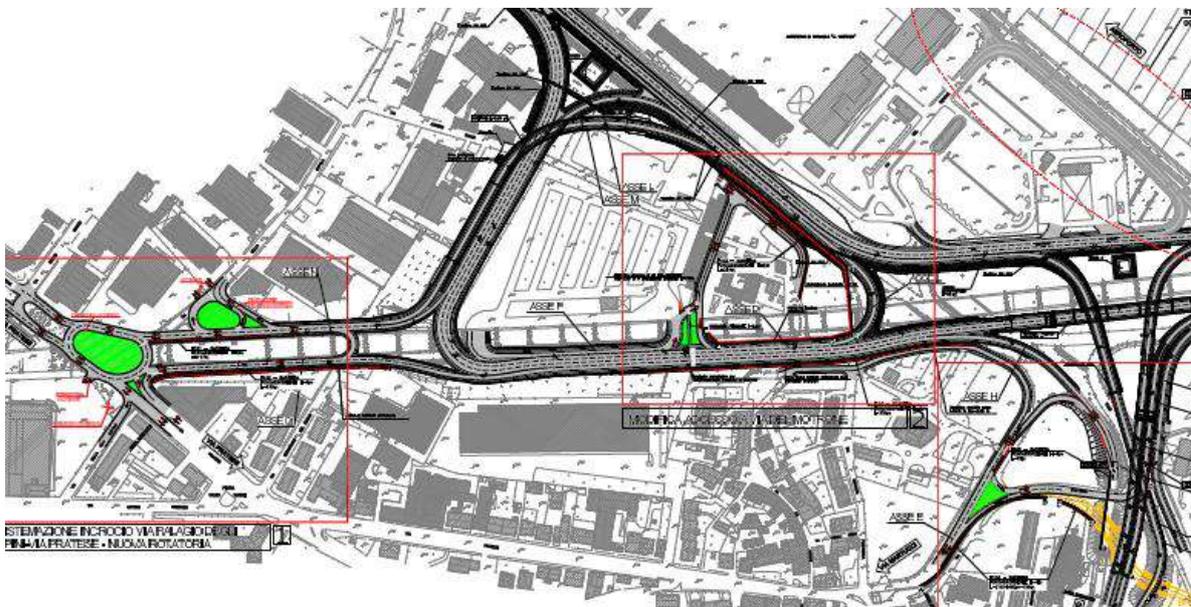
Data la singolarità dell'intervento, dettata dalla presenza di 23 assi di svincolo, alcuni dei quali già in parte esistenti, e considerato che questo si realizza in ambito urbano, le sezioni tipo sono state omogeneizzate assimilando gli assi di svincolo a sezioni tipo E e D da DM 5/11/2001.

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.

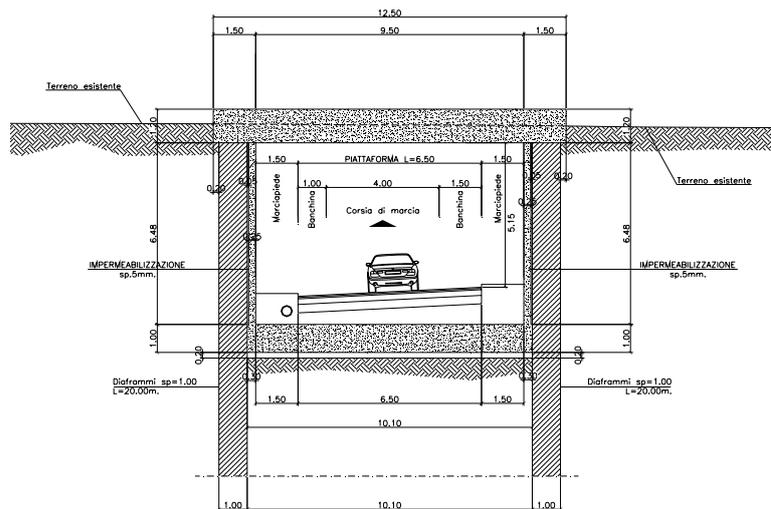
Per quanto riguarda le opere d'arte principali figurano il viadotto Palagio e i due viadotti dell'Indiano, tutti realizzati in acciaio, e tre sottovia in cemento armato.

3 PRINCIPALI MODIFICHE AL PROGETTO DEFINITIVO

Il Progetto definitivo prevedeva che l'asse M sottopassasse l'asse I proveniente dalla A11 e l'asse L per accostarsi attraverso una sezione con muri ad U all'asse I stesso e raccordarsi in destra all'asse N in direzione di via Pratese.

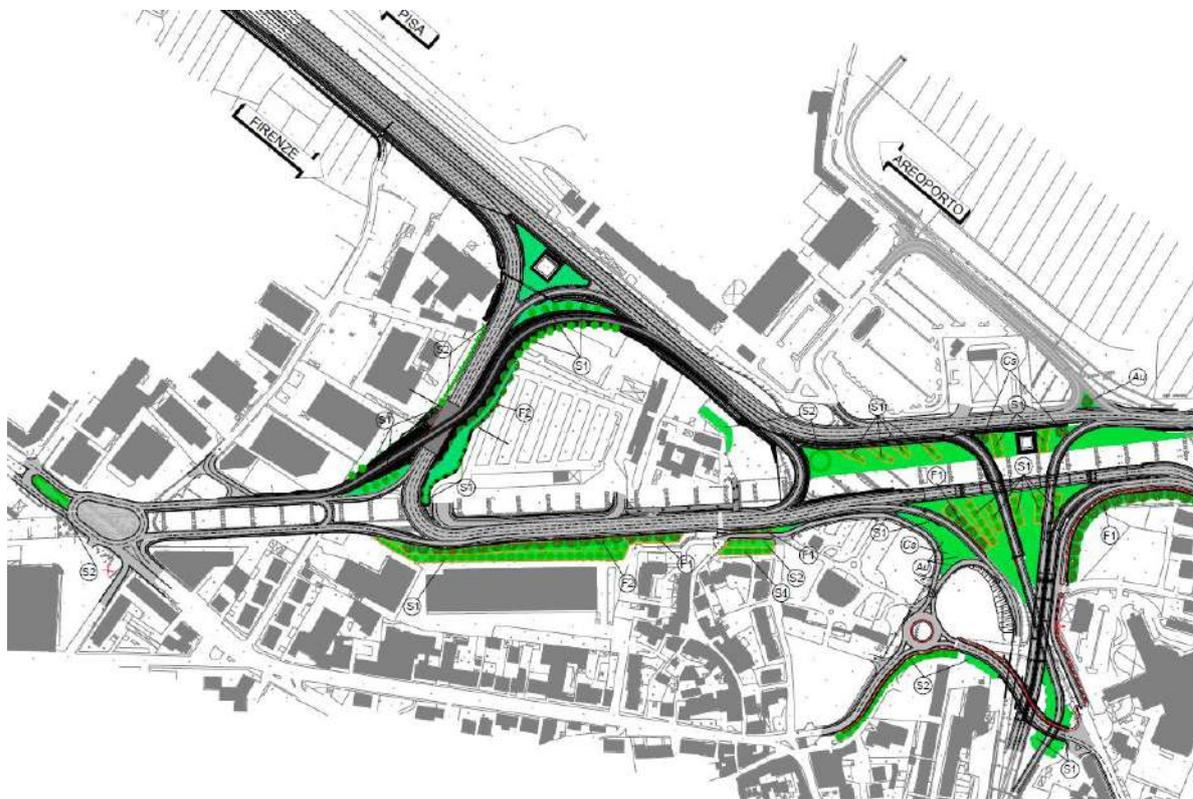


La struttura era prevista in c.a. realizzata mediante paratie di diaframmi di spessore 1.00 m e lunghezza 20.00m, distanti 11.00 m, collegate con solettone di testa di spessore 1.20 m mentre il solettone di fondo aveva uno spessore 1.00 m. La struttura era poi completata con impermeabilizzazioni e finiture interne per uno spessore totale di 30cm. La luce interna libera risultava pari a 9.50 m, mentre l'altezza totale interna era di 6.50 m circa garantendo un franco stradale sempre maggiore di 5.00 m.



L'area oggetto di questo intervento era classificata come PI1 secondo la classificazione PAI e, non esistendo vincoli idraulici sull'andamento plano-altimetrico delle viabilità, si era potuto adottare la soluzione sopra descritta in sottovia.

In seguito all'adozione del PGRA, l'area è ora classificata come P2, quindi allagabile per eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni. Per questo motivo ed in ottemperanza a precisa prescrizione del Genio Civile, il sottovia è stato sostituito da una galleria artificiale sugli assi I/P/L/N prevedendo il transito dell'asse M sulla galleria in sovrappasso.



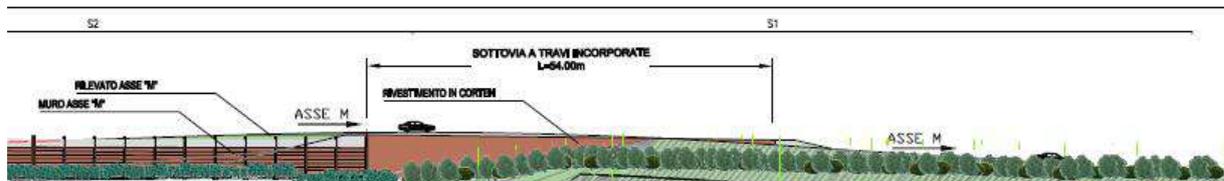
La soluzione con la galleria artificiale prevede la rinaturalizzazione del fianco Est lato parcheggio. Questa soluzione è resa possibile grazie ad un rilevato in terra di circa 1,5 m di altezza dal piano campagna su cui verranno collocate piante e arbusti che copriranno sia il muro d'ala dello scatolare lato dx, che il rilevato addossato al fianco esterno della galleria. Conseguentemente, sul lato parcheggio, non sarà percepito lo scatolare della galleria e sarà mitigato anche il transito dei veicoli al di sopra di essa.

Prospetto EST



Sul lato opposto invece, dove la fascia planimetrica per la piantumazione è limitata dalle recinzioni di proprietà, e dove non risulta così necessario mitigare la percezione dell'infrastruttura, la galleria sarà rivestita in corten, materiale che richiamerà la barriera acustica h 5 m a protezione della strada.

Prospetto OVEST



Analogamente, l'estradosso della galleria sarà anch'esso rivestito in lamiera di corten. Questo rivestimento avrà una funzione estetica, per chi transita sopra la galleria, e funzionale, in quanto, la pendenza verso i fianchi della galleria consentirà di convogliare l'acqua piovana nel sistema di raccolta delle acque. Inoltre, assicurerà alla struttura una efficace protezione dall'acqua e dalle infiltrazioni all'interno della struttura.

In allegato alla Relazione Generale del Lotto 1 (GEN0002) è riportato l'abaco con le modalità di ottemperanza alle prescrizioni impartite dal DecVIA DM 134/2016, che include anche quelle aventi come oggetto il Nodo di Peretola.

4 ANALISI TRASPORTISTICA

L'analisi trasportistico – funzionale del Nodo di Peretola prende origine dallo Studio di traffico con annesso macro modello di simulazione redatto per la III corsia della A11 Firenze – Pistoia.

Tale analisi è stata effettuata tramite l'ausilio di un modello della circolazione veicolare (micro modello) che ha consentito di analizzare nel dettaglio l'interazione veicolare all'interno del complesso sistema stradale del nodo di Peretola. La domanda di traffico implementata nel micro modello è stata ricavata dal modello macro.

Il progetto per il potenziamento del cosiddetto Nodo di Peretola, vale a dire dell'innesto dell'autostrada A11 sulla viabilità ordinaria, e delle opere connesse è stato concepito per poter sfruttare pienamente le potenzialità legate all'ampliamento della sede stradale dell'autostrada tra Firenze e Prato con la realizzazione della terza corsia. Già oggi, infatti, il Nodo rappresenta un punto critico della rete viaria della zona, dal momento che non riesce a soddisfare la domanda di trasporto sia per carenze infrastrutturali degli archi, ma soprattutto per la sistemazione dei punti di potenziale conflitto (intersezioni e tronchi di scambio), inadeguata al volume di veicoli che li percorrono. In particolare, si distinguono i seguenti colli di bottiglia:

- il tronco di scambio di via Zoroastro da Peretola, immediatamente successivo alla tratta terminale dell'A11 in direzione Firenze, collocato in corrispondenza del sottopasso ferroviario;
- l'intersezione all'imbocco dell'A11 in direzione Prato con la viabilità in uscita dall'aeroporto di Peretola, regolata da un semaforo;
- la mancata terminazione del viadotto dell'Indiano, che sbocca in una rampa con semaforo per regolare l'immissione nella viabilità urbana;
- i restringimenti di carreggiata lungo il Viadotto dell'Indiano in corrispondenza delle deviazioni/immissioni;
- l'uscita di Sesto Fiorentino (provenienza Firenze Ovest-Prato), che si immette nella rete di viabilità ordinaria in corrispondenza di un incrocio di grandi regolato con semaforo a 5 fasi e 3 tempi.

La simulazione degli scenari agli orizzonti temporali futuri (2025-2035-2040) mostra chiaramente da un lato l'evoluzione inerziale della situazione attuale di elevata congestione dell'area in caso di non realizzazione del progetto e dall'altro i benefici legati all'investimento.

Negli scenari programmatici il tratto terminale dell'A11 in direzione Firenze non raggiunge la saturazione ma le condizioni di deflusso sono comunque scadenti, come evidenzia la ridotta velocità di percorrenza riscontrata in ogni scenario. L'autostrada in direzione Firenze è in condizioni di congestione (LOS F), a causa di un'analogia situazione nei tronchi di scambio di immissione nella viabilità urbana. Sono critiche anche le condizioni del viadotto dell'Indiano in direzione Peretola (LOS E e LOS F), che degenerano nella formazione della coda nella rampa terminale, dove è presente un semaforo che regola l'intersezione con la viabilità ordinaria. Altri archi critici sono la tratta di viale Luder in corrispondenza dell'ingresso dell'aeroporto di Peretola (LOS E), a causa delle dinamiche di intreccio dei percorsi lungo questo arco e del semaforo che regola l'intersezione.

Per quanto riguarda gli scenari Progettuali, invece, sul tratto terminale dell'A11 in direzione Firenze la velocità di percorrenza è buona ed il LOS è C, ad eccezione della tratta di diversione verso l'uscita di Sesto F.no, che presenta un valore peggiore. Lungo gli archi del nodo di Peretola non si registrano mai livelli di saturazione al di sopra del 75% ed anche il LOS è su livelli accettabili; l'unico arco in cui la velocità si riduce al di sotto del 75% della FFS è il raccordo curvilineo terminale dell'Autostrada di svolta a destra. Questo arco, infatti, precede un tronco di scambio ed è necessario, data la velocità di percorrenza, pre-indicare agli utenti le due alternative di scelta già prima della curva: in questo modo, però, la curva stessa viene a coincidere con un punto di scelta del percorso e con la tratta di imposizione di un limite di velocità inferiore a quello delle tratte precedenti. Rimane critica la situazione dell'Indiano in corrispondenza del semaforo di Osmannoro, che può causare fenomeni di spill-back fino all'uscita Sesto Fiorentino dell'A11, e delle tratte di immissione e diversione del Viadotto dell'Indiano, che costituiscono dei colli di bottiglia dove la domanda supera la capacità e la velocità di percorrenza si riduce drasticamente: queste non rientrano nell'area di intervento del progetto del Nodo. Per quanto riguarda le tratte oggetto di intervento del Viadotto e gli archi di distribuzione urbana, per i quali la funzionalità è rappresentata dal livello di Efficienza (LOE=V/FFS), le condizioni di deflusso si attestano su livelli ottimi/buoni

I risultati mostrano come il flusso che percorre il Nodo negli scenari di Progetto si attesti sugli stessi valori della tratta terminale dell'autostrada A11, a conferma del fatto che nella configurazione di progetto il Nodo non rappresenta più un collo di bottiglia per l'autostrada.

Tabella 1: LOS degli archi del Nodo di Peretola nei diversi orizzonti temporali di analisi

SCENARIO PROGETTUALE			
Tratta	LOS		
	2025	2035	2040
Nodo P. Viadotto degli Astronauti	A	A	A
Nodo P. TdS fine A11 - Palagio degli S.	A	A	A
Nodo P. Raccordo curvilineo TdS Z. da Peretola	A	A	A
Nodo P. TdS Z. da Peretola	A	A	A
Nodo P. Raccordo curvilineo inizio A11	A	A	A
Nodo P. TdS inizio A11 - raccordo Palagio degli S.	C	C	C
Nodo P. Inizio A11	D	D	D
Nodo P. Raccordo Palagio degli S.	A	A	A
Nodo P. Scelta tornaindietro Palagio degli S. - immissione A11	C	D	D
Nodo P. Tornaindietro Palagio degli S.	A	A	A
Nodo P. TdS fronte Aeroporto	B	B	B
Nodo P. Viale Zoroastro da Peretola	B	A	B
Nodo P. Viadotto degli Astronauti	A	A	A

Il livello di funzionalità nell'area migliora sensibilmente: i LOS si attestano su valori generalmente accettabili nello scenario futuro, mentre le condizioni degli scenari programmatici corrispondono per lo più a livelli di servizio molto bassi.

Tabella 2: confronto tra i LOS ottenuti nei diversi scenari di simulazione nell'area di intervento.

SCENARIO PROGRAMMATICO				SCENARIO PROGETTUALE			
	LOS			Tratta	LOS		
	2025	2035	2040		2025	2035	2040
A11				A11			
↓ A11 Fi Ovest - Sesto F.no	E	E	E	A11 Fi Ovest - Sesto F.no	C	C	C
↓ A11 Diversione uscita Sesto F.no	E	E	E	A11 Diversione uscita Sesto F.no	D	D	D
↓ A11 Div. - Imm. Sesto F.no	F	F	F	A11 Div. - Imm. Sesto F.no	C	C	C
↓ A11 Immissione Sesto F.no	E	E	E	A11 Immissione Sesto F.no	C	C	C
↓ A11 fine tratta	F	F	F	A11 Fine tratta	C	C	C
↓ A11 fine A11 - immissione viabilità urbana	E	E	E	A11 racc. circolare fine tratta	C	C	C
↑ Viale Giovanni Luder - uscita aeroporto	B	B	B				
↑ A11 inizio tratta	C	C	C	A11 inizio tratta	B	B	B
↑ A11 Diversione uscita Sesto F.no	C	C	C	A11 Div. uscita Sesto F.no	D	D	D
↑ A11 Div. - Imm. Sesto F.no	B	B	B	A11 div. imm. Sesto F.no	B	B	B
↑ A11 Immissione Sesto F.no	C	B	C	A11 Sesto F.no - Firenze Ovest	B	B	B
↑ A11 Sesto F.no - Firenze Ovest	C	C	C	A11 Immissione Sesto F.no	B	B	B
Viadotto dell'Indiano	2025	2035	2040	Viadotto dell'Indiano	2025	2035	2040
↓				Viadotto Indiano. Raccordo viabilità urbana - rampa immissione	A	A	A
↓				Viadotto Indiano. Rampa immissione urbana	A	A	A
↓ Viadotto Indiano. Rampa iniziale	A	A	A	Viadotto Indiano. Rampa immissione da Astronauti	A	A	A
↓ Viadotto Indiano. Tratta dir. Scandicci	A	A	A	Viadotto Indiano. Tratta dir. Peretola	A	A	A
↑ Viadotto Indiano. Tratta dir. Peretola	C	C	C	Viadotto Indiano. Rampa uscita dir. Guidoni	A	A	A
↑ Viadotto Indiano. Rampa uscita dir. Guidoni	E	E	E	Viadotto Indiano. Rampa uscita dir. A11	A	A	A
↑ Viadotto Indiano	D	E	E	Viale degli Astronauti - immissione Indiano	B	B	B

Le analisi trasportistico – funzionali realizzate hanno quindi consentito di affermare che il nuovo layout progettato per il Nodo di Peretola presenta buone condizioni di servizio, sicuramente migliorative rispetto a quelle programmatiche.

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la progettazione delle opere oggetto di studio è stata sviluppata una specifica campagna di indagini geognostiche (sito e laboratorio) condotta in due fasi, la prima nel 2007 propedeutica al progetto definitivo (Indagini SV-Sondedile) e la seconda nel 2017-2018 propedeutica al progetto esecutivo (FASE E-Geoter).

Alle indagini geognostiche suddette si affiancano le indagini geognostiche pregresse e le indagini bibliografiche reperite presso gli enti pubblici.

Le indagini sono state riportate negli elaborati cartografici geologici in scala 1:2000 secondo la loro reale ubicazione plano-altimetrica, con simbologia differente in relazione al tipo di indagine ed al tipo di strumentazione installata. I dati stratigrafici e tecnici derivanti dalla documentazione geognostica sono allegati al progetto.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE E - GEOTER

Nella tabella seguente sono elencate le indagini eseguite, con una sintesi sulle prove eseguite in foro, e sulla strumentazione installata:

Sigla	Profondità (m)	Prove in foro	Campioni			Strumentazione installata
			ambientali	rimaneggiati	indisturbati	
SE-P1	40	SPT + 1 Lefranc	3	12	6	n. 2 celle Casagrande
SE-P2	40	SPT + 1 Lefranc	3	9	6	Tubo in PVC per indagini Cross-Hole.
SE-P2bis	40	Sondaggio eseguito a distruzione di nucleo				

						Fori cementati ad indagine ultimata
SE-P3	40	SPT + 1 Menard + 1 Lefranc	-	9	7	n. 2 celle Casagrande
SE-P3bis	40	Sondaggio eseguito a distruzione di nucleo				Tube in PVC per indagine Down-Hole
SE-P4	40	SPT + 1 Lefranc	-	10	7	n. 2 celle Casagrande
PzEP-1	3,5	-	2	2	-	-
n. 6 prospezioni di sismica passiva di superficie tipo HVSR						

In affiancamento alla geognostica in sito, sui campioni prelevati dalle verticali di indagine e dai pozzetti esplorativi, sono state eseguite prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati oltre che analisi di tipo chimico. In particolare le prove eseguite consistono in:

- determinazione delle caratteristiche fisiche (plasticità e granulometria, peso di volume, contenuto d'acqua, peso specifico dei granuli);
- determinazione delle caratteristiche meccaniche legate ai parametri di resistenza (prove di taglio diretto, prove UU, ecc.) e prove finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di compressibilità (prove edometriche).
- prove dinamiche (prova di taglio torsionale ciclico e prova in colonna risonante).
- analisi chimiche di laboratorio su campioni di terreno prelevati dai sondaggi geognostici e da appositi pozzetti a finalità (Dlgs. 152/2006).

Di seguito l'elenco degli elaborati di riferimento per questo paragrafo.

ADEGUAMENTO NODO TERMINALE URBANO DI PERETOLA									
S0	GEO								
S0	GEO								
S0	GEO	00000	00000	D	GEO	1103	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	1:2000
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1104	0	Indagini geognostiche in sito 2017-2018 (GEOTER)	-
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1107	0	Prove di laboratorio 2017-2018 (ALTAIR)	(Vol. 1/2)
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1108	0	Prove di laboratorio 2017-2018 (ALTAIR)	(Vol. 2/2)

5.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE B - SONDEDILE

Nella tabella seguente sono elencate le indagini eseguite, con una sintesi sulle prove eseguite in foro, e sulla strumentazione installata:

Sondaggio	Profondità	Prove in foro	Campioni			Strumentazione installata
			ambientali	rimaneggiati	indisturbati	
SV1	40	SPT + 3 Menard + 1 Lefranc	1	7	6	Cella Casagrande
SV2	35	SPT + 1 Lefranc	-	12	3	Cella Casagrande
SV3	40	SPT + 2 Menard + 2 Lefranc	2	4	4	Tube aperto e Cella Casagrande
SV4	40	SPT + 1 Lefranc	-	6	4	Celle Casagrande
SV5	40	SPT + 2 Menard + 2 Lefranc	1	6	3	Tube aperto e Cella Casagrande
SV5bis	20	-	-	-	-	-

SV6	35	SPT + 1 Lefranc	-	12	3	Tubo aperto e Cella Casagrande
SV7	35	SPT + 1 Lefranc	-	7	3	-

In affiancamento alla geognostica in sito, sui campioni prelevati dalle verticali di indagine e dai pozzetti esplorativi, sono state eseguite prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati oltre che analisi di tipo chimico. In particolare le prove eseguite consistono in:

- determinazione delle caratteristiche fisiche (plasticità e granulometria, peso di volume, contenuto d'acqua, peso specifico dei granuli);
- determinazione delle caratteristiche meccaniche legate ai parametri di resistenza (prove di taglio diretto, prove UU, ecc.) e prove finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di compressibilità (prove edometriche).
- prove dinamiche (prova di taglio torsionale ciclico e prova in colonna risonante).

Ad integrazione di queste, nella primavera 2013 è stata condotta una specifica campagna di prelievi e analisi ambientali in corrispondenza delle aree interessate dalle opere in progetto (laboratorio Ambiente sc).

Di seguito l'elenco degli elaborati di riferimento per questo paragrafo.

ADEGUAMENTO NODO TERMINALE URBANO DI PERETOLA										
S0	GEO									
S0	GEO	00000	00000	D	GEO	1103	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche		1:2000
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1105	0	Indagini geognostiche in sito 2007 (SONDEDILE)		-
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1109	0	Prove di laboratorio 2007 (CGG)	(Vol. 1/3)	-
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1110	0	Prove di laboratorio 2007 (CGG)	(Vol. 2/3)	-
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1111	0	Prove di laboratorio 2007 (CGG)	(Vol. 3/3)	-

5.3 INDAGINI PREGRESSE

E' stata effettuata una ricerca presso tutti gli Enti pubblici che si occupano della raccolta di stratigrafie (Comune di Firenze, Arpat, Provincia) e sono state in tal modo recuperate le stratigrafie di 3 pozzi e 17 sondaggi geognostici relativi alle aree limitrofe a quella d'interesse. Sono stati inoltre consultati 5 sondaggi e 33 prove penetrometriche appartenenti a due campagne d'indagine pregresse (1998); in particolare della prima campagna d'indagine (denominata "Grande Giubileo 2000") sono state rese disponibili le sole interpretazioni geotecniche, ma non i certificati di prova.

Di seguito l'elenco degli elaborati di riferimento per questo paragrafo.

ADEGUAMENTO NODO TERMINALE URBANO DI PERETOLA										
S0	GEO									
S0	GEO	00000	00000	D	GEO	1103	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche		1:2000
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1106	0	Indagini geognostiche in sito pregresse e bibliografiche		-
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1112	0	Prove di laboratorio Pregresse		-

6 DESCRIZIONE GEOLOGICA IN CORRISPONDENZA DELLE PRINCIPALI OPERE D'ARTE

Nell'ambito del presente capitolo si sintetizzano le considerazioni a tema geologico ritenute di maggiore interesse per la progettazione delle opere. Sulla base delle attività svolte e di tutti i dati raccolti, è stato possibile ricostruire il quadro geologico dell'area di studio ed in particolare è stata redatta una planimetria geologica (scala 1: 2.000) e quattro sezioni geologiche in (scala 2000/200 e scala 2000/2000).

La ricostruzione stratigrafica dei terreni nel tratto in progetto si basa principalmente sulle risultanze delle indagini geognostiche. Nella descrizione si fa riferimento alle planimetrie ed ai profili geologici realizzati.

Nel profilo geologico, al fine di evidenziare anche strati di spessore limitato, si è scelta una scala verticale con rapporto di 1:10 rispetto a quella orizzontale.

I litotipi distinti in profilo sono 3: litofacies prevalentemente sabbioso - giaiosa; litofacies prevalentemente sabbiosa, litofacies prevalentemente limoso – argillosa e litofacies prevalentemente argillosa. Questa schematizzazione è stata adottata perché la composizione granulometrica varia notevolmente anche per piccoli intervalli, si è ritenuto opportuno distinguere i livelli grossolani (sabbie più o meno limose) da quelli fini (limi ed argille, anche se sabbiosi), fornendo nel contempo un orientamento circa le caratteristiche di resistenza, compressibilità e permeabilità dei materiali.

Nella fase di interpretazione stratigrafica sono stati attribuiti vari gradi di attendibilità ai dati esaminati; in particolare sono stati considerati più attendibili i sondaggi per i quali è stato possibile effettuare osservazione diretta delle cassette catalogatrici rispetto ai sondaggi di cui sono state reperite stratigrafie (pozzi Regione Toscana, indagini pregresse).

Come descritto nei capitoli precedenti, dal punto di vista litologico nell'area di studio è stato identificato un gruppo principale di depositi di età Olocenica, appartenente ai depositi alluvionali attuali e recenti. Al loro interno sono state distinte diverse facies in base alle caratteristiche litologiche specifiche.

Il sottosuolo nell'area d'interesse risulta costituito da un potente "materasso alluvionale", la cui caratteristica peculiare è rappresentata da una notevole varietà di facies, con frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso erosive, nell'ambito di un processo sedimentario prevalente. Si evidenzia una complessità diffusa nei rapporti stratigrafici che, nella maggior parte dei casi, non sono di sovrapposizione, ma di accostamento laterale secondo superfici eteropiche o secondo superfici erosive anche complesse e ripetute. Lo spessore dei singoli orizzonti appare modesto e discontinuo, sia in risposta ad un'originaria discontinuità delle aree di accumulo, sia in conseguenza di fenomeni erosivi. Si precisa inoltre che la forma e l'estensione delle lenti riportate in profilo, in corrispondenza delle indagini proiettate (indicate con la lettera "P." nel riquadro di intestazione), od in assenza di indagini, deve essere assunta come puramente indicativa.

Per quanto riguarda gli elementi morfologici antropici (argini e rilevati), sono stati rappresentati nella planimetria ove connessi ad opere infrastrutturali e riportati in profilo con apposito simbolo.

Di seguito l'elenco degli elaborati di riferimento per questo capitolo.

ADEGUAMENTO NODO TERMINALE URBANO DI PERETOLA										
S0	GEO								GEOLOGIA	
S0	GEO	00000	00000	R	GEO	1100	1	Relazione geologica		-
S0	GEO	00000	00000	D	GEO	1101	1	Planimetria e sezioni geologiche		1:2.000 - 1:2000/200
S0	GEO	00000	00000	D	GEO	1102	0	Planimetria della pericolosità da alluvione fluviale	(da PGRA)	1:2000

6.1 GEOLOGIA

6.1.1 Sezione 1 (settore settentrionale) (O-E)

Nel settore di studio, sono stati individuati due corpi a comportamento granulare (sabbie e ghiaie prevalenti) sovrapposti e separati da depositi fini si natura limoso – argillosa e limoso - sabbiosa.

Nel settore dove è prevista la realizzazione del viadotto Palagio, al di sotto dei depositi antropici è presente un livello di spessore di circa 1,5 – 3,0 metri costituito da limi argillosi / limi – sabbiosi che costituisce il tetto del primo corpo granulare (sabbie e ghiaie prevalenti) intercettato dalle indagini, quest'ultimo è caratterizzato da una discreta continuità laterale e da spessori nell'ordine dei 3,5 – 8 metri; il secondo corpo granulare, il cui tetto si colloca a circa 23 – 30 metri da p.c., presenta uno spessore variabile da 5 a 12 metri circa e appare più discontinuo del precedente.

Alla profondità di 29 – 30 metri da p.c. si ritorna in un contesto prevalentemente coesivo con depositi limoso – argillosi che passano alla profondità di circa 30- 37 metri ad argilla grigio verdastra; sono altresì presenti concrezioni carbonatiche.

Procedendo verso ovest l'orizzonte granulare più superficiale tende ad avere minore continuità laterale.

6.1.2 Sezione 2 (NE-SO)

Interessa il settore dove sono previste le opere del cosiddetto "Asse M", che consistono nella realizzazione di uno scatolare e di quattro muri di contenimento per delimitare il rilevato sovrastante di nuova costruzione. Questo settore è caratterizzato dall'assottigliamento, fino alla sua completa scomparsa, del corpo a comportamento granulare di tetto.

In questo tratto, fino alla profondità di circa 23-25 metri da p.c. il sottosuolo è costituito da depositi a comportamento coesivo (limi – argillosi) ai quali si interdigitano sporadiche e poco continue lenti sabbioso – ghiaiose di spessore pari ad 1- 2 metri. Alla profondità di 23 – 25 metri da p.c. è presente un orizzonte granulare (ghiaie e sabbie prevalenti) caratterizzato da una discreta continuità laterale e con spessore variabile da da 3 a 4 metri. L'orizzonte ghiaioso passa verso il basso a depositi limoso – argillosi e argilloso – limosi (colore nocciola e grigio verdastrò, presenti concrezioni carbonatiche).

6.1.3 Sezione 3 (NNE - SSO) – Completamento Viadotto dell'Indiano

Nel tratto in esame, sono stati riconosciuti due corpi a comportamento granulare (ghiaie e sabbie prevalenti) a cui si intercalano lenti ed orizzonti costituiti da terreni di natura limoso – argillosa. Alla profondità di circa 27 – 33 metri da p.c. si ha il passaggio a terreni prettamente argillosi.

In particolare, al di sotto dei depositi antropici è presente una lente di depositi limoso - argillosi con spessore variabile da 1,5 a 5 metri circa. Il tetto del primo corpo granulare di colloca a profondità variabile da 2 a 5 metri da p.c. e gli spessori variano da 3 a 12 metri circa. Il secondo orizzonte granulare, separato dal primo da depositi di natura limoso – argillosa, è caratterizzato da una minore continuità laterale e da spessori dell'ordine dei 2,5 – 3,5 metri. Il tetto di questo corpo si colloca a profondità variabile tra 15 e 27 metri circa da p.c.

I depositi ghiaioso – sabbiosi passano verso il basso a depositi limoso – argillosi e argilloso – limosi (colore nocciola e grigio verdastrò, presenti concrezioni carbonatiche e sfere nerastre mm di natura manganesifera).

6.1.4 Sezione 3bis (NO – SE) - Asse E

In questo settore i riporti antropici intercettati dai sondaggi hanno uno spessore variabile da 0,5 a circa 1 metri ma come per il resto dell'area studiata, il loro spessore può variare in modo imprevedibile.

Al di sotto dei terreni antropici è presente un livello a comportamento prevalentemente coesivo (limi - argillosi) che in corrispondenza del sottovia ha spessore pari a circa 1,5-2,5 metri e che si inspessisce procedendo verso nord-ovest fino a raggiungere i 3-9 metri. Il tetto del primo corpo ghiaioso - sabbioso si colloca a profondità di circa 1,5-9 metri da p.c. Questo orizzonte presenta una buona continuità laterale ed è caratterizzato da spessori variabili da 5 a 12 metri, localmente si interdigitano sottili livelli di natura limoso – argillosa caratterizzati da modesti spessori e scarsa continuità laterale.

Il secondo livello granulare, caratterizzato da una minor continuità laterale, è intercettato dalle indagini ad una profondità di circa 21 – 25 m da p.c ed è caratterizzato da spessori compresi tra 3 e 6 metri circa.

I depositi ghiaioso – sabbiosi passano verso il basso a depositi limoso – argillosi e argilloso – limosi (colore nocciola e grigio verdastro, presenti concrezioni carbonatiche e sfere nerastre mm di natura manganesifera).

7 GEOTECNICA

Sulla base della ricostruzione effettuata il sottosuolo dell'area risulta costituito da un potente "materasso alluvionale", la cui caratteristica peculiare è rappresentata da una notevole varietà di facies, con frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso erosive, nell'ambito di un processo sedimentario prevalente.

Si evidenzia una complessità diffusa nei rapporti stratigrafici che, nella maggior parte dei casi, non sono di sovrapposizione, ma di accostamento laterale secondo superfici eteropiche o secondo superfici erosive anche complesse e ripetute.

Lo spessore dei singoli orizzonti appare frequentemente modesto e discontinuo, sia in risposta ad un'originaria discontinuità delle aree di accumulo, sia in conseguenza di fenomeni erosivi.

Le sezioni geologiche evidenziano la presenza di argilla consistente grigia a partire da profondità variabili tra 27 e 33 m; al di sopra di tale orizzonte si distingue un limo più o meno argilloso, al cui interno sono presenti due livelli ghiaioso-sabbiosi.

Sulla base dei dati a disposizione e considerando i risultati della nuova campagna di indagine di fase esecutiva, si è proceduto alla caratterizzazione geotecnica in particolare alla:

- ricostruzione della stratigrafia in corrispondenza delle opere d'arte ed alla determinazione delle caratteristiche meccaniche ed idrauliche dei terreni, investigati fino ad una profondità coerente con la natura degli interventi.
- definizione del comportamento dei terreni di fondazione per sollecitazioni sia statiche che dinamiche.
- ricostruzione di un modello geotecnico del sottosuolo.

Il livello di falda di progetto è stato assunto a circa -5.0 m dal piano campagna.

Per la descrizione delle caratteristiche delle fondazioni delle singole opere si rimanda alle singole Relazioni Geotecniche limitandosi, in questa sede, a fornire indicazioni di carattere generale.

In funzione delle caratteristiche dei terreni si è optato per fondazioni profonde per i viadotti Palagio e Indiano costituite da pali trivellati di diametro 1200 mm.

Per quanto riguarda il sottovia dell'asse M, in ragione anche delle considerazioni precedenti riguardo ai livelli di falda, si è optato per uno scavalco su struttura scatolare in c.a..

8 SISMICITA'

L'area in esame, è situata in una porzione di catena appenninica interessata da attività geodinamica recente o attuale e caratterizzata da significativa attività sismica, e al cui interno sono state riconosciute numerose strutture sismogenetiche attive.

In generale sono stati registrati terremoti con profondità ipocentrale dell'ordine di 20-25 Km, caratterizzati da meccanismi focali legati a movimenti distensivi, associati a componenti trascorrenti in senso appenninico (NO-SE) ed antiappenninico (NE-SO).

Per valutare la pericolosità sismica di base dell'area è stato fatto riferimento allo studio pubblicato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia (INGV), che suddivide il territorio italiano in un reticolo di riferimento.

In ogni nodo del reticolo la pericolosità sismica è definita in termini di:

- i) accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A);
- ii) valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 ;

- iii) periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T^*_c , con riferimento ad una data probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R dell'opera considerata.

La probabilità di superamento P_{VR} è definita dalla normativa per ciascuno stato limite (81% per lo SLO, 63% per lo SLD, 10%, per lo SLV, 5% per lo SLC); ad ogni valore di P_{VR} corrisponde un tempo di ritorno T_R dell'azione sismica, definito come:

$$(1) \quad T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR})$$

A titolo di esempio, in Figura 1 sono riportati i valori 50° percentile dell'accelerazione di picco su suolo rigido a_g per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) con un dettaglio su Firenze.

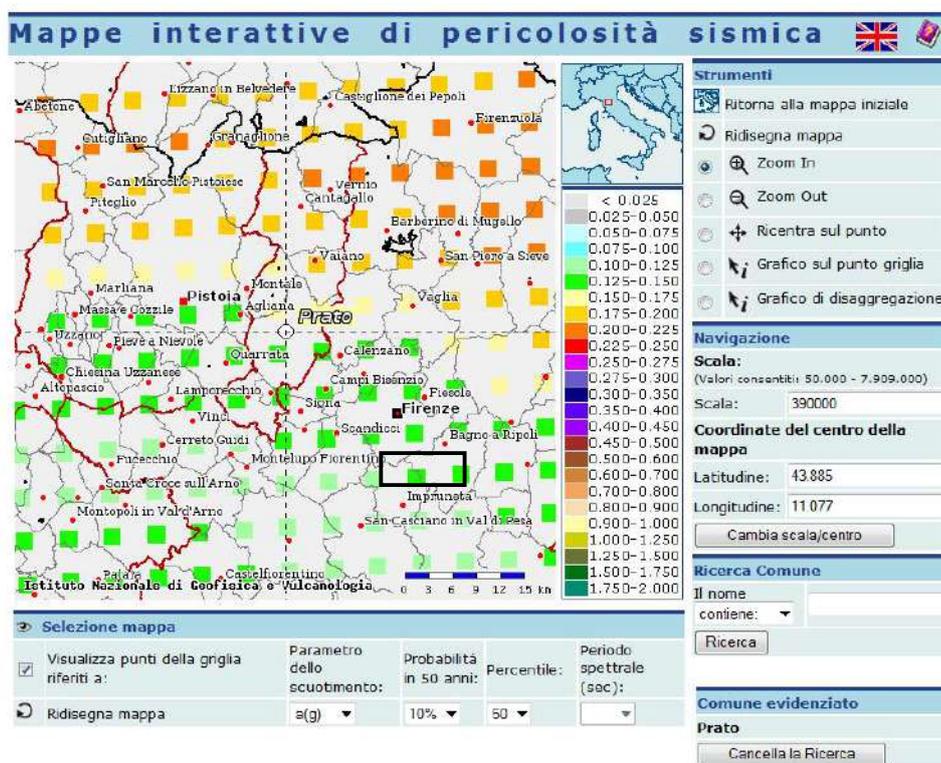


Figura 1. Accelerazione sismica su suolo di riferimento rigido per il comune di Firenze

Per la verifica sismica delle opere e dei terreni presenti nell'area di svincolo oggetto di studio, l'azione sismica di riferimento è stata valutata, in accordo alla vigente normativa, considerando i parametri di riferimento che seguono:

- vita nominale delle opere $V_N = 50$ anni
- classe d'uso IV
- coefficiente d'uso $C_U = 2$

da cui risulta:

- periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

In Tabella 1 sono riportati i valori di a_g , F_o e T^*_c per i periodi di ritorno associati a ciascun stato limite.

Tabella 1. Valori di a_g , F_o e T^*_c su suolo di riferimento rigido per i sei comuni interessati dal tracciato autostradale.

Comune	STATO LIMITE	P _{VR} [%]	T _R [anni]	a _g [g]	F _o [-]	T* _C [s]
Firenze	SLO	81	60	0.060	2.590	0.272
	SLD	63	101	0.072	2.591	0.282
	SLV	10	949	0.166	2.389	0.310
	SLC	5	1950	0.206	2.407	0.317

Sulla base delle prove geofisiche eseguite con la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio V_s , si è definita la categoria di sottosuolo che risulta essere di tipo C.

Viste le dimensioni complessive delle opere in progetto si è ritenuto opportuno definire più nel dettaglio l'azione sismica e, in particolare, l'amplificazione stratigrafica attraverso un'analisi di risposta sismica locale (RSL), come definito nel par. 7.11.3.2 delle NTC 2008.

L'analisi in questione è stata eseguita secondo il seguente schema:

- definizione del modello geotecnico di suolo in termini di caratteristiche di rigidità dedotte dalla caratterizzazione geotecnica sulla base dei risultati delle indagini geognostiche e geofisiche;
- analisi di disaggregazione sismica attraverso il quale è possibile individuare la coppia, magnitudo (M) e distanza epicentrale (d), che più di altre contribuisce a determinare il terremoto di progetto per i differenti stati limite considerati;
- selezione di 7 accelerogrammi spettro compatibili da impiegare nell'analisi (RSL); tale analisi è condotta con l'ausilio del software REXEL (Irvolino et al., 2010), sui moti contenuti nella banca dati ESD (European Strong-motion Database);
- stima dello spettro di risposta in superficie e in corrispondenza di alcune profondità significative, mediante un'analisi monodimensionale di risposta sismica locale condotta con l'ausilio del programma EERA (Bardet et al., 2000).

I risultati delle analisi sono riportate in un capitolo specifico della Relazione Geotecnica generale.

9 IDROLOGIA E IDRAULICA

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato e verificato affinché garantisca, con ampio margine di sicurezza, la possibilità di smaltire le acque meteoriche provenienti dalla nuova sede stradale.

L'area di progetto è localizzabile fra l'aeroporto A. Vespucci, l'autostrada A11 e la Piana di Sesto Fiorentino (a Nord), ed il viadotto dell'Indiano e via Pratese (a Sud). Detta area è situata entro la piana di Firenze-Prato-Pistoia, in una zona a debole inclinazione verso l'antico bacino del fiume Arno, con quote pari a circa 38 m s.l.m. L'area non è direttamente interessata da corsi d'acqua, se non dal Fosso Macinante che scorre appena a sud dell'area di progetto. Presenta sia aree agricole, regimate da una rete di canali, fossatelli, scoline e traverse, che zone urbanizzate con il relativo sistema fognario tenuto in adeguata considerazione per il progetto del sistema di progetto.

Il sistema progettato è stato dimensionato e verificato affinché garantisca, con ampio margine di sicurezza, la possibilità di smaltire le acque meteoriche provenienti dalla nuova sede stradale.

Per ulteriori approfondimenti, rispetto a quanto riportato nel seguito, si rimanda alla relazione specifica.

9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa nazionale in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento della piattaforma stradale e autostradale, si riferisce al Decreto legislativo 11 maggio 1999 n°152, come modificato e integrato ai sensi del Decreto Legislativo del 18 agosto 2000 n. 258.

In linea generale le acque meteoriche e di dilavamento non sono considerate "scarico" ai sensi dell'art. 1 lettera b) del DLgs 152/99.

L'articolo 39 del succitato decreto legislativo stabilisce, inoltre, che "...le regioni disciplinano:....b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni...", art.39 comma 1, e che "... i casi in cui può essere richiesto ... siano convogliate e opportunamente trattate...", art. 39 comma 3.

A livello regionale, la normativa di riferimento è la legge n. 20 del 31 maggio 2006 ed il successivo Regolamento di Attuazione n. 46/R dell'8 settembre 2008.

Nel comma 2 dell'art. 8 della legge si disciplina che "Lo scarico delle AMPP (acque meteoriche di prima pioggia) derivanti dalle aree pubbliche fuori dalla pubblica fognatura è ammesso e non necessita di autorizzazione allo scarico. Devono essere previsti idonei trattamenti delle AMPP, over necessari al raggiungimento e/o al mantenimento degli obiettivi di qualità, per le autostrade e le strade extraurbane principali di nuova realizzazione e nel caso di loro adeguamenti straordinari."

Nella stessa legge si precisa che le AMPP sono le "...acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di cinque millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio...".

Nel comma 4 dell'art. 39 (acque meteoriche contaminate) del Regolamento di Attuazione si dice che "Fatte salve le disposizioni di cui ai commi 5, 6 e 7 le AMPP, derivanti da attività non incluse nell'elenco di cui all'allegato 5 tabella 5, sono acque meteoriche dilavanti non contaminate (AMDNC) e non sono soggette alle disposizioni di cui all'articolo 43 del presente regolamento."

Da tale comma risulta quindi che le acque di prima pioggia ricadenti sulla piattaforma di progetto sono assimilabili ad acque meteoriche dilavanti non contaminate.

Nel progetto si è tenuto inoltre conto del DLgs 152/06 che per quanto concerne le acque meteoriche riprende quanto riportato nel DLgs 152/99.

Con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con apposizione delle misure di salvaguardia.

Successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato.

Il PGRA dell'Arno rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto sostituisce a tutti gli effetti per ciò che riguarda la pericolosità da alluvione (con una nuova cartografia, nuove norme nonché la mappa del rischio da alluvioni redatta ai sensi del D.lgs. 49/2010) il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico). Il lavoro svolto per l'applicazione dei disposti della direttiva nel bacino, ha infatti permesso di aggiornare e modernizzare il quadro conoscitivo esistente, renderlo coerente con i requisiti richiesti dalla Commissione europea e, quindi, di giungere ad una semplificazione delle norme e delle procedure in materia di pericolosità e rischio di alluvioni. La disciplina di PGRA va quindi a subentrare alle disposizioni previste dalle norme di PAI con particolare riguardo ai disposti del "Capo I – Pericolosità Idraulica".

Le classi di pericolosità fluviale sono state riviste seguendo le indicazioni della Direttiva: pertanto la rappresentazione della pericolosità avviene attraverso tre classi in funzione della

frequenza di accadimento dell'evento (quindi con pericolosità elevata si indica una maggiore frequenza di accadimento):

- Bassa (P1);
- Media (P2);
- Elevata (P3).

Sovrapponendo il progetto alle fasce del PGRA si è verificato che l'area è ora classificata come P2, quindi allagabile per eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Per tale motivo, ove necessario, verrà predisposto un piano di gestione del rischio, prevedendo un sistema di misuratori di livello e semafori per la chiusura delle viabilità in caso di allagamento. Tali procedure di emergenza saranno a carico dell'ente gestore delle suddette viabilità.

9.2 IDROLOGIA

In accordo con quanto richiesto dagli Enti, per la progettazione esecutiva sono state utilizzate delle Curve di Possibilità Pluviometrica più aggiornate, in modo da tener conto degli eventi molto intensi e di breve durata verificatisi negli ultimi anni.

Poiché la zona di interesse, Nodo di Peretola e tratto di A11 in ampliamento, è relativamente contenuta ed al fine di semplificare i calcoli, si è concordato di utilizzare i dati di un unico pluviometro sull'intera tratta di interesse posizionato in prossimità del tratto centrale dell'intervento, in corrispondenza alla zona di Prato.

I dati pluviometrici utilizzabili più prossimi all'autostrada, le cui serie storiche sono disponibili sul sito internet del SIR (Settore Idrologico Regionale), sono relativi alle stazioni di misura di Prato Università e La Ferruccia: a favore di sicurezza si utilizzerà il pluviometro La Ferruccia in quanto fornisce curve di possibilità pluviometrica superiori al primo, anche se di una percentuale minima.

9.3 SISTEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente. Prima dello smaltimento nei recapiti naturali, in ambito autostradale l'acqua di piattaforma sarà trattata nei presidi idraulici, mentre in ambito urbano gran parte delle acque viene convogliata nei punti di laminazione: per il controllo quantitativo, viste le prescrizioni del Consorzio di Bonifica dell'Area Fiorentina, sono state infatti predisposte tre vasche di accumulo delle portate meteoriche in modo tale da limitare le portate di restituzione con un tasso di 6 l/s per ettaro di superficie impermeabile per le 72 ore di intermittenza di scolo del sistema di bonifica. Le acque meteoriche delle aree non recapitate alle vasche di laminazione saranno immesse direttamente nella rete fognaria esistente. Tali criteri progettuali sono stati confermati dall'ente gestore della rete fognaria del comune di Firenze.

Per quanto riguarda il tratto che ricade nell'ambito autostradale, (in corrispondenza della sezione A58 – Asse A e I15 – Asse I), questo sarà trattato in analogia ai successivi tratti autostradali con realizzazione di un volume di compenso per l'incremento dell'impermeabilizzazione, pari a 0.1 mc per ogni mq di superficie impermeabilizzata, che verrà recuperato all'interno dei fossi di guardia dotati di bocca tarata in uscita.

Gli elementi di raccolta utilizzati nel sistema di drenaggio sono essenzialmente embrici, caditoie grigliate, caditoie e cunette triangolari, dimensionati per un tempo di ritorno di 25 anni. Gli elementi di convogliamento, dimensionati per lo stesso tempo di ritorno, sono

costituiti da collettori circolari di diametro compreso tra 315 e 1000 mm in PEAD o PP e fossi di guardia rivestiti di forma trapezia.

È presente un impianto di sollevamento in corrispondenza del sottovia asse E: il profilo del sottovia Asse E presenta un andamento a corda molle con un punto di minimo in corrispondenza della prog.0+095 Asse E. che necessita di un impianto di sollevamento meccanico delle acque, costituito da uno scatolare ubicato al di sotto del sottovia e dalla camera ricavata a lato, per l'allontanamento delle acque di piattaforma delle zone afferenti nel sottovia. L'ispezionabilità è assicurata dall'alto tramite una scala di servizio.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una canale di sezione rettangolare 4000x2000 m che collega la rete fognaria esistente parallela alla Via Luder al fosso dell'aeroporto. Detto canale sarà utilizzato per lo scarico delle acque di piattaforma laminate nelle tre vasche di accumulo.

Al fine di garantire la trasparenza idraulica dell'area oggetto di intervento, ovvero mantenere le stesse condizioni di esondazione allo stato attuale, si è reso necessario prevedere per l'asse M, che risulta essere in rilevato rispetto al piano campagna esistente e che quindi crea una barriera dal punto di vista idraulico, 3 collegamenti idraulici che attraversano trasversalmente gli assi stradali di progetto e mettono in collegamento, in caso di allagamento, l'area circoscritta tra gli assi M-L-A-D con l'area esterna ad ovest.

10 IL PROGETTO STRADALE

10.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali dell'infrastruttura sono:

- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada";
- DM 19-04-2006 n.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"

Il progetto non modifica l'impostazione delle fasi progettuali precedenti già avallate dagli enti interessati. L'intervento consiste nel potenziamento dell'attuale nodo di Peretola, puntando a migliorarne le prestazioni sia nel breve che nel lungo periodo. La progettazione di tale nodo ha quindi seguito i dettami del DM 19-04-2006 considerando gli assi oggetto di adeguamento quali rampe di svincolo.

In considerazione di quanto sopra esposto, lo svincolo è stato progettato 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.

10.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO



Figura 0-1 - Inquadramento del nodo urbano di Peretola

Il progetto è composto da diciotto assi viari (vedi figura a pagina 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 V_p 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 rotatoria non convenzionale in ambito urbano.

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.

10.3 ASSI PRINCIPALI

Come detto gli assi principali sono quelli relativi ai flussi da/per l'autostrada A11 e da/per viadotto Indiano.

In particolare gli assi A,D,I,P,L,M, formano la grande rotatoria Ovest, gli assi A,D sono inoltre il raccordo rispettivamente in direzione Ovest ed Est tra le due grandi rotatorie.

Gli assi B, C, F, H rappresentano il collegamento tra il viadotto Indiano e gli assi A E D.

Le verifiche dei seguenti assi stradali sono riportate in appendice.

10.3.1 ASSE A

Ha origine sulla grande rotatoria Est, si sviluppa occupando per un primo tratto la sede di via Giovanni Luder e successivamente della carreggiata Nord della A11.

Da prog. 0+540 a progr. 0+700 circa costituisce il lato Nord del triangolo rotatorio Ovest.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo D secondo il DM 5.11.2001.

Presenta raggi planimetrici compresi tra 120 m e 300 m, altimetricamente si sviluppa praticamente a raso con raggio concavo minimo pari a 1.000 m e convesso minimo pari a 1.000 m.

10.3.2 ASSE I

Ha origine sulla carreggiata Sud della A11 e, staccandosi dall'attuale sedime della stessa con una curva destrorsa, costituisce parzialmente il lato Ovest nel nuovo triangolo rotatorio.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo D secondo il DM 5.11.2001.

Il raggio planimetrico minimo è pari a 90 m, altimetricamente si sviluppa praticamente a raso con raggi pari a 10.000 m.

10.3.3 ASSE P

Ideale prosecuzione dell'asse I completa il lato Ovest nel nuovo triangolo rotatorio. Mediante una curva sinistrorsa di raggio 33m, il tracciato si riporta gradualmente sull'attuale sede di via Palagio degli Spini parallelamente al viadotto FS.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo D secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 33m e 350 m, altimetricamente è caratterizzato da un raggio concavo pari a 2.000 m (in corrispondenza del viadotto F.S.) e da uno convesso pari a 5.000 m.

Il valore del raggio della curva circolare pari a 33 m ($V_p=33$ km/h) in corrispondenza del vertice P2 è determinata dalla presenza della campata del viadotto ferroviario della linea Firenze-Pisa in cui l'infrastruttura deve inserirsi, tale situazione planimetrica ha portato all'inserimento di un limite di velocità pari a 30 km/h.

10.3.4 ASSE D

Ideale prosecuzione dell'asse P si sviluppa parallelamente al viadotto F.S. e all'attuale sede di via degli Astronauti (da dismettere), realizzando il collegamento tra la rotatoria Ovest e quella Est.

Da progr. 0+338.41 a 0+468.41 è presente il Viadotto Palagio concepito per consentire il passaggio a raso degli assi B e C ed il loro collegamento con

Il viadotto, della lunghezza di 130 m, è costituito da cinque campate ed è realizzato in acciaio; è caratterizzato da muri andatori piuttosto lunghi al fine di eliminare il rilevato di approccio alle spalle e di conseguenza l'occupazione di suolo pubblico.

Il tracciato ha termine sull'attuale sede di viale degli Astronauti alla quale si raccorda con un raggio planimetrico pari a 55 m ($V_p=42.5$ km/h) imposto dalla presenza del viadotto ferroviario e dall'attuale configurazione stradale.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo D secondo il DM 5.11.2001.

I raggi planimetrici sono compresi tra 55 m e 300 m, altimetricamente è caratterizzato da due raggi concavi pari a 500 m e da uno convesso pari a 1.000 m che costituiscono lo "scavalco" e da pendenze longitudinali del 7.50 % (valore ritenuto accettabile ai sensi del DM 05.11.01 di riferimento in considerazione dello sviluppo limitato delle livellette).

Inoltre tale configurazione altimetrica, dettata dall'impossibilità di abbassare ulteriormente gli assi sottopassanti per problemi di smaltimento delle acque di piattaforma e comunque in linea con le fasi progettuali precedenti, è compatibile con una velocità ammissibile di circa 34 km/h in corrispondenza dei raccordi concavi in approccio ed uscita dal viadotto. È stato pertanto imposto un limite di velocità pari a 40 km/h in considerazione della presenza di illuminazione artificiale prevista in progetto ritenendo che questa possa in parte mitigare il difetto di visibilità sui due raccordi concavi.

10.3.5 ASSE L

Il primo tratto costituisce il collegamento per chi, provenendo da via Palagio degli Spini si dirige sulla A11 direzione Pisa. Il secondo tratto costituisce il collegamento per chi provenendo dalla rotatoria Est o dall'aeroporto (asse A) si dirige verso viadotto Indiano o viale degli Astronauti.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 35 m e 80 m, altimetricamente si sviluppa praticamente a raso con raggio concavo minimo pari a 4.000 m e convesso minimo pari a 5.000 m.

Il valore del raggio della curva circolare pari a 35 m ($V_p=34.2$ km/h) in corrispondenza del vertice L2 è determinata dalla presenza della campata del viadotto ferroviario della linea Firenze-Pisa in cui l'infrastruttura deve inserirsi; tale situazione planimetrica ha portato all'inserimento di un limite di velocità pari a 30 km/h.

10.3.6 ASSE M

Costituisce il collegamento per chi provenendo dalla rotonda Est o dall'aeroporto (asse A) si dirige verso via Pratese. Tale collegamento nasce dall'esigenza di eliminare l'interferenza che oggi esiste tra suddetto flusso e quello proveniente dalla A11.

L'asse sovrappassa gli assi I e L mediante una struttura di attraversamento dei suddetti assi costituita da diaframmi e solettone di collegamento in cemento armato.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 85 m e 150 m, altimetricamente, per sovrappassare gli assi Led I si sviluppa in salita con una pendenza del 3,8% e poi in discesa con pendenza del 6,5%. Il raccordo altimetrico presenta un raggio pari a 900 m.

10.3.7 ASSE B

Costituisce il collegamento tra la rotonda Est e il viadotto dell'Indiano.

Il viadotto costituisce una preesistenza e risulta già costruito fino alla progressiva 0+379 circa. Il completamento di tale opera della lunghezza di 145 m circa, è costituito da cinque campate, è realizzato in acciaio ed è caratterizzato da muri andatori piuttosto lunghi al fine di eliminare il rilevato di approccio alle spalle e di conseguenza l'occupazione di suolo pubblico.

L'asse sottopassa l'asse D in corrispondenza del viadotto Palagio e sovrappassa l'asse C che realizza il collegamento diretto tra il viadotto dell'Indiano e via Giovanni Luder.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 55m e 303.50 m; Il valore del raggio della curva circolare pari a 55 m ($V_p=42.5$ km/h) in corrispondenza del vertice B3 è dovuta alla presenza delle pile del viadotto ferroviario e del nuovo viadotto Palagio posizionate in corrispondenza di quelle ferroviarie.

Altimetricamente il tracciato è caratterizzato da raccordi concavi minimi pari a 800 m ($V_p 44.8$ km/h), da un raccordo convesso pari a 800 m ($V_p 51.4$ km/h) la pendenza longitudinale massima è pari allo 8.00 % (valore ritenuto accettabile ai sensi del DM 05.11.01 di riferimento in considerazione dello sviluppo limitato delle livellette ed in considerazione delle preesistenze che vincolano lo stato di progetto).

E' stato previsto di confermare il limite di velocità generalizzato di 50 km/h proprio dell'ambito urbano in considerazione della presenza di illuminazione artificiale prevista in progetto e ritenendo che questa possa in parte mitigare il difetto di visibilità sui raccordi concavi minimi.

10.3.8 ASSE F

Costituisce il collegamento tra il viadotto dell'Indiano e via degli Astronauti. Da progr. 0+030.78 a 0+176.43 è presente il Viadotto Indiano a completamento della parte già esistente.

Il viadotto, della lunghezza di 145 m circa, è costituito da cinque campate ed è realizzato in acciaio; è caratterizzato da muri andatori piuttosto lunghi al fine di eliminare il rilevato di approccio alle spalle e di conseguenza l'occupazione di suolo pubblico.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 65 m e 305.1 m, altimetricamente è caratterizzato da raggio concavo minimo pari a 5.000 m, convesso minimo pari a 1.000 m e pendenza longitudinale massima pari al 6.00 %.

Il valore dei raggi delle curve circolari pari a 65 m ($V_p=46.1$ km/h) in corrispondenza dei vertici F3 e F4 è dovuta alla presenza del viadotto Palagio la cui posizione è vincolata dal viadotto ferroviario e della necessità di immettersi sull'attuale via degli Astronauti alla quale l'asse F si raccorda.

Il raggio planimetrico pari a 65 m in corrispondenza del vertice F4 è un riadattamento dell'attuale tratto che collega viale degli Astronauti a via Carraia; attualmente tale raggio è circa pari alla metà di quello in progetto.

10.3.9 ASSE C

Costituisce il collegamento per chi provenendo dall'attuale viadotto dell'Indiano si dirige verso la A11 (direzione Pisa) o verso via Pratese.

L'asse sottopassa gli assi B e F in corrispondenza del viadotto Indiano, il nuovo viadotto Palagio (asse D) e l'esistente viadotto ferroviario.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 55 m e 60 m.

Il tratto da progressiva 0 a progressiva 150 circa è esistente per questo il motivo sono state mantenute le caratteristiche geometriche dell'infrastruttura esistente quali la curva planimetrica di raggio 55 m senza clotoidi di transizione e la pendenza longitudinale in discesa pari al 8.65%.

In corrispondenza del vertice C3 il raggio pari a 60 m ($V_p=44.3$ km/h) è determinato dalla presenza delle pile del viadotto ferroviario e delle pile del nuovo viadotto Palagio posizionate in corrispondenza di quelle ferroviarie.

Altimetricamente il tracciato è caratterizzato da raggio concavo minimo pari a 650 m ($V_p=43.6$ km/h), convesso minimo pari a 600 m ($V_p=38$ km/h) e pendenza longitudinale massima pari allo 8.65 %, per il restante tratto lo sviluppo è generalmente a raso.

Nonostante tutti i valori sopra citati ricadano sul tratto esistente si è ritenuto opportuno prevedere un limite di velocità pari a 40 km/h in considerazione della presenza di illuminazione artificiale prevista in progetto e ritenendo che questa possa in parte mitigare il difetto di visibilità sul raccordo concavo minimo.

10.3.10 ASSE H

Costituisce il collegamento per chi provenendo dalla rotatoria Ovest si dirige verso il viadotto dell'Indiano.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato è sostanzialmente un adattamento planimetrico della rampa oggi esistente alla nuova configurazione stradale, presenta un raggio planimetrico di 105 m e si sviluppa a raso.

10.4 ASSI SECONDARI

Come detto gli assi secondari riguardano il riassetto della viabilità locale nella zona di Peretola.

In particolare gli assi E, G e Q riguardano rispettivamente l'adattamento di Via Martucci, via Gori e via Palagio degli Splini alla nuova configurazione stradale.

L'asse N è un nuovo collegamento realizzato tra la rotatoria Ovest e via Pratese.

10.4.1 ASSE E

Rappresenta il tracciato di via Martucci che mantiene di fatto inalterato il suo andamento. L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

10.4.2 ASSE G

E' il nuovo tracciato di via Gori che, al fine di consentire tutti i nuovi collegamenti da/per il viadotto Indiano, viene deviata, in corrispondenza dell'attuale incrocio con via Carraia, verso viale degli Astronauti. I primi 160 metri di tracciato si sviluppano sull'esistente via Gori.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 60 m e 70 m, altimetricamente è a raso.

10.4.3 ASSE Q

E' il nuovo tracciato di via Palagio degli Splini; si sviluppa quasi interamente sul vecchio sedime ad eccezione del tratto terminale, di nuova realizzazione, che la raccorda alla grande rotatoria Ovest.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato presenta raggi planimetrici compresi tra 100 m e 200 m, altimetricamente è a raso.

10.4.4 ASSE N

Ideale prosecuzione dell'asse M raccoglie il flusso proveniente dalla rotatoria Est o dall'aeroporto (asse A) diretto verso via Pratese.

L'asse è di categoria assimilabile a tipo E secondo il DM 5.11.2001.

Il tracciato, che si sviluppa parallelamente al viadotto F.S., presenta una sola curva di raggio 50 m, altimetricamente è a raso.

Esistono inoltre assi minori che sono di estesa limitata e materializzano manovre di svolta, quali:

- I collegamenti a servizio del nucleo abitativo all'interno della rotatoria Ovest (assi P-1 e Y);
- la manovra di svolta dall'asse Q all'asse M (asse Q-1);
- la manovra di collegamento tra l'asse A e l'asse D (asse Z).

10.5 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 nell'elaborato 111117-LL00-PE-S0-PRS-ST000-00000-D-STD1122-0).

- *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 19.75 m: due+due corsie da 3.50 m separate da zebratura, corsia di emergenza in destra da 3.00 m, banchina sinistra da 1.75 m.

In sinistra è previsto un arginello da 1.30 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 5-7*

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. Queste si immettono nel sottovia scatolare. Sopra la struttura è presente la piattaforma da 6.50 m a servizio del flusso da Via Luder verso Via Pratese (asse M).

- *Sezione tipo 9*

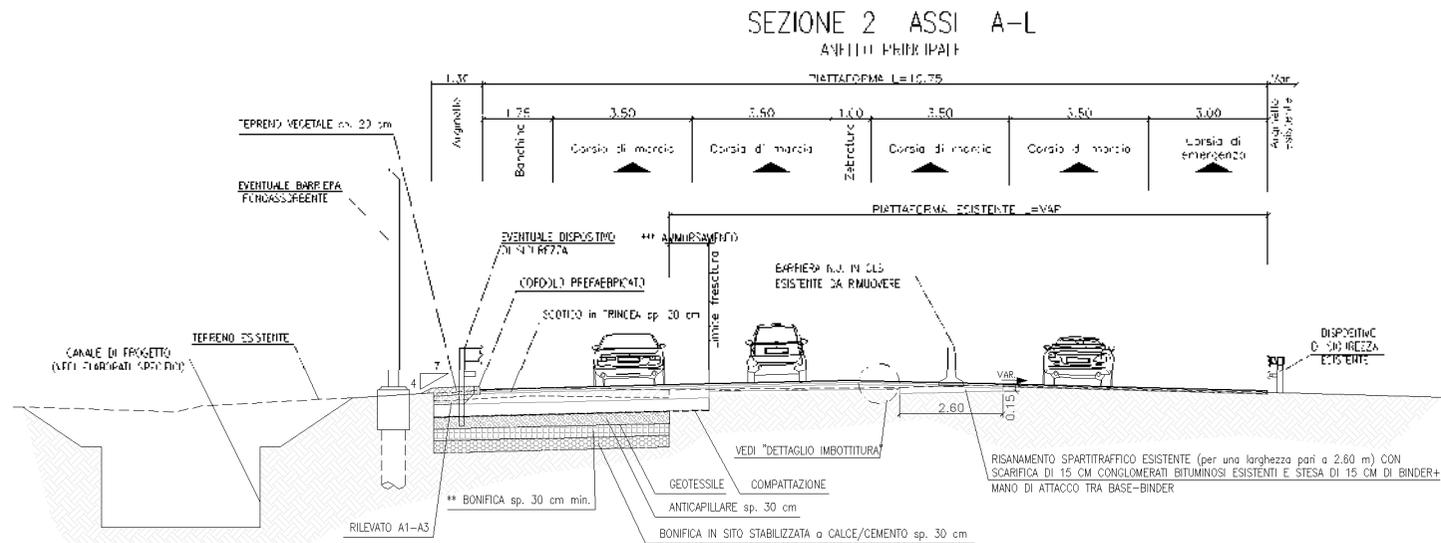
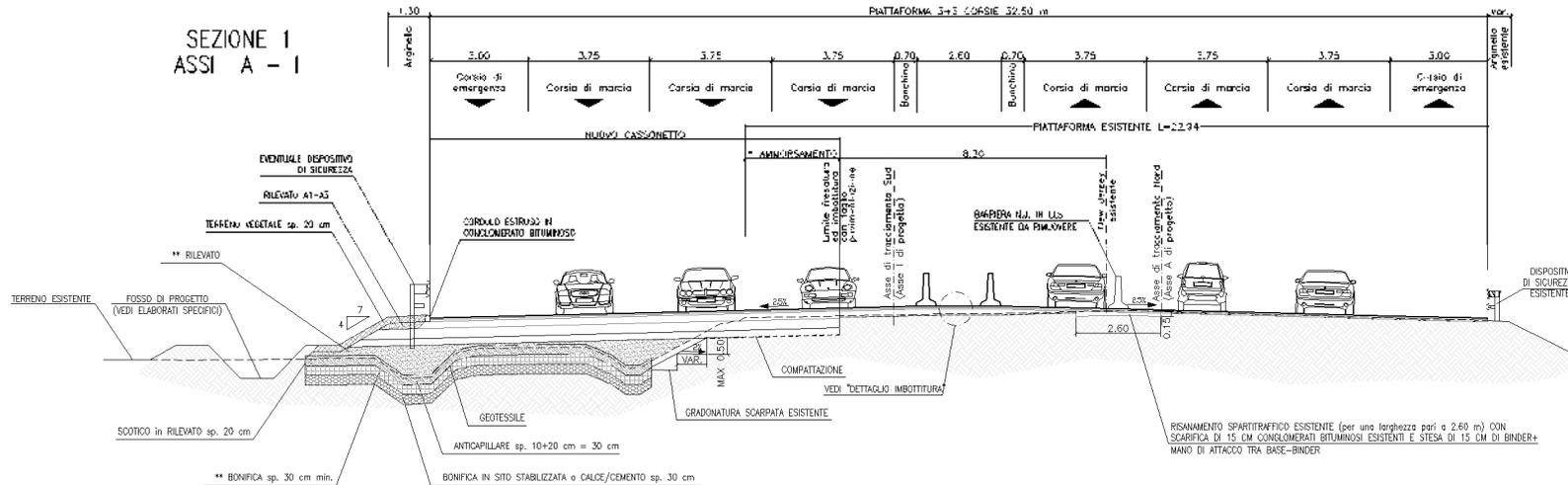
E' la sezioni relativa ai collegamenti monodirezionali.

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..

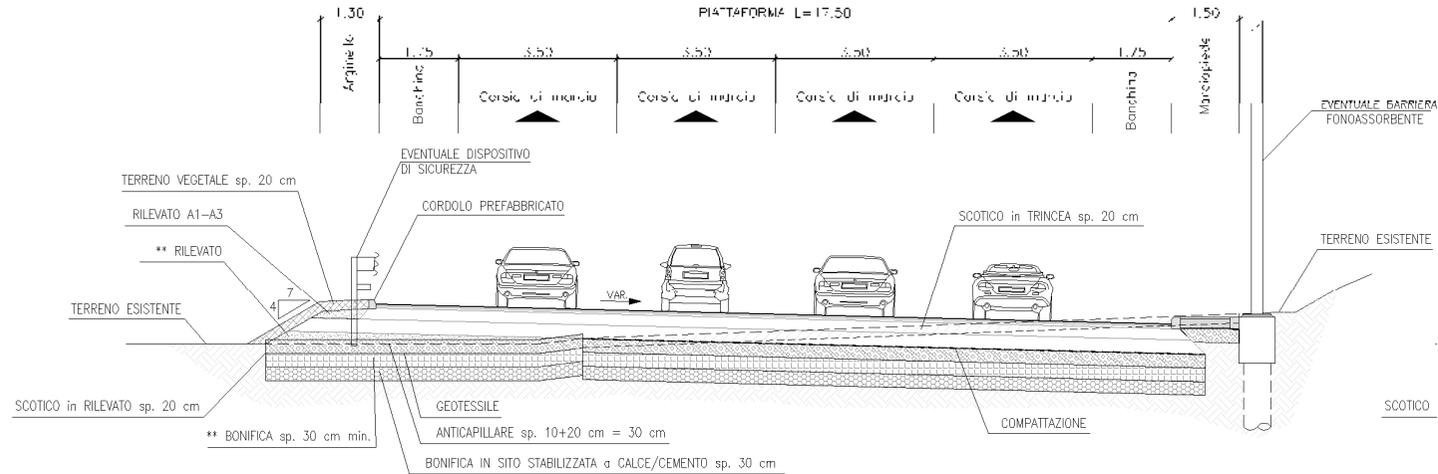
Per quanto riguarda le altre viabilità la sezione generalmente utilizzata è la tipo E del DM 2001.

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..

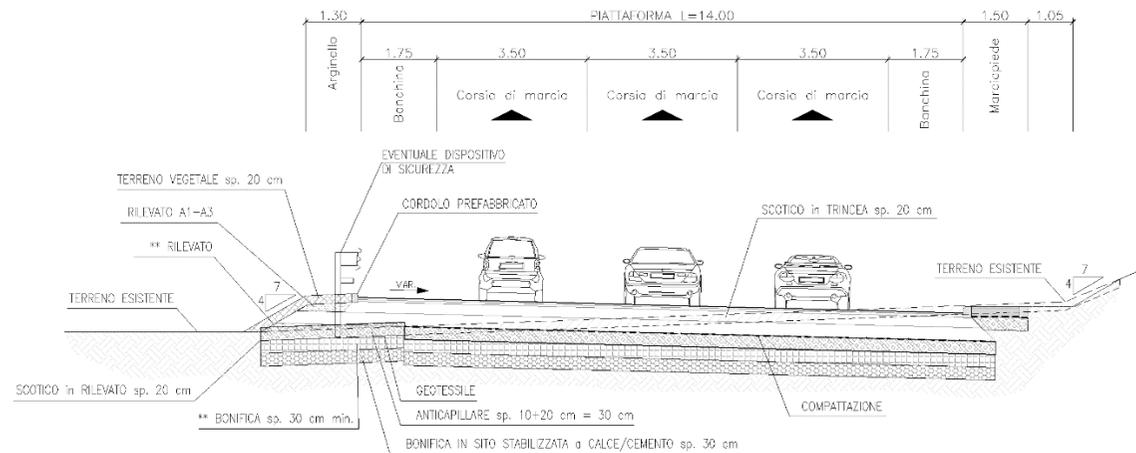
Unica eccezione è rappresentata da via Palagio degli Splini che conserva il pavimentato attuale di circa 7.00m costituito da corsie da 3.00 m e banchine da 0.50 m.

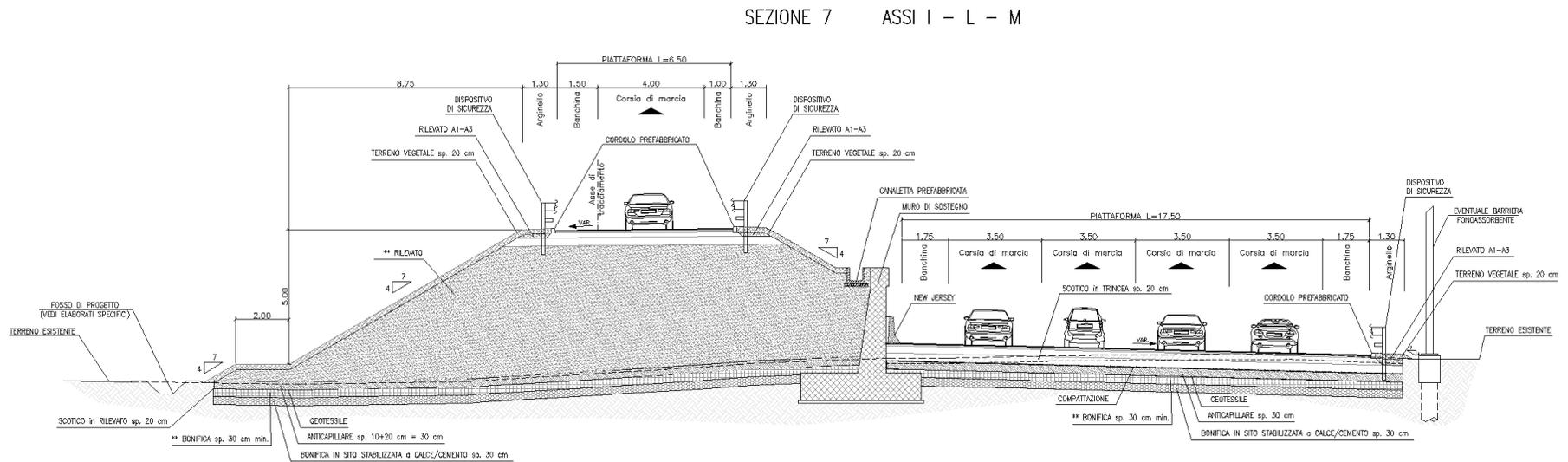
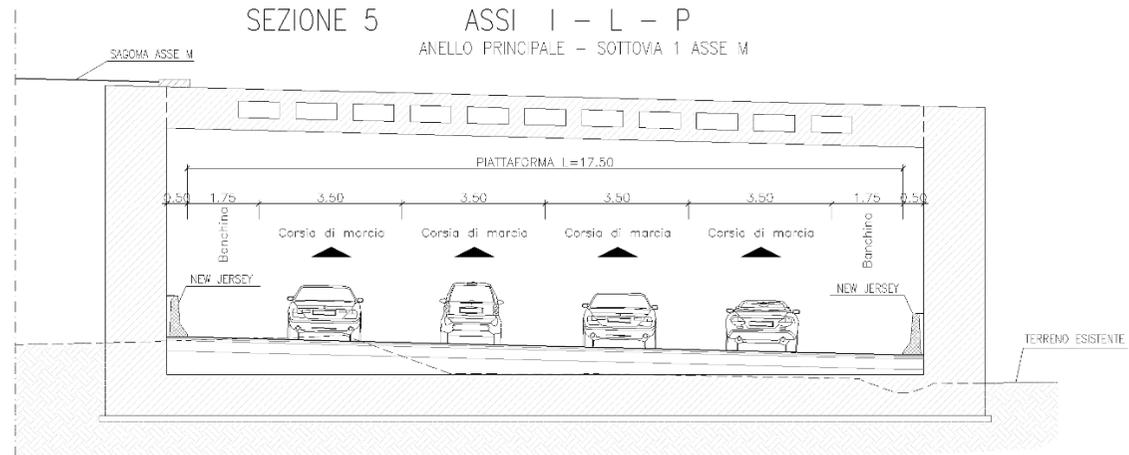


SEZIONE 3 ASSI A - D
ANFILIO PRINCIPALE

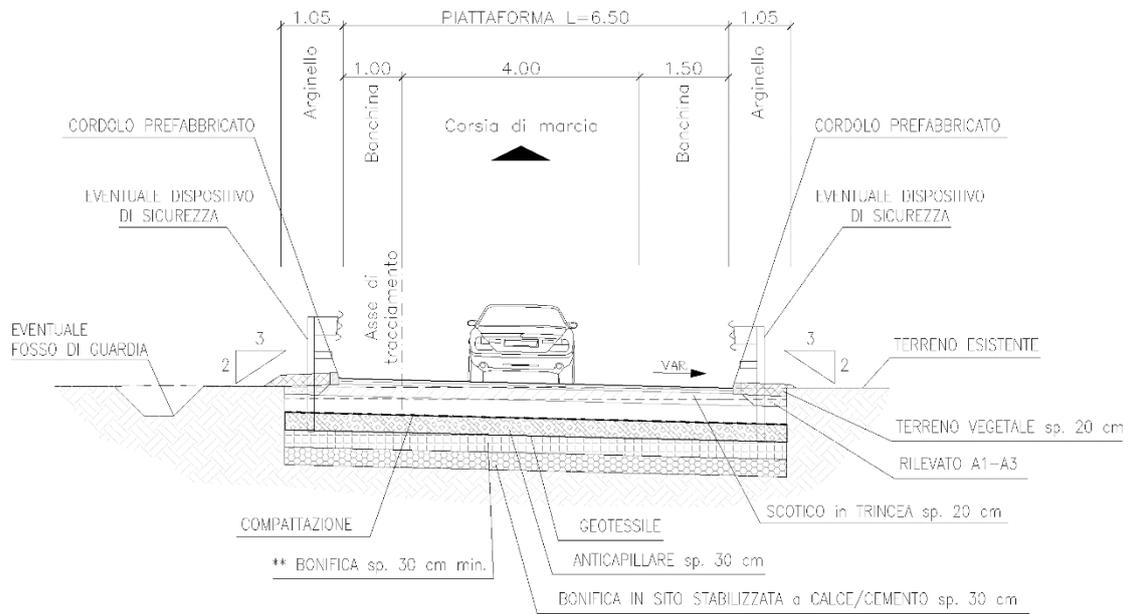


SEZIONE 4 ASSI A - D - P - B - I
ANELLO PRINCIPALE





SEZIONE 9 ASSI C - F - G - H - L - B - H
RAMPA MONODIREZIONALE



11 OPERE D'ARTE

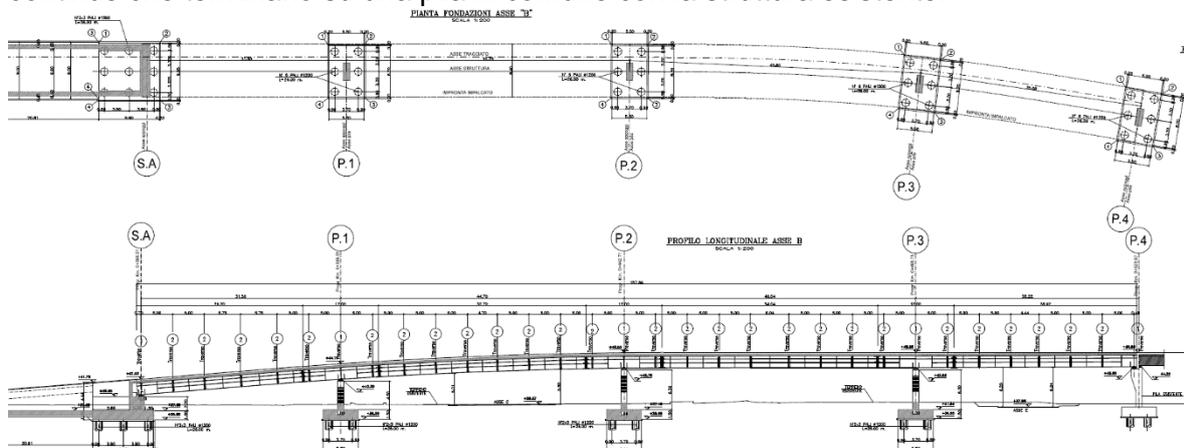
Appartengono a questa categoria la prosecuzione del Viadotto dell'Indiano, il nuovo cavalcavia che unisce Via Palagio degli Spini a V.le Guidoni a Sud del Viadotto ferroviario, il sottovia dell'asse M e i nuovi sottopassaggi tra V.le Gori e Via Martucci.

11.1 VIADOTTO DELL'INDIANO

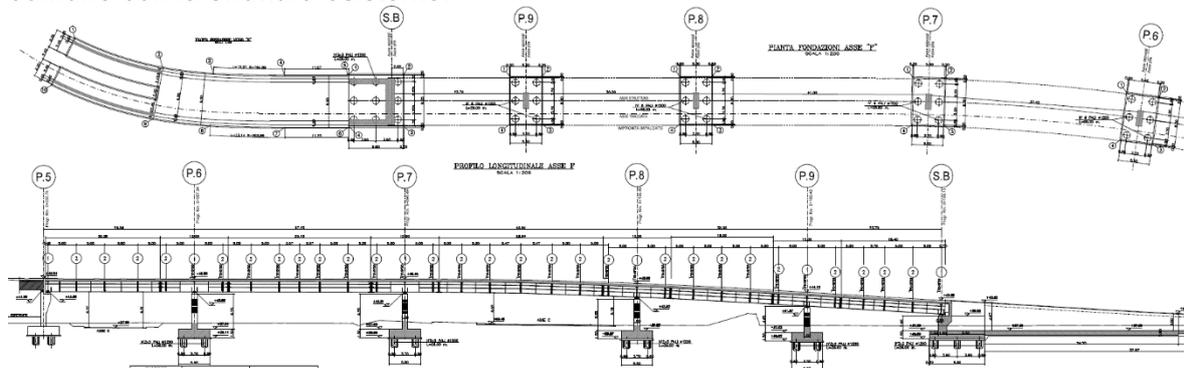
Per il completamento del viadotto dell'Indiano è stata adottata una tipologia strutturale, sia dell'impalcato che delle sottostrutture, in sintonia con quella esistente, ovviamente adeguata agli attuali criteri di progettazione.

In realtà il nuovo viadotto è costituito da due opere ben distinte in corrispondenza degli assi stradali di progetto B ed F.

L'opera in corrispondenza dell'asse B è costituita da 4 campate che terminano su una pila in comune con la struttura esistente, mentre l'opera sull'asse F è costituita da 5 campate continue che terminano su una pila in comune con la struttura esistente.



L'opera in corrispondenza dell'asse F è costituita da 5 campate continue con una pila in comune con la struttura esistente.



L'impalcato è costituito da travate continue a n° 4 o 5 campate, realizzato in struttura composta acciaio calcestruzzo, di lunghezza complessiva pari a:

$$31.50 + 44.70 + 45.60 + 34.40 = 156.20 \text{ m (asse B)}$$

$$23.70 + 30.00 + 40.99 + 37.07 + 26.51 = 158.37 \text{ m (asse F)}$$

Il nuovo viadotto si congiunge al preesistente viadotto dell'Indiano attraverso l'esistente pila 4 e 5 rispettivamente per l'asse B ed F.

Lo schema di funzionamento dell'impalcato è del tipo "a grigliato", caratterizzato dai seguenti componenti:

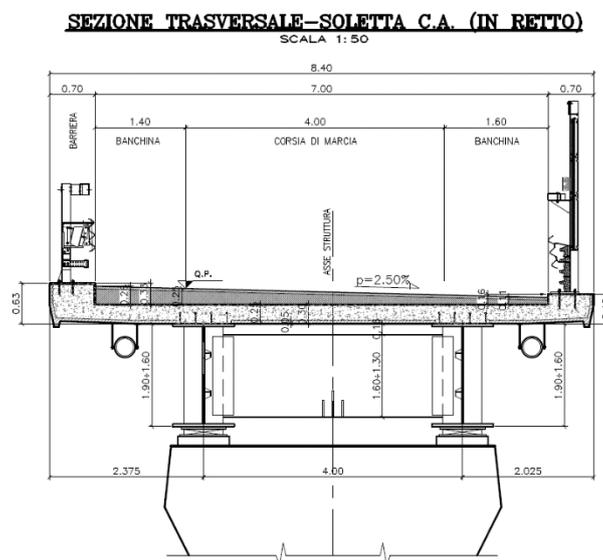
- 2 allineamenti di travi longitudinali metalliche a doppio T in composizione saldata, poste a interasse trasversali di 4.00 metri, e di altezza costante di 1.90 m;
- Soletta in calcestruzzo, di larghezza complessiva pari a 8.40 m e spessore 0.30 m, ospitante un piano viabile da 7.00 m, cordoli laterali di 0.70 m di larghezza e spessore variabile tra 0.46 m e 0.63 m, su cui viene ancorato il gurdrail e, dove previsto la barriera anti-rumore;
- traversi metallici di spalla e di pila, a doppio T in composizione saldata di altezza 1.0 m, disposti a collegare i 2 allineamenti di trave;
- 27 traversi intermedi reticolari a K formati da 2L120x10 e 2L100x10 in composizione bullonata, disposti a collegare gli allineamenti delle travi principali;
- 27 controventi inferiori reticolari a croce formati da 2L120x12 in composizione bullonata, disposti a collegare gli allineamenti delle travi principali.

L'altezza complessiva della travata (trave metallica + soletta) è pari a $1.90 + 0.30 = 2.20$ m.

Pertanto, i rapporti luce massima/altezza sono pari a $45.62 / 2.20 = 20.76$.

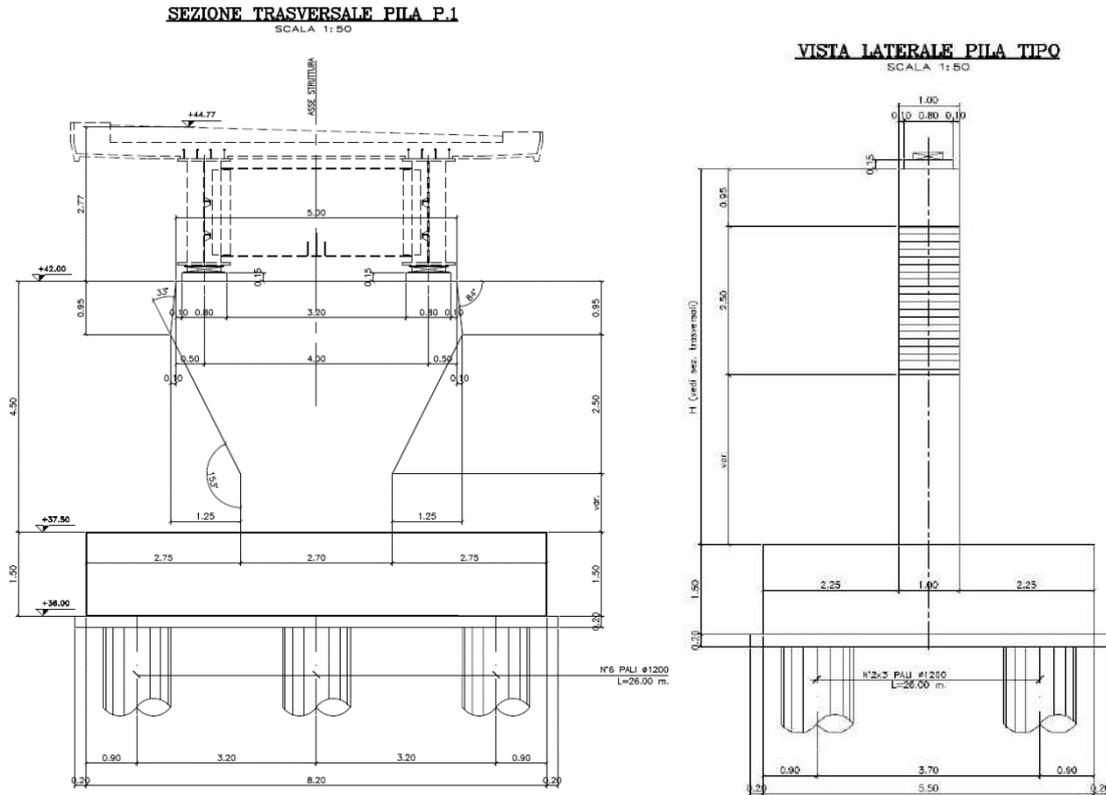
L'assieme formato da travi e traversi metallici è stabilizzato, prima della realizzazione della soletta, da un sistema di controventi di montaggio formato da profili L100x8, disposti a doppia crociera alle estremità di ciascun concio preassemblato.

Le giunzioni tra conci delle travi longitudinali sono previste realizzate mediante saldature p.p. a piè d'opera tranne quelle atte a consentire le fasi di montaggio dell'impalcato che sono di tipo bullonato. L'assemblaggio del grigliato avviene mediante giunzioni bullonate travi/traversi. La soletta in calcestruzzo è realizzata con l'ausilio di predalle collaborante in c.a., di spessore pari a 60 mm, dotata di nevature trasversali a traliccio.



La soletta in cemento armato, la cui larghezza, comprensiva di cordoli, è di 8.40 m, è realizzata con getto in opera mediante l'impiego di predalles autoportanti appoggiate alle travi laterali. La solidarizzazione tra la struttura metallica e la soletta in cemento armato è assicurata da un opportuno numero di connettori tipo Nelson saldati all'ala superiore di ciascuna delle travi metalliche.

Le pile, realizzate in cemento armato ordinario, presentano un fusto rastremato e spessore 1.00 m.



Le fondazioni delle pile sono del tipo profonde, realizzate su pali trivellati di diametro 1200 mm. La piastra di fondazione in c.a., avente forma in pianta rettangolare, ha dimensioni 8.20x5.50 m e altezza 1.50 m.

Le spalle presentano un paramento in cemento armato dello spessore di 1.50 m alto circa 3.60 m, una zattera di fondazione alta 1.50 m delle dimensioni 9.60 x 9.05 m poggiante su pali trivellati di diametro 1200 mm. Le spalle si completano con paraghiaia alto circa 2.30 m di spessore 50 cm e con i muri andatori di spessore 85 cm lunghezza 6.60 m e altezza 5.60 m circa.

Si annota che la progettazione garantisce l'idoneità statica della struttura di completamento e della pila esistente sulla quale l'impalcato insiste. Tuttavia, prima di realizzare le pavimentazioni e i cordoli per l'installazione delle barriere, l'ente gestore dovrà assicurarsi dell'idoneità statica anche della struttura esistente.

11.2 VIADOTTO PALAGIO

L'impalcato è costituito da travate continue a cinque campate, di lunghezza complessiva pari a:

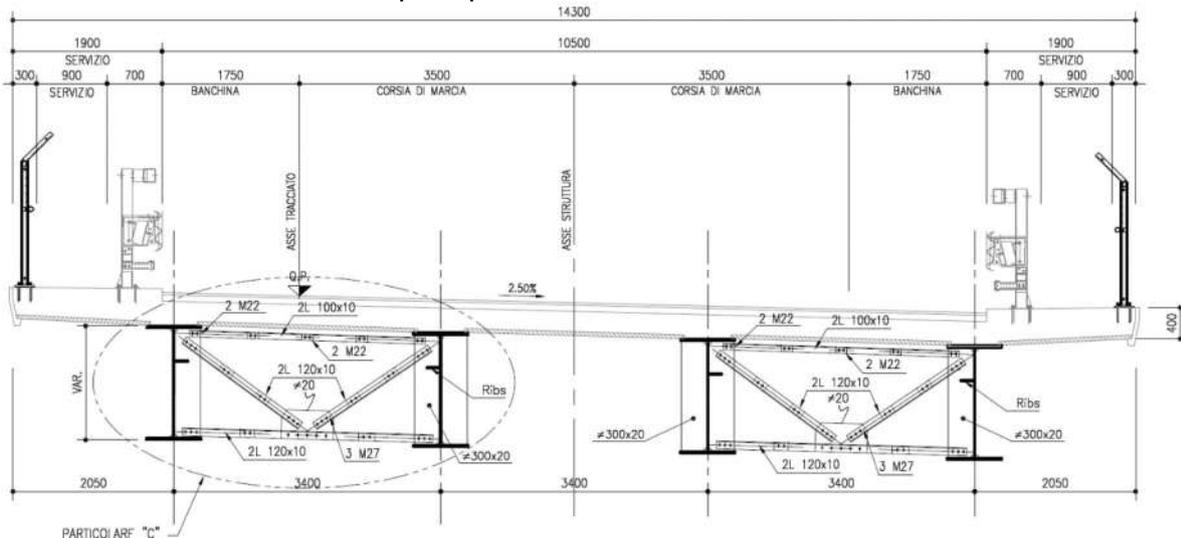
$$20.00 + 30.00 + 30.00 + 30.00 + 20.00 = 130.00 \text{ m,}$$

realizzato in struttura composta acciaio calcestruzzo. Il nuovo viadotto si congiunge al preesistente viadotto dell'Indiano attraverso l'esistente pila n. 4.

Lo schema di funzionamento dell'impalcato è del tipo "a grigliato", caratterizzato dai seguenti componenti:

- 4 allineamenti di travi longitudinali metalliche a doppio T in composizione saldata, poste a interasse trasversali di 3.40 metri, e di altezza variabile tra 0.85 m e 2.00 m;
- Soletta in calcestruzzo, di larghezza complessiva pari a 14.30 m e spessore 0.30 m (pendenza trasversale della sede stradale ottenuta mediante altezza variabile dei boggioni), ospitante un piano viabile da 10.50 m, cordoli laterali di 1.90 m di larghezza, su cui viene ancorato il guard-rail ed una rete di protezione;

- traversi metallici di spalla, a doppio T in composizione saldata di altezza 0.55 m, disposti a collegare i 4 allineamenti di trave;
- 2x2 = 4 traversi metallici di spalla, a doppio T in composizione saldata di altezza 0.55 m, disposti a collegare a coppie (T1 con T2 e T3 con T4) gli allineamenti delle travi principali.
- traversi metallici di pila, a doppio T in composizione saldata di altezza 1.00 m, disposti a collegare i 4 allineamenti di trave;
- 2x19 = 38 traversi intermedi reticolari a K formati da doppi profili 2L 120x10 in composizione bullonata, disposti a collegare a coppie (T1 con T2 e T3 con T4) gli allineamenti delle travi principali.



L'altezza complessiva minima della travata (trave metallica + soletta) è pari a $0.85+0.30 = 1.15$ m. L'altezza complessiva massima della travata (trave metallica + soletta) è pari a $2.00+0.30 = 2.30$ m.

Pertanto, i rapporti luce massima/altezza sono pari a $20.00/1.15 \square 30.00/2.30 = 17.39 \square 18.74$. L'assieme formato da travi e traversi metallici è stabilizzato, prima della realizzazione della soletta, da un sistema di controventi di montaggio formato da profili 2L100x100x10, disposti a doppia crociera alle estremità di ciascun concio preassemblato.

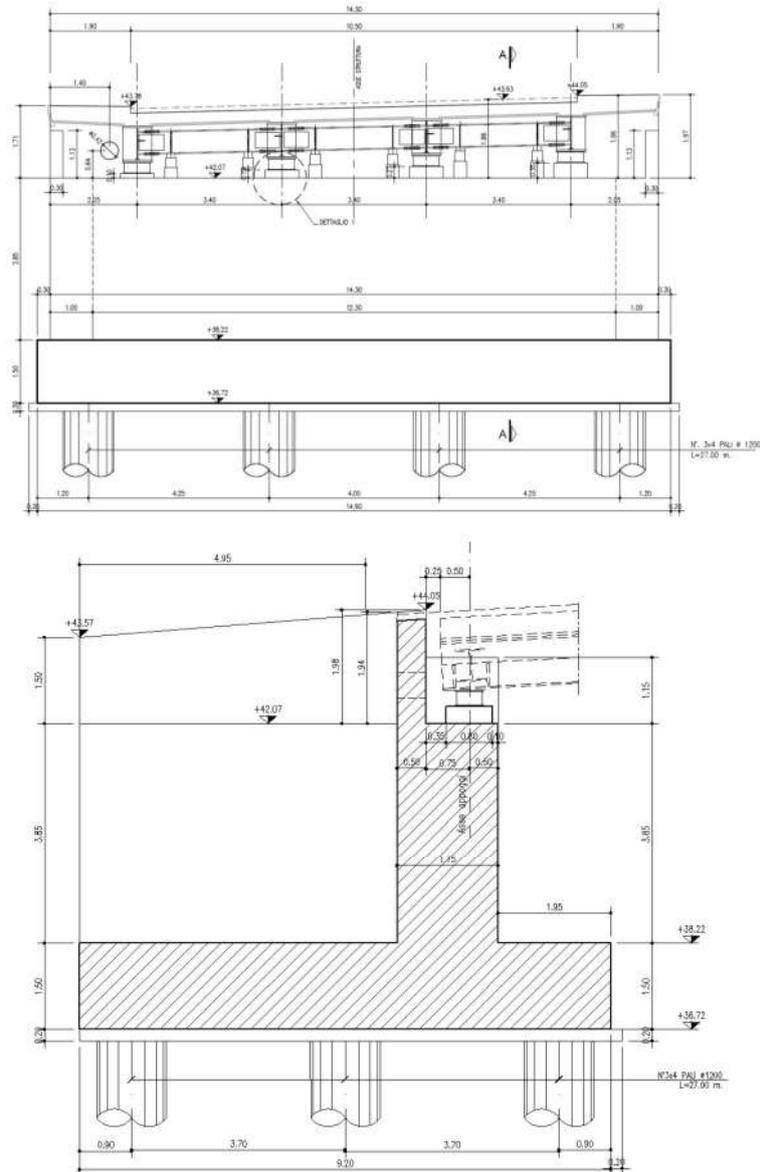
Le giunzioni tra conci delle travi longitudinali sono previste realizzate mediante saldature p.p. a piè d'opera tranne quelle atte a consentire le fasi di montaggio dell'impalcato che sono di tipo bullonato. L'assemblaggio del grigliato avviene mediante giunzioni bullonate travi/traversi. La soletta in calcestruzzo è realizzata con l'ausilio di predelle collaborante in c.a., di spessore pari a 50 mm, dotata di nervature trasversali a traliccio.

La travata è supportata da spalle e pile in c.a.

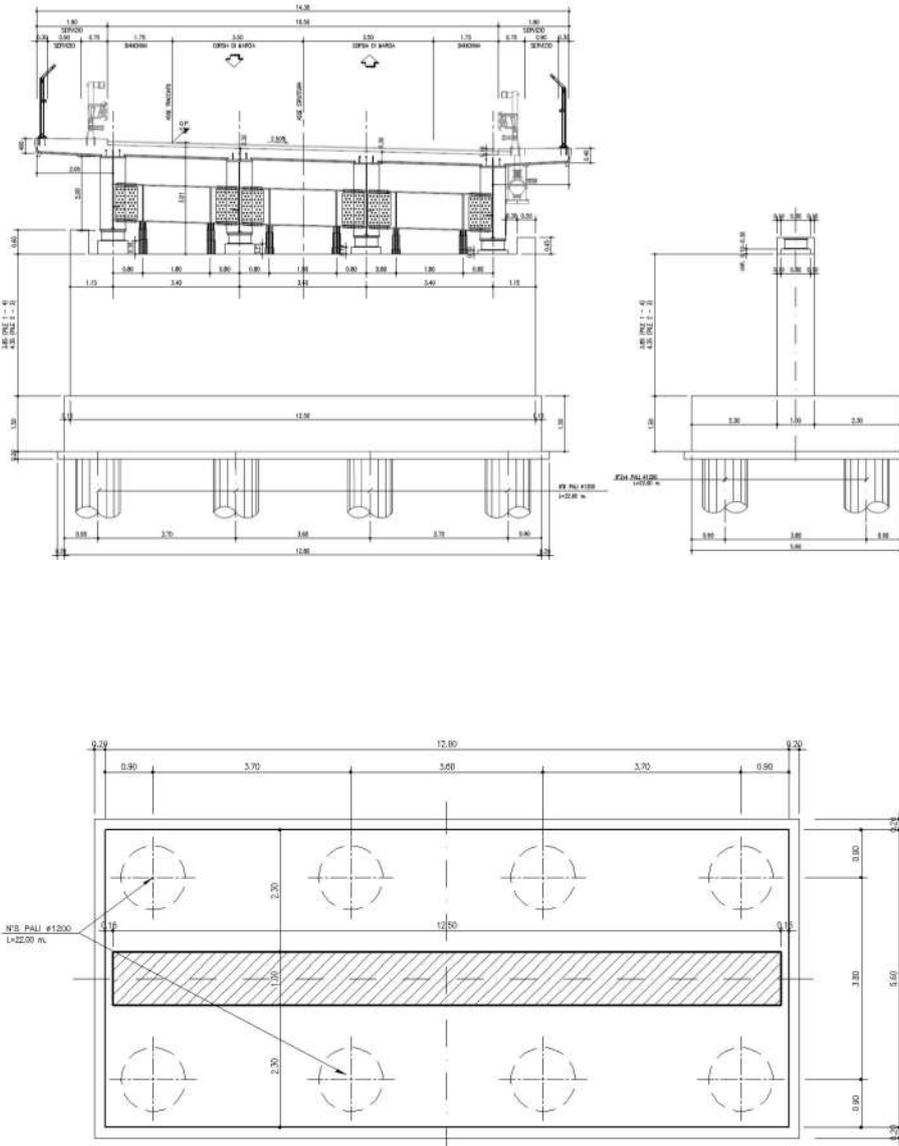
Le spalle si compongono di suola di base, paramento e paraghiaia, aventi le seguenti dimensioni:

Struttura	Larghezza/Spessore (m)	Altezza (m)
Paraghiaia:	0.50	2.59÷2.67
Paramento:	1.00÷1.75	3.85
Suola fondazione:	9.20	1.50

La suola di fondazione è fondata su di una palificata di 4 file a 3 pali $\phi 1200$ mm. La figura seguente riporta, a titolo indicativo, la configurazione della spalla A.



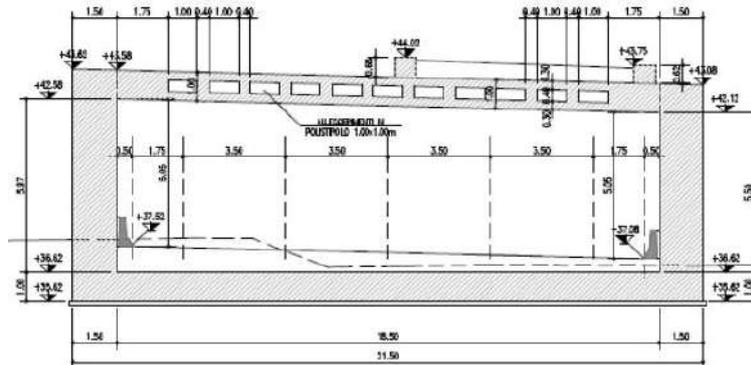
I sostegni intermedi (pile) del viadotto sono realizzati da fusti in c.a. a setto di larghezza trasversale pari a 12.50 m con altezza 3.85 m (pile n. 1 e 4) e 4.35 m (pile n. 2 e 3). Il plinto di fondazione delle pile ha spessore pari a 1.50 m e dimensioni planimetriche 12.80x5.60 m, fondate su 8 pali $\varnothing 1200$ mm. Gli schemi seguenti riportano la configurazione tipo delle pile.



L'impalcato è isolato sismicamente rispetto le sotto-strutture (pile e spalle).
Il sistema di vincolo si basa sull'utilizzo di apparecchiature elastomeriche ad alto smorzamento HDRB-H (mescola normale) su pile e spalle.

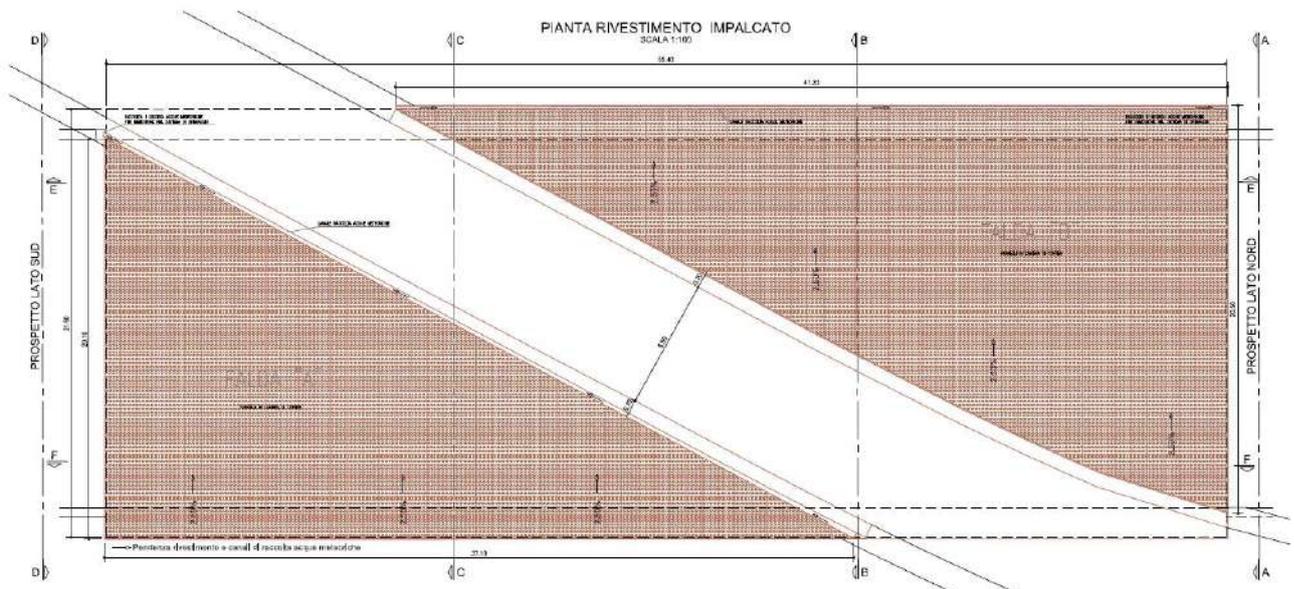
11.3 SOTTOVIA ASSE M

La struttura è realizzata in cemento armato con sezione scatolare monocellulare monolitica gettata in opera. Le fondazioni sono costituite da un solettone in cemento armato che scarica direttamente sul terreno, la soletta superiore, al fine di contenere le sollecitazioni derivanti dal permanente è stato previsto di alleggerirlo con elementi centrali in polistirolo. I muri di sottoscarpa si suddividono in muri tratto A, tratto B, tratto C e tratto D a monte e a valle del sottopasso. Si riportano i relativi schemi prospettici



La soluzione adottata nel progetto esecutivo per il rivestimento in Corten del Sottovia 1 Asse M, scaturisce dalla volontà di adottare soluzioni costruttive semplici, uniformate, e realizzabili con materiali commerciali e/o facilmente reperibili.

La soluzione prevede, sia per la copertura che per le pareti verticali, l'utilizzo di pannelli in lamiera di corten Fe 360 sp 15/10 in lastre di dimensioni approssimative di 80x150cm, tagliate e piegata in modo da poter essere montate sovrapposte a proteggere la struttura sottostante dagli agenti atmosferici ed in particolare dall'acqua piovana.

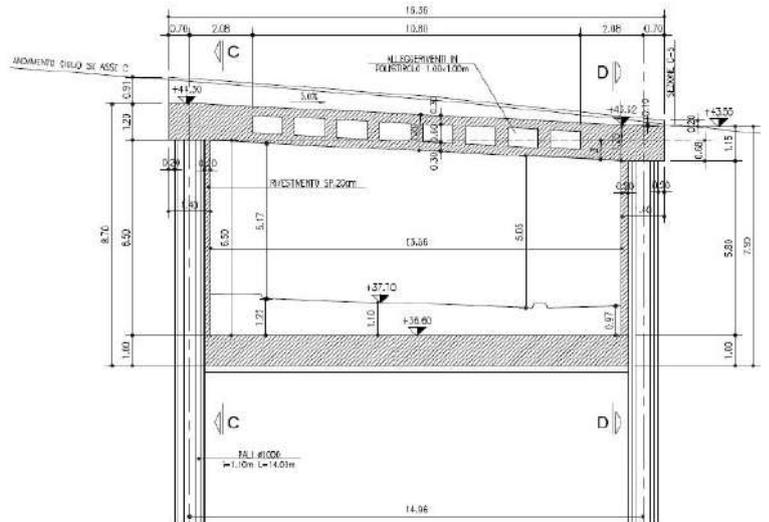
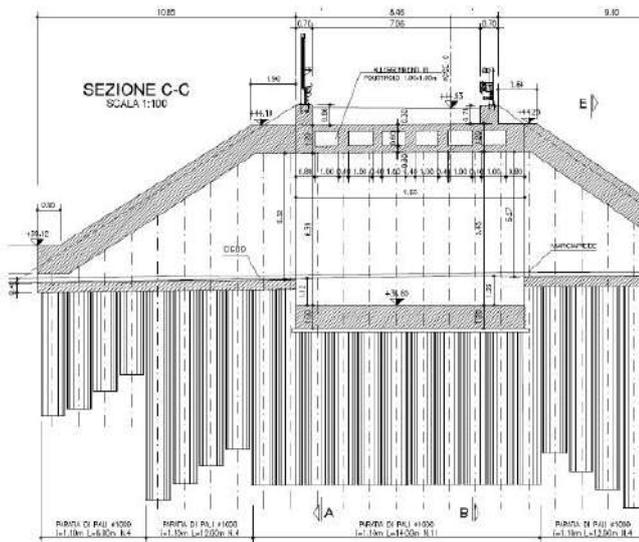


Le lastre saranno fissate mediante tasselli adeguatamente dimensionati, ad una sottostruttura di profili metallici zincati ancorata a sua volta al manufatto in C.A. con tassellatura.

Le facce dell'involucro di rivestimento saranno raccordate tra loro sugli spigoli con profilati angolari in corten, così come le estremità libere delle lamiere che rimarranno sul perimetro del rivestimento saranno coperte con lamierini piegati a "C" opportunamente ancorati; ove necessario saranno inserite reti parainsetto.

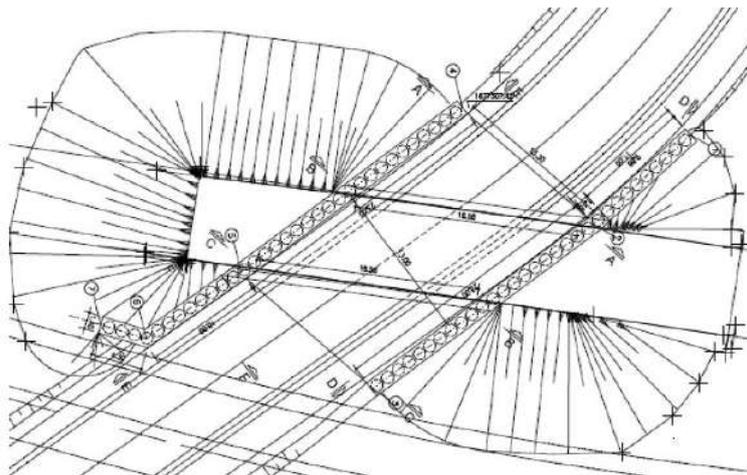
Il rivestimento superiore del sottovia sarà costituito da due superfici piane inclinate, che seguendo la pendenza dell'impalcato sottostante, convogliano le acque meteoriche verso due canali di raccolta, situati uno lungo il muretto dell'asse viario "M" e l'altro sul coronamento della facciata ovest. Dai canali di raccolta sono previsti discendenti e raccordi per raggiungere i più vicini punti di immissione nella rete di drenaggio e smaltimento delle suddette acque.

I pluviali sul lato ovest, non rimarranno visibili, saranno inseriti tra la parete del sottovia e il rivestimento di corten e si immetteranno in un ulteriore canale, alla base del rivestimento; quest'ultimo dovrà essere collegato con una condotta interrata al più vicino pozzetto della rete di drenaggio in progetto.



11.5 SOTTOVIA 2 ASSE E

L'opera è situata nell'ambito dell'intervento per il completamento dello svincolo di Peretola. La struttura è realizzata in cemento armato con sezione costituita da una soletta superiore monocellulare monolitica gettata in opera, da una paratia di pali trivellati di grande diametro ($\square 1000$) posti ad interasse $i=1.10\text{m}$ che costituiscono le pareti, e da un solettone di contrasto al livello inferiore. Al fine di contenere le sollecitazioni derivanti dal permanente è stato previsto di alleggerire la soletta superiore con elementi in polistirolo posti nel nucleo della soletta stessa.



12 OPERE COMPLEMENTARI

12.1 BARRIERE DI SICUREZZA

Documenti di riferimento

La progettazione delle barriere di sicurezza è stata redatta in conformità alle normative vigenti e ai documenti di seguito elencati:

- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04): "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92): Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.: Nuovo codice della Strada.
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.: Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- Autostrade per l'Italia – Spea: "Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA", Rev. Dicembre 2017.
- Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- Norme UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali":
 - UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";
 - UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
 - UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
 - UNI ENV 1317-4:2003 "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
 - UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
- DM 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011): "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

Scelta dei dispositivi di ritenuta

Lungo i tracciati stradali 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).

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto. L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel progetto delle barriere di sicurezza. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate.

Sarà onere dell'Appaltatore/Installatore dimostrare, con specifici relazioni di calcolo e disegni costruttivi che la barriera che propone di utilizzare garantisca, nella configurazione reale del supporto in sito, un funzionamento analogo a quello certificato dalle prove di crash. Ai fini dell'accettazione della barriera proposta, la Direzione Lavori si riserva in ogni caso di richiedere eventuali crash test con barriera installata nella suddetta configurazione reale del supporto (con pavimentazione, arginello e scarpata come da progetto).

Lo svincolo terminale urbano di Peretola ricade in ambito urbano ove vige il limite massimo generalizzato di 50 km/h, e presenta rami con velocità di progetto comprese tra i 40 ed i 60 km/h 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) ricadente fuori dal campo di applicazione del suddetto decreto (velocità di progetto inferiore ai 70km/h). La normativa è stata presa comunque a riferimento, e laddove ritenuto opportuno si è prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta.

In particolare per la definizione delle classi minime dei dispositivi, nel caso dei rami di svincolo relativi agli assi principali (assi A e I), direttrici da/per l'autostrada A11, si è fatto riferimento alla tipologia urbana di scorrimento (tipo D) e condizioni di traffico di tipo III, di conseguenza, è stato previsto l'impiego di barriere metalliche di classe minima H2 lungo i bordi laterali su sedime naturale, in linea con quanto indicato dal D.M.21.06.2004 nella tabella seguente:

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

Classi minime di barriere per strade urbane di scorrimento (D)

Nei restanti rami di svincolo, si è fatto riferimento a quanto indicato dal D.M. 21.06.2004 per strade urbane di tipo E e traffico di tipo III (v. tabella seguente) e di conseguenza, è stato

previsto l'impiego di barriere metalliche di classe minima H1 lungo i bordi laterali (la classe è stata opportunamente incrementata ad H2 in approccio alle opere d'arte concetto di "ali funzionali" del sistema misto) e bordo ponte di classe H2 su opera d'arte.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Classi minime di barriere per strade urbane di quartiere (E)

Infine con riferimento allo spartitraffico autostradale, nel tratto iniziale dell'A11 ricompresa nel nodo di Peretola, è stato previsto l'impiego di barriere bifilari in cls da spartitraffico di classe minima H4 appoggiate sulla pavimentazione, in continuità con le barriere del tratto autostradale adiacente in progetto.

Per quanto riguarda le 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, e altri ostacoli lungo i bordi laterali.

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A. Ad eccezione delle barriere di classe H1, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia. I dispositivi metallici a paletti infissi dovranno avere una larghezza totale del dispositivo non inferiore a 30cm, per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine stradale di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma. Per le barriere di sicurezza metalliche di tipo infisso da doversi installare su bordo rilevato dovranno essere impiegati dispositivi con infissione minima pari a 90 cm.

La tipologia delle barriere su opera d'arte è quella di barriere metalliche a nastri, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Le barriere bordo ponte e in spartitraffico, dovranno essere preferibilmente caratterizzate da classe di severità A. Potranno essere adottate barriere con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con i requisiti progettuali e/o con le larghezze dei cordoli previsti in progetto e/o con la distanza da eventuali ostacoli, rientranti nella classe A.

12.2 SEGNALETICA

Il progetto prevede la costituzione di un sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, in grado di garantire, un elevato livello di sicurezza e fluidità della circolazione veicolare. Si ritiene, infatti, che dotare la viabilità di una segnaletica che tenga in debito conto la prestazione percettiva dell'utente, e dunque avente idonee caratteristiche di visibilità, cospicuità e

leggibilità possa evitare confusione e incertezza nella valutazione dell'utente, riducendo il rischio di manovre errate o effettuate in tempi inadeguati.

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale – viene impostata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

- a) **D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.** "Nuovo codice della Strada"
 - b) **D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
 - c) **DIRETTIVA 24.10.2000** "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
 - d) **D.M. 10.07.2002** "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo" (G.U. N. 226 del 26.09.2002)
- e) Norme UNI**
- o UNI EN 1463-1: 2004
Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;
 - o UNI 11154: 2006 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera – Segnaletica orizzontale.
 - o UNI EN 1436: 2008
Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
 - o UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale:
 - Parte 1: Segnali permanenti
 - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati
 - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti
 - Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica
 - Parte 5: Prove iniziali di tipo

SEGNALETICA VERTICALE

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

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza* e della *fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;
- Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l'uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

Per quanto non espressamente di seguito previsto si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

Marcatura CE per la segnaletica verticale

Il **1° gennaio 2013** è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007, con la pubblicazione in lingua italiana della

UNI EN 12899-1:2008, che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti per il traffico stradale prodotti e commercializzati nei paesi dell'Unione Europea.

La norma in Italia è entrata automaticamente in vigore il 1° gennaio 2013, senza necessità di ulteriori Decreti attuativi, in quanto ha lo status di norma nazionale, con la conseguenza che la sua applicazione è obbligatoria e cogente e pertanto da tale data, fermo restando la validità dei segnali verticali permanenti già installati precedentemente, non possono più essere prodotti, commercializzati e quindi posati sul territorio nazionale ed europeo segnali verticali permanenti senza marcatura CE.

Inoltre in conformità alla norma UNI EN 12899-1, la certificazione di conformità CE dovrà riguardare il segnale completo, compresi i sostegni.

Pellicole e Garanzie

Per il tratto stradale in oggetto, dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa e di classe 2 microprismatica per le targhe di indicazione.

Le caratteristiche colorimetriche ed il fattore di luminanza β dovranno essere conformi ai valori contenuti nei prospetto 1 (classe 1) e 2 (classe 2) della EN12899-1 e alla tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole a microprismi.

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa, misurata strumentalmente con un angolo di divergenza di 20' e un angolo di illuminazione di 5°, non deve essere inferiore ai valori (ridotti del 70% per i colori serigrafati ad eccezione del bianco) riportati nelle tabelle della EN12899-1 per la classe 1 (prospetto 3) e per la classe 2 (prospetto 4) e della tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole ai microprismi.

Strutture di sostegno

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

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

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

Staffe per fissaggio ai sostegni

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

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

SEGNALETICA ORIZZONTALE

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

In particolare, “i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione”. Di seguito si da una breve descrizione delle “caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché dei metodi di misura di dette caratteristiche”. Per quanto non riportato si rimanda al “Capitolato Speciale D’appalto – Parte II”.

Requisiti e livelli prestazionali

Al momento della posa dovrà essere verificato che siano garantite le seguenti prestazioni.

Retroriflettanza: coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni d’illuminazione artificiale del segnale asciutto, **RL \geq 150 mcdxm2xlx-1** (classe R3 da prospetto 3 della UNI EN 1436/04).

Colore: le coordinate cromatiche x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel prospetto 6 della UNI EN 1436/04.

prospetto 6 Vertici delle regioni delle coordinate cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla

Vertici N°		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375

Resistenza al derapaggio: SRT \geq 50 (classe S2 da prospetto 7 UNI EN 1436/04).

Dimensioni e materiali da impiegare per segnaletica orizzontale

Per quanto concerne le dimensioni, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 15 cm;
- strisce di separazione dei sensi di marcia continua di larghezza pari a 12 cm;
- strisce di delimitazione delle corsie di marcia discontinue di tipo “c” di larghezza pari a 12 cm;
- strisce per delimitare le corsie di accelerazione e decelerazione, tipo “e” di larghezza pari a 15 cm;
- strisce discontinue di margine in corrispondenza di accessi laterali, tipo “f” di larghezza pari a 15 cm
- Zebrature di presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli lungo la carreggiata di larghezza pari a 40 cm con intervalli di 80 cm;
- Frecce direzionali e simboli sulla pavimentazione secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati in base ai seguenti tipi:

a) Pitture:

Si suddividono in due famiglie:

1 - idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(*);

L'idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2 - pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

(*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

b) Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(*):

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.

(*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

c) Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)

Si suddividono in tre classi di applicazione:

- 1 - per applicazioni provvisorie;
- 2 - per applicazioni poco sollecitate;
- per applicazioni altamente sollecitate

d) Colato plastico bicomponente a freddo, a base resine metacriliche esente da solventi

Questo pittura è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcarei, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsfere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza. Il prodotto non contiene solventi volatili.
- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

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

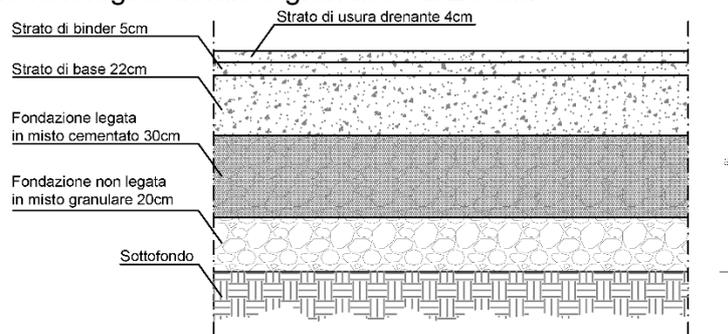
In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione".

12.3 PAVIMENTAZIONI

Il progetto delle pavimentazioni per le porzioni di pavimentazione su nuovo sedime prevede tre tipologie di pacchetto, in funzione dei carichi di traffico di ciascun asse, con una sovrastruttura così composta:

TIPO A (per l'asse I in ampliamento della piattaforma autostradale)

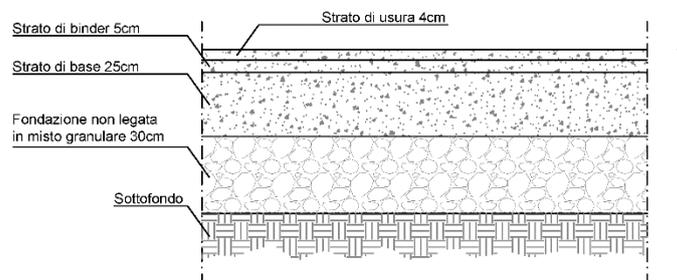
- Usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 22 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 30 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.



Composizione della sovrastruttura di progetto_Intervento TIPO A

TIPO B (per gli assi I in rampa – L – P – D – A)

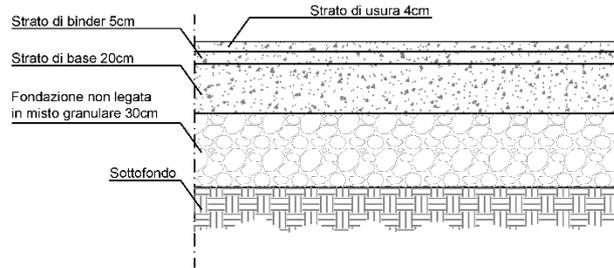
- Usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 25 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 30 cm.



Composizione della sovrastruttura di progetto_Intervento TIPO B

TIPO C (per i restanti assi)

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 20 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 30 cm.



Composizione della sovrastruttura di progetto_Intervento TIPO C

Per gli interventi sul pavimentato esistente di tutti gli assi (tranne l'asse A dove il progetto prevede imbottiture medie di 20/30cm e dovendo anche garantire l'esercizio della viabilità, di collegamento con l'autostrada, l'intervento sull'esistente è limitato ad una fresatura preliminare di 4cm) è previsto il rifacimento dei conglomerati bituminosi di progetto (34cm per gli assi con pavimentazione tipo B e 29cm per gli assi con pavimentazione tipo C) previa fresatura fino al raggiungimento della quota di posa del nuovo pacchetto in conglomerato bituminoso.

12.4 IMPATTO ACUSTICO E BARRIERE ANTIRUMORE

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'esercizio dell'infrastruttura in progetto, 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.

Nelle planimetrie di progetto sono quindi indicate le localizzazioni e le dimensioni delle mitigazioni acustiche previste. Nel seguito sono riportate le barriere acustiche previste:

WBS BARRIERA ACUSTICA	COMUNE	Ubicazione	Caratteristiche intervento		
			Lungh. [m]	Altez. [m]	Tipologia
F0101	Firenze	Peretola-Asse N	122	3	Opaca
F0102a	Firenze	Peretola-Asse Q	178	5	Opaca
F0102b	Firenze	Peretola-Asse Q	43	4	Opaca
F0103a	Firenze	Peretola-Asse Y	92	5	Opaca
F0103b	Firenze	Peretola-Asse L	248	5	Opaca/Trasparente
F0104	Firenze	Peretola-Asse D	336	6	Trasparente
F0105	Firenze	Peretola-Asse G	232	5	Opaca
F0106	Firenze	Peretola-Asse U/E	180	5	Opaca
F0107	Firenze	Peretola-Asse F	125	3	Opaca
F0108	Firenze	Peretola-Asse X	90	2	Opaca
F0109	Firenze	Peretola-Asse C	113	2	Opaca
F0110	Firenze	Peretola-Asse I	244	5	Opaca

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 che si prevede di utilizzare presenta le pannellature fonoassorbenti in corten con la parte sommitale (per barriere oltre i 3.50 m di altezza) 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 ed in funzione del livello di assorbimento acustico richiesto (in generale pari al 25%).

Al fine di garantire il più possibile la godibilità dal percorso dell'autostrada del paesaggio circostante in particolare nei tratti tutelati ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i. sono state introdotte barriere acustiche trasparenti (PMMA).

Per le tipologie utilizzate si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

12.5 SISTEMAZIONI A VERDE

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.

12.5.1 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 e 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 (D.Lgs. 30/04/1992 e s.m.i.), e nel Codice Civile.

12.5.2 Descrizione degli interventi a verde previsti

Sulla scorta dei rilievi fitosociologici e fisionomici eseguiti e sulle caratteristiche stazionali presenti sono state quindi individuate le specie vegetali autoctone ed alcune con caratteristiche ornamentali, per la realizzazione di filari alberati e arbustivi con necessità ecologiche ed agronomiche ottimali alle caratteristiche dell'area d'intervento.

La scelta della vegetazione, al fine di garantire una continuità con le aree naturali esterne all'area, ricade su specie autoctone con altezze e habitus vegetativi conformi alle restrizioni imposte dalle normative in fatto di distanze dalla infrastruttura autostradale.

Le mitigazioni ambientali sono essenzialmente di due tipologie, i filari arborei e le siepi arbustive, con l'aggiunta di alcuni alberi isolati ornamentali. Nella planimetria di progetto è indicata la collocazione di queste tipologie, secondo la seguente codifica:

- Filare arboreo F1;
- Filare arboreo-arbustivo F2;
- Siepe arbustiva mista S1;
- Siepe arbustiva monospecifica S2;
- Piante isolate.



Figura 2 – Planimetria di progetto delle Opere a Verde

Filare arboreo F1 - Filare arboreo-arbustivo F2

In parallelo al tracciato verranno realizzati dei filari arborei monospecifici (F1) e plurispecifici (F2) il cui sviluppo e composizione si distribuiscono in funzione degli effettivi spazi a disposizione, tenendo in considerazione la posizione e la tipologia dei manufatti a contorno dell'autostrada (ad esempio fossi di guardia, canali irrigui, viabilità secondaria, barriere antirumore ecc.) garantendo in tal modo un certo grado di inserimento e coerenza paesaggistica pur nella uniformità specifica.

Questi elementi lineari di mitigazione lungo gli assi hanno lo scopo di integrare visivamente l'opera con il contesto stesso ricreando un continuum visivo con le aree limitrofe e contribuendo in piccola parte a diminuire le emissioni acustiche dell'infrastruttura.

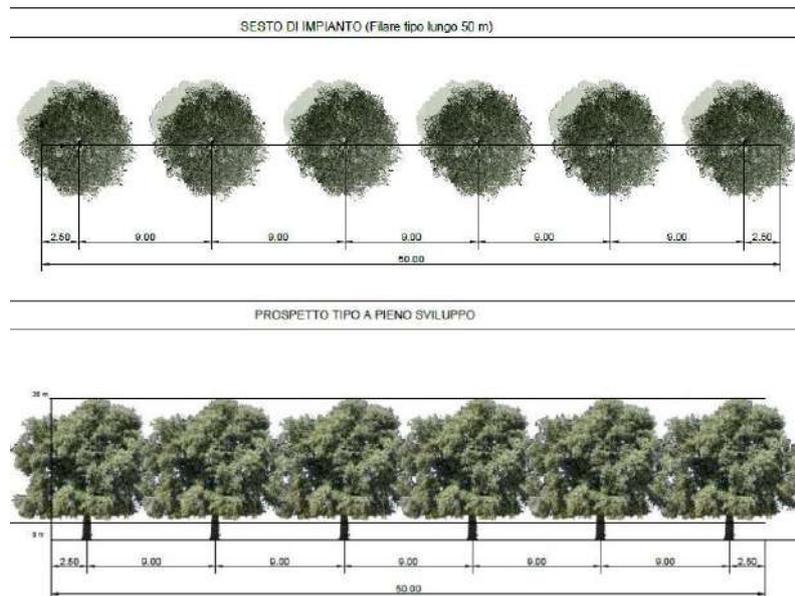


Figura 3 - Schema di Opere a Verde F1 - Filare arboreo monospecifico



Figura 4 - Schema di Opere a Verde F2 - Filare arboreo-arbustivo plurispecifico

Siepe arbustiva mista S1 – Siepe arbustiva monospecifica S2

La realizzazione dello svincolo di Peretola determinerà la presenza di aree intercluse che a causa della loro posizione e dimensione relativa sono spesso non utilizzate, per la ridotta accessibilità e le problematiche gestionali. L'obiettivo è farle diventare un'opportunità permettendo di realizzare sia una mitigazione visiva in continuità con il contesto, sia un hotspot ecologico.

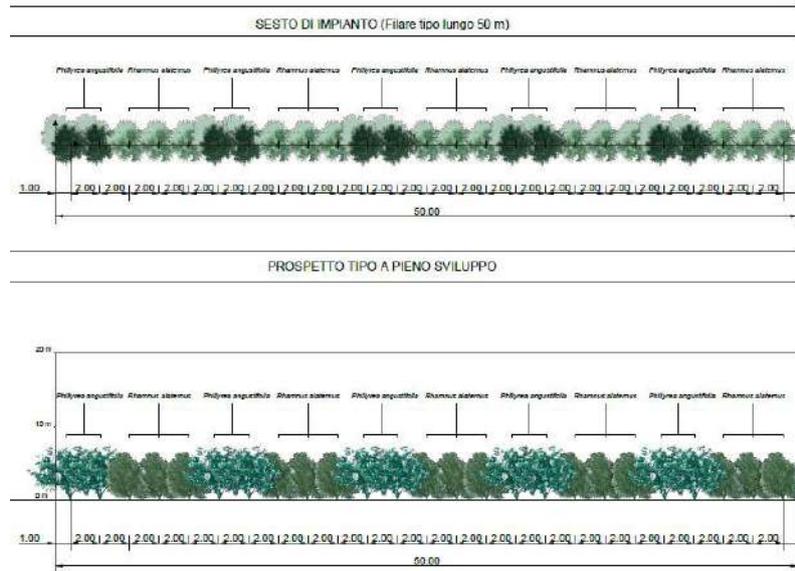


Figura 5 - Schema di Opere a Verde S1 – Siepe arbustiva mista

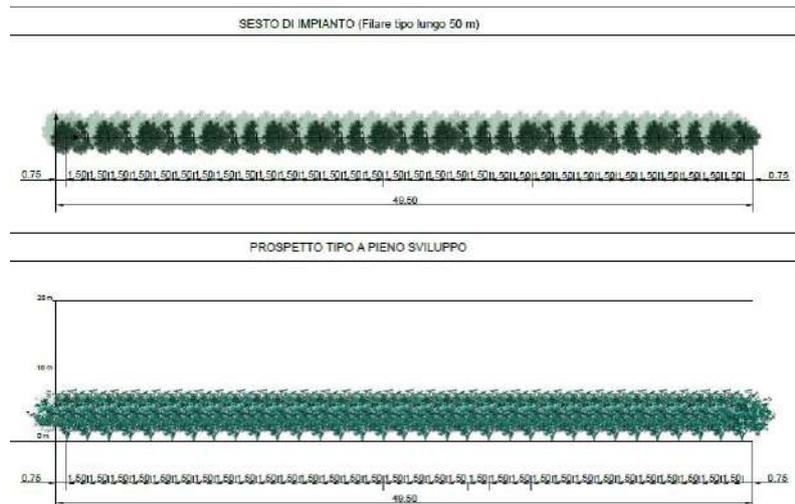


Figura 6 - Schema di Opere a Verde S2 – Siepe arbustiva monospecifica

Piante isolate

Sono poi introdotti interventi più puntuali con funzione ornamentale all'interno delle fasce residuali degli svincoli di Peretola con lo scopo di caratterizzare simbolicamente tali ambiti rispetto al contesto in modo da creare dei landmark di riferimento per l'utenza dell'autostrada che possano diventare anche un supporto per l'avifauna.

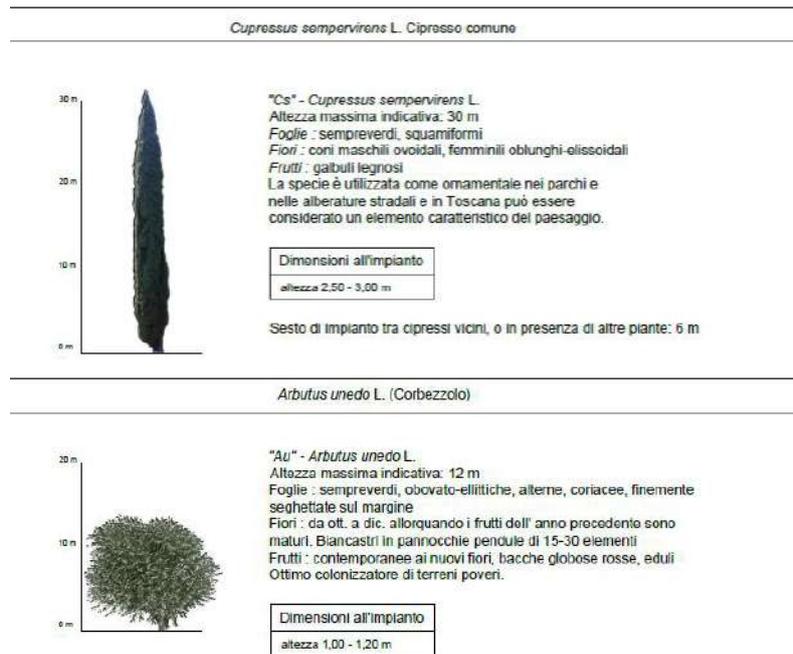


Figura 7 - Schema di Opere a Verde – Piante isolate

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 antiattraversamento 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.

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.

Per quanto riguarda il recupero ambientale delle aree di cantiere si deve prevedere il recupero del suolo agrario al fine di restituire un terreno adatto alla coltivazione.

Gli interventi di ricostruzione del suolo necessario alle fasi di recupero ambientale, considerando anche le modalità di asportazione, accantonamento e conservazione del suolo rimosso durante le prime fasi di predisposizione del cantiere, sono descritte dettagliatamente nella relazione tecnico-specialistica (cfr. elaborato SUA1111).

13 IMPIANTI

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

- impianti d'illuminazione esterna a copertura della viabilità locale prevista in riqualificazione funzionale ed ampliamento, comprendendo assi principali, rotonde di intersezione, corsie di immissione e diversione e piste ciclopedonali;
- impianto di illuminazione di sottovia carrabile in asse P;
- esecuzione degli impianti di informatizzazione elettronica all'utenza (PMV) in asse L ed asse D;

- realizzazione delle nuove infrastrutture longitudinali di comunicazione per connessione alle nuove postazioni PMV in asse L ed asse D e alla postazione PMV esistente presente in asse A presso Area di Servio prossima all'ingresso Aeroporto di Peretola;
- realizzazione di impianto semaforico carrabile e pedonale con esercizio funzionale a chiamata in asse D;
- realizzazione di impianto di sollevamento idraulico completo di impianto semaforico di emergenza per eventi straordinari.

Per la definizione puntuale delle consistenze e caratteristiche realizzative, si dovrà fare riferimento agli elaborati progettuali prodotti per tipologia di intervento come da precedente elenco.

13.1 ILLUMINAZIONE ESTERNA

Questi impianti realizzano la copertura illuminotecnica degli assi di viabilità principale di maggiore capacità nonché le viabilità secondarie urbane sottoposte a riqualificazione.

Gli impianti di pubblica illuminazione saranno realizzati ottemperando ai requisiti dalla vigente norma UNI 11248-2016 e della Legge Regionale della Toscana n. 39 del 24 Febbraio 2005.

I corpi illuminanti costituenti i punti luce, saranno del tipo lampada LED su pali in acciaio con altezza fuori terra adeguati alla funzionalità illuminotecnica di progetto e strutturalmente omogenei ai limitrofi impianti esistenti che non risultassero soggetti a ricollocazione.

13.2 ILLUMINAZIONE SOTTOVIA CARRABILI

L'impianto realizza la copertura illuminotecnica di una struttura scatolare sottopassante in asse P.

La viabilità all'interno della stessa è prevista monodirezionale su piattaforma a quattro corsie di percorrenza.

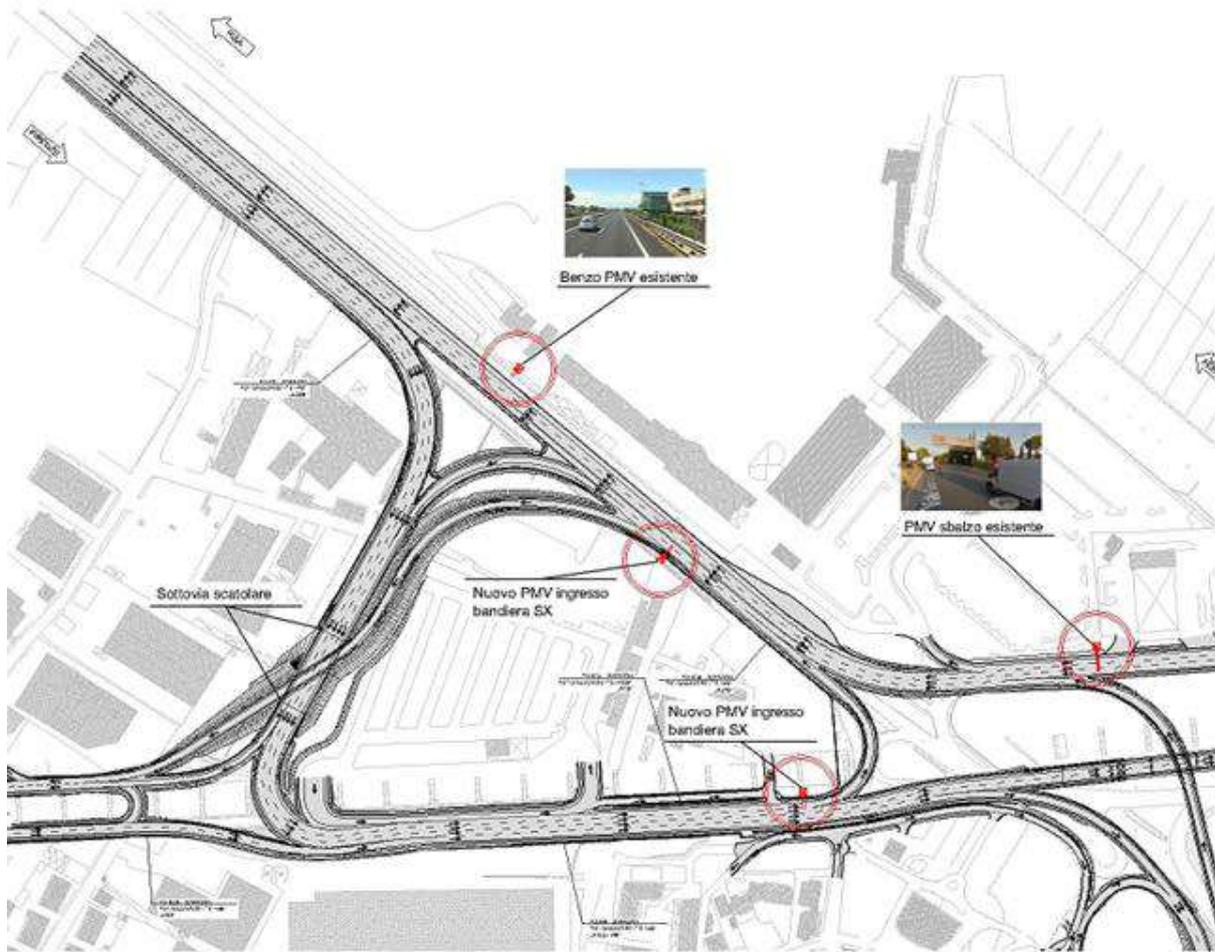
L'impianto sarà realizzato ottemperando ai requisiti minimi dalla vigente norma UNI 11095_2011.

Si prevede l'utilizzo di proiettori laterali con lampada LED ed ottica adeguata alla copertura illuminotecnica di strutture di galleria; sono previsti circuiti di illuminazione di rinforzo ed adattamento e circuiti di illuminazione permanente dimensionati in ottemperanza ai requisiti della norma UNI vigente.

L'esercizio funzionale dei circuiti sopra menzionati è sottesa ad automatismi di regolazione determinati da sonde di misura della luminosità esterna ed interna alla struttura.

13.3 IMPIANTO DI INFORMAZIONE ELETTRONICA ALL'UTENZA(PMV)

L'impianto prevede l'implementazione di punti di segnaletica elettronica di informatizzazione, realizzata mediante n.2 nuovi pannelli a messaggio variabile composti ognuno da matrice led da 15 caratteri / 4 righe installati mediante struttura metallica di supporto di tipo a sbalzo e posizionati presso gli assi stradali L e D come da immagine successiva.



13.4 IMPIANTO SEMAFORICO PEDONALE E CARRABILE

Per consentire i transiti carrabili e pedonali degli utenti residenti nell'area urbana interclusa nella nuova viabilità di svincolo, è prevista la realizzazione di un impianto semaforico di attraversamento pedonale ed immissione carrabile con attivazione automatica mediante chiamata manuale (transito pedonale) ed attivazione con sensori di prossimità (transito carrabile per immissione).

Il posizionamento del summenzionato impianto è previsto presso l'asse stradale Y per consentire gli attraversamenti ed immissioni sull'asse stradale D.

13.5 IMPIANTO SOLLEVAMENTO IDRICO PIATTAFORMA

Presso l'asse stradale E verrà realizzato un impianto di sollevamento idrico di piattaforma costituito da camera di accumulo idrico e n.2 elettro pompe di emungimento ad immersione.

Tale impianto sarà alimentato mediante linea primaria in bassa tensione trifase a 400V integrando la stessa con alimentazione di emergenza mediante gruppo elettrogeno insonorizzato per sopperire ad eventi di mancanza rete primaria da ente erogatore locale.

L'impianto prevede inoltre un impianto semaforico di sicurezza allo scopo di impedire il transito nell'asse stradale asservito in caso di eventi meteorologici straordinari che

pregiudichino il funzionamento di sicurezza del presidio idraulico determinando conseguentemente l'allagamento dell'area sottesa allo stesso.

13.6 INFRASTRUTTURE DI TELECOMUNICAZIONE

Contestualmente alle opere di realizzazione della nuova viabilità si procederà alla realizzazione di una rete in cavo a fibre ottiche e relative infrastrutture di posa, per provvedere alla connessione delle postazioni di informatizzazione elettronica all'utenza precedentemente trattate.

Tali postazioni comprenderanno altresì i punti di informatizzazione attualmente presenti nell'area che saranno mantenuti in esercizio in quanto non interferenti con le opere di piattaforma previste, ovvero:

- n.1 postazione PMV tipo itinere (pannello alfanumerico 3 righe / 20 caratteri e doppio pittogramma full color);
- n.1 postazione benzo pmv per informazione prezzi carburanti alle aree di servizio del tratto autostradale A11.

La rete avrà origine da nuovo shelter telecomunicazioni che verrà installato presso l'asse stradale A.

La rete sarà realizzata in microtecnologia con infrastruttura di posa mediante tubazione durapack interrata e sezionata con pozzetti da 800x800 mm con interasse massimo di 500 m o minor distanza per cambi di percorso.

I cavi distribuiti alle utenze sottese saranno del tipo micro cavo F.O. a 24 fibre ottiche realizzanti la connessione LAN locale al nodo concentratore di trasmissione previsto all'interno del summenzionato shelter.

Attualmente le postazioni di informatizzazione esistenti risultano sottese ad una rete in rame 7bcp in derivazione dalla carreggiata Ovest direzione Pisa che sarà successivamente dismessa e rimossa.

Nella figura successiva si fornisce l'inquadramento generale della nuova rete di comunicazione per la gestione dell'impianto di informatizzazione come sopra descritto.

14 CANTIERIZZAZIONI

Di seguito sono descritte le fasi realizzative del nodo di Peretola, tali fasi sono state studiate in maniera tale che lo svolgimento dei lavori garantiscano una circolazione veicolare funzionale durante tutta la realizzazione dell'intervento.

0. In questa fase verranno effettuate le deviazioni propedeutiche alla realizzazione delle lavorazioni da realizzare in fase 1.

1a-b. In questa fase verranno realizzate tutte le attività non interferenti col traffico esistente, le opere principali che verranno realizzate sono il completamento del viadotto dell'indiano e il viadotto Palagio e verrà realizzata parzialmente il nuovo sottovia sull'asse M.

2. Deviato il traffico sui due nuovi viadotti, in questa fase verranno completati i nuovi assi I e M, compreso il sottovia iniziato nella fase precedente, e verrà realizzato l'asse E e i due sottovia Sp101 e Sp102.

3-4 Queste fasi sono due fasi secondarie in cui vengono completate le attività che non si sono riuscite a completare nelle fasi precedenti.

Oltre alle fasi principali sono previste delle fasi notturne necessarie a realizzare le attività che necessitano di chiusure delle viabilità interferenti con i lavori, tutte le fasi sono rappresentate nelle tavole relative alle fasizzazioni dei lavori.

Le tre aree di supporto del Nodo di Peretola sono state localizzate rispettivamente:

- AD001 (3100 mq) a sud dell'autostrada A11 all'altezza della pk.0+200;
- AD002 (5100 mq) in adiacenza a viale Giovanni Luder;
- AD003 (10500 mq) in adiacenza a via di Carraia.

Tutte le tre aree di supporto sono accessibili direttamente dalla viabilità locale, all'interno delle tre aree sono previste aree di stoccaggio all'aperto e wc chimici.

14.1 GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Per lo sviluppo di questo argomento si rimanda allo specifico paragrafo della Relazione Generale del Lotto 1 (GEN0002).

15 ESPROPRI E INTERFERENZE

15.1 Espropri e stima delle indennità

Le principali Leggi in materia espropriativa di cui è stato fatto riferimento:

- DPR 327 del 8 giugno 2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni;
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (abrogazione art. 37 DPR 327/2001);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10 Giugno 2011 (Dichiarazione di Incostituzionalità dei Valori Agricoli Medi - G.U. l^a s.s. n. 26 del 15.06.2011);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 388 del 22.12.2012 (Dichiarazione di Incostituzionalità del art 37 comma 7 del DPR 327/2001 e s.m.i.).

Il presente progetto esecutivo evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi impegnare per la realizzazione delle opere in esame.

Tale sezione è composta di una parte grafica (piano particellare), di una descrittiva (elenco ditte da espropriare) e della stima dei costi delle espropriazioni.

La parte grafica riporta la proiezione del perimetro dell'esproprio sulla mappa catastale, con la sovrapposizione della stessa mappa al rilievo reale e alla planimetria di progetto con ancoraggio a punti significativi (punti trigonometrici georeferenziati, capisaldi in genere).

La parte descrittiva contiene l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi espropriare. Per ciascuna ditta sono stati riportati i mappali da acquisire in via ablativa od occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle di esproprio e degli altri elementi di identificazione catastale (qualità, classe, reddito dominicale, reddito agrario).

A ciascuna ditta catastale interessata è stata attribuita una numerazione tenendo conto dell'eventuale accorpamento di più particelle in capo alla singola proprietà.

Dopo la formazione del piano particellare sono state conteggiate le somme necessarie agli espropri con le seguenti modalità: determinate le superfici necessarie alla realizzazione dell'opera, sono stati eseguiti dei sopralluoghi sui siti interessati, atti ad identificare l'attuale destinazione dei beni immobili, provvedendo a distinguere, con successive indagini relative

alle destinazioni urbanistiche, l'effettivo valore riferito alla specifica attribuzione di aree non edificabili, aree edificate ed a potenzialità edificatoria legale.

Le aree interessate dalle opere ricadono nel Piano Regolatore vigente principalmente in ambiti di industriali, standard e marginalmente non edificabili (agricoli).

Come sopra citato dalle indagini si è provveduto ad eseguire i conteggi economici delle indennità di esproprio secondo i criteri indicati dal D.P.R. 327 del 8 giugno 2001 e s.m.i. – Testo Unico in materia di espropriazione che comprendono oltre alle indennità per il trasferimento immobiliare anche delle seguenti in indennità aggiuntive:

- occupazione temporanea preordinata e non preordinata all'espropriazione, applicando il criterio della presumibile incidenza del danno determinato dal mancato godimento del bene per la durata della sua detenzione;
- frazionamento della proprietà e limitazione del suo diritto;
- asservimenti;
- costi tecnici per la procedura espropriativa ed imposte.

Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica relazione sulle espropriazioni e stima delle indennità (cfr. elaborato ESC0100).

15.2 Interferenze

Nella previsione del piano finanziario sono stati esaminati anche i costi necessari per adeguare i servizi tecnologici che interferiscono con la realizzazione dell'opera in progetto e che dovranno essere adeguati.

Una volta individuate le reti esistenti, si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle linee presso i gestori. Dal censimento successivamente sono stati redatti gli opportuni elaborati progettuali, planimetrie di censimento interferenze, schede di risoluzione e relazione giustificativa dei costi di risoluzione, con indicati i referenti dai quali sono state reperite le notizie generali ed avute le indicazioni per effettuare gli adeguamenti necessari e le modalità di risoluzione temporanea.

I costi occorrenti per l'adeguamento degli impianti tecnologici sono stati determinati secondo le indicazioni fornite dagli Enti gestori degli stessi impianti o secondo l'esperienza del progettista.

Gli oneri per la risoluzione delle interferenze tengono conto di tutto quanto necessario: rotture di sedi stradali, trasporto alla discarica dei materiali di risulta, riprese, pozzetti di derivazione, controtubi, sfiati ecc., deviazioni e collegamenti temporanei per la continuità del servizio.

16 APPENDICE

In appendice vengono riportati i diagrammi e tabulati di verifica degli assi di progetto.

Per ogni asse è indicato innanzitutto il diagramma delle velocità, determinato come previsto al punto 5.4 del D.M. n. 6792/2001. Nella medesima figura è riportato, per pronto riferimento, anche l'andamento delle curvature planimetriche.

Successivamente vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l'asse autostradale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), in colonna (8) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Infine vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7) e (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio di progetto.

Di seguito vengono elencate i codici relativi alle eventuali anomalie presenti nelle verifiche planimetriche:

DM 19/04/2006

- (a) Raggio minimo delle curve planimetriche.
- (h) Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi).
 - (h1) Criterio del contraccolpo
 - (h2) Criterio della sovrappendenza di falda
 - (h3) Criterio ottico

16.1 ASSI PRINCIPALI

16.1.1 Asse A

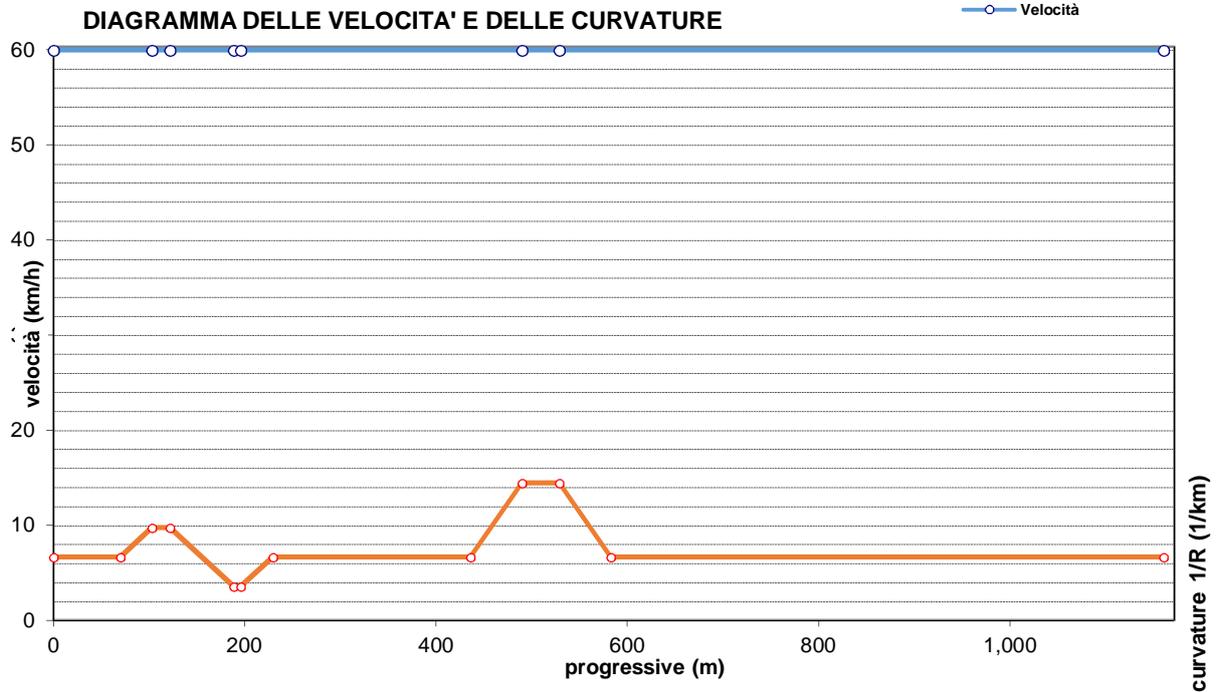


Figura 0-1 – Asse A – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	69.723	69.723	R				60.0				
2	69.723	103.057	33.333	AT	100.00			60.0				
3	103.057	121.963	18.907	C	300.00	DX	4.33	60.0				
4	121.963	155.297	33.333	AT	100.00			60.0				
5	155.297	188.630	33.333	AT	100.00			60.0				
6	188.630	196.061	7.431	C	300.00	SX	4.33	60.0				
7	196.061	229.394	33.333	AT	100.00			60.0				
8	229.394	436.295	206.900	R				60.0				
9	436.295	489.628	53.333	AT	80.00			60.0				
10	489.628	529.089	39.461	C	120.00	DX	5.00	60.0				
11	529.089	582.423	53.333	AT	80.00			60.0				
12	582.423	1'160.359	577.936	R				60.0				

Tabella 0-1 – Asse A - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	67	59	75	16.14	0.00	0.81	0.81	2000	60.0	70.4	0.5	1	-		
2	D	113	104	123	18.68	0.81	-1.06	1.87	1000	60.0	70.8	1.1	0.1	-		
3	S	159	147	172	25.75	-1.06	0.23	1.29	2000	60.0	71.1	0.5	1	-		

4	D	208	188	227	38.54	0.23	0.03	0.19	20000	60.0	70.6	1.1	0.1	-		
5	S	440	436	443	7.30	0.03	0.76	0.73	1000	60.0	70.4	0.5	1	-		
6	D	502	450	554	104.14	0.76	-0.54	1.30	8000	60.0	70.6	1.1	0.1	1338		
7	S	582	571	594	23.17	-0.54	-0.07	0.46	5000	60.0	71.0	0.5	1	-		
8	S	711	704	718	14.05	-0.07	0.63	0.70	2000	60.0	70.5	0.5	1	-		
9	D	726	719	733	14.88	0.63	-0.36	0.99	1500	60.0	70.6	1.1	0.1	-		
10	S	830	811	848	36.46	-0.36	-0.18	0.18	20000	60.0	70.9	0.5	1	-		
11	S	875	862	888	26.32	-0.18	0.08	0.26	10000	60.0	70.8	0.5	1	-		
12	D	916	892	940	47.52	0.08	-0.31	0.40	12000	60.0	70.8	1.1	0.1	-		
13	S	992	973	1'011	38.36	-0.31	-0.19	0.13	30000	60.0	70.9	0.5	1	-		
14	S	1'157	1'155	1'158	2.13	-0.19	-0.14	0.05	4500	60.0	70.9	0.5	1	-		

Tabella 0-2 – Asse A - Verifiche altimetriche

16.1.2 Asse I

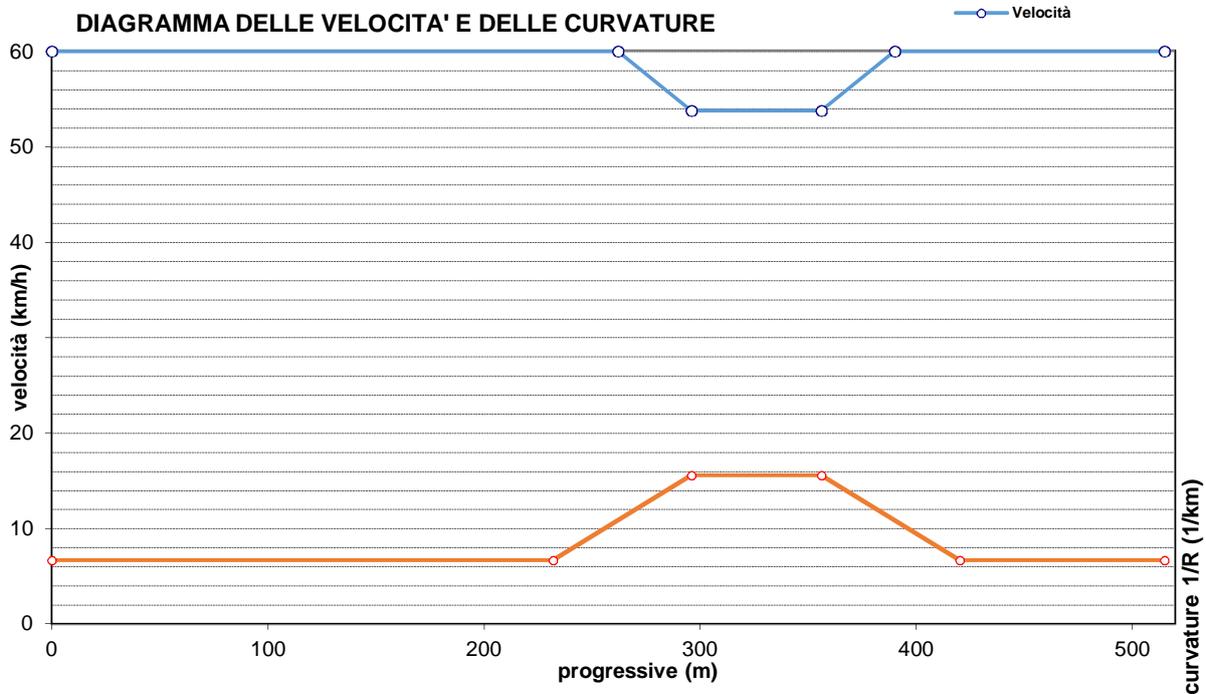


Figura 0-2 – Asse I – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	231.808	231.808	R				60.0				
2	231.808	295.986	64.178	AT	76.00			60.0				
3	295.986	355.891	59.906	C	90.00	DX	5.00	53.8				
4	355.891	420.069	64.178	AT	76.00			60.0				
5	420.069	514.746	94.677	R				60.0				

Tabella 0-3 – Asse I - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	4	3	5	2.13	0.14	0.19	0.05	4500	60.0	70.6	0.5	1	-		
2	S	168	149	188	38.36	0.19	0.31	0.13	30000	60.0	70.5	0.5	1	-		
3	D	244	220	268	47.52	0.31	-0.08	0.40	12000	60.0	70.6	1.1	0.1	-		
4	S	297	291	303	11.38	-0.08	0.17	0.25	4500	54.6	61.7	0.5	1	-		
5	S	372	370	373	2.93	0.17	0.20	0.03	10000	56.8	65.1	0.5	1	-		
6	D	445	376	514	138.22	0.20	-1.12	1.32	10500	60.0	71.1	1.1	0.1	1356		

Tabella 0-4 – Asse I - Verifiche altimetriche

16.1.3 Asse P

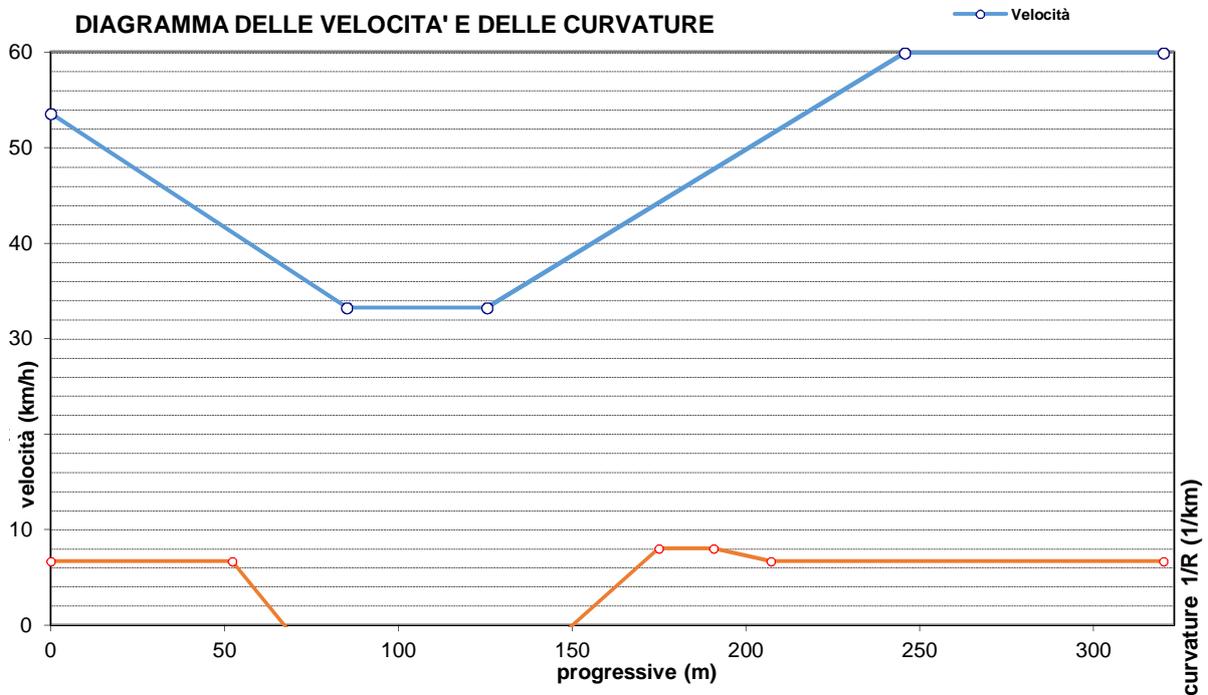


Figura 0-3 – Asse P – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	52.138	52.138	R				53.6				
2	52.138	85.138	33.000	AT	33.00			41.2				
3	85.138	125.476	40.338	C	33.00	SX	5.00	33.3		77.20	NO	(a)
4	125.476	158.476	33.000	AT	33.00			40.6				
5	158.476	174.979	16.503	AT	76.00			44.2		116.67	NO	(h3)
6	174.979	190.562	15.583	C	350.00	DX	3.93	47.6				
7	190.562	207.065	16.503	AT	76.00			51.3		116.67	NO	(h3)
8	207.065	320.092	113.027	R				60.0				

Tabella 0-5 – Asse P - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	109	86	132	46.20	-1.12	1.19	2.31	2000	34.7	33.8	0.5	1	525		
2	D	237	207	267	59.66	1.19	0.00	1.19	5000	60.0	70.2	1.1	0.1	-		

Tabella 0-6 – Asse P - Verifiche altimetriche

16.1.4 Asse D

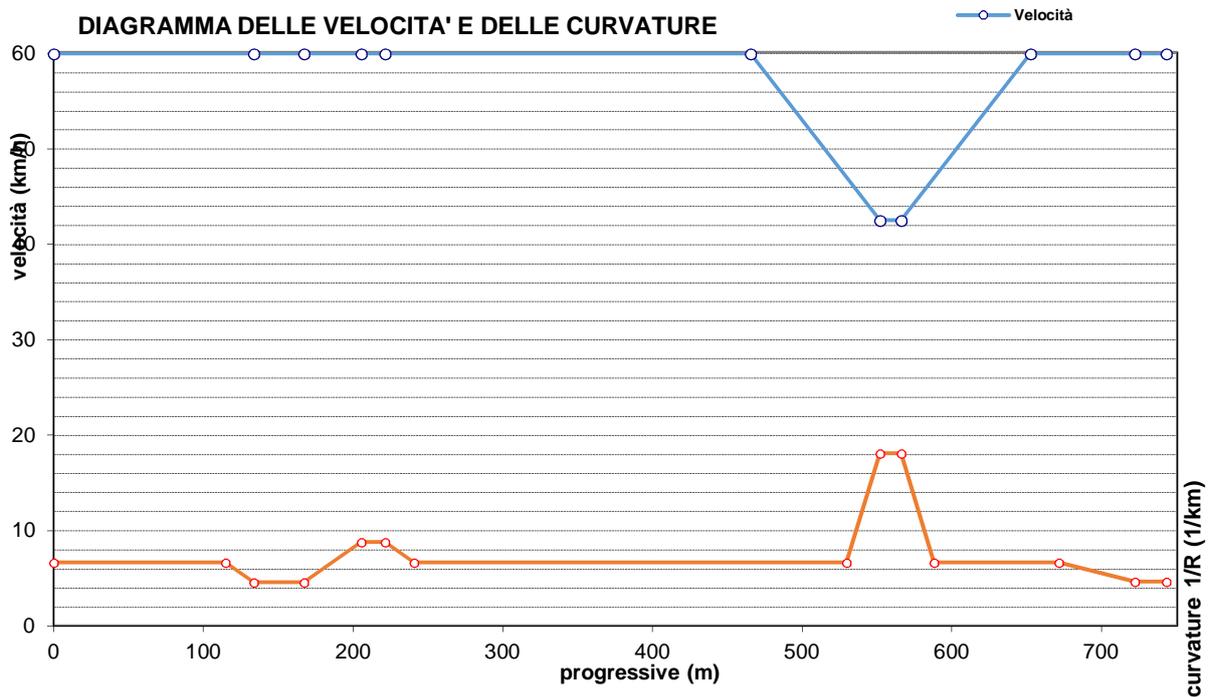


Figura 0-4 – Asse D – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	114.495	114.495	R				42.0				
2	114.495	133.748	19.253	AT	76.00			42.0		100.00	NO	(h3)
3	133.748	166.988	33.239	C	300.00	SX	4.33	42.0				
4	166.988	186.241	19.253	AT	76.00			42.0		100.00	NO	(h3)
5	186.241	205.495	19.253	AT	76.00			42.0		100.00	NO	(h3)
6	205.495	221.318	15.824	C	300.00	DX	4.33	42.0				
7	221.318	240.571	19.253	AT	76.00			42.0		100.00	NO	(h3)
8	240.571	529.752	289.181	R				42.0				
9	529.752	552.025	22.273	AT	35.00			42.0				
10	552.025	566.076	14.051	C	55.00	DX	5.00	42.0		289.18	NO	(a)
11	566.076	588.348	22.273	AT	35.00			42.0				
12	588.348	671.738	83.389	R				42.0				
13	671.738	722.205	50.468	AT	125.08			42.0				

14	722.205	743.439	21.233	C	310.00	SX	4.24	42.0			
----	---------	---------	--------	---	--------	----	------	------	--	--	--

Tabella 0-7 – Asse D - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	110	83	138	54.99	0.00	1.10	1.10	5000	41.0	41.6	0.5	1	706		
2	D	166	162	171	9.19	1.10	0.18	0.92	1000	41.0	41.6	1.1	0.1	-		
3	S	268	241	296	54.90	0.18	7.50	7.32	750	41.0	40.7	0.5	1	683		
4	D	402	327	477	150.00	7.50	-7.50	15.00	1000	41.0	41.8	1.1	0.1	469		
5	S	530	504	555	50.79	-7.50	-0.73	6.77	750	41.0	43.3	0.5	1	746		
6	S	644	627	660	33.42	-0.73	-0.06	0.67	5000	41.0	41.9	0.5	1	-		
7	D	724	718	731	13.55	-0.06	-0.19	0.14	10000	41.0	41.8	1.1	0.1	-		

Tabella 0-8 – Asse D - Verifiche altimetriche

16.1.5 Asse L

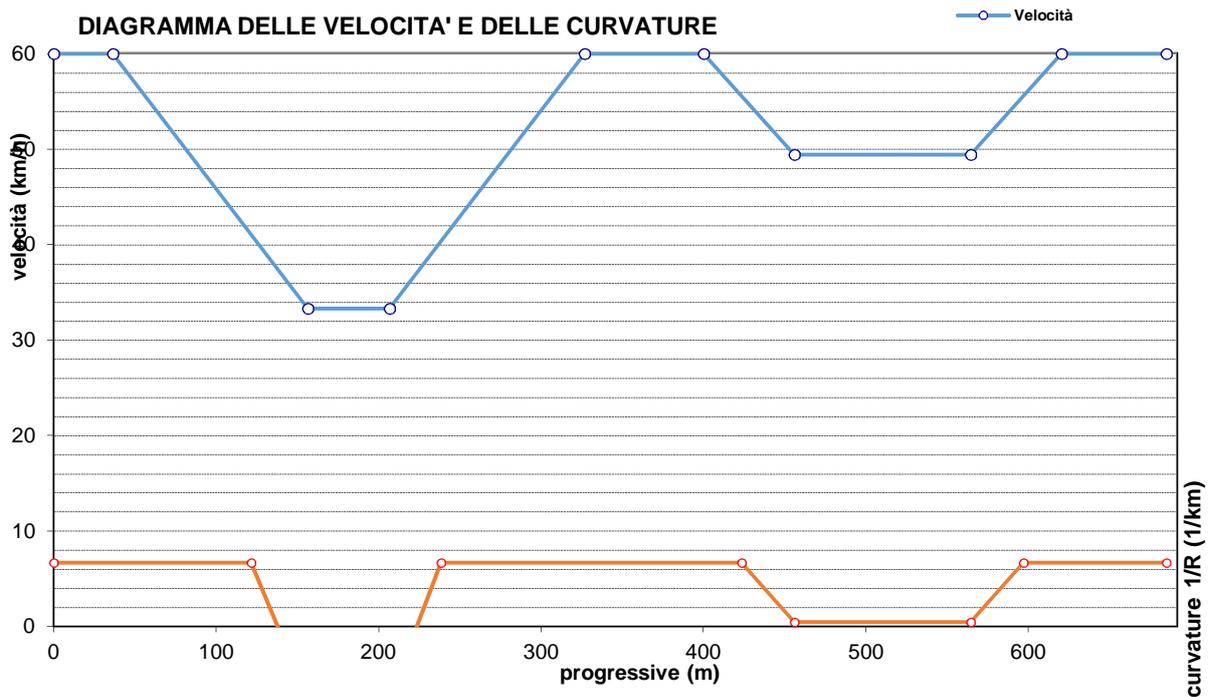


Figura 0-5 – Asse L – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	121.354	121.354	R				52.0				
2	121.354	156.354	35.000	AT	35.00			41.1				
3	156.354	206.588	50.234	C	35.00	SX	3.50	33.3		121.35	NO	(a)
4	206.588	238.393	31.805	AT	33.36			40.2				
5	238.393	423.419	185.026	R				52.0				
6	423.419	455.931	32.513	AT	51.00			52.0				

7	455.931	564.450	108.519	C	80.00	SX	3.50	49.4					
8	564.450	596.962	32.513	AT	51.00			52.0					
9	596.962	684.954	87.992	R				52.0					

Tabella 0-9 – Asse L - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	94	87	101	14.02	0.00	0.47	0.47	3000	48.7	52.6	0.5	1	-		
2	D	161	152	171	19.37	0.47	-1.95	2.42	800	34.4	33.5	1.1	0.1	-		
3	S	182	171	193	22.03	-1.95	1.72	3.67	600	33.3	32.1	0.5	1	177		
4	D	241	213	270	56.95	1.72	-1.13	2.85	2000	47.1	50.2	1.1	0.1	675		
5	S	296	280	312	31.69	-1.13	-0.07	1.06	3000	56.5	65.2	0.5	1	-		
6	S	431	425	437	11.82	-0.07	0.52	0.59	2000	55.3	62.6	0.5	1	-		
7	D	442	437	448	10.91	0.52	-0.72	1.24	880	53.0	59.3	1.1	0.1	-		
8	S	457	452	462	9.23	-0.72	0.20	0.92	1000	50.1	54.8	0.5	1	-		
9	D	615	546	684	138.22	0.20	-1.12	1.32	10500	60.0	71.1	1.1	0.1	1356		

Tabella 0-10 – Asse L - Verifiche altimetriche

16.1.6 Asse M

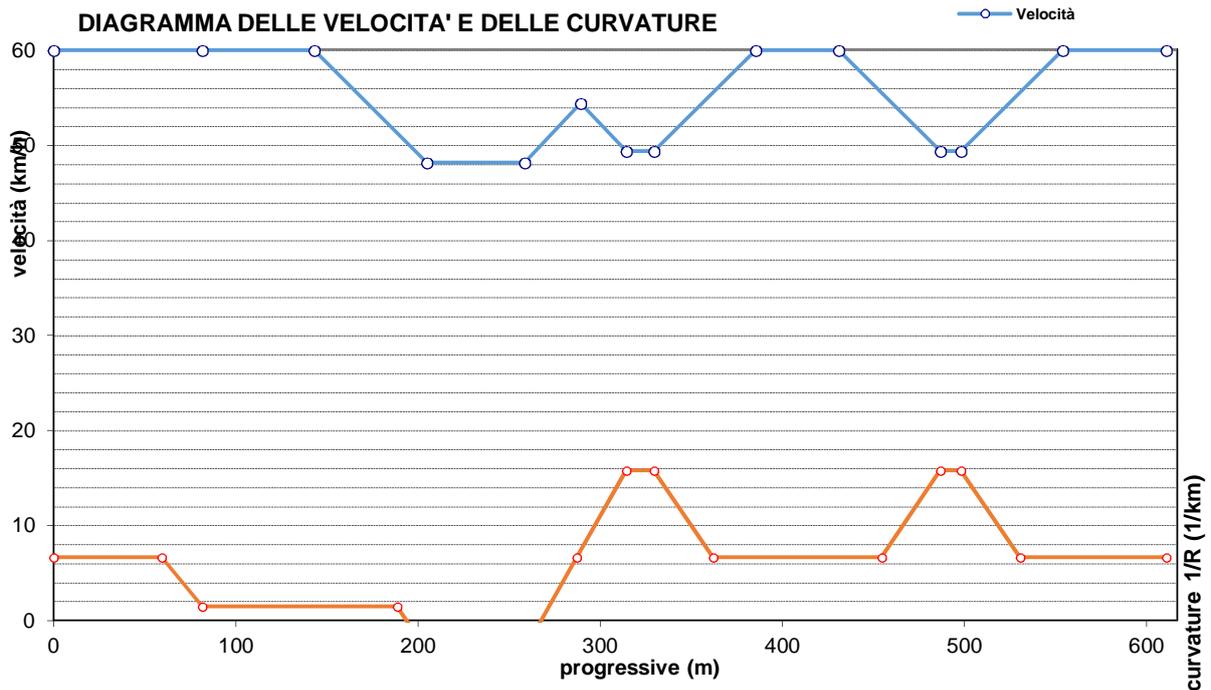


Figura 0-6 – Asse M – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	59.041	59.041	R				50.0				
2	59.041	81.526	22.485	AT	58.08			50.0				
3	81.526	188.486	106.960	C	150.00	Sx	3.44	50.0				
4	188.486	204.564	16.078	AC	52.50			50.0				
5	204.564	258.350	53.786	C	80.00	Sx	3.50	48.2				

6	258.350	287.150	28.800	AF	48.00			50.0								
7	287.150	314.256	27.106	AF	48.00			50.0								
8	314.256	329.521	15.265	C	85.00	DX	3.50	49.4								
9	329.521	361.948	32.426	AT	52.50			50.0								
10	361.948	454.414	92.466	R				50.0								
11	454.414	486.840	32.426	AT	52.50			50.0								
12	486.840	497.965	11.125	C	85.00	DX	3.50	49.4								
13	497.965	530.392	32.426	AT	52.50			50.0								
14	530.392	610.706	80.315	R				50.0								

Tabella 0-11 – Asse M - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	86	67	106	38.49	-0.07	-0.55	0.48	8000	50.0	54.7	1.1	0.1	-		
2	S	158	130	186	56.75	-0.55	3.81	4.37	1300	50.0	53.7	0.5	1	1004		
3	D	357	311	403	92.79	3.81	-6.50	10.31	900	50.0	55.3	1.1	0.1	819		
4	S	483	446	521	75.28	-6.50	0.54	7.04	1069	50.0	56.2	0.5	1	1067		
5	D	539	525	554	29.36	0.54	-0.11	0.65	4500	50.0	54.4	1.1	0.1	-		

Tabella 0-12 – Asse M - Verifiche altimetriche

16.1.7 Asse B

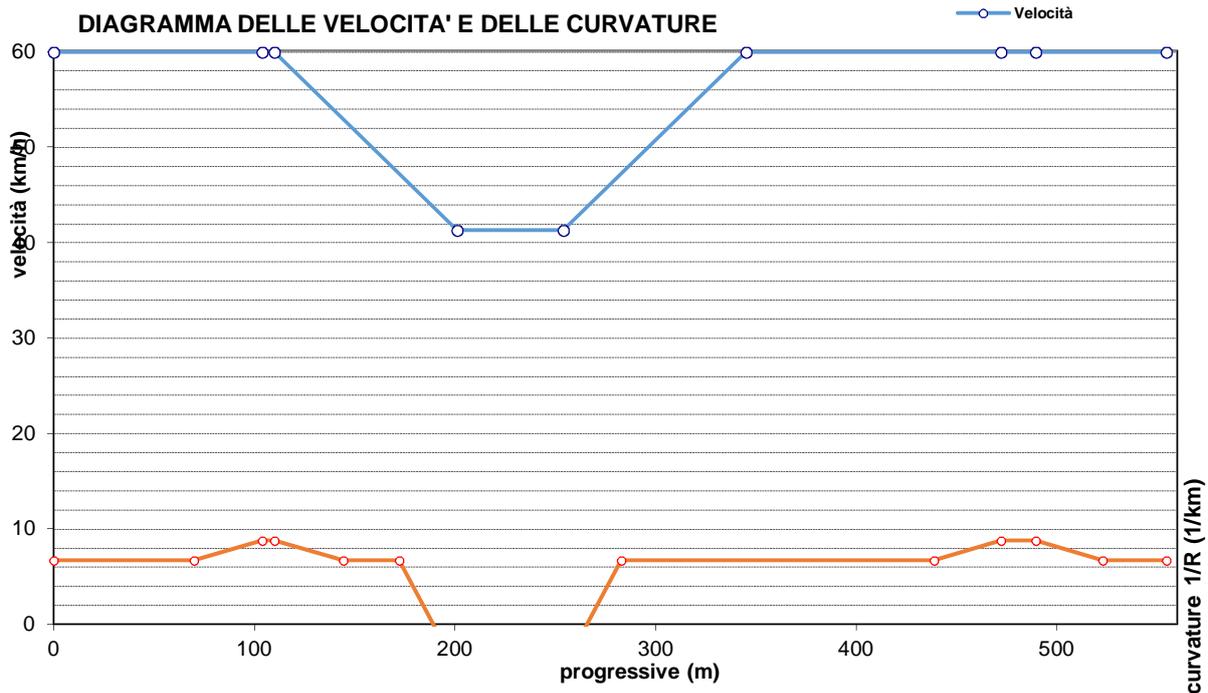


Figura 0-7 – Asse B – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	69.664	69.664	R				46.0				
2	69.664	103.944	34.280	AT	102.00			46.0				
3	103.944	110.026	6.082	C	303.50	DX	2.50	46.0				
4	110.026	144.306	34.280	AT	102.00			46.0				

5	144.306	172.018	27.712	R				46.0								
6	172.018	201.109	29.091	AT	40.00			46.0								
7	201.109	253.821	52.712	C	55.00	SX	3.50	41.3								
8	253.821	282.912	29.091	AT	40.00			46.0								
9	282.912	438.854	155.942	R				46.0								
10	438.854	472.187	33.333	AT	100.00			46.0								
11	472.187	489.592	17.406	C	300.00	DX	2.50	46.0								
12	489.592	522.926	33.333	AT	100.00			46.0								
13	522.926	554.674	31.748	R				46.0								

Tabella 0-13 – Asse B - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	69	63	75	12.80	0.00	1.60	1.60	800	44.0	45.6	0.5	1	-		
2	D	101	98	104	6.35	1.60	0.81	0.79	800	44.0	45.4	1.1	0.1	-		
3	D	113	104	123	18.68	0.81	-1.06	1.87	1000	44.0	45.9	1.1	0.1	-		
4	D	136	131	142	10.58	-1.06	-2.12	1.06	1000	44.0	46.5	1.1	0.1	-		
5	S	158	142	174	32.29	-2.12	0.03	2.15	1500	44.0	46.3	0.5	1	-		
6	S	249	229	270	41.25	0.03	0.45	0.41	10000	44.0	45.8	0.5	1	-		
7	S	319	289	349	60.43	0.45	8.00	7.55	800	44.0	44.4	0.5	1	773		
8	D	420	388	452	64.00	8.00	0.00	8.00	800	44.0	44.5	1.1	0.1	530		

Tabella 0-14 – Asse B - Verifiche altimetriche

16.1.8 Asse F

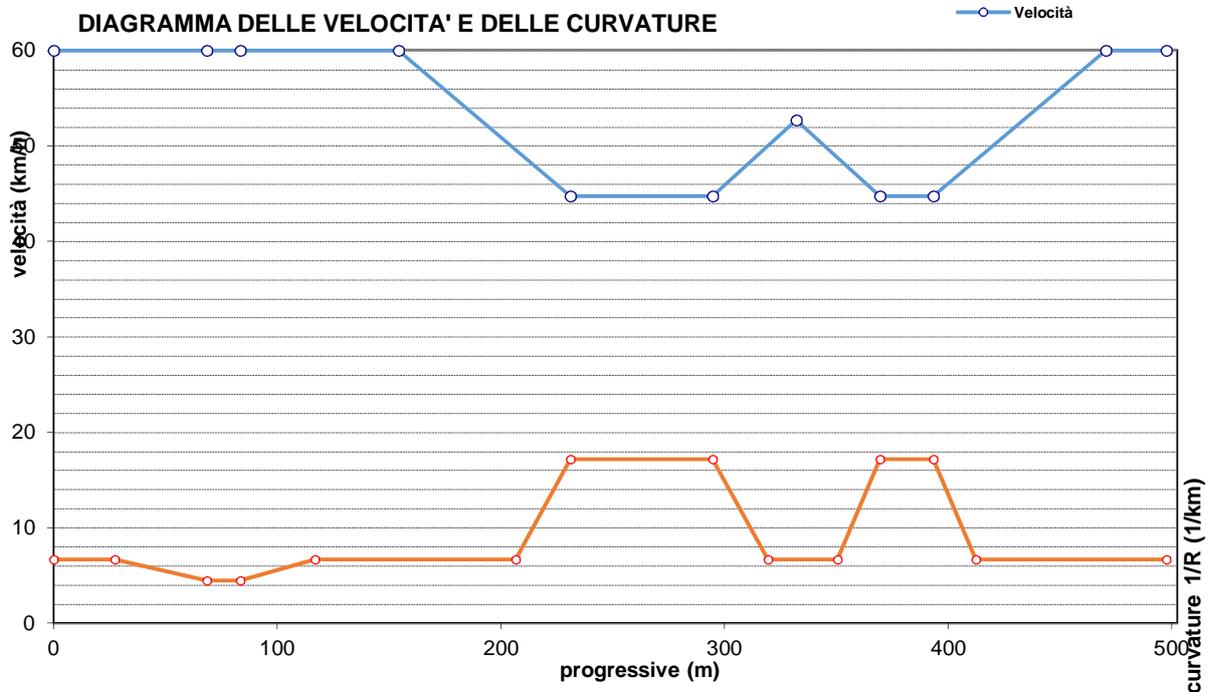


Figura 0-8 – Asse F – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
------	-----------------	---------------	------------	----------	-----------	----	----	----	----------	----------	----------	------

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	27.133	27.133	R				41.0				
2	27.133	68.269	41.136	AT	112.03			41.0				
3	68.269	83.223	14.953	C	305.10	SX	2.50	41.0				
4	83.223	116.836	33.614	AT	101.27			41.0		101.70	NO	(h3)
5	116.836	206.463	89.627	R				41.0				
6	206.463	231.078	24.615	AT	40.00			41.0				
7	231.078	294.592	63.514	C	65.00	DX	3.50	41.0				
8	294.592	319.208	24.615	AT	40.00			41.0				
9	319.208	350.443	31.235	R				41.0				
10	350.443	369.289	18.846	AT	35.00			41.0				
11	369.289	393.370	24.082	C	65.00	DX	3.50	41.0				
12	393.370	412.216	18.846	AT	35.00			41.0				
13	412.216	497.470	85.254	R				41.0				

Tabella 0-15 – Asse F - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	31	30	32	1.94	0.05	-0.15	0.19	1000	52.0	57.6	1.1	0.1	-		
2	D	127	98	157	58.51	-0.15	-6.00	5.85	1000	52.0	59.5	1.1	0.1	945		
3	S	247	220	273	52.50	-6.00	-0.75	5.25	1000	46.9	51.6	0.5	1	950		
4	S	308	299	317	17.97	-0.75	1.05	1.80	1000	49.3	53.5	0.5	1	-		
5	D	348	339	358	18.63	1.05	-2.68	3.73	500	51.2	56.8	1.1	0.1	364		
6	S	371	360	382	21.54	-2.68	0.19	2.87	750	46.7	50.2	0.5	1	160		
7	D	397	388	407	18.42	0.19	-0.73	0.92	2000	47.3	50.7	1.1	0.1	-		
8	S	456	439	472	33.42	-0.73	-0.06	0.67	5000	52.0	57.8	0.5	1	-		
9	S	487	483	491	8.02	-0.06	0.74	0.80	1000	52.0	57.4	0.5	1	-		

Tabella 0-16 – Asse F - Verifiche altimetriche

16.1.9 Asse C

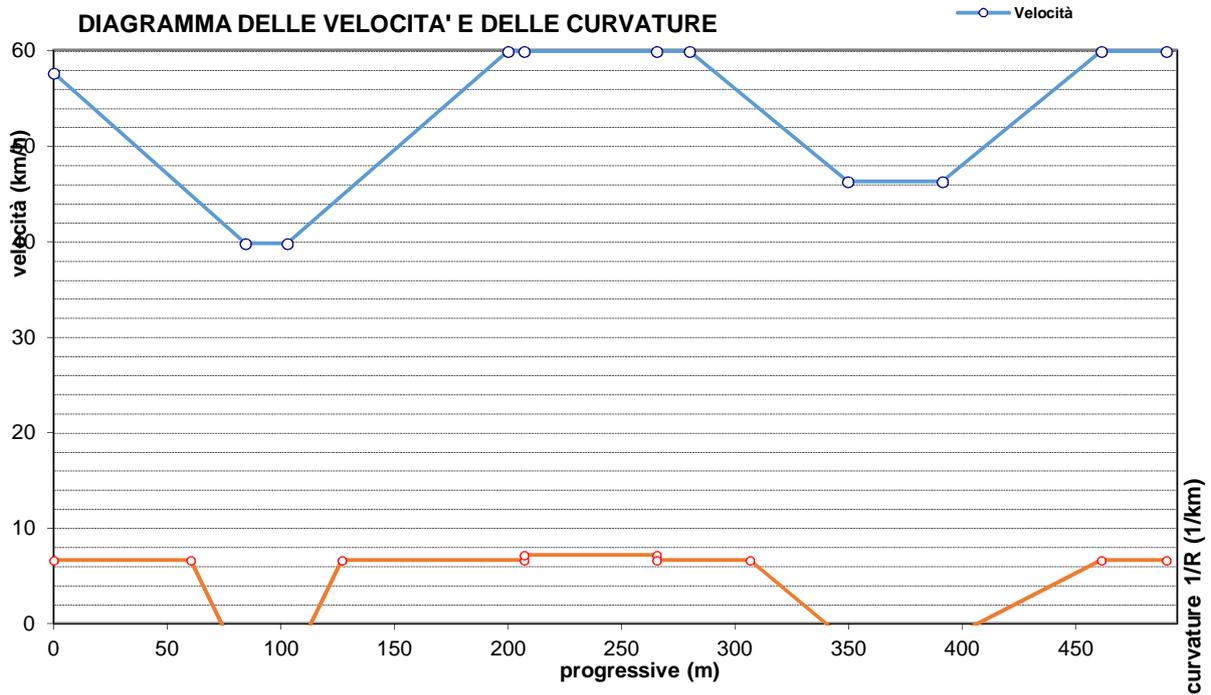


Figura 0-9 – Asse C – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	60.164	60.164	R				43.0				
2	60.164	84.184	24.020	AT	35.00			43.0				
3	84.184	102.769	18.585	C	51.00	SX	3.50	39.8		60.16	NO	(a)
4	102.769	126.789	24.020	AT	35.00			43.0				
5	126.789	207.098	80.309	R				43.0				
6	207.098	265.261	58.163	C	1200.00	DX	2.50	43.0				
7	265.261	306.411	41.150	R				43.0				
8	306.411	349.625	43.214	AT	55.00			43.0				
9	349.625	391.153	41.528	C	70.00	SX	3.50	43.0				
10	391.153	461.153	70.000	AT	70.00			43.0				
11	461.153	489.807	28.654	R				43.0				

Tabella 0-17 – Asse C - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	57	32	81	48.59	-0.24	-9.96	9.72	500	40.0	42.2	1.1	0.1	479		
2	S	151	84	217	133.13	-9.96	1.14	11.09	1200	40.0	42.0	0.5	1	715		
3	D	275	255	295	39.61	1.14	-0.45	1.58	2500	40.0	40.4	1.1	0.1	-		
4	S	332	323	342	18.58	-0.45	1.41	1.86	1000	40.0	40.3	0.5	1	-		
5	D	352	345	359	13.77	1.41	0.03	1.38	1000	40.0	40.3	1.1	0.1	-		

Tabella 0-18 – Asse C - Verifiche altimetriche

16.1.10 Asse H

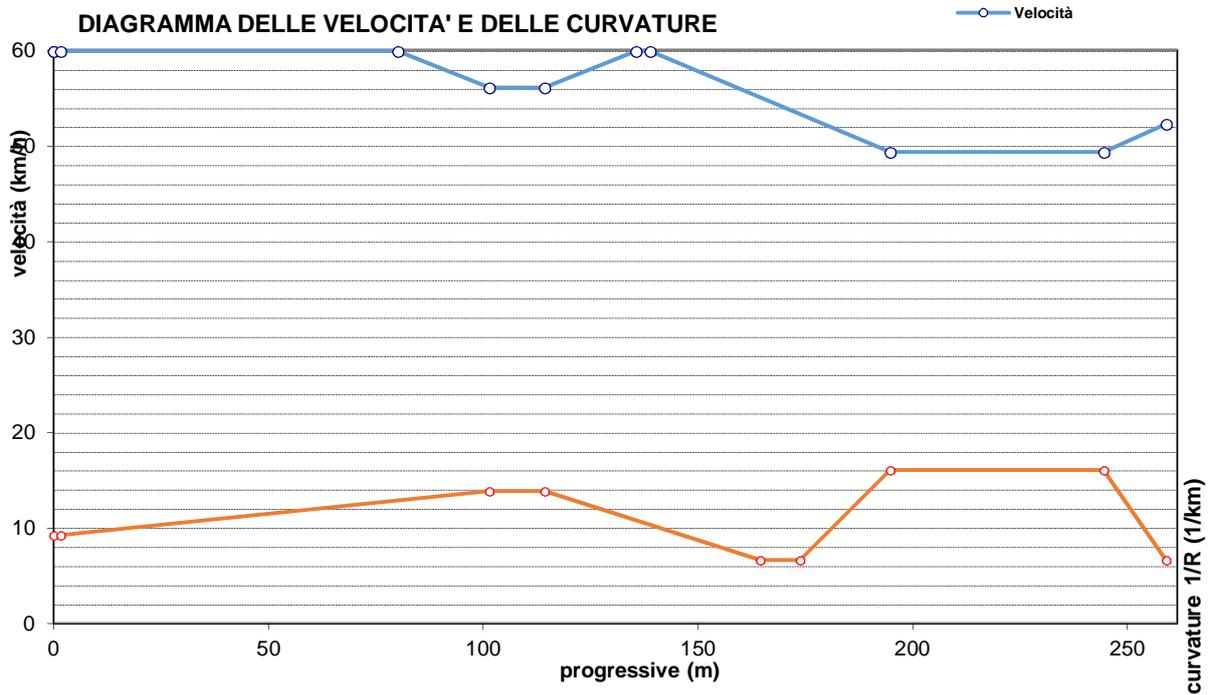


Figura 0-10 – Asse H – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.633	1.633	C	293.00	DX	2.50	41.0				
2	1.633	101.318	99.685	AT	127.72			41.0				
3	101.318	114.219	12.901	C	105.00	DX	3.50	41.0				
4	114.219	164.514	50.295	AT	72.67			41.0				
5	164.514	173.707	9.192	R				41.0				
6	173.707	194.719	21.013	AT	41.00			41.0				
7	194.719	244.494	49.775	C	80.00	DX	3.50	41.0				
8	244.494	259.029	14.535	AT	34.10			41.0				

Tabella 0-19 – Asse H - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	2	0	4	3.43	0.18	0.87	0.69	500	40.0	40.3	0.5	1	-		
2	D	19	17	21	3.80	0.87	0.49	0.38	1000	40.0	40.3	1.1	0.1	-		
3	D	87	70	104	34.64	0.49	-0.21	0.69	5000	40.0	40.4	1.1	0.1	-		
4	S	172	144	199	54.65	-0.21	8.07	8.28	660	40.0	39.4	0.5	1	653		
5	D	245	231	258	27.32	8.07	0.89	7.19	380	40.0	39.2	1.1	0.1	371		

Tabella 0-20 – Asse H - Verifiche altimetriche

16.2 ASSI SECONDARI

16.2.1 Asse E

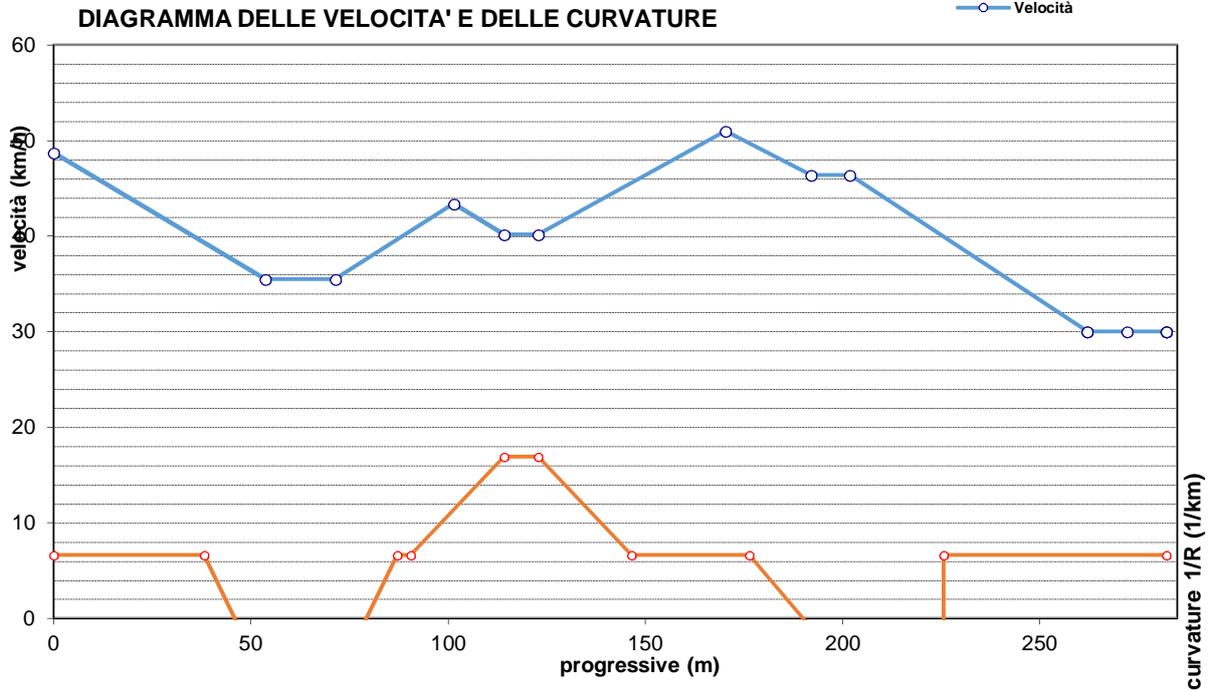


Figura 0-11 – Asse E – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	38.015	38.015	R				37.0				
2	38.015	53.640	15.625	AT	25.00			37.0				
3	53.640	71.428	17.788	C	40.00	SX	3.50	35.5		51.42	NO	(a)
4	71.428	87.053	15.625	AT	25.00			37.0				
5	87.053	90.537	3.483	R				37.0				
6	90.537	114.094	23.558	AT	35.00			37.0				
7	114.094	122.804	8.710	C	52.00	DX	3.50	37.0				
8	122.804	146.362	23.558	AT	35.00			37.0				
9	146.362	176.323	29.961	R				37.0				
10	176.323	191.881	15.557	AT	33.00			37.0				
11	191.881	225.518	33.637	C	70.00	SX	3.50	37.0				
12	225.518	282.002	56.484	R				37.0				

Tabella 0-21 – Asse E - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	27	23	32	8.96	0.26	-0.03	0.30	3000	43.1	44.6	1.1	0.1	-		
2	D	62	50	73	23.13	-0.03	-2.35	2.31	1000	36.4	36.2	1.1	0.1	-		
3	S	92	85	99	13.44	-2.35	0.34	2.69	500	42.6	44.3	0.5	1	-		

4	S	134	131	138	6.98	0.34	1.04	0.70	1000	43.3	44.7	0.5	1	-		
5	D	217	203	231	28.49	1.04	-0.86	1.90	1500	46.1	48.8	1.1	0.1	-		
6	S	258	254	262	8.01	-0.86	2.00	2.86	280	32.2	30.8	0.5	1	-		

Tabella 0-22 – Asse E - Verifiche altimetriche

16.2.2 Asse G

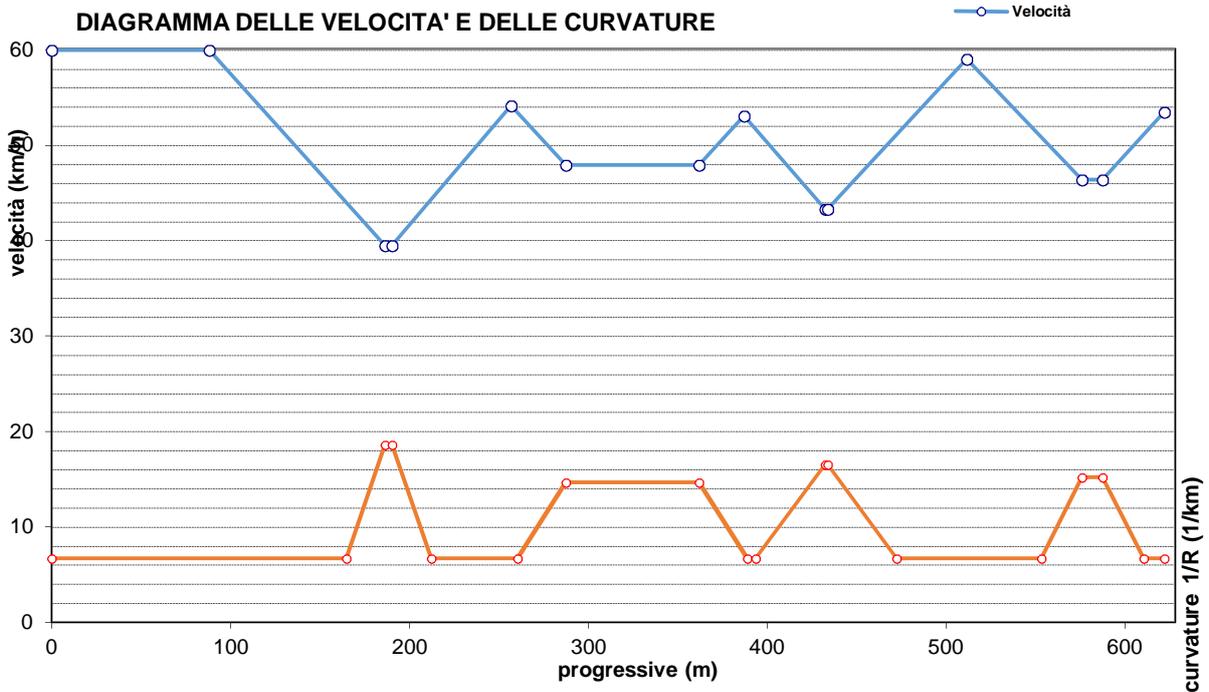


Figura 0-12 – Asse G – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	164.515	164.515	R				40.0				
2	164.515	186.295	21.780	AT	33.00			40.0				
3	186.295	190.296	4.001	C	50.00	DX	3.50	39.5		164.51	NO	(a)
4	190.296	212.076	21.780	AT	33.00			40.0				
5	212.076	260.417	48.342	R				40.0				
6	260.417	287.417	27.000	AT	45.00			40.0				
7	287.417	361.679	74.262	C	75.00	DX	3.50	40.0				
8	361.679	388.679	27.000	AT	45.00			40.0				
9	388.679	393.511	4.832	R				40.0				
10	393.511	432.263	38.752	AT	48.50			40.0				
11	432.263	433.657	1.393	C	60.70	DX	3.50	40.0				
12	433.657	472.409	38.752	AT	48.50			40.0				
13	472.409	553.027	80.618	R				40.0				
14	553.027	575.884	22.857	AT	40.00			40.0				
15	575.884	587.545	11.661	C	70.00	DX	3.50	40.0				
16	587.545	610.402	22.857	AT	40.00			40.0				
17	610.402	621.949	11.547	R				40.0				

Tabella 0-23 – Asse G - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	27	23	32	8.96	0.26	-0.03	0.30	3000	49.0	53.0	1.1	0.1	-		
2	S	150	135	164	28.61	-0.03	0.54	0.57	5000	49.0	52.9	0.5	1	-		
3	D	211	203	219	16.04	0.54	0.00	0.53	3000	45.9	48.5	1.1	0.1	-		
4	S	360	352	368	16.31	0.00	1.36	1.36	1200	49.0	52.7	0.5	1	-		
5	D	375	371	380	9.15	1.36	1.06	0.30	3000	49.0	52.5	1.1	0.1	-		
6	D	402	392	411	18.46	1.06	-3.04	4.10	450	49.0	53.5	1.1	0.1	396		
7	S	424	414	433	19.29	-3.04	0.17	3.21	600	47.3	51.1	0.5	1	487		
8	D	455	446	464	17.96	0.17	-0.73	0.90	2000	49.0	53.2	1.1	0.1	-		
9	S	506	489	523	33.42	-0.73	-0.06	0.67	5000	49.0	53.2	0.5	1	-		
10	S	537	533	541	8.02	-0.06	0.74	0.80	1000	49.0	52.9	0.5	1	-		
11	D	558	542	574	31.69	0.74	-0.31	1.06	3000	49.0	52.9	1.1	0.1	-		
12	S	604	594	613	19.18	-0.31	0.65	0.96	2000	49.0	53.0	0.5	1	-		

Tabella 0-24 – Asse G - Verifiche altimetriche

16.2.3 Asse Q

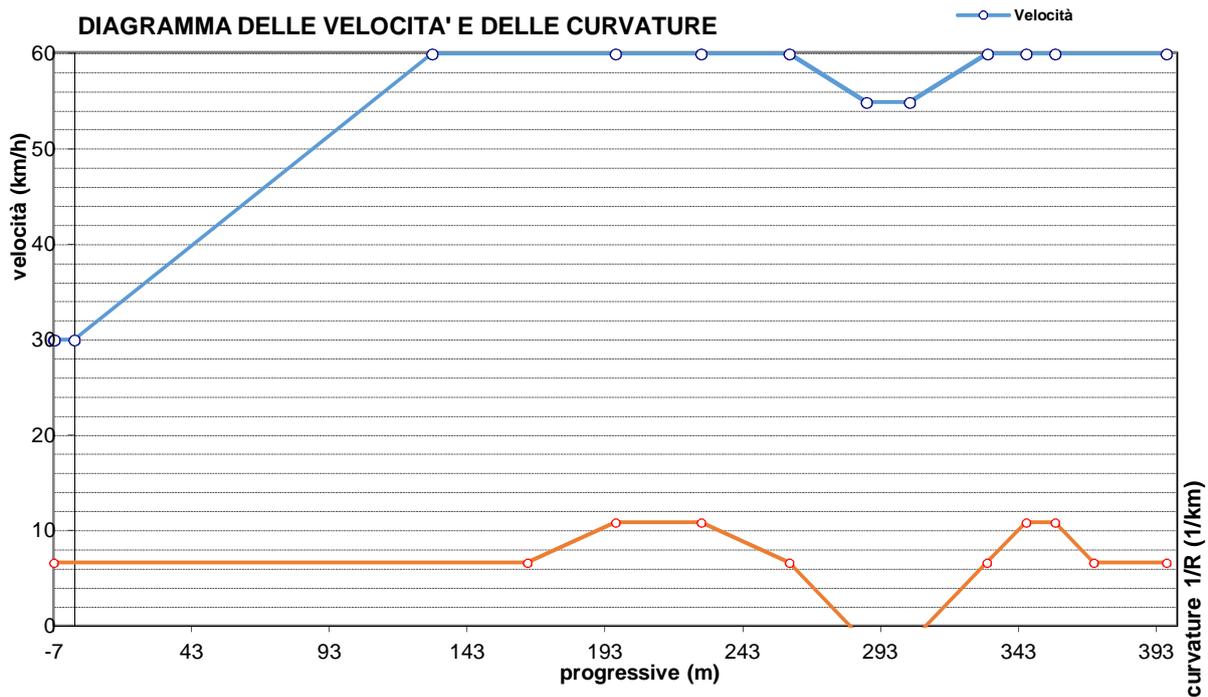


Figura 0-13 – Asse Q – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	-7.410	164.448	171.859	R				50.0				
2	164.448	196.448	32.000	AT	80.00			50.0				
3	196.448	227.368	30.920	C	200.00	DX	2.53	50.0				
4	227.368	259.368	32.000	AF	80.00			50.0				

5	259.368	287.458	28.090	AF	53.00			50.0								
6	287.458	303.084	15.626	C	100.00	SX	3.50	50.0								
7	303.084	331.174	28.090	AF	53.00			50.0								
8	331.174	345.219	14.045	AF	53.00			50.0						66.67	NO	(h3)
9	345.219	355.733	10.514	C	200.00	DX	2.53	50.0								
10	355.733	369.778	14.045	AT	53.00			50.0						66.67	NO	(h3)
11	369.778	396.241	26.462	R				50.0								

Tabella 0-25 – Asse Q - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	0	-7	7	14.79	-1.72	2.76	4.48	330	31.5	29.9	0.5	1	318		
2	D	31	20	42	21.67	2.76	0.60	2.17	1000	39.6	39.5	1.1	0.1	-		
3	D	133	93	173	79.23	0.60	-0.72	1.32	6000	50.0	54.6	1.1	0.1	799		
4	D	288	283	293	10.46	-0.72	-1.77	1.05	1000	50.0	55.2	1.1	0.1	-		
5	S	333	306	361	54.80	-1.77	2.15	3.91	1400	50.0	54.4	0.5	1	1022		
6	D	374	368	380	12.53	2.15	0.89	1.25	1000	50.0	53.8	1.1	0.1	-		

Tabella 0-26 – Asse Q - Verifiche altimetriche

16.2.4 Asse N

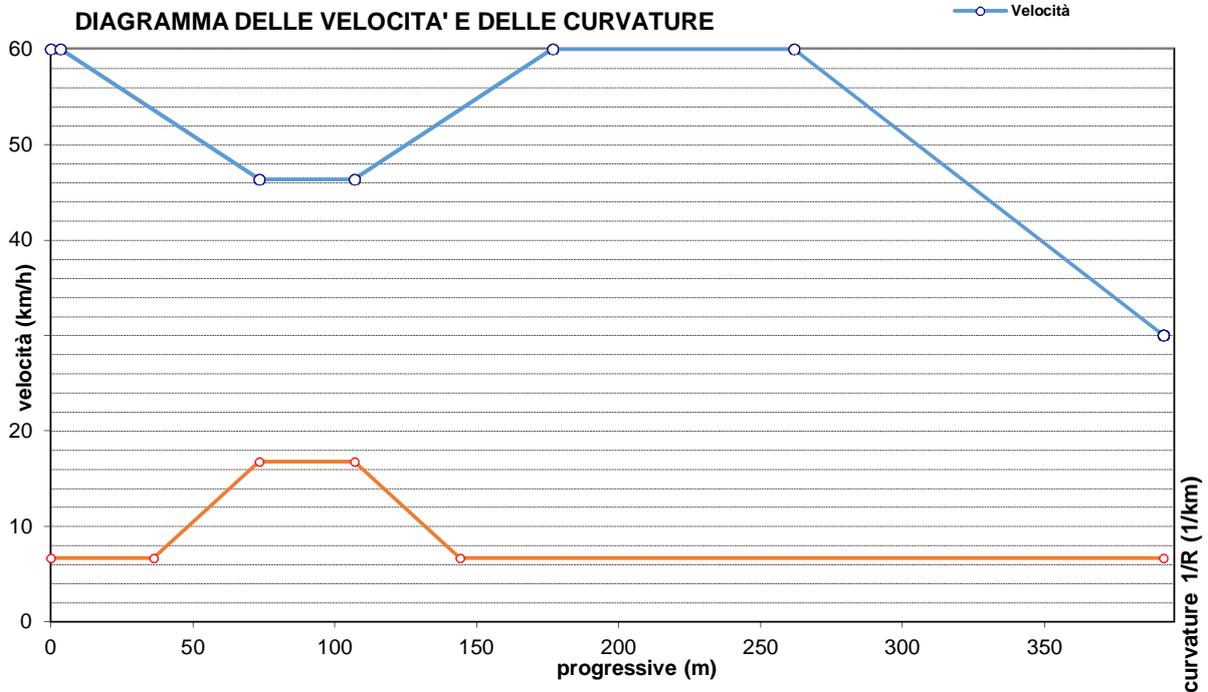


Figura 0-14 – Asse N – diagramma delle velocità

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	36.116	36.116	R				50.0				
2	36.116	73.274	37.157	AT	51.00			50.0				
3	73.274	106.860	33.586	C	70.00	DX	3.50	46.4				
4	106.860	144.017	37.157	AT	51.00			50.0				
5	144.017	391.839	247.822	R				50.0				

Tabella 0-27 – Asse N - Verifiche planimetriche

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	54	47	61	13.55	-1.12	1.59	2.71	500	51.5	56.7	0.5	1	128		
2	D	74	66	82	15.94	1.59	0.00	1.59	1000	47.7	50.8	1.1	0.1	-		
3	S	120	111	129	17.48	0.00	0.87	0.87	2000	50.5	55.1	0.5	1	-		
4	D	140	135	144	8.53	0.87	0.45	0.43	2000	53.5	59.5	1.1	0.1	-		
5	D	201	187	215	27.87	0.45	-0.11	0.56	5000	60.0	70.6	1.1	0.1	-		
6	D	310	303	317	13.90	-0.11	-1.50	1.39	1000	50.4	55.6	1.1	0.1	-		
7	S	340	335	344	9.30	-1.50	1.60	3.10	300	43.1	44.6	0.5	1	218		

Tabella 0-28 – Asse N - Verifiche altimetriche

16.2.5 Altri assi

Per rimanenti assi, che come già indicato sono di estesa limitata e materializzano manovre di svolta (assi P-1, Q-1, Y, Z), non vengono riportati diagrammi e tabulati in quanto poco significativi.