

LAVORI DI COLLEGAMENTO TRA LA S.S.11 A MAGENTA E LA TANGENZIALE OVEST DI MILANO

VARIANTE DI ABBIATEGRASSO E ADEGUAMENTO IN SEDE DEL TRATTO ABBIATEGRASSO-VIGEVANO FINO AL PONTE SUL FIUME TICINO

1° STRALCIO DA MAGENTA A VIGEVANO - TRATTA C

PROGETTO ESECUTIVO

 <p>Ing. Renato Vaira Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)</p>	 <p>Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211</p>	<p>ING. RENATO DEL PRETE</p> <p>Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</p>	 <p>Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</p>	 <p>Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</p>
	 <p>Società designata: GA&M</p> <p>Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</p>	<p>SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni</p> <p>Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</p>	<p>ARKE' INGEGNERIA s.r.l. Via Impresario Traianesco 4 - 70120 Bari</p> <p>Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</p>	<p>DOTT. GEOL. DANILLO GALLO</p> <p>Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</p>

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO



Dott. Ing. Giuseppe Danilo MALGERI

INTEGRATORE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



Ing. Valerio BAJETTI

GEOLOGO



Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE



Ing. Gianluca CICIRIELLO

A018

A - ELEBORATI GENERALI

RELAZIONE CONFRONTO FRA PROGETTO DEFINITIVO E PROGETTO ESECUTIVO

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. LO203 E 1801			NOME FILE A018-T00EG00GENRE03_A.dwg		REVISIONE A	SCALA: -----
CODICE ELAB. T00EG00GENRE03						
C						
B						
A	EMISSIONE		GIUGNO 2019	ING. GIUSEPPE CRISÀ	ING. GAETANO RANIERI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	PARTE STRADALE	2
2.1	Andamento planimetrico	2
2.2	Andamento altimetrico	4
2.3	Svincoli a piani sfalsati.....	5
2.4	Svincoli a rotatoria	7
2.5	Viabilità secondarie	10
2.6	Verifiche di visibilità	12
2.7	Percorsi agricoli	13
3	Geologia e geotecnica.....	14
3.1	Bonifica	14
3.2	La falda di progetto.....	15
4	Le opere d'arte principali	16
4.1	Il Viadotto principale sul Naviglio grande (ex VI01).....	16
4.2	I Ponti PO02 e PO03	27
4.3	La passerella pedonale.....	31
5	Idraulica	32
5.1	Idraulica di bacino.....	32
5.2	Idraulica di piattaforma	33
6	Illuminazione	35
7	Opere a verde	35
7.1	Precisazione, nel PE, delle caratteristiche delle opere a verde in progetto in maniera tale da renderle “cantierabili”	35
7.2	Norme di conservazione della risorsa pedologica.....	36
7.3	Razionalizzazione dello sfruttamento delle aree di occupazione.....	37
7.4	Introduzione di nuovi sestri d’impianto	37
7.5	Scelta del materiale vegetale di prevista messa a dimora.....	38
7.6	Piano di manutenzione e disciplinare tecnico di realizzazione delle opere a verde	38
7.7	Calendario del verde	39
7.8	Permeabilità faunistica.....	39
7.9	Schema complessivo dei varchi faunistici	41

1 PREMESSA

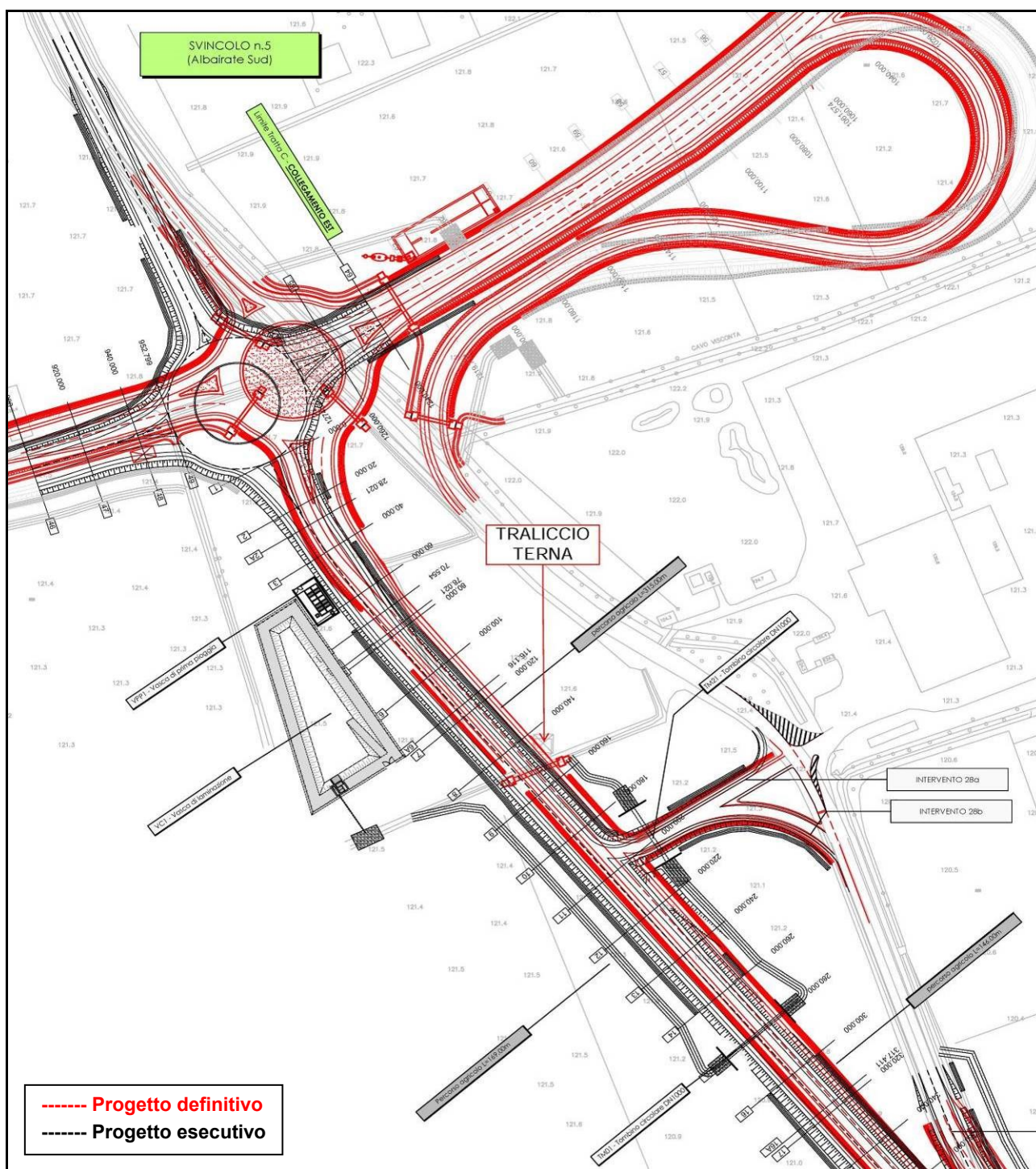
La presente relazione riporta la specifica del confronto tra il progetto esecutivo e il progetto definitivo dell'intervento in esame. Per facilità di lettura gli argomenti sono trattati per capitoli progettuali.

2 PARTE STRADALE

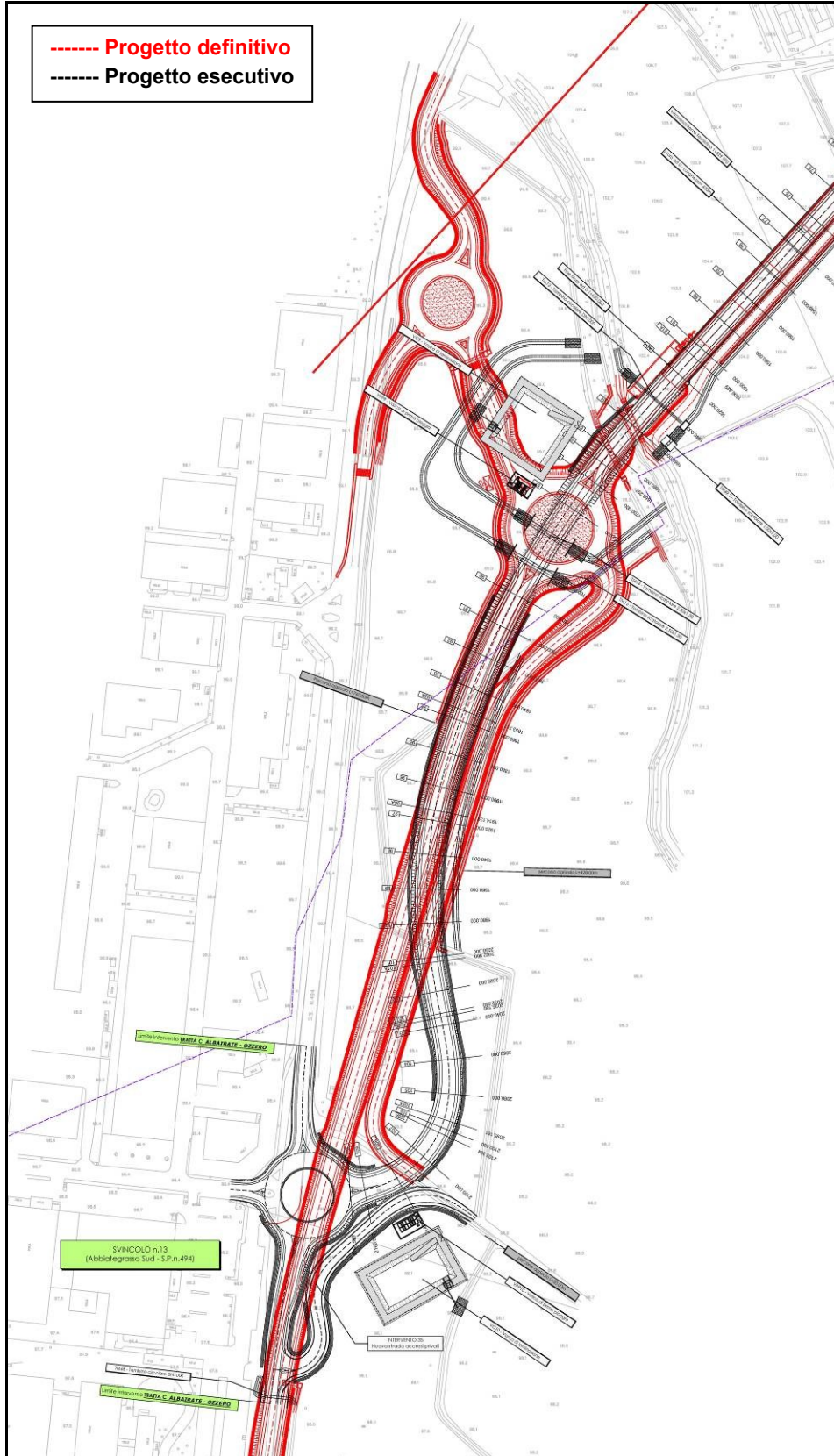
2.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Il tracciamento planimetrico dell'asse principale è stato confermato a meno di due eccezioni.

La prima, ad inizio intervento, dove è stato necessario effettuare una lieve modifica, con spostamento verso sud-ovest dell'asse, per risolvere l'interferenza con un traliccio di Terna. Di conseguenza è stata riposizionata la rotatoria di svincolo n°5 di collegamento tra la tratta A e la C.



La seconda modifica interessa viceversa il tratto del collegamento alla viabilità esistente SS494 a fine intervento (svincolo n°13). In questo caso, il parere vincolante espresso dalle Amministrazioni locali interessate, volto alla semplificazione delle manovre di svincolo, alla riduzione delle aree impegnate e all'accesso in sicurezza alle aree industriali della zona, ha condotto alla rivisitazione completa del suddetto collegamento.



Come risulta evidente dallo stralcio planimetrico precedente, il nuovo schema di svincolo, prevede un'unica rotatoria, localizzata sulla strada statale SS494 in corrispondenza dell'accesso all'area industriale, che funge da collegamento alla statale sia in direzione nord che in direzione sud.

Si evidenzia inoltre che la richiesta di ottimizzazione dello svincolo 13 è riportata anche nella prescrizione del CIPE n°1.1.1.19 – *“Verificare la possibilità di eventuale ottimizzazione dello svincolo n. 13 Abbiategrasso sud – strada statale 494 prevedendone, eventualmente, lo spostamento a sud-est della rotatoria prevista sul tracciato principale e l'eliminazione della seconda rotatoria con i relativi innesti sulla strada statale 494, in modo da poter garantire la necessaria fluidità alle manovre. (Regione Lombardia)”*.

2.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

L'andamento altimetrico dell'asse principale è stato oggetto di modifica.

Si è infatti previsto d'innalzare il profilo altimetrico per ottenere i franchi minimi necessari per le opere idrauliche interferenti e di aumentare la pendenza minima delle livellette al 0,5% al fine di garantire il corretto smaltimento delle acque piovane.

Tabella pendenze/quote progetto definitivo – Asse unico

LIVELLETTTE						Rif.to Dis.:				Pagina Nr. 1		
No.	No.	ESTREMI LIVELLETTTE				VERTICI LIVELLETTTE				Parziale	Quota	Pendenza
Ele.	Liv	Progr. 1	Quota 1	Progr. 2	Quota 2	Progr. 1	Quota 1	Progr. 2	Quota 2	Distanza	Diff.	(h/b):
1	1	0.000	121.480	619.978	120.743	0.000	121.480	702.100	120.645	702.100	-0.835	-0.118901
3	2	784.222	123.245	866.451	125.849	702.100	120.645	1053.240	131.762	351.140	11.117	3.165985
5	3	1240.029	129.467	1548.242	125.678	1053.240	131.762	1611.080	124.906	557.840	-6.856	-1.229044
7	4	1673.918	123.147	1754.195	120.899	1611.080	124.906	1820.080	119.054	209.000	-5.852	-2.800000
9	5	1885.965	118.946	2726.095	117.563	1820.080	119.054	2792.710	117.453	972.630	-1.601	-0.164587
11	6	2859.325	119.119	2901.900	120.183	2792.710	117.453	3106.900	125.308	314.190	7.855	2.500000
13	7	3311.900	120.183	3377.490	118.543	3106.900	125.308	3437.490	117.043	330.590	-8.265	-2.500000
15	8	3497.490	116.983	3737.140	116.744	3437.490	117.043	3799.540	116.681	362.050	-0.362	-0.100000
17	9	3861.940	118.241	3862.680	118.260	3799.540	116.681	4067.680	123.385	268.140	6.704	2.500000
19	10	4272.680	118.260	4287.352	117.893	4067.680	123.385	4345.930	116.429	278.250	-6.956	-2.500000
21	11	4404.508	116.337	5004.220	115.396	4345.930	116.429	5046.990	115.329	701.060	-1.100	-0.156884
23	12	5089.760	114.831	6010.736	104.118	5046.990	115.329	6071.900	103.406	1024.910	-11.922	-1.163247
25	13	6133.064	103.069	6983.649	98.377	6071.900	103.406	7017.580	98.190	945.680	-5.216	-0.551605
27	14	7051.511	97.542	7095.102	96.710	7017.580	98.190	7095.102	96.710	77.522	-1.480	-1.908828

Tabella pendenze/quote progetto esecutivo
1° tratto

LIVELLETTTE						Rif.to Dis.:				Pagina Nr. 1		
No.	No.	ESTREMI LIVELLETTTE				VERTICI LIVELLETTTE				Parziale	Quota	Pendenza
Ele.	Liv	Progr. 1	Quota 1	Progr. 2	Quota 2	Progr. 1	Quota 1	Progr. 2	Quota 2	Distanza	Diff.	(h/b):
1	1	0.000	123.200	28.021	122.640	0.000	123.200	53.021	122.140	53.021	-1.060	-2.000000
3	2	78.021	122.265	317.411	123.462	53.021	122.140	367.411	123.712	314.390	1.572	0.500000
5	3	417.411	123.462	729.983	121.899	367.411	123.712	821.633	121.440	454.222	-2.271	-0.500000
7	4	913.283	124.342	960.733	125.844	821.633	121.440	1147.522	131.758	325.889	10.318	3.165985
9	5	1334.310	129.462	1642.523	125.674	1147.522	131.758	1705.362	124.902	557.840	-6.856	-1.229044
11	6	1768.200	123.142	1846.396	120.953	1705.362	124.902	1903.896	119.343	198.535	-5.559	-2.800000
13	7	1961.396	119.055	2185.049	117.937	1903.896	119.343	2235.049	117.687	331.153	-1.656	-0.500000
15	8	2285.049	117.937	2452.164	118.773	2235.049	117.687	2502.164	119.023	267.115	1.336	0.500000
17	9	2552.164	118.773	2739.867	117.834	2502.164	119.023	2824.867	117.409	322.704	-1.614	-0.500000
19	10	2909.867	119.874	2923.788	120.278	2824.867	117.409	3161.588	127.174	336.720	9.765	2.900000
21	11	3399.388	120.278	3455.525	118.650	3161.588	127.174	3540.525	116.185	378.938	-10.989	-2.900000
23	12	3625.525	116.610	3837.339	117.669	3540.525	116.185	3884.839	117.906	344.314	1.722	0.500000
25	13	3932.339	119.046	3942.292	119.285	3884.839	117.906	4159.592	124.501	274.753	6.594	2.400000
27	14	4376.892	118.199	4381.661	118.061	4159.592	124.501	4466.661	115.596	307.069	-8.905	-2.900000
29	15	4551.661	116.021	4692.616	116.725	4466.661	115.596	4707.616	116.800	240.955	1.205	0.500000
31	16	4722.616	117.100	4727.601	117.200	4707.616	116.800	4727.601	117.200	19.985	0.400	2.000000

2° tratto

LIVELLETTE						Rif.to Dis.:				Pagina Nr. 1		
No. Ele.	No. Liv	ESTREMI LIVELLETTE				VERTICI LIVELLETTE				Parziale Distanza	Quota Diff.	Pendenza (h/b):
		Progr. 1	Quota 1	Progr. 2	Quota 2	Progr. 1	Quota 1	Progr. 2	Quota 2			
1	1	0.000	117.200	5.000	117.100	0.000	117.200	20.000	116.800	20.000	-0.400	-2.000000
3	2	35.000	116.725	372.061	115.040	20.000	116.800	400.249	114.899	380.249	-1.901	-0.500000
5	3	428.437	114.571	704.816	111.356	400.249	114.899	737.979	110.970	337.729	-3.929	-1.163247
7	4	771.141	110.804	1051.897	109.401	737.979	110.970	1101.886	109.151	363.907	-1.820	-0.500000
9	5	1151.874	108.401	1501.390	103.159	1101.886	109.151	1541.378	102.559	439.493	-6.591	-1.499767
11	6	1581.366	102.279	2103.304	98.626	1541.378	102.559	2130.275	98.437	588.897	-4.122	-0.700000
13	7	2157.246	98.976	2168.505	99.200	2130.275	98.437	2168.505	99.200	38.230	0.763	1.997106

2.3 SVINCOLI A PIANI SFALSA TI

L'esigenza di rispondere più adeguatamente possibile alle prescrizioni della normativa D.M. 2006 ha reso necessario modificare, in alcuni casi anche in modo più rilevante, la geometria degli svincoli del progetto definitivo.

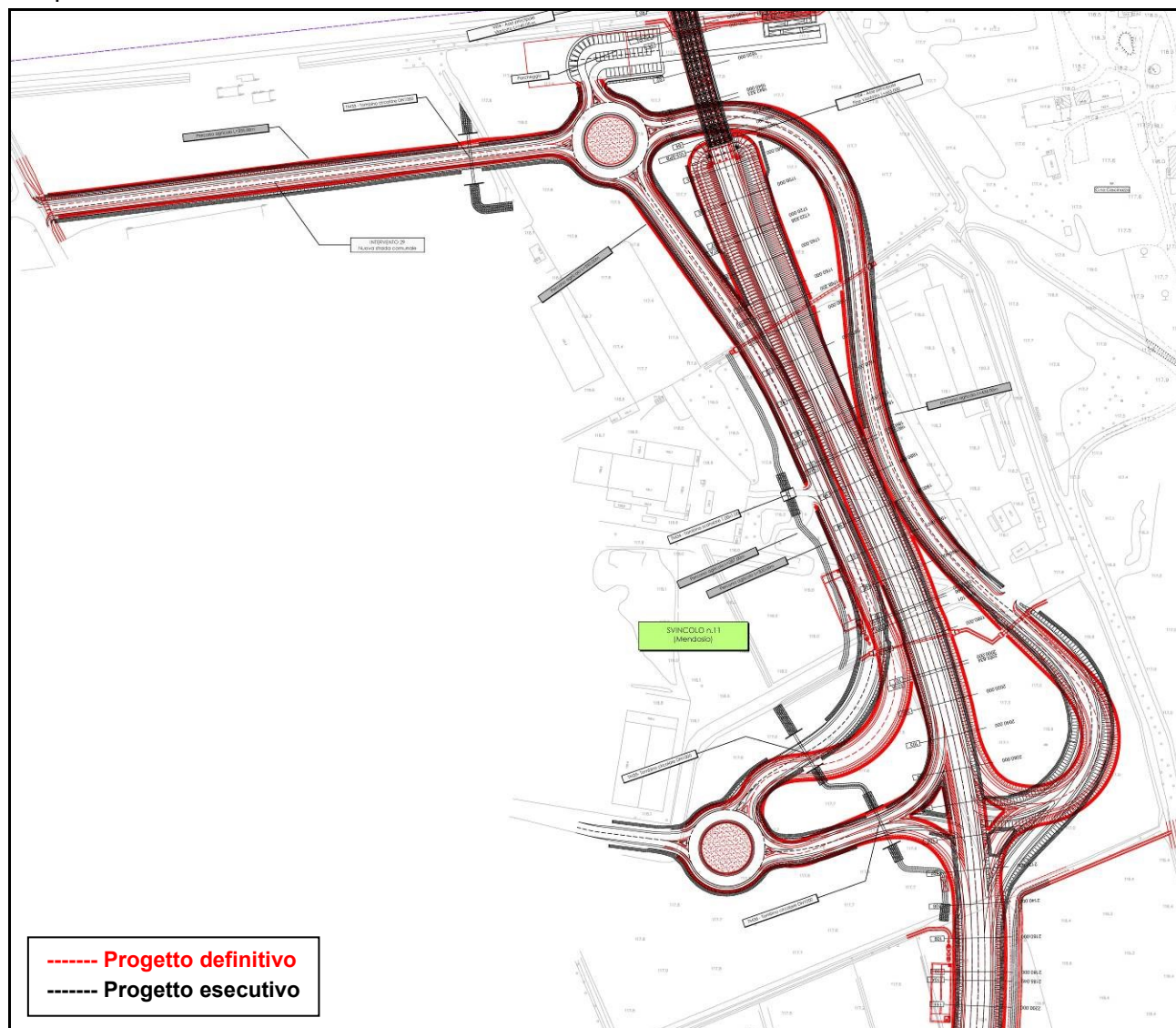
Le modifiche più importanti, soprattutto in termini di aree d'ingombro, si sono rese necessarie per lo svincolo n°10.



Per tale svincolo, tenuto conto dello schema a trombetta, si è reso necessario aumentare i raggi delle curve e gli sviluppi delle rampe per rispettare i minimi da Normativa (raccordi e pendenze), nonché adeguare gli innesti delle rampe sull'asse principale, per evitare l'aggiunta di nuove interferenze con le viabilità e le opere esistenti.

Infine, come indicato in Normativa per tali intersezioni, sono state eliminate le corsie di accelerazione sostituendole con innesti a 70° con stop.

Anche per lo svincolo n°11 sono state riviste, in maniera meno impattante, le geometrie di tutte le rampe.



Anche in questo caso, come indicato in Normativa, sono state eliminate le corsie di accelerazione sostituendole con innesti a 70° con stop.

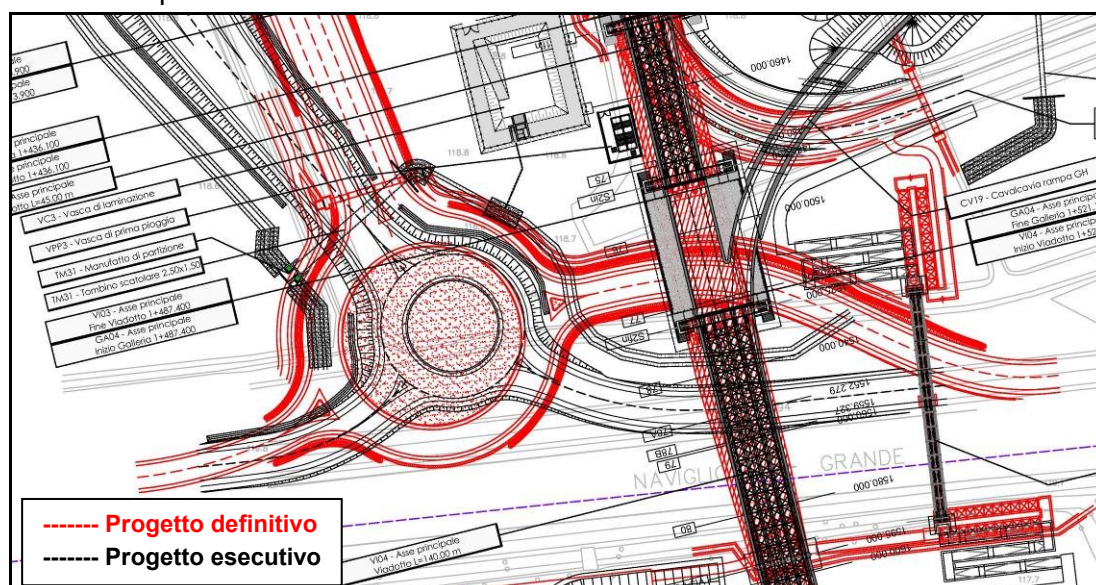
Si evidenzia in generale che la rispondenza alla Normativa per gli svincoli è riportata anche nella prescrizione del CIPE n°1.1.1.2 – “E' necessario che le opere stradali tengano conto della normativa stradale decreto ministeriale 2001 e 2006. A titolo di esempio: presenza di corsie di immissione nei terminali delle rampe di svincolo; esigui sviluppi dei tratti specializzati nelle corsie di immissione/uscita; diametro esterno delle rotatorie e composizione della carreggiata anulare; configurazione dei rami di svincolo e raggi planimetrici degli elementi circolari. (Consiglio superiore dei lavori pubblici)”.

2.4 SVINCOLI A ROTATORIA

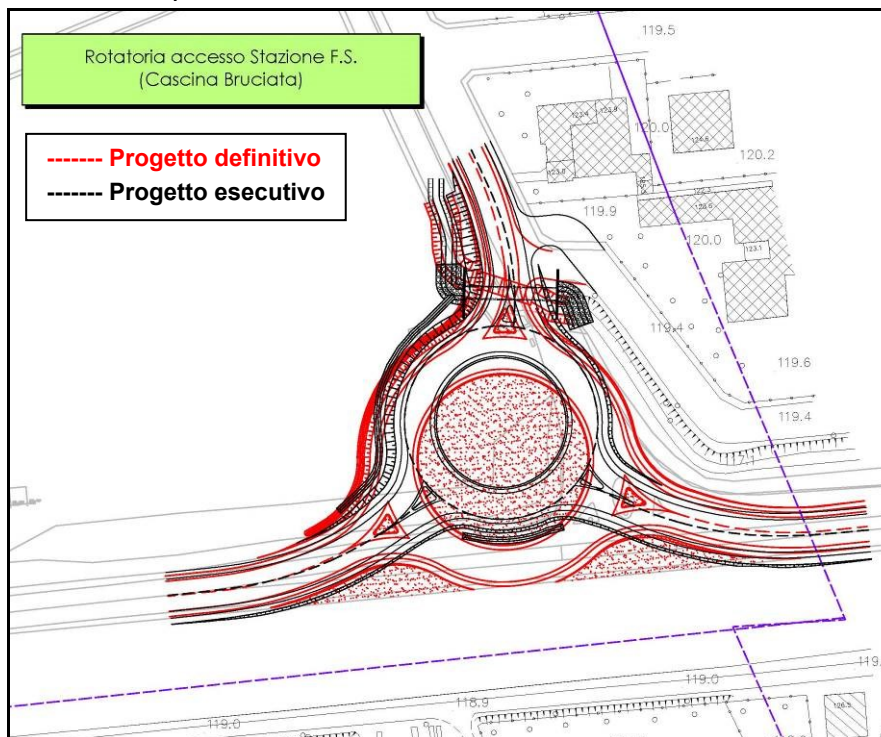
In generale il rispetto delle indicazioni di Normativa ha comportato la revisione anche dei diametri massimi delle rotatoria in progetto, con riduzione a valori uguali o inferiori ai 50 m. La prima rotatoria presente da nord è quella dello svincolo n°5 il cui diametro si è ridotto da 53 m a 50 m, oltre allo spostamento verso ovest già descritto al paragrafo delle modifiche planimetriche.



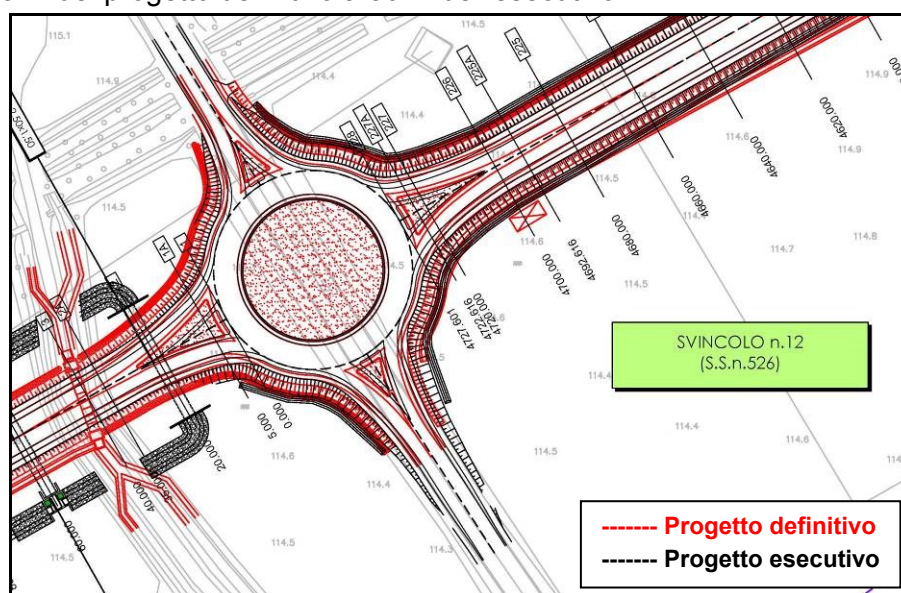
Anche la rotatoria dello svincolo n°10 è stata ridimensionata dai 67 m di diametro del progetto definitivo ai 40 m del progetto esecutivo. In questo caso si è anche dovuto procedere ad un allontanamento dalla sede esistente della SS494 e dalla sponda del Naviglio Grande per evitare interferenze e semplificarne le fasi realizzative.



Anche per lo svincolo a rotatoria di accesso alla stazione F.S. si è ridotto il diametro da 57 m a 45 m e si è traslata la rotatoria più a nord allontanandola dalla sede della statale esistente.



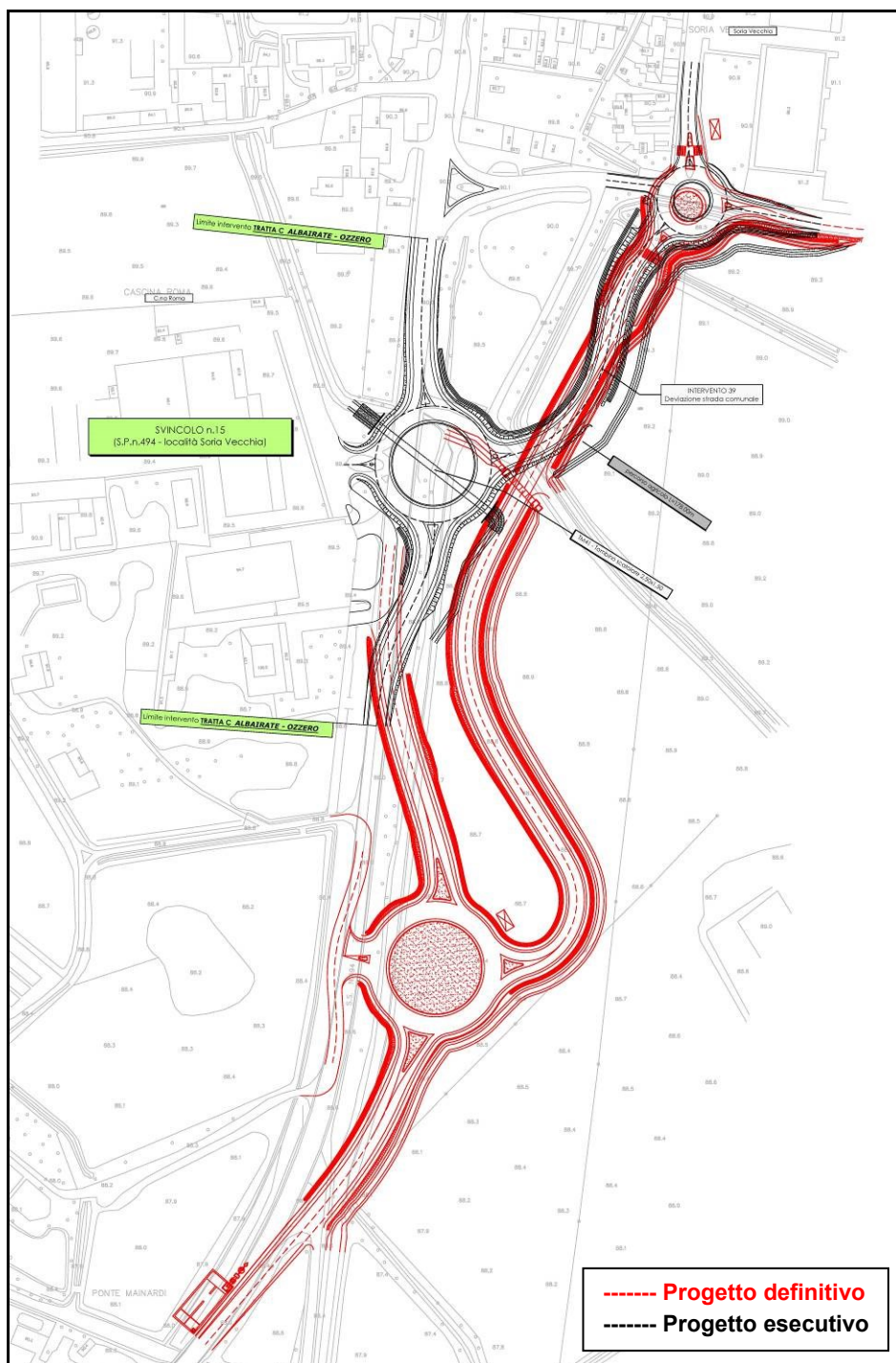
Proseguendo verso sud anche lo svincolo a rotatoria n°12 ha subito una lieve riduzione del diametro da 53 m del progetto definitivo a 50 m dell'esecutivo.



Per quanto riguarda lo svincolo 13 le modifiche apportate sono già state descritte al punto relativo alle modifiche planimetriche ma anche in questo caso si è ridotto il diametro da 57 m a 50 m.

Infine, per lo svincolo n°15, si è dovuto rivedere interamente lo schema per soddisfare il parere espresso dalle Amministrazioni locali interessate.

Il nuovo schema di svincolo prevede lo spostamento più a nord della rotatoria localizzata sulla strada statale SS494 in corrispondenza dell'accesso all'area industriale. Il diametro di tale rotatoria è stato anch'esso riportato ai valori da Normativa passando da 57 m a 50 m.



Inoltre, per la rotonda secondaria posta più a nord sulla provinciale, è stato inserito un braccio anche in direzione ovest. Tali variazioni trovano giustificazione nella riduzione delle aree impegnate, nell'eliminazione dell'incrocio semaforizzato esistente sulla statale con manovre di sola svolta in destra e nella possibilità d'accesso in sicurezza alle aree industriali.

Si evidenzia inoltre che la richiesta di ottimizzazione dello svincolo 15 è riportata anche nella prescrizione del CIPE n°1.1.1.20 – “Verificare la possibilità di eventuale ottimizzazione dello svincolo n. 15 strada statale 494 – Località Soria Vecchia prevedendone, eventualmente, lo spostamento a nord della rotonda di progetto in corrispondenza dell'attuale incrocio semaforizzato. Al fine di garantire la funzionalità dello svincolo ed evitare criticità di ordine trasportistico, la piccola rotonda sulla strada provinciale 52 potrà essere traslata verso est, all'altezza dell'incrocio della strada provinciale 52 con la Via Galvani; (Regione Lombardia)”.

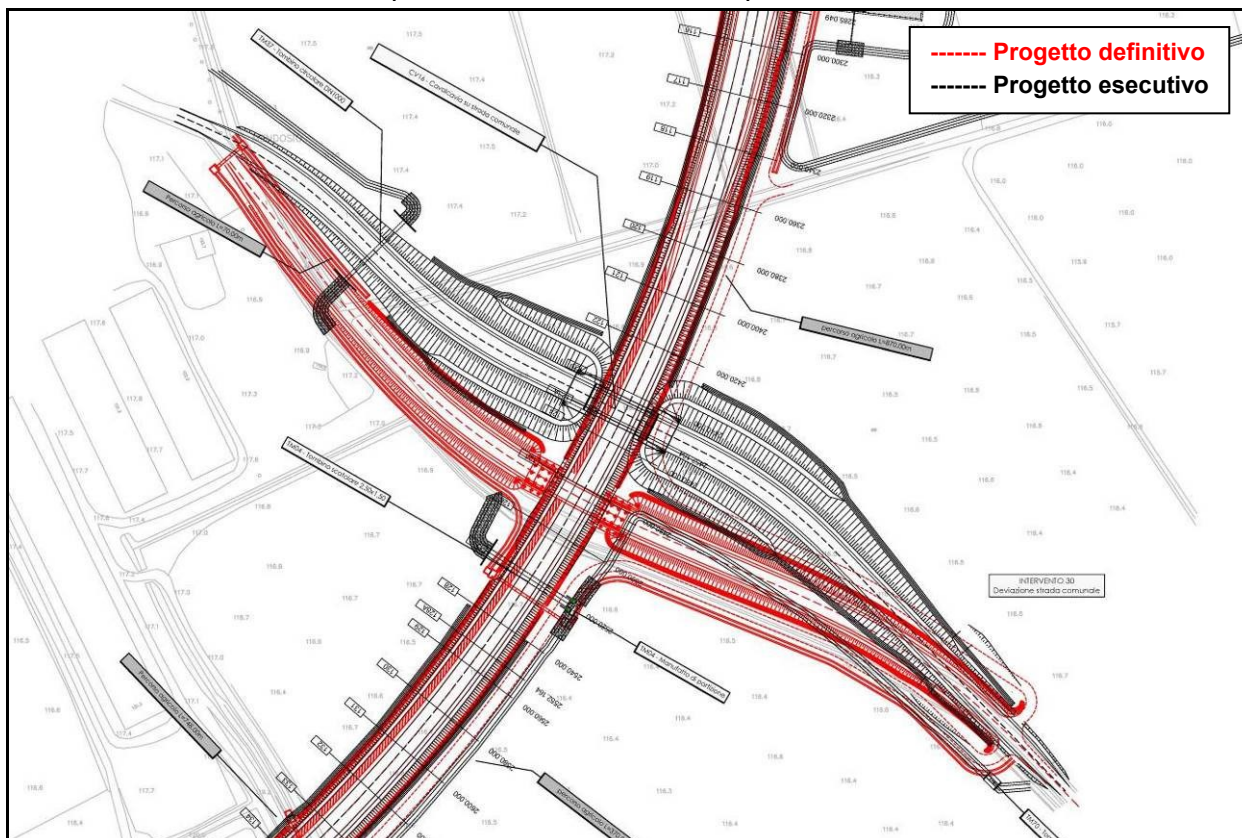
2.5 VIABILITÀ SECONDARIE

Le viabilità secondarie in progetto sono classificabili come adeguamenti di viabilità esistenti, per le quali è stata redatta, come da Normativa, una relazione sulla sicurezza – ex. Art. 4 D.M. 22/04/04. Per tali viabilità, fissata la velocità di progetto, si verificano tutti gli elementi plano-altimetrici e di visibilità legati a tale velocità.

Per tutte le viabilità in progetto è stato seguito tale criterio con lievi modifiche plano-altimetriche.

Gli unici due interventi dove le modifiche sono state più impattanti sono il n°30 e 33 dove è previsto lo scavalco dell'nuovo asse principale in progetto.

L'intervento n°30, progettato con velocità di progetto di 55 Km/h e di segnaletica a 50 Km/h, ha previsto uno spostamento verso nord dell'asse per facilitare le fasi realizzative ed eliminare inoltre l'interferenza con un area di deposito di materiali di risulta posta ad inizio intervento lato ovest.



Per l'intervento n°33 viceversa si è dovuto modificare il tracciamento plano-altimetrico per adeguare gli elementi geometrici ai minimi di Normativa, per la velocità di progetto di 40 Km/h prevista, che non erano rispettati per la soluzione riportata nel progetto definitivo (pendenze longitudinali > del 7% - raccordi parabolici di raggio inferiore ai minimi - parametri clotoidi inferiori ai minimi). Non risultavano inoltre inseriti gli allargamenti per iscrizione in curva necessari per le curve con raggio inferiore a i 225 m.

Inoltre si è reso necessario modificare la sezione trasversale dell'intervento per la richiesta riportata nella prescrizione del CIPE n°1.1.1.18 – *“Il cavalcavia della strada provinciale 183 in comune di Abbiategrasso (opera CA17) dovrà essere dimensionato in maniera tale da poter ospitare anche un percorso ciclopedonale bidirezionale, al fine di garantire la continuità del percorso ciclopedonale “Traccia azzurra - collegamento ciclabile tra l'abbiategrasso e Vigevano” in progettazione e realizzazione da parte del parco del Ticino e finanziato a valere sulle risorse del Programma operativo regionale 2014 – 2020 del Fondo europeo di sviluppo regionale (Progetto ID 119455). (Regione Lombardia)”*.

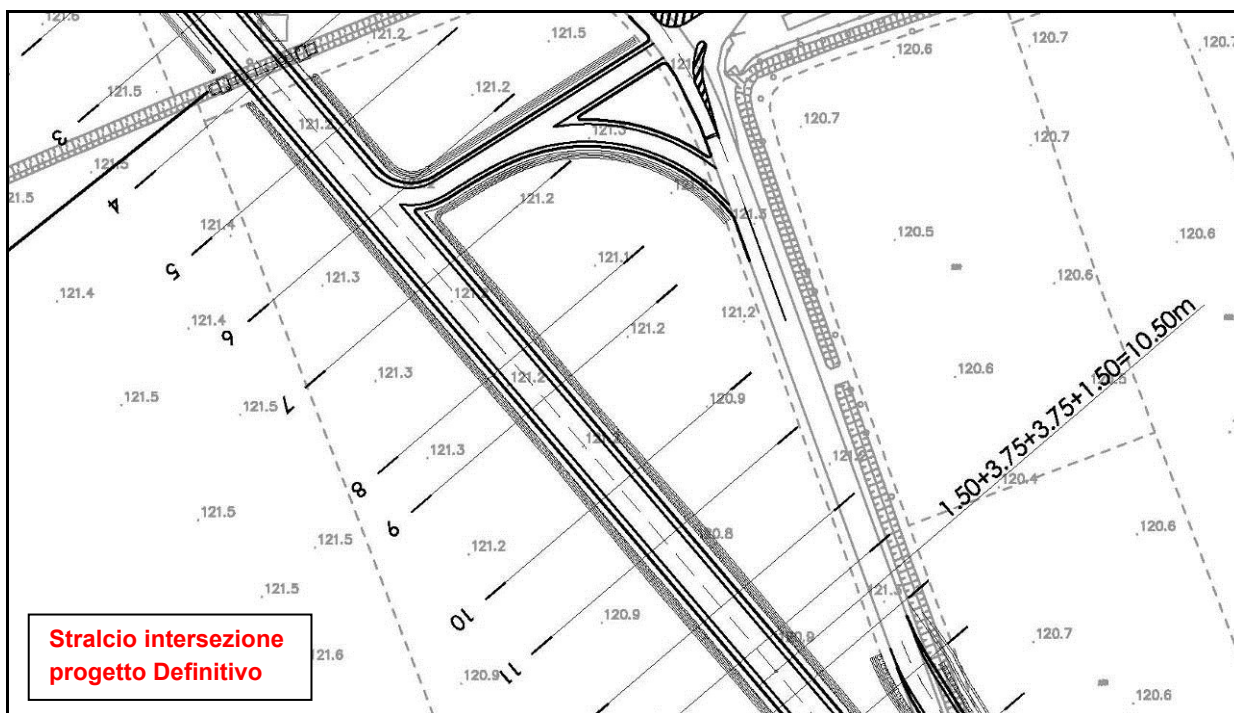
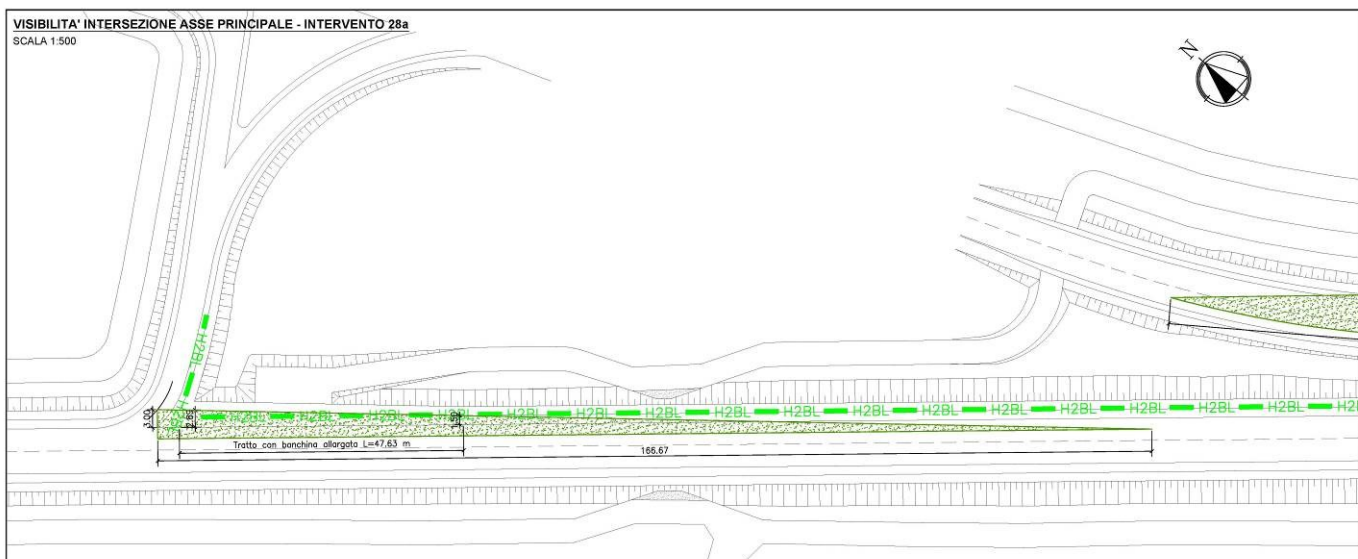
2.6 VERIFICHE DI VISIBILITÀ

Nel progetto esecutivo sono state effettuate tutte le verifiche di visibilità richieste da Normativa relative a tutti gli assi (visibilità per la distanza d'arresto), anche per gli svincoli e le viabilità secondarie, nonché le verifiche di visibilità per i rami d'accesso alla rotonda e i triangoli di visibilità per le intersezioni stradali.

Le verifiche presenti nel progetto definitivo erano limitate a quelle di visibilità per l'arresto dell'asse principale e pertanto in diverse situazioni non erano garantite le visibilità per gli altri assi e intersezioni.

Nel progetto esecutivo sono conseguentemente stati introdotti gli opportuni allargamenti della banchina laddove necessari.

A titolo esemplificativo si riporta la planimetria del progetto esecutivo della verifica del triangolo di visibilità per l'innesto della viabilità dell'intervento 28a sull'asse principale ad inizio intervento che non era stata prevista nel progetto definitivo.



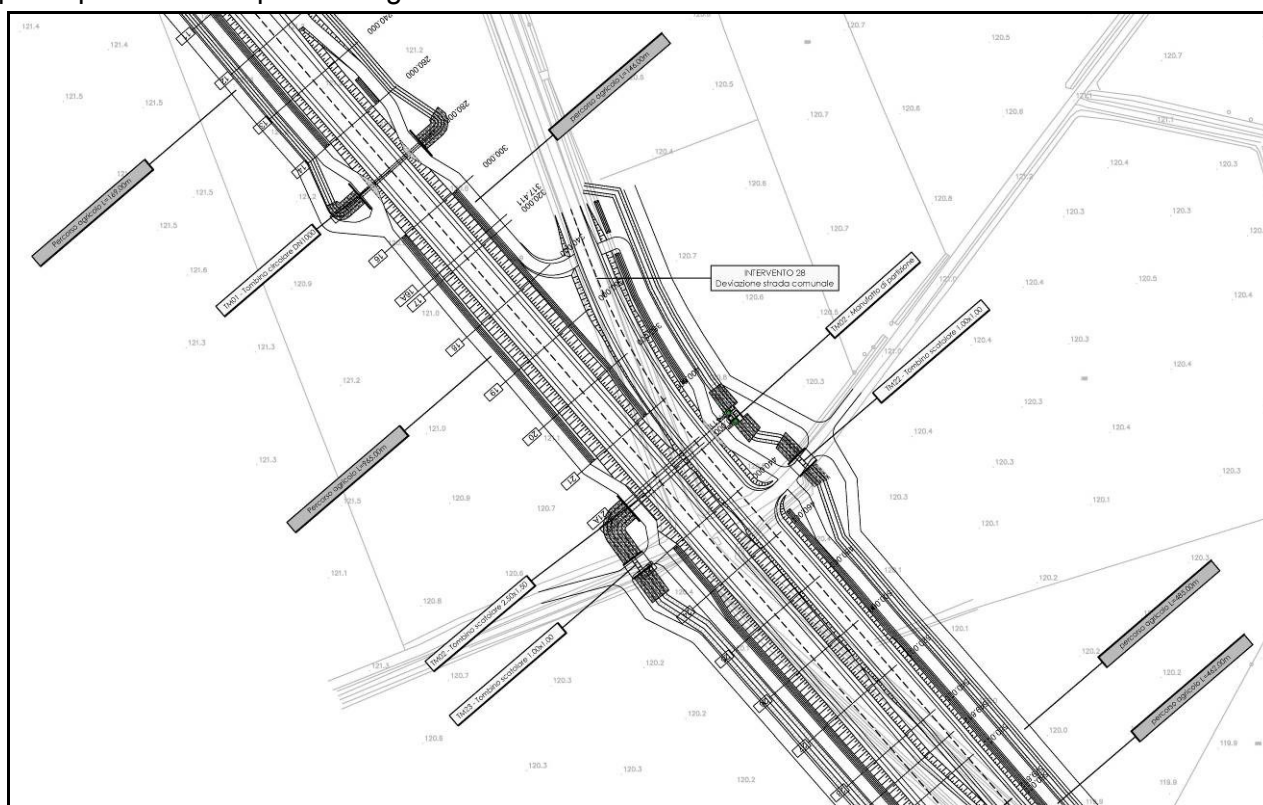
2.7 PERCORSI AGRICOLI

Nel progetto esecutivo sono stati riposizionati e integrati tutti i percorsi di connessione dei fondi agricoli e di manutenzione dei canali che non erano stati interamente analizzati nella precedente fase progettuale.

Tale richiesta è riportata anche nella prescrizione del CIPE n°1.1.1.5 – *“Ove non già previsto nel progetto dovranno essere assicurate adeguate modalità di accesso ai fondi agricoli confinanti con la nuova infrastruttura che risultino preclusi dalla realizzazione della stessa e dovrà essere garantita la continuità e funzionalità del sistema idrico/irriguo presente. (Regione Lombardia)”*.

Si è inoltre avuto cura di posizionare gli innesti dei percorsi agricoli sulla viabilità principale, in modo tale che non venisse preclusa la visibilità.

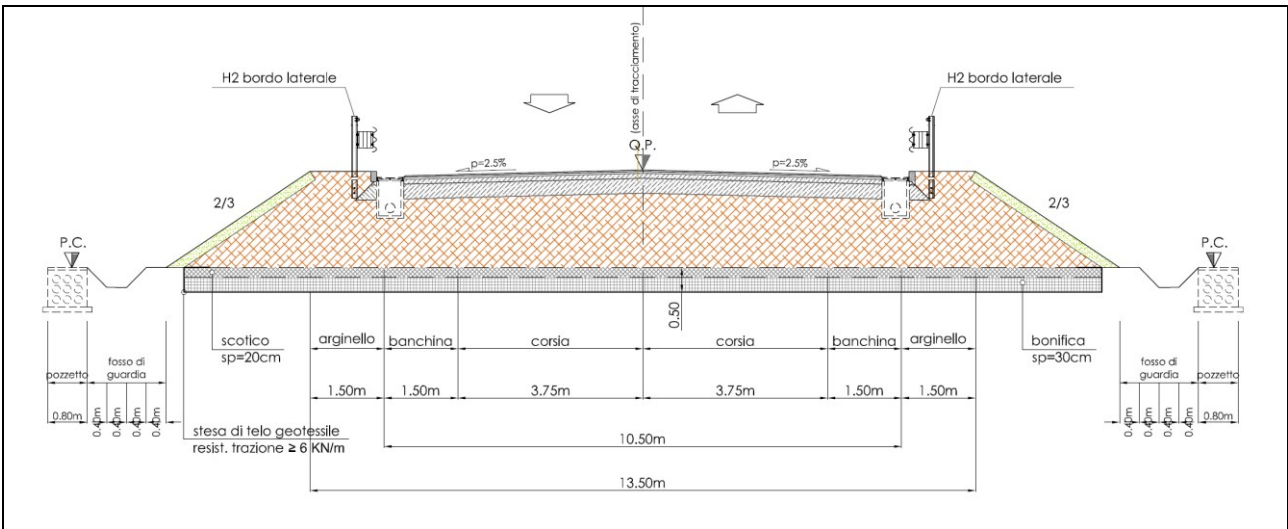
A titolo esemplificativo si riporta stralcio della planimetria di progetto esecutivo con l'evidenza della predisposizione dei percorsi agricoli di ricucitura.



3 GEOLOGIA E GEOTECNICA

3.1 BONIFICA

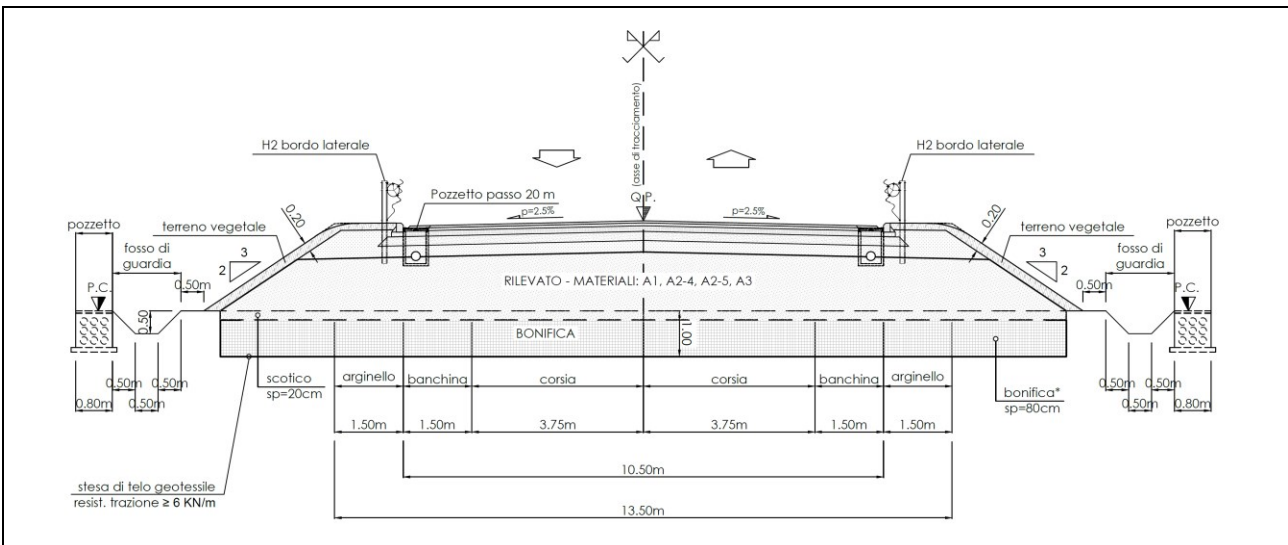
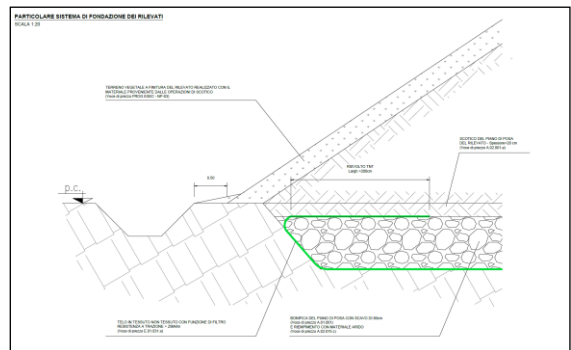
Il progetto definitivo prevedeva una bonifica complessiva di spessore contenuto pari a 50cm comprensiva di 20cm di scotico superficiale



In base alle osservazioni dirette delle carote di sondaggio e dei pozzetti esplorativi, lo spessore del terreno vegetale varia da un minimo di 30 cm ad un massimo di 80 cm, anche se non si possono escludere spessori maggiori, tenuto conto della distanza esistente fra sondaggio e sondaggio.

Fa eccezione il tratto a cavallo del ponte di attraversamento del Naviglio Bereguardo ove le indagini svolte (cfr. sondaggio S14-33, prova penetrometrica SCPT12(2000)) evidenziano la presenza di terreni a prevalente frazione fine (litotipo L5) con spessori anche dell'ordine di 3 m.

Notoriamente il terreno vegetale non ha caratteristiche geotecniche tali da costituire sicuro piano di fondazione dei rilevati stradali, per cui detto **piano di fondazione è stato fissato prudenzialmente alla profondità media di 100 cm dal piano campagna**, salvo approfondimenti locali laddove necessario. Lo spessore di scavo risultante sarà sostituito da materiale arido grossolano avvolto in un telo di tessuto-non tessuto.



Nel caso dei due tratti di rilevato adiacenti al ponte Bereguardo è stato previsto un intervento di bonifica più profondo; fra le varie possibilità esaminate vi sono la sostituzione dell'intero spessore di materiale vegetale (o comunque soffice) con materiale grossolano selezionato, la correzione granulometrica del materiale in sito, mediante compenetrazione con pietrisco grossolano, oppure la stabilizzazione a calce/cemento di uno strato di congruo spessore. La scelta progettuale adottata prevede il consolidamento dei terreni in sito mediante correzione granulometrica, come di seguito descritto:

- aumento dello spessore di bonifica, da 100 cm a 150 cm (comprensivi di 20 cm di scotico);
- stabilizzazione granulometrica del terreno limoso-sabbioso residuo mediante apporto di materiale lapideo a spigoli vivi (dimensioni 4-7 cm), in strati di piccolo spessore (15 cm massimo) da compattare con rullo vibrante in modo che detto materiale si compenetri con il materiale in sito fornendo allo stesso una ossatura grossolana.

Preventivamente lo strato limoso andrà abbondantemente inumidito.

Nella zona compresa fra le progressive 2+640 e 2+740, ove il rilevato attraversa zone caratterizzate dalla presenza di vasche antropiche di non precisata funzione (di cui una probabilmente dismessa e interrata) è stata prevista una bonifica profonda del piano di posa con asportazione del materiale in situ. Una frazione di tale materiale è stata considerata inquinata e come tale conferita a discarica speciale. Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni della parte stradale. Infine, tenuto conto che i terreni affioranti (a meno del terreno vegetale) sono costituiti da materiali a grana grossa (ghiaie e sabbie) e che in alcuni tratti dell'asse stradale sarà necessario eseguire scavi profondi (ad esempio nell'intorno della profonda trincea protetta da muri A "U" posto sul lato sud dell'intervento), è stato previsto il loro reimpiego per la realizzazione dei rilevati stradali, prevedendo anche una eventuale stabilizzazione granulometrica mediante integrazione del fuso con la frazione mancante. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione sulla gestione delle materie.

3.2 LA FALDA DI PROGETTO

Il progetto definitivo, in conformità alle rilevazioni dei sondaggi ha individuato una superficie piezometrica la quale si attesta ad una profondità di circa 2.5 m÷6 m circa dall'attuale piano campagna. I rilevamenti sono stati fatti al termine di ogni sondaggio (tra il 20 ottobre e 11 novembre 2014) e a distanza di qualche giorno (20 novembre 2014). Quest'ultima lettura è stata fatta al termine di un periodo di intense piogge che hanno causato la formazione di ristagni idrici in superficie nelle aree interessate dal tracciato in progetto. Nella tabella seguente sono riportate le profondità della falda misurata:

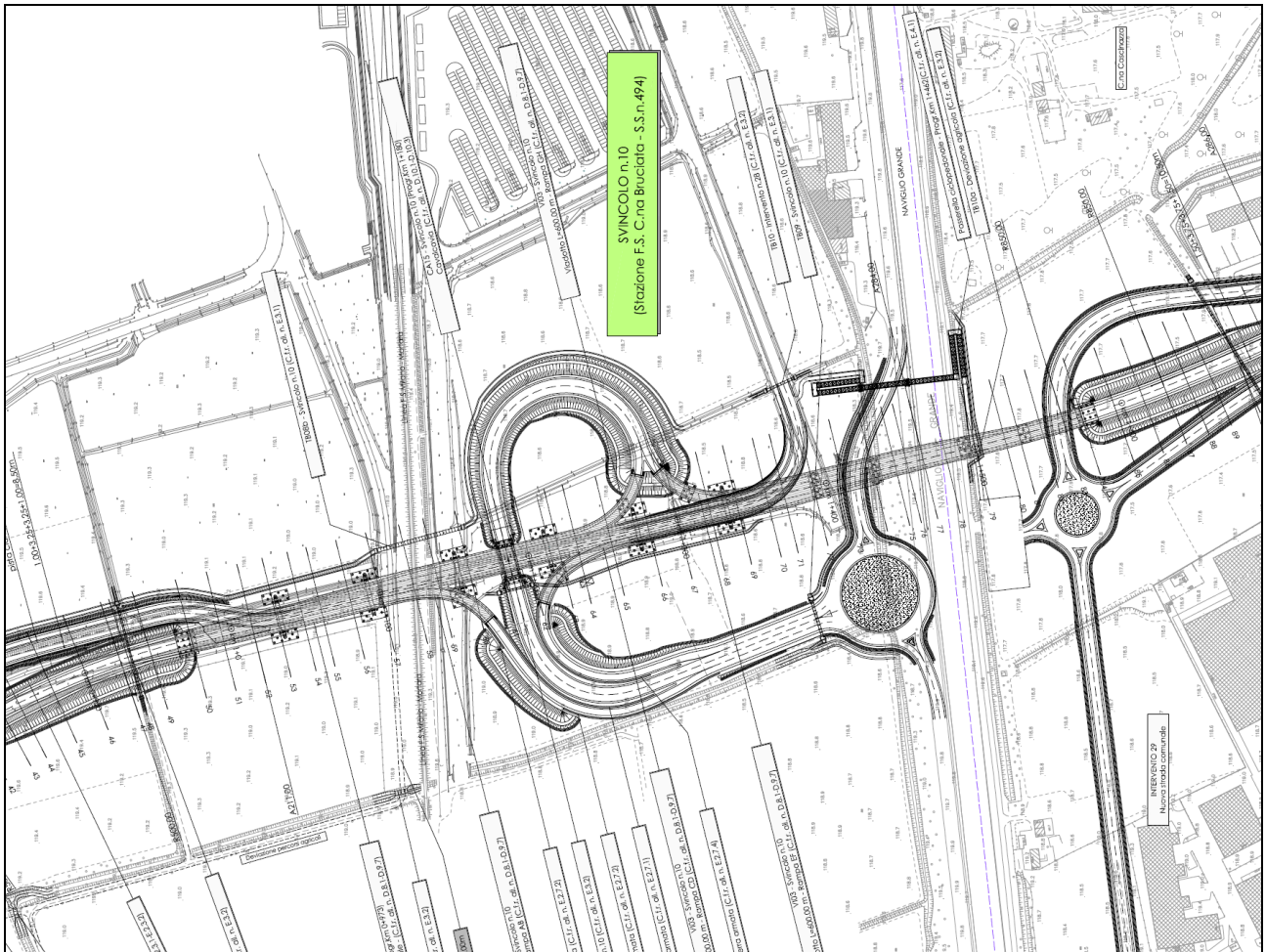
PROFONDITA' E QUOTE DEL LIVELLO DI FALDA					
sondaggio	Quota (m s.m.)	Profondità falda (dal 22/10 al 12/11)	Profondità falda (20/11)	Quota falda (dal 22/10 al 12/11)	Quota falda (20/11)
S14 – 18	121.36	2.9	2.21	118.46	119.15
S14 – 20	121.46	3.1	2.43	118.36	119.03
S14 – 22	121.53		2.15	121.53	119.38
S14 - 25	119.42		2.41	119.42	117.01
S14 – 26	119.43		2.93	119.43	116.50
S14 – 31	114.55	2.5	2.17	112.05	112.38
S14 - 33	114.94	4.9	5.29	110.04	109.65
S14 – 35	108.87	4.3	4.55	104.57	104.32
S14 - 36	107.08	3.9	5.76	103.18	101.32

La relazione geologica del progetto definitivo tuttavia già evidenziava la possibilità di escursioni stagionali anche significativi. In considerazione di tale rischio in fase di progettazione esecutiva tutte le opere sono state verificate, a tempo infinito, con la falda a -1,0m dal piano campagna. Le verifiche transitorie sono invece state condotte con i profili di falda di cui al profilo piezometrico.

4 LE OPERE D'ARTE PRINCIPALI

4.1 IL VIADOTTO PRINCIPALE SUL NAVIGLIO GRANDE (EX VI01)

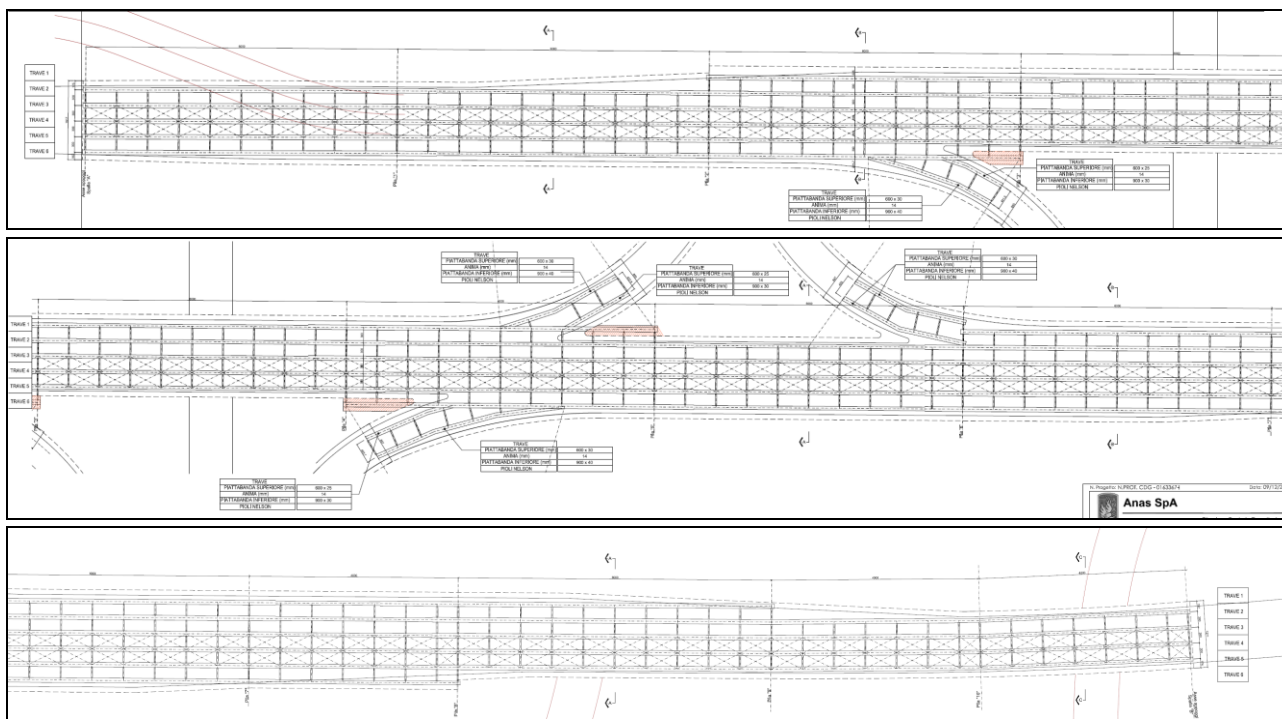
Il progetto definitivo ha previsto una complessa opera in corrispondenza dello svincolo 10



Il viadotto in esame consente lo scavalco della linea FS Milano – Mortara, di un ramo di svincolo e del Naviglio Grande, presenta una larghezza trasversale variabile tra 12,71 e 22,51 mt, di cui 2,00 mt di cordoli laterali per parte e la restante parte di pavimentato. In senso longitudinale è costituito da 11 campate di luce $7 \times 60,00 + 40,00 + 60,00 + 2 \times 40,00$ mt, misurate in asse agli appoggi.

L'impalcato è realizzato con una sezione mista acciaio-calcestruzzo ed è costituito da cinque travi metalliche, per le campate 1, 2, 4, 6 e 9, sei travi per le campate 3, 5, 7 e 8 e quattro per le ultime due campate. L'altezza delle travi, in acciaio tipo Corten, è variabile tra 240 cm in corrispondenza degli appoggi e 178 cm in campata. Tale struttura metallica è stata prevista segmentata in 21 diverse tipologie di conchi e la sezione trasversale è irrigidita trasversalmente.

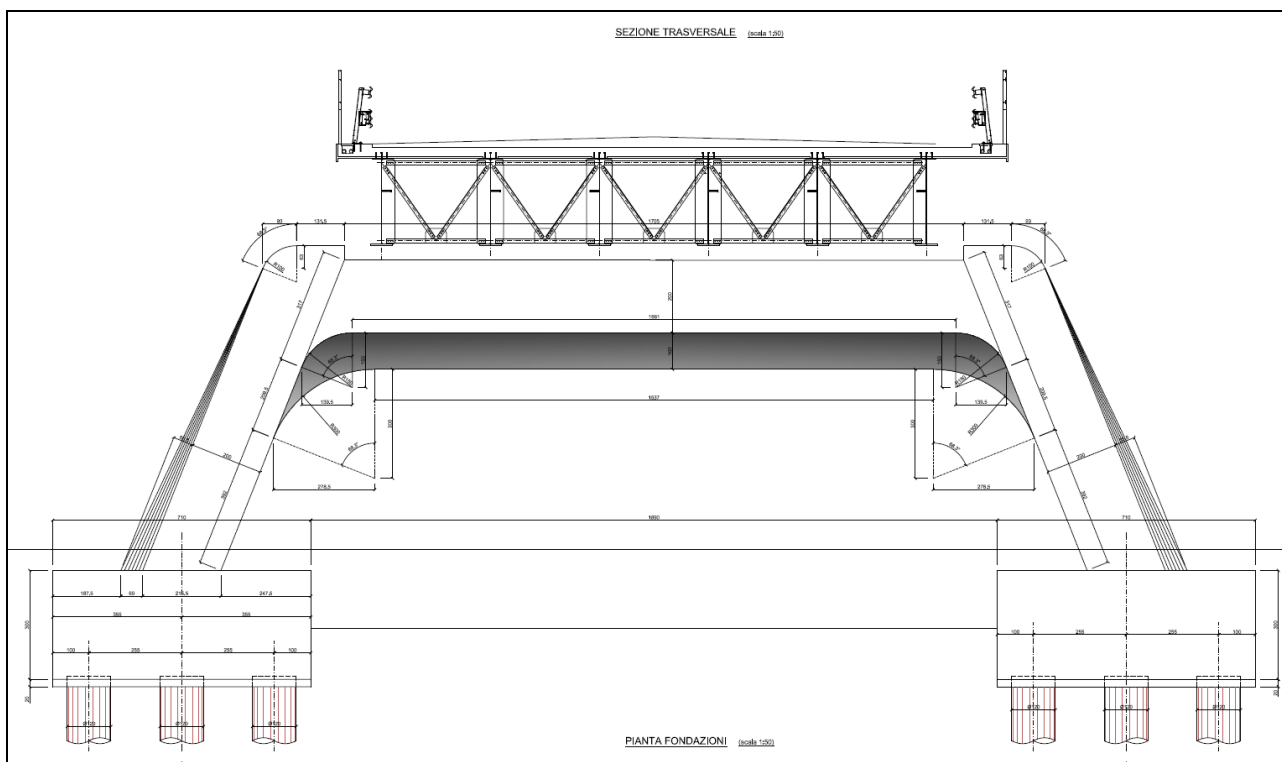
Alla pagina seguente schema delle travi di impalcato.



All'estradosso delle travi è solidarizzata la soletta in calcestruzzo per mezzo dei connettori a taglio (connettori a piolo) opportunamente saldati sull'ala superiore della trave. La soletta, dello spessore complessivo di 30 cm, è costituita da predelle tralicciate di spessore 5 cm e da un getto integrativo di 25 cm. Viene adottato un sistema di isolamento sismico che è posto tra l'impalcato e le pile/spalle, allo scopo di migliorarne la risposta nei confronti delle azioni sismiche orizzontali, con l'impiego di isolatori elastomerici, composti essenzialmente da strati di materiale elastomerici (gomma naturale o materiali artificiali idonei) alternati a piastre d'acciaio, aventi prevalente funzione di confinamento dell'elastomero, e vengono disposti nella struttura in modo da sopportare le azioni e deformazioni orizzontali di progetto trasmesse (sisma, vento, dilatazioni termiche, viscosità, ecc.) mediante azioni parallele alla giacitura degli strati di elastomero ed i carichi verticali permanenti ed accidentali mediante azioni perpendicolari agli strati.

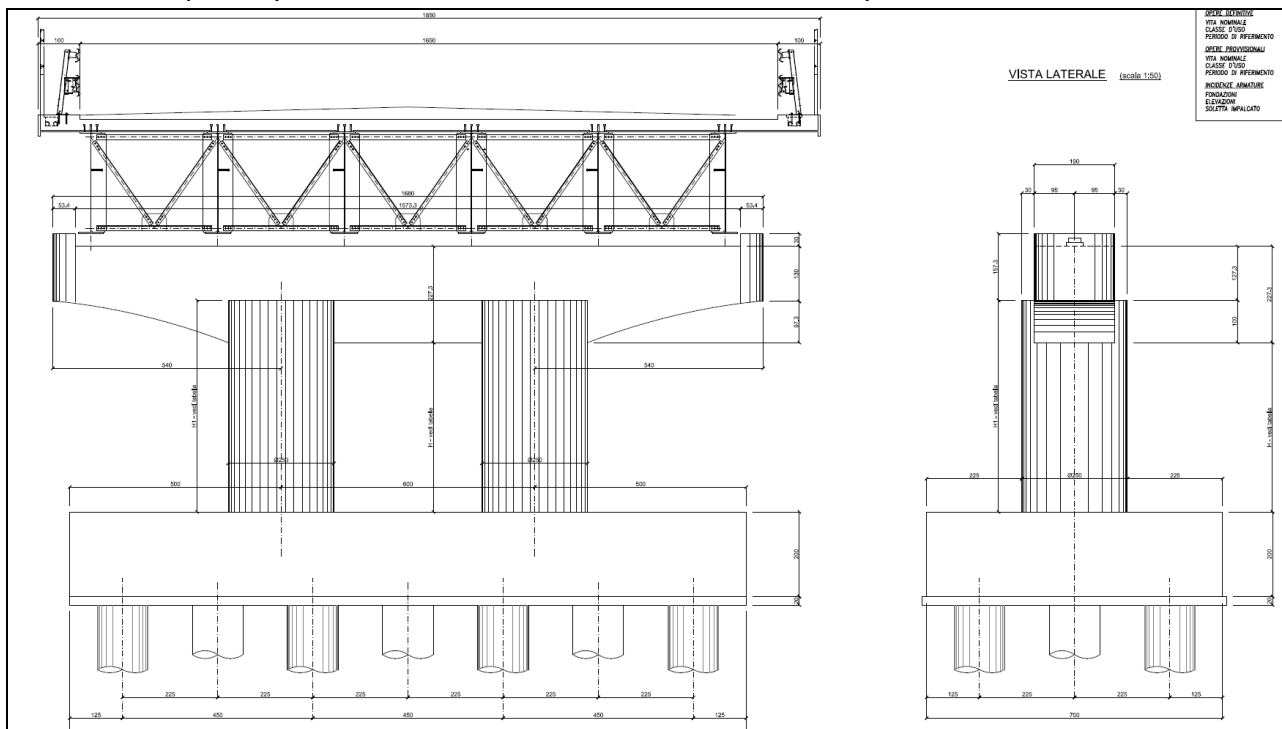
Le spalle sono di tipo massiccio in calcestruzzo armato con muri andatori. La spalla A di larghezza pari a 15,17 mt è caratterizzata da un'altezza complessiva pari a circa 10,52 mt, di cui 3,52 mt di paraghiaia e 7,00mt di un muro frontale; la spalla B di larghezza pari a 12,71 mt presenta invece un'altezza complessiva pari a circa 8,56 mt, di cui 3,06 mt di paraghiaia e 5,50 mt di un muro frontale. I muri frontali non sono irrigiditi da setti interni ed entrambe si innestano su plinto di fondazione di spessore 1,75 mt e dimensioni in pianta 18,00 x 12,80 mt per la spalla A e 16,80 x 12,80 mt per la spalla B, in cui si inseriscono pali trivellati Ø 1.200 mm.

Il viadotto in esame è caratterizzato da tre tipologie di pile: una tipologia a cavalletto in c.a.p, una di tipo tradizionale a singolo fusto circolare e una anch'essa tradizionale a doppio fusto circolare. La tipologia a cavalletto, che si riscontra nelle prime sei pile nasce dall'esigenza di mantenere un sottopasso esistente alla linea FS realizzato su diaframmi. La pila è pertanto composta da un traverso a sezione trapezoidale di altezza pari a 300 cm, base maggiore 210 cm e minore 145 cm. Il traverso è sostenuta da due elementi inclinati di circa 68° rispetto all'orizzontale che presentano sezione variabile con l'altezza tra 200 x 300 cm e 200 x 230 cm. Sia il traverso che gli elementi inclinati costituenti la pila a cavalletto presentano cavi di post tensione costituiti da trefoli compatti da 0,6", in particolare nel traverso sono disposti 10 cavi da 30 trefoli ad andamento parabolico su tre strati, mentre negli elementi inclinati è presente un unico strato composto da 6 cavi da 22 trefoli. Gli elementi inclinati si innestano in due diversi plinti di spessore 3,00 mt e di dimensioni in pianta pari a 7,10 x 17,30 mt, in cui si inseriscono 11 pali trivellati Ø 1.200 mm.



Le tipologie tradizionali sono realizzate in cemento armato gettato in opera. La tipologia a fusto doppio, tipica delle pile 7 e 8, mentre quella a fusto singolo caratterizza le ultime due pile.

La tipologia a fusto doppio presenta un pulvino di spessore 1,90 mt, altezza circa 2,30 cm e larghezza variabile tra 16,00 mt all'estradosso e 8,50 all'intradosso; il pulvino si innesta in due fusti circolari di diametro 2,50 mt e che si inseriscono in un unico plinto di spessore 2,00 mt e di dimensioni in pianta pari a 7,00 x 16,00 mt, in cui si incastrano 11 pali trivellati Ø1.200 mm.



La tipologia a fusto singolo presenta un pulvino di spessore 1,90 mt, altezza circa 2,30 cm e larghezza all'estradosso pari a 13,80 mt per la pila 9 in corrispondenza della quale l'impalcato è costituito da cinque travi e pari a 10,80 mt per la pila 10 dove l'impalcato è costituito da quattro travi; il pulvino si innesta nel fusto circolare di diametro 2,50 mt e che si inserisce in un plinto di

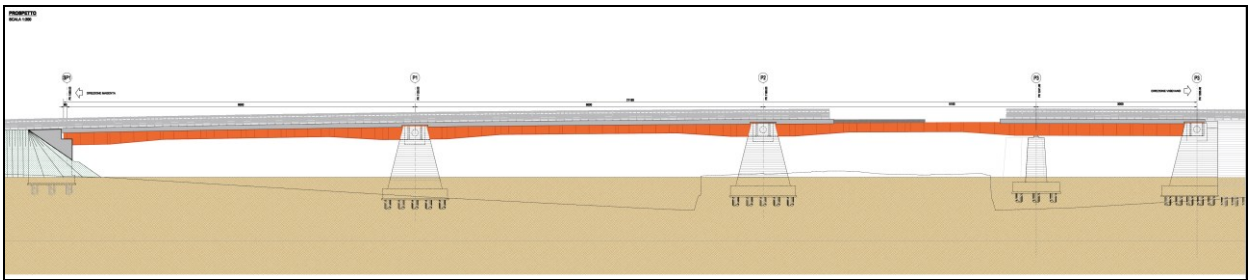
spessore 2,00 mt e di dimensioni in pianta pari a 7,10 x 12,20 mt, in cui si inseriscono 8 pali trivellati Ø1200 mm.

Il principale problema dell'opera sopra riportata (oltre a una complessa manutenzione dei cavi in precompresso post-tesi posti sia sul trasverso di pila che sui ritti) è legato alla sostanziale incompatibilità delle rampe rispetto alla nuova geometria. Le rampe di ingresso infatti incidono con angoli prossimi ai 90° ° (essendo vietata la presenza di corsie di accelerazione) rispetto all'asse principale come previsto dall'attuale normativa sulle intersezione (D.M. 19/06/2006).

E' stato quindi previsto una sequenza di opera (Viadotti e coperture tipo Gallerie artificiali) poste al di sopra dell'attuale viabilità). Il complesso di opere in sequenza VI01, GA01, VI02, GA02, VI03, GA03 e VI04 consente lo scavalco della linea FS Milano – Mortara, di un ramo di svincolo e del Naviglio Grande.

Seguendo l'ordine delle progressive crescenti l'opera risulta composta da:

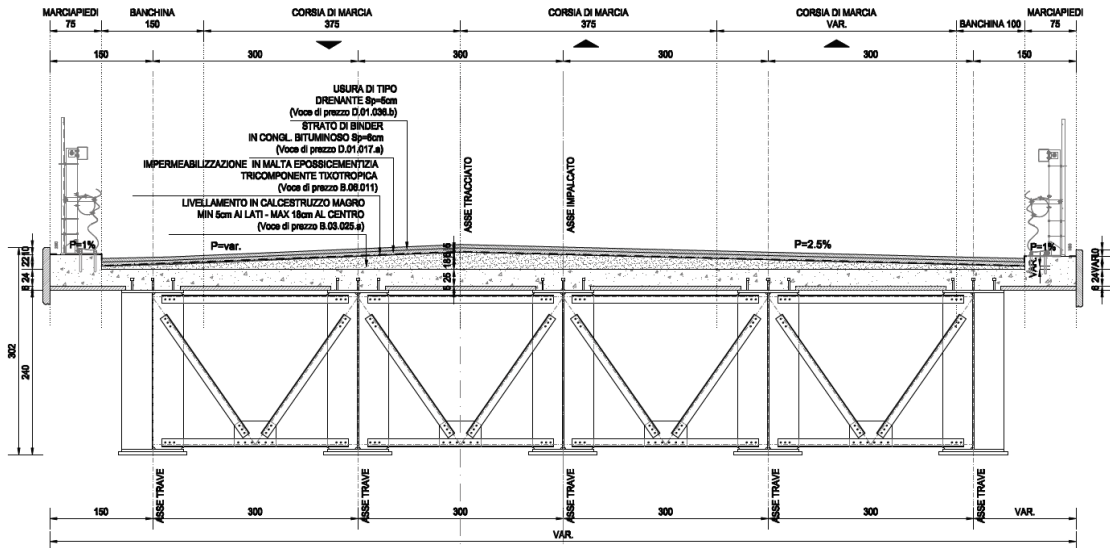
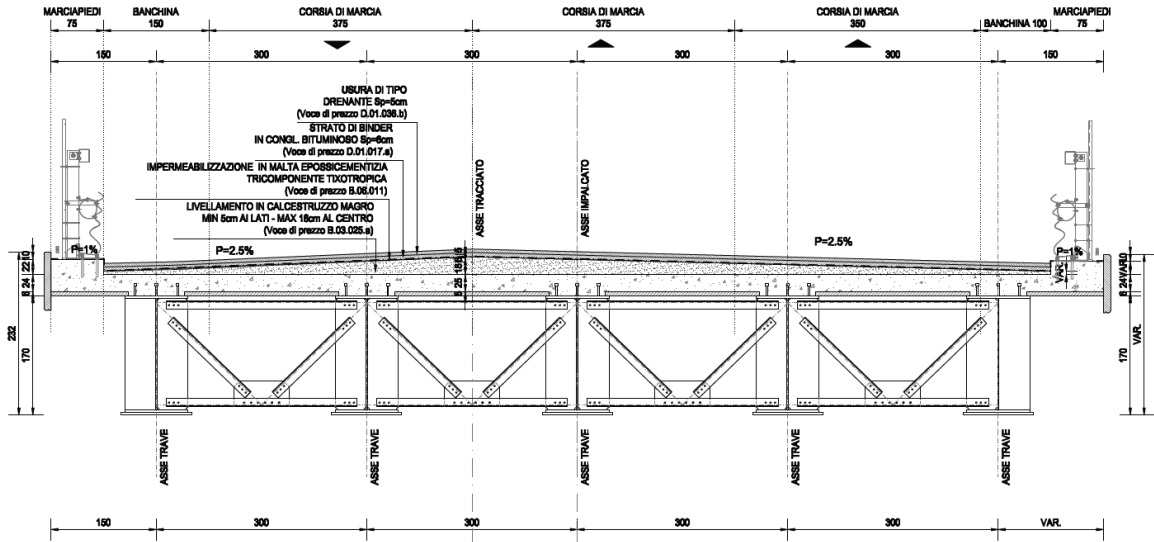
- Viadotto VI01 costituito da un impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo a 4 campate di luce rispettivamente pari a 65, 65, 51, 30m; le travi longitudinali a doppio "T" – n. 5 di altezza variabile da 1.70m in mezzeria a h=2.40m sugli appoggi - si intestato su dei trasversi rigidi di testata cassonati la cui funzione è quella di garantire l'appoggio dell'impalcato sulle pile disposti lateralmente. Le pile sono state progettate con una forma a "V" rovescia. L'impalcato è isolato sismicamente con apparecchi tipo friction pendulum. La presente WBS ricomprensive sia le strutture di impalcato che le 2 pile sia la spalla A lungo l'asse principale e la spalla B di uscita della rampa.



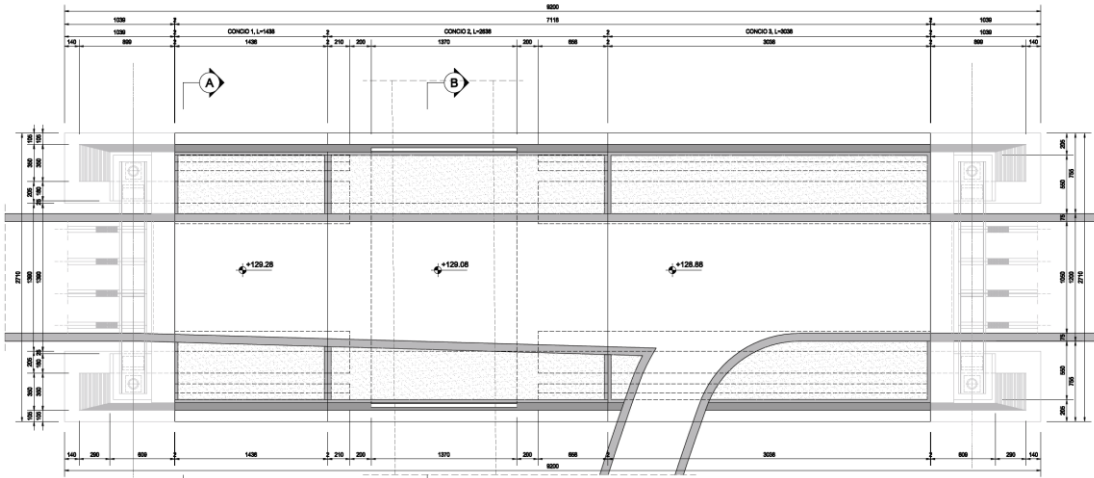
L'introduzione della pila 03 ha consentito di spostare la spalla B e la spalla della rampa verso sud consentendo di evitare le interferenze (presenti nel progetto definitivo e non risolte) con gli impianti di sollevamento dell'attuale sottopasso.

Alla pagina seguente si riporta lo schema delle sezioni trasversali.

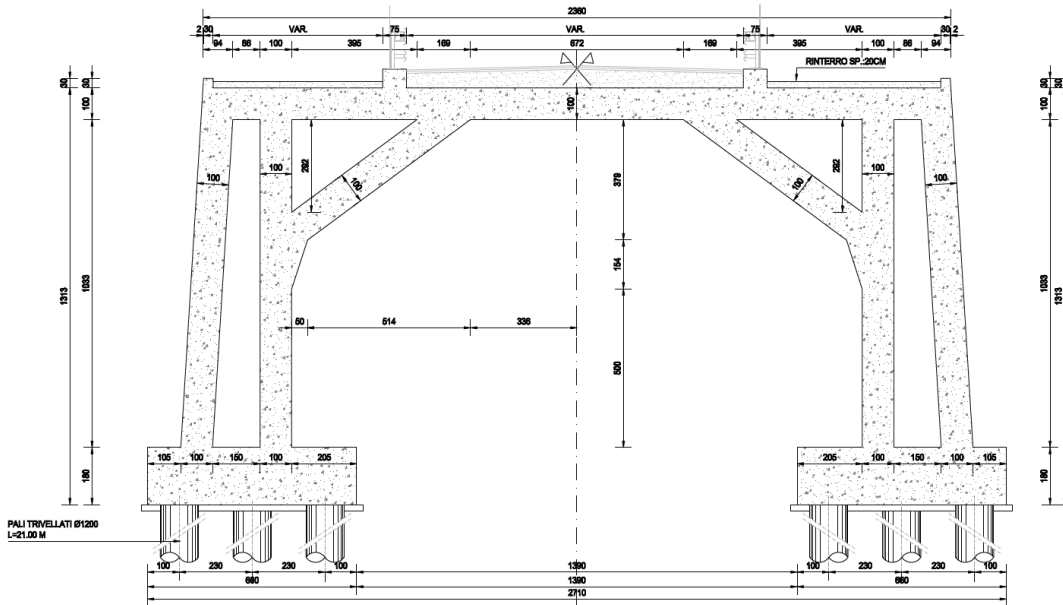
CONFRONTO PROGETTO DEFINITIVO – PROGETTO ESECUTIVO



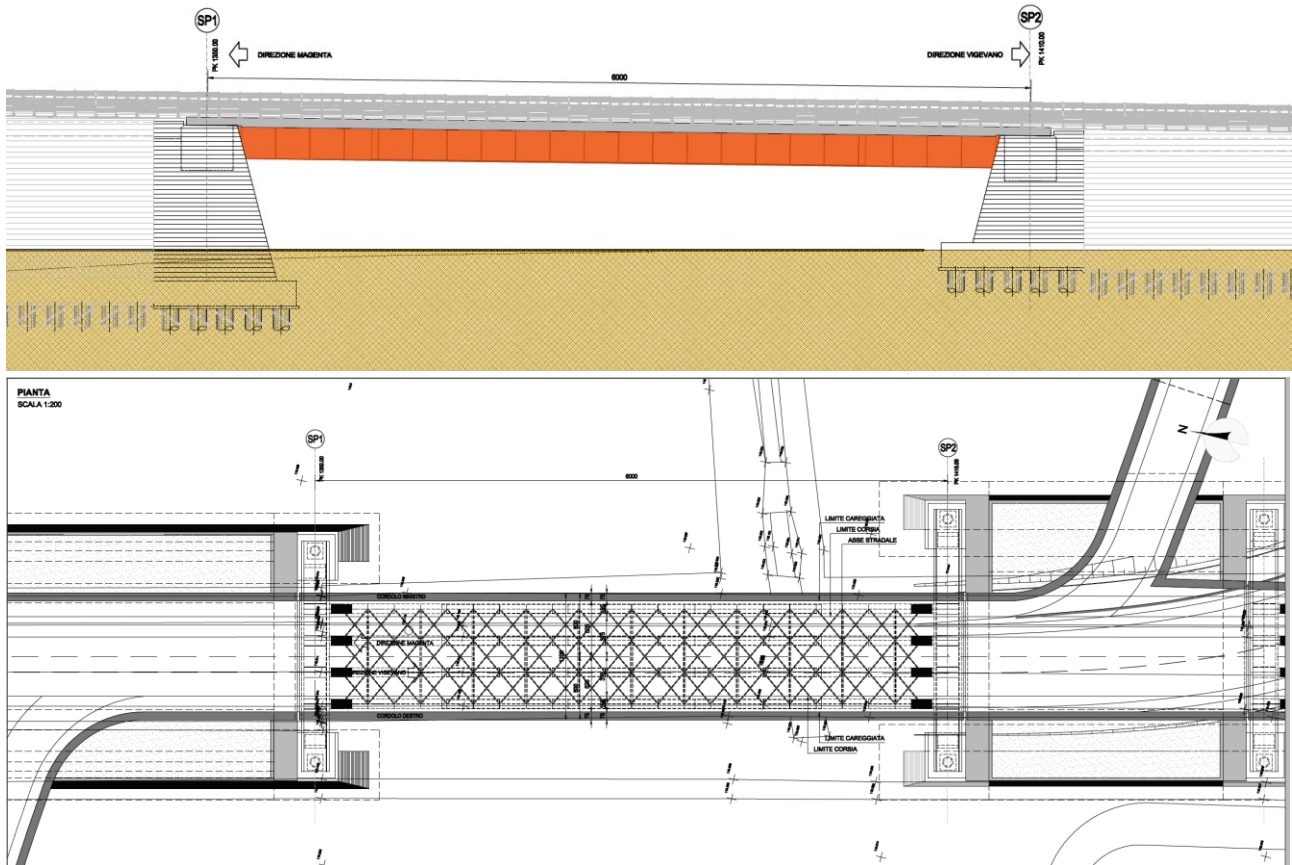
- Galleria GA2, di sviluppo 92.00m, costituita da n. 5 conci, di cui le estremità con funzione di spalle dei viadotti Vi01 e Vi02 e i 3 centrali di semplice copertura. Il concio centrale, il numero 3, presenta una foratura a metà altezza per consentire l'attraversamento della viabilità di svincolo.



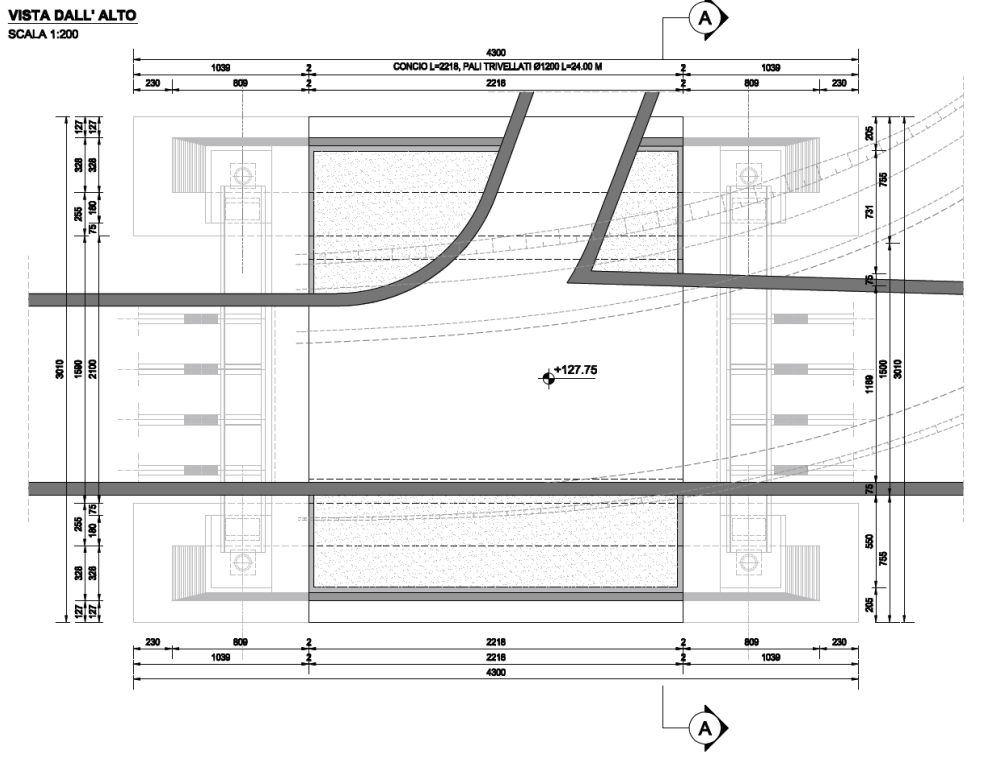
La forma della struttura richiama quella delle pile e si configura a tutti gli effetti come un portale.



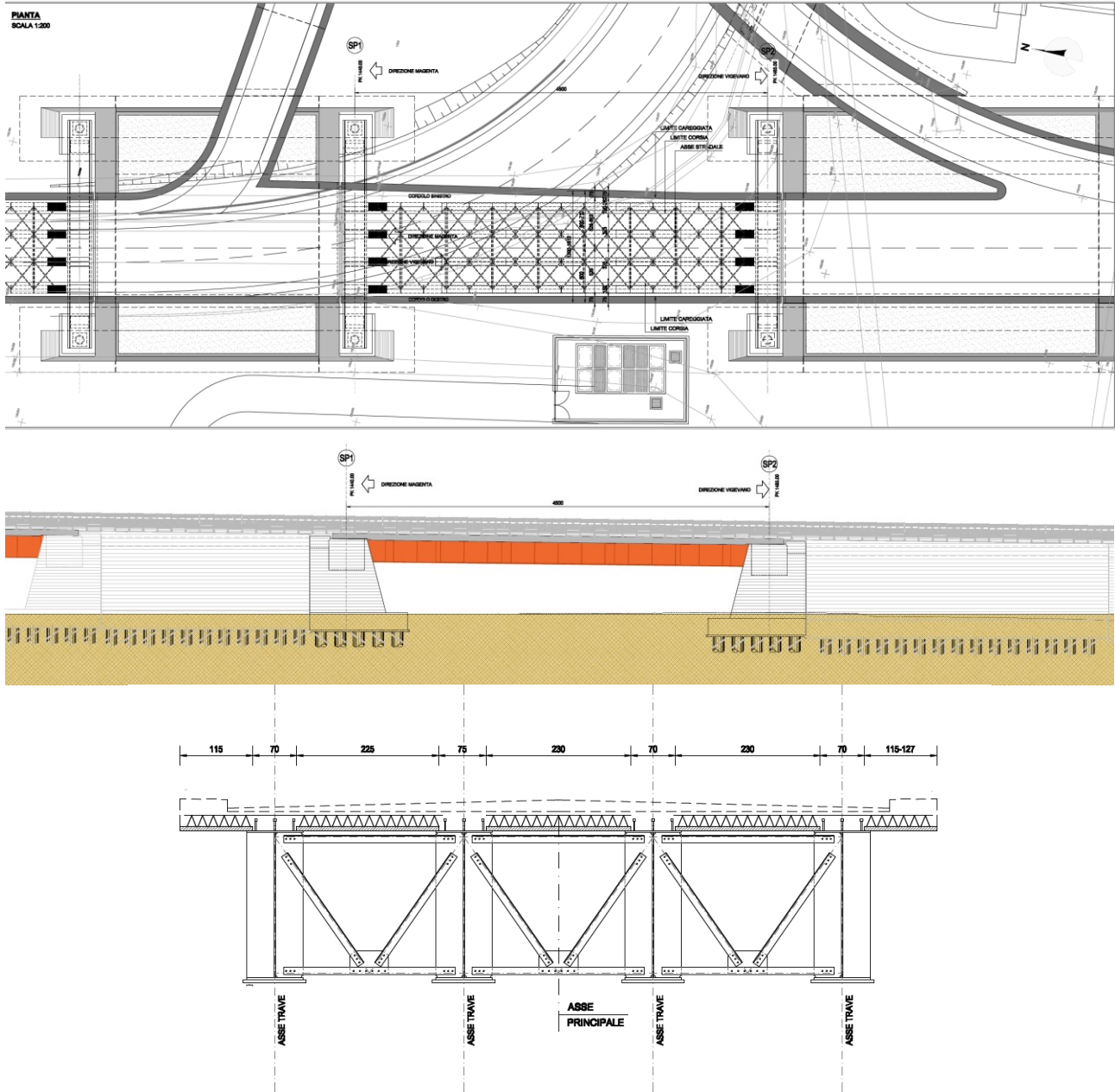
- Viadotto VI02 costituito da un impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo a singola campata di luce pari a 60ml; le travi longitudinali a doppio “T”si intestato su dei trasversi rigidi di testata cassonati la cui funzione è quella di garantire l’appoggio dell’impalcato sulla gallerie artificiali di testata progettate comunque con struttura a portale in tutto e per tutto simile alle pile. L’impalcato è isolato sismicamente con apparecchi tipo friction pendolum. La presente WBS ricompone le sole strutture di impalcato.



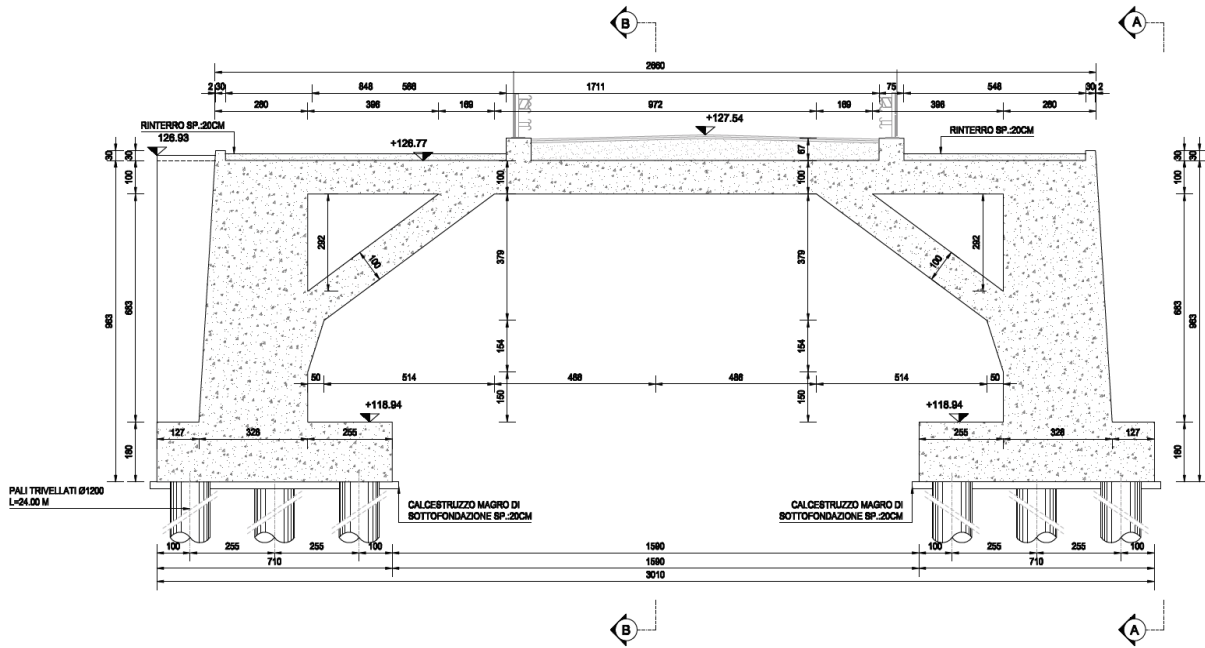
- Galleria GA3, di sviluppo 43.00m, costituita da n. 3 conci di cui i due di estremità con funzione di spalle dei viadotti VI02 e VI03 e il centrale di semplice copertura. La forma della struttura richiama quella delle pile e si configura a tutti gli effetti come un portale.



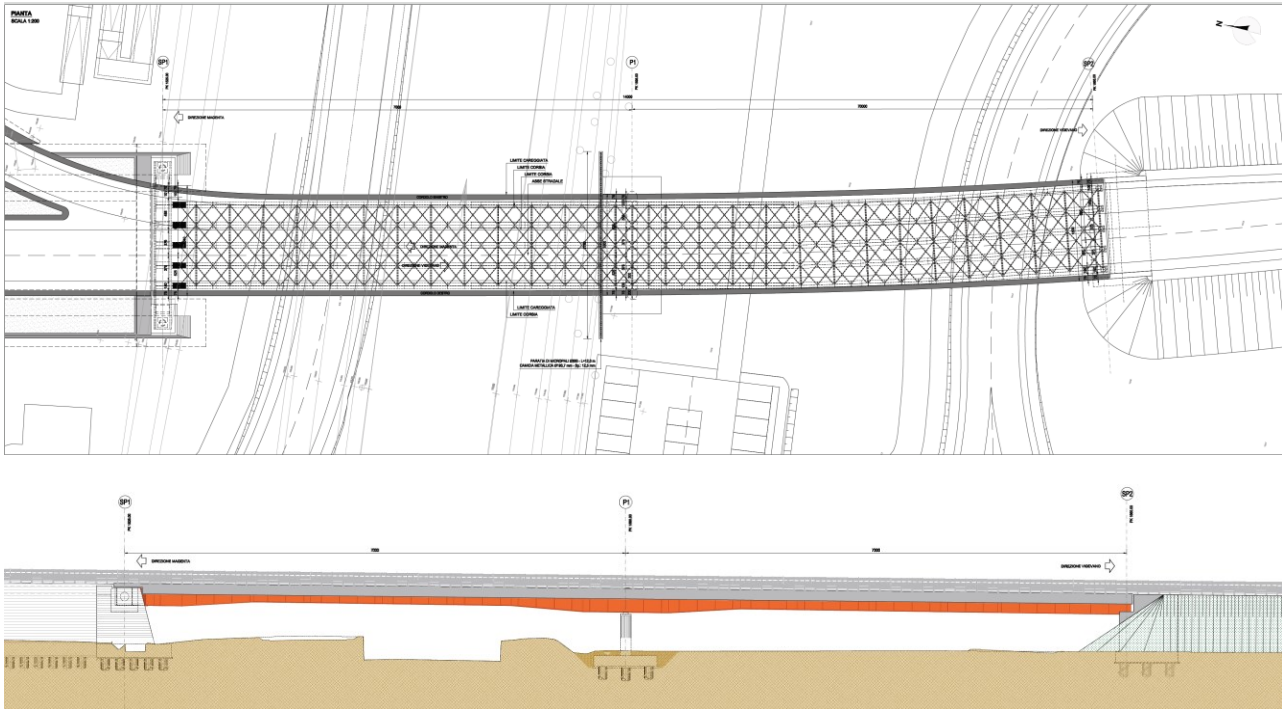
- Viadotto VI03 costituito da un impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo a singola campata di luce pari a 45m; le n. 4 travi longitudinali a doppio “T”, di altezza $h=2.40m$, si intestano su dei trasversi rigidi di testata cassonati la cui funzione è quella di garantire l'appoggio dell'impalcato sulla gallerie artificiali di testata progettate comunque con struttura a portale in tutto e per tutto simile alle pile.. L'impalcato è isolato sismicamente con apparecchi tipo friction pendulum. La presente WBS ricompone le sole strutture di impalcato.



- Galleria GA4 costituito da n. 3 conci di cui i due di estremità con funzione di spalle dei viadotti VI03 e VI04 e il centrale di semplice copertura. La forma della struttura richiama quella delle pile e si configura a tutti gli effetti come un portale.



- Viadotto VI04, di sviluppo 140.00m, costituito da un impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo a doppia campata ciascuna di luce pari a 70ml; le n.5 travi longitudinali a doppio “T”, di altezza variabile da 1.70m in mezzeria a h=2.40m sugli appoggi, si intestano su dei trasversi rigidi di testata cassonati la cui funzione è quella di garantire l’appoggio dell’impalcato sulla gallerie artificiali di testata progettate comunque con struttura a portale in tutto e per tutto simile alle pile.. L’impalcato è isolato sismicamente con apparecchi tipo friction pendulum. La presente WBS ricomprende sia le strutture di impalcato che la pila e la spalla B lungo l’asse principale.



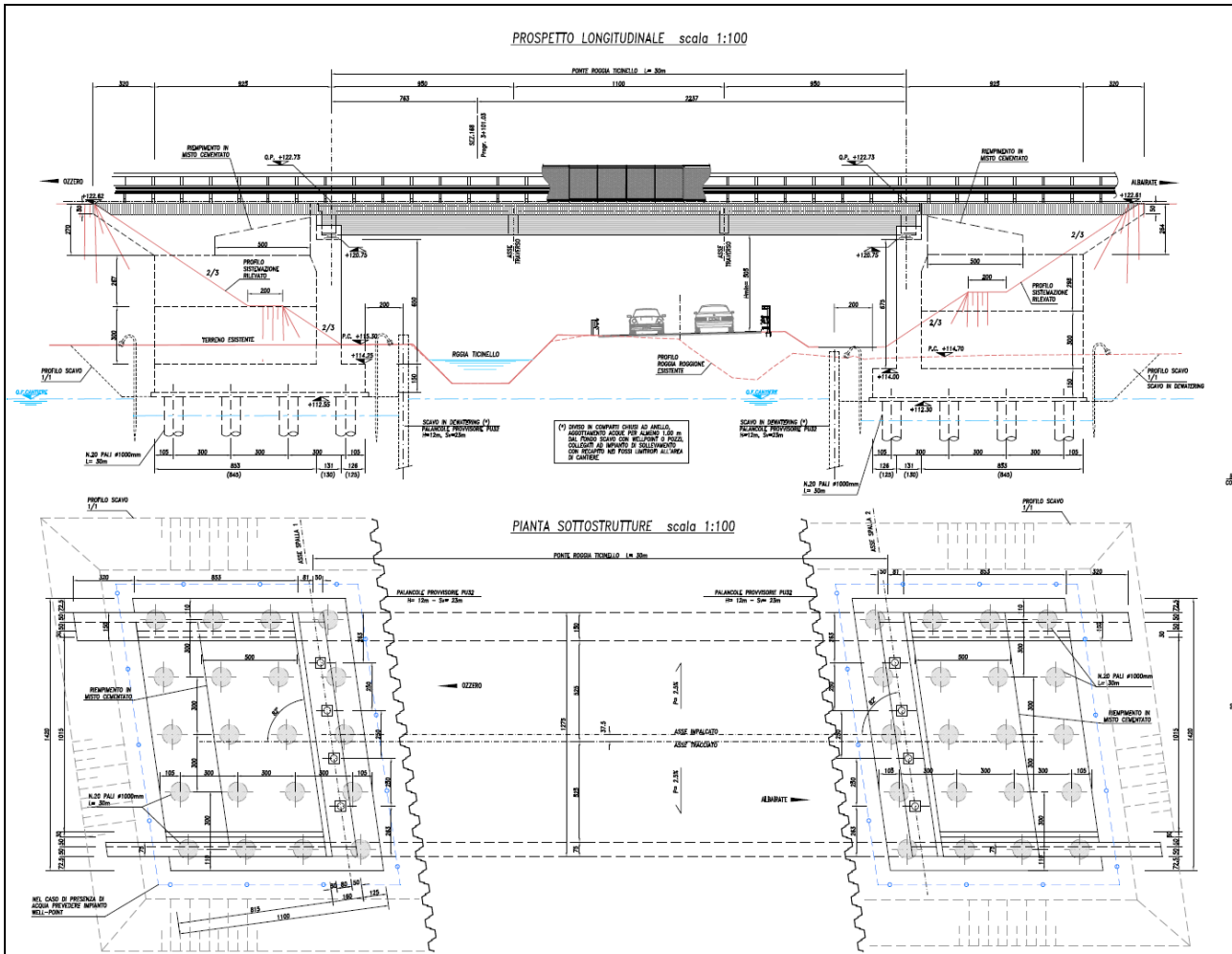
Tutte le opere sono fondate su pali Ø 1.200 mm.

Di seguito si allegano le tipologie delle pile del ponte e della galleria artificiale..

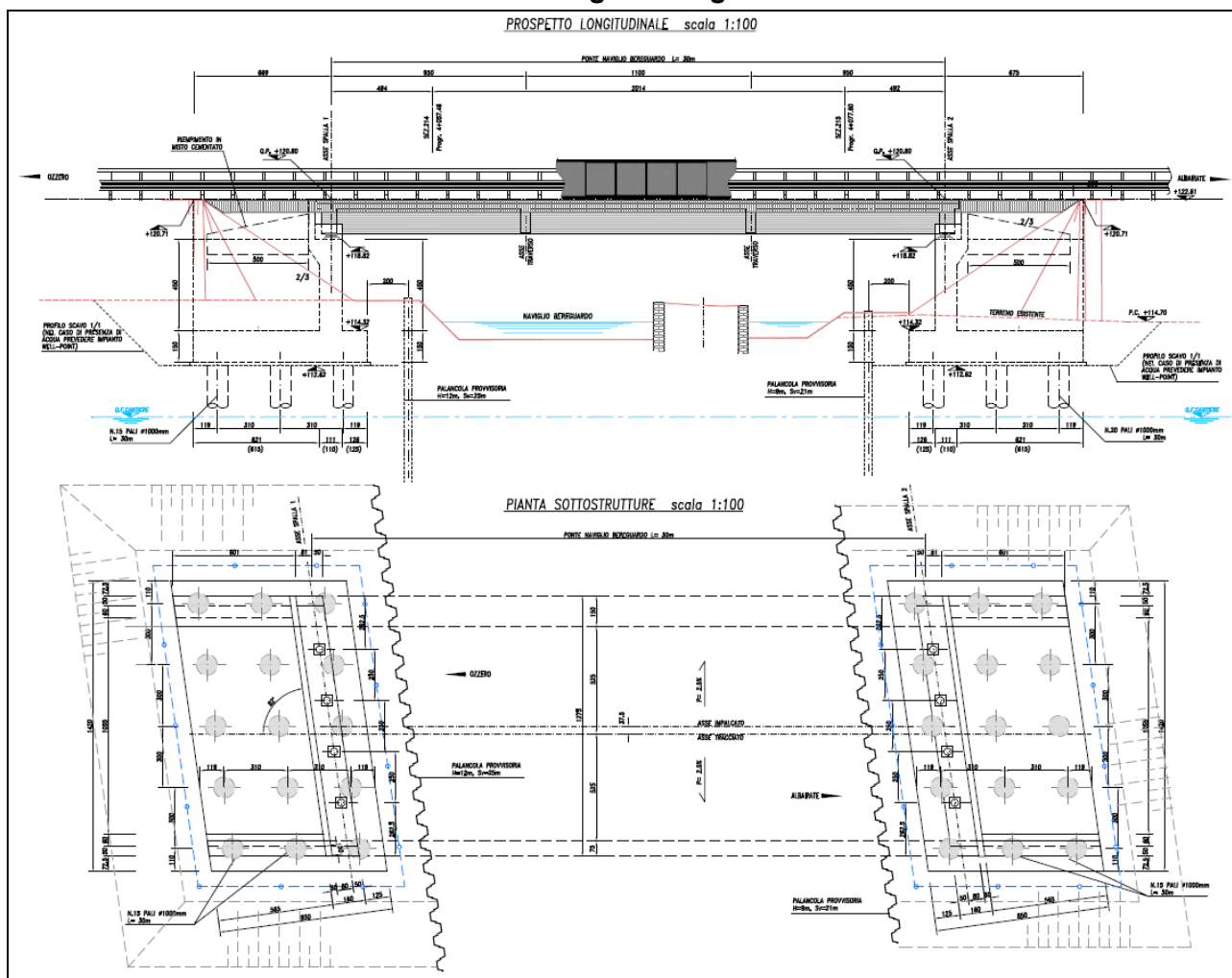
4.2 I PONTI PO02 E PO03

Il progetto posto a base di gara prevedeva per l'attraversamento della Roggia Ticinello e del Naviglio Bereguardo, la realizzazione di ponti a unica campata di luce pari a 30m.

Ponti Roggia Ticinello



Ponti Navaglio Bereguardo



Le spalle erano previste di tipo scatolato con altezza dallo spiccato fondazione dell'ordine dei 6/7m. Apposite opere provvisoria contenevano l'argine fluviale durante lo scavo delle ciabatte di fondazione.

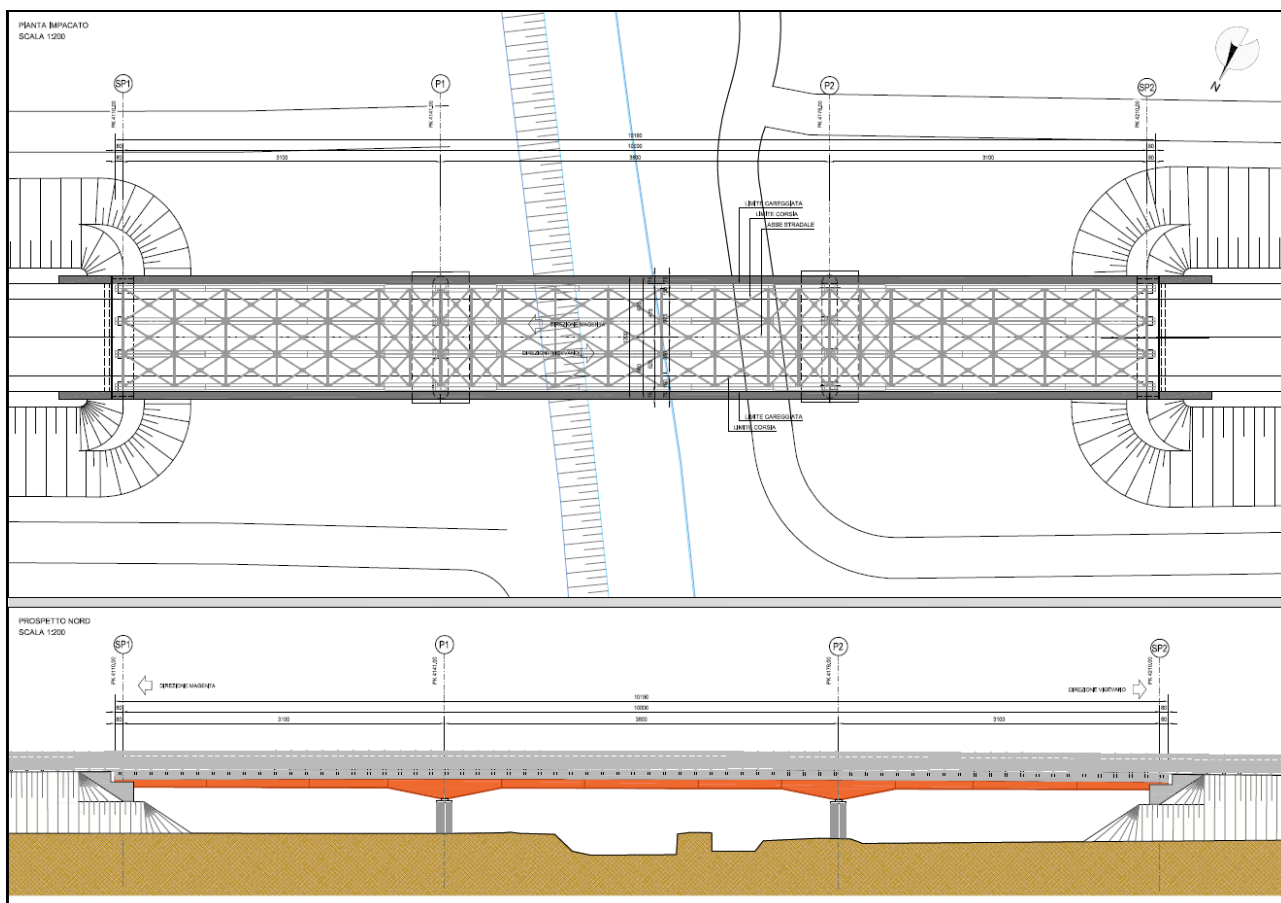
In considerazione delle interferenze con le viabilità arginali presenti in situ (oggetto peraltro di prescrizione) e al fine di garantire una maggiore trasparenza idraulica (in ottemperanza alle prescrizioni normative che richiedono una luce minima di 40m per gli attraversamenti fluviali) e faunistica all'opera il progetto esecutivo ha previsto la realizzazione di un'opera di luce complessiva pari a 100ml circa .

Il viadotto è stato progettato con un impalcato a struttura mista acciaio calcestruzzo a carreggiate separate ciascuna delle quali sorretta da n.4 travi a doppio "T" ad altezza variabile collegate fra loro da trasversi di tipo torsio-rigidi.

L'opera a tre campate è progettata con schema di trave continua e presenta luci di calcolo misurate in asse appoggio pari a 31m+38m+31m oltre i retrotravi di 80cm.

In particolare l'impalcato presenta altezze di 100cm oltre soletta alle estremità e in campata così anche da consentire agevoli passaggi sulle viabilità sottostanti con franchi sempre abbondantemente superiori ai 5,0m prescritti dalla norma.

Sul lato interno l'impalcato prevede dei cordoli da 80cm sul quale è alloggiata la barriera bordo ponte. Sul lato esterno il cordolo è invece più ampio e di larghezza pari a 190cm il quale ospita sia la barriera bordo ponte tipo H3BP ANAS che una rete anti-proiezione nonché un camminamento per gli addetti alla manutenzione. Tali cordoli proseguono sulle spalle.



Le spalle sono state progettate come spalle a “cuscino”, fondate su di un’unica fila di pali di grande diametro $\varnothing 1200$. I piani di imposta delle pile sono previsti in sommità al rilevato stradale così da minimizzare le azioni di spinta e le azioni sismiche su queste strutture nonché al fine di contenere i costi dell’opera.

Per la realizzazione dei pali è stato previsto il ricorso ad apposita tecnologia. In particolare si prevede di realizzare pali con morsa con pareti degli scavi sostenuti da apposito tuboforma.

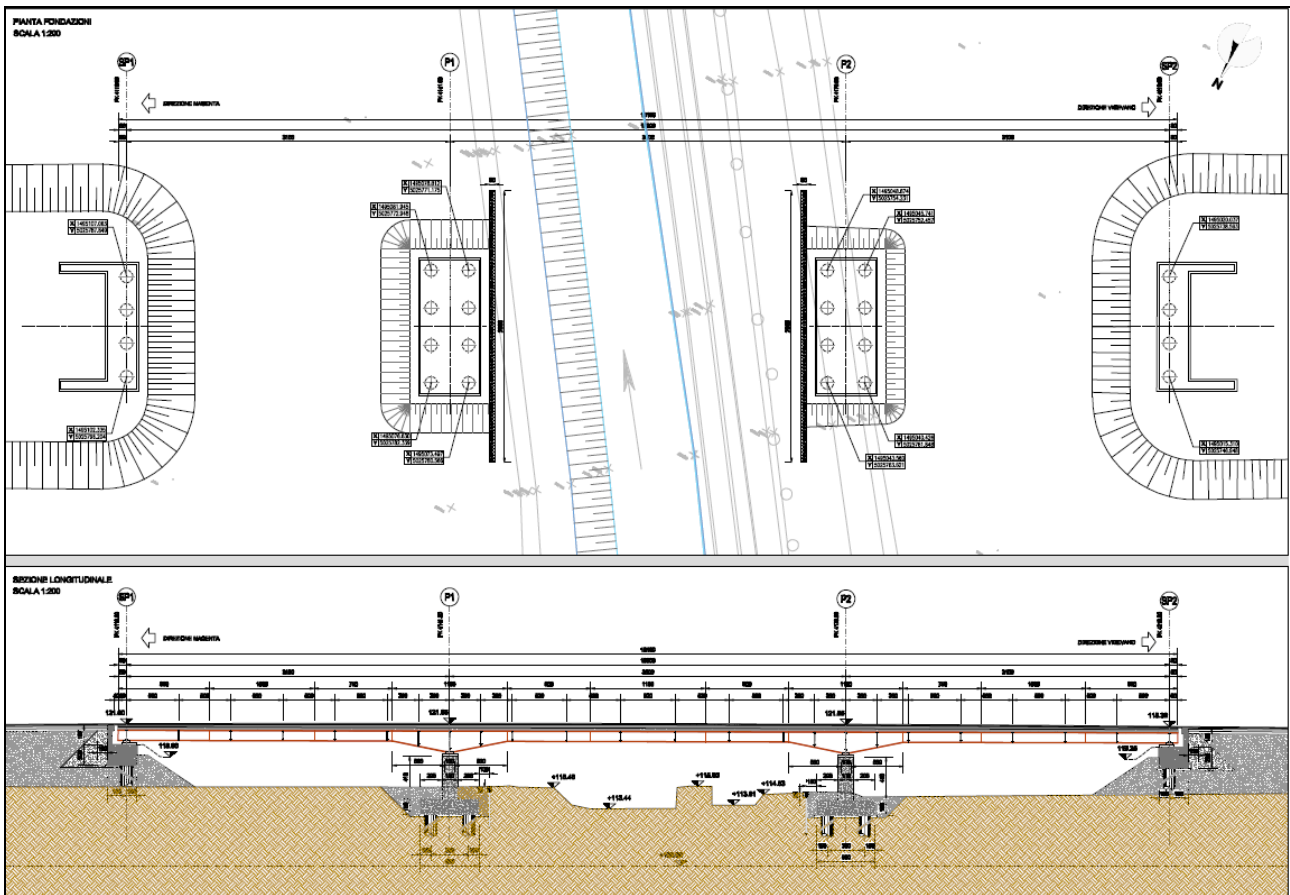
Da quota intradosso spalle su rilevato a quota $-2,0\text{m}$ circa dal piano campagna è stata prevista inoltre l’infissione di un apposito lamierino volto a eliminare qualsivoglia problema realizzativo (franamento delle pareti di scavo ad esempio) e soprattutto ad eliminare azioni sui pali legate al cedimento dei rilevati (attrito negativo).

I baglioli sono stati progettati di dimensioni più elevate rispetto allo stretto necessario e sono stati prolungati sino al paramento esterno del cordolo per consentire il futuro alloggiamento dei martinetti per il sollevamento dell’impalcato.

Un apposito cuneo in misto cementato a tergo della spalla assicura l’assorbimento dei cedimenti differenziali tra l’opera flessibile in terra e quella rigida fondata su pali profondi.

Le pile, ubicate nell’anello centrale della rotatoria di progetto, sono state progettate come veri e propri setti di spessore pari a 150cm fondate su apposita zattera di fondazione. Lateralmente è previsto un raccordo semi-circolare.

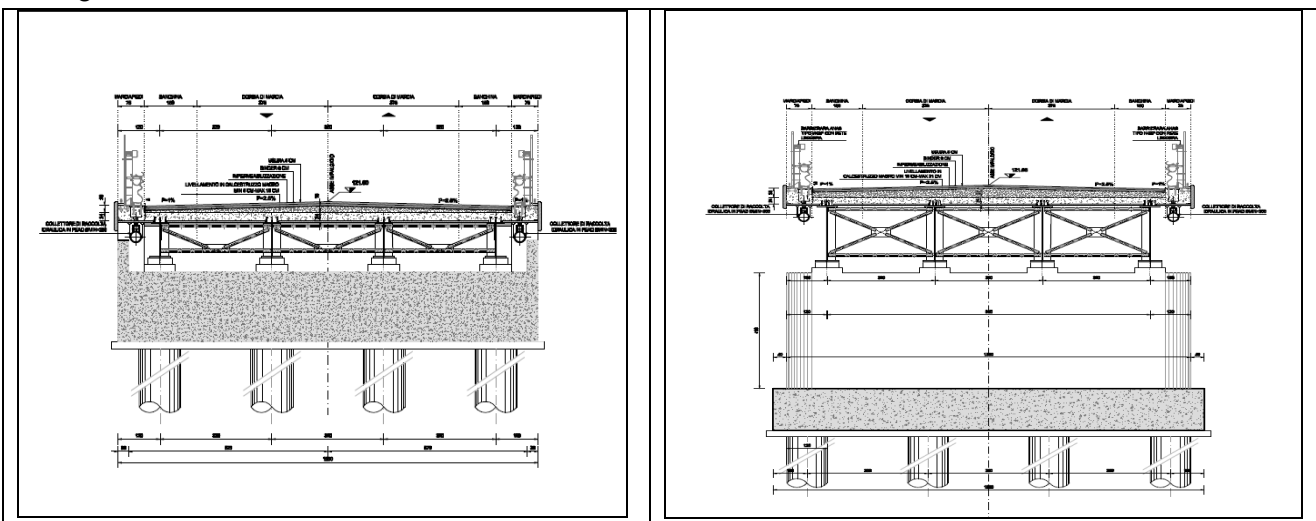
L’opera è fondata profondamente su pali del $\varnothing 1200$ (8 per sottostruttura) realizzati con tuboforma.



I baggioli sono stati progettati a tutta larghezza (150cm) per consentire il futuro alloggiamento dei martinetti per il sollevamento dell'impalcato.

Tra quota estradosso pila e quota intradosso travi è comunque stato fissato uno spazio minimo (baggio + apparecchio di isolamento) pari a 40cm.

Alla sommità delle pile e spalle sono disposti apparecchi di appoggio antisismici costituiti da isolatori elastomerici armati, costituiti da strati alternati di lamiere di acciaio ed elastomero, collegati mediante vulcanizzazione.



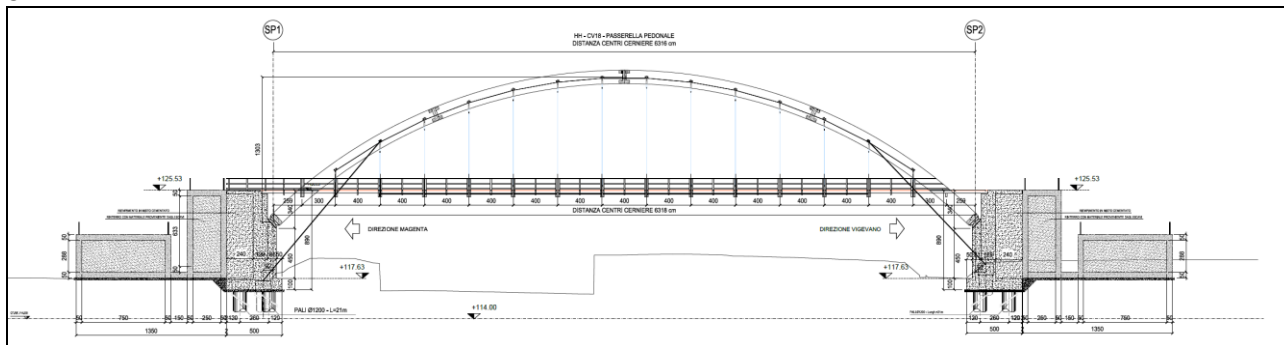
La descrizione dettagliata dei manufatti è contenuta nelle singole relazioni di ciascuna opera.

La nuova opera (proprio grazie alla luce libera tra pile e spalle) si caratterizza altresì per rappresentare un ecodotto preferenziale di livello 01.

4.3 LA PASSERELLA PEDONALE

Il progetto definitivo prevedeva la realizzazione di una passerella pedonale a travi reticolari in acciaio

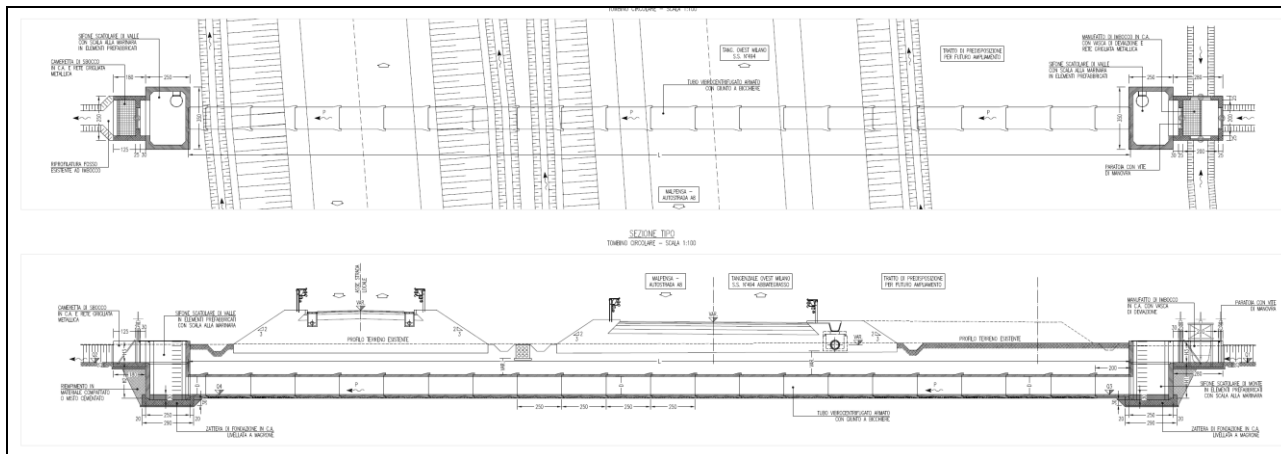
Il progetto esecutivo ha previsto il ricorso a una passerella ad arco in legno di luce pari a 60m più gradevole atta a marcare il percorso ciclo-pedonale



5 IDRAULICA

5.1 IDRAULICA DI BACINO

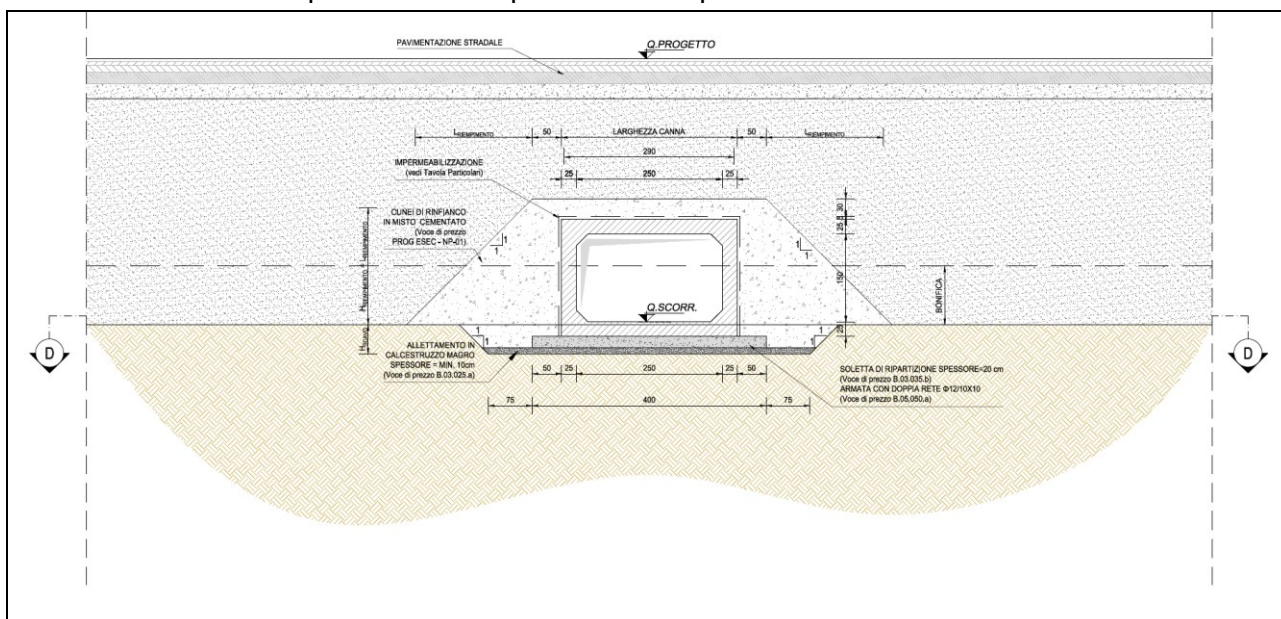
Il progetto posto a base di gara prevede la ricucitura del reticolo idrografico superficiale (essenzialmente caratterizzato da fossi di bonifica e irrigui). In molti casi gli attraversamenti stradali venivano realizzati attraverso sifoni mono canna di difficile ispezione e manutenzione.



In fase di progettazione esecutiva si è proceduto (come detto in precedenza) a una generale riprofilatura dei tratti stradali ponendo particolare attenzione all'integrazione del progetto stradale stesso con quello di ricucitura del reticolo dei canali irrigui esistenti le interferenze con la rete di canali e rogge sono state risolte come concordato con il Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi. Le aste di nuova inalveazione previste in progetto sono finalizzate al disegno di una nuova rete di canali che collegano direttamente l'alveo esistente mediante tombini sottopassanti il corpo stradale, ovvero mediante nuova inalveazione del canale esistente, normalmente parallelo all'asse stradale, prolungato fino a dove è possibile attraversare il corpo stradale.

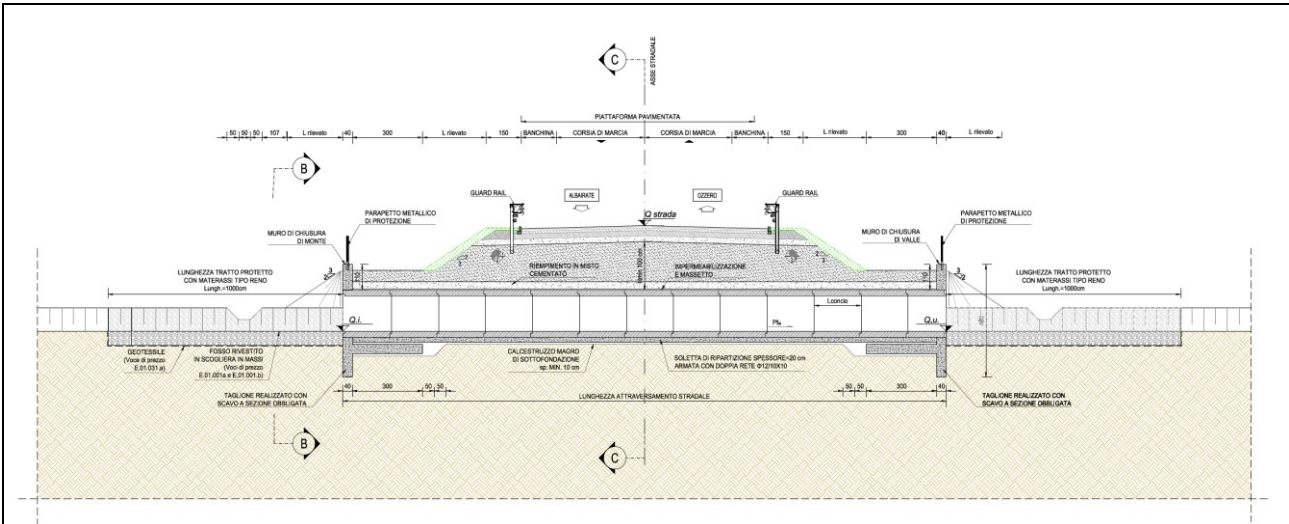
I tombini di attraversamento della nuova rete scolante così concepita sono stati previsti con scorrimento dell'acqua a pelo libero eliminando così tutti i sifoni presenti nel P.D.. Tale modifica assicura significativi risparmi in termini di manutenzione per l'ente oltre che una minore interferenza con la falda durante le operazioni di realizzazione.

In via generale si è fatto ricorso a tombini scatolari prefabbricati a conci di dimensioni interne pari a 250cmx150cm così da permettere le ispezioni e le operazioni di manutenzione



I tombini sono stati previsti rinfiancati con misto cementato come rappresentato in figura al fine di garantire la protezione del sistema di impermeabilizzazione nonché un contenimento dei cedimenti differenziali del corpo stradale sovrastante anche in considerazione dei contenuti spessori di ricoprimento. Una soletta di ripartizione è poi stata prevista sul fondo del tombino per evitare disassamenti in corrispondenza dei giunti.

A monte e a valle del tombino si è altresì garantita la stabilità del fondo del canale attraverso la posa in opera di una scogliera in pietrame per una estensione di circa 10m oltre i muri di ingresso.

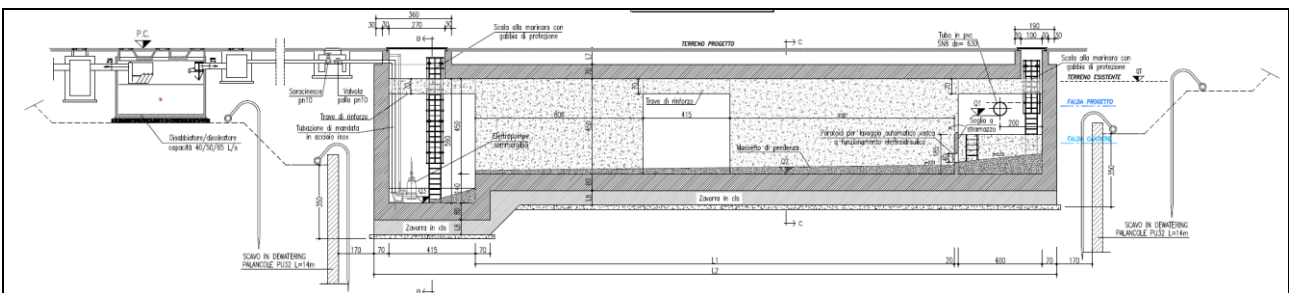
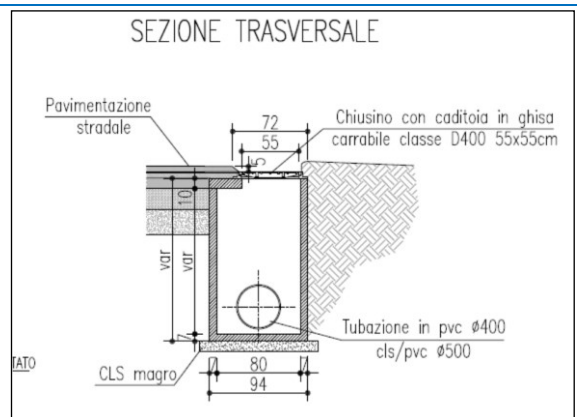


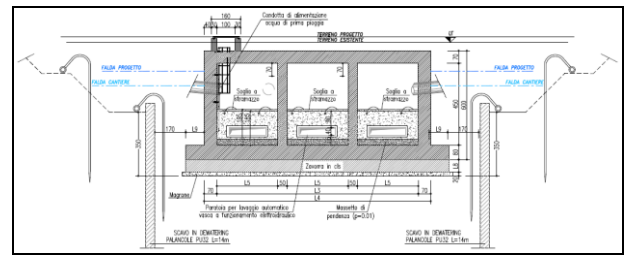
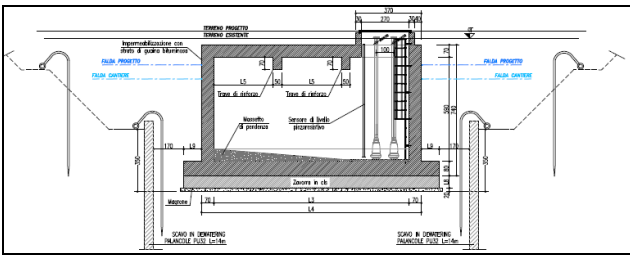
Nella redazione del progetto si è avuto altresì cura di posizionare i tombini ed i manufatti di ripartizione in posizione disassata rispetto ai canali esistenti in modo da non avere interferenze in fase di costruzione e facilitare i collegamenti in fase finale.

5.2 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Il progetto definitivo prevedeva l'esecuzione di una rete di drenaggio delle acque di piattaforma costituita da collettori posti in testa al corpo stradale in PVC o in calcestruzzo.

La rete culminava in grandi vasche di laminazione realizzati con profondi manufatti in c.a. (la cui realizzazione interferiva con la falda di progetto) le quali assicuravano la funzione di assorbire i picchi di portata. Dopo la laminazione le acque venivano inviate tramite sollevamento, con portate compatibili al limite di legge di scarico di 20 l/ha impermeabile, a un impianto di sedimentazione e disoleazione con filtri a coalescenza e quindi avviate al recapito finale. I recapiti finali sono rappresentati dai canali irrigui esistenti e dai fossi di guardia. Le acque di dilavamento relative alle scarpate sono raccolte da fossi disperdenti posti al piede dei rilevati stradali.





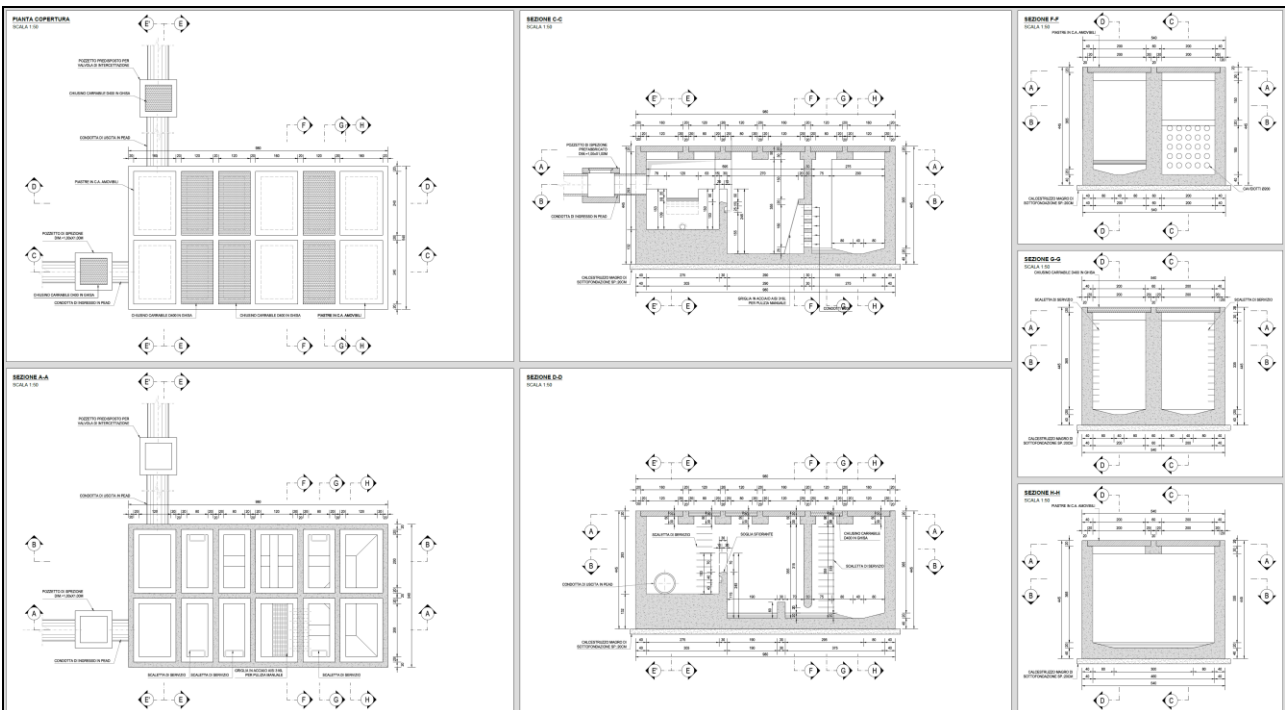
In ottemperanza alle prescrizioni del consiglio superiore dei Lavori Pubblici e della Regione Lombardia la rete di drenaggio delle acque di piattaforma è stata integralmente ricalcolata sulla base delle curve di pioggia e delle effettive larghezze delle carreggiate desunte dal progetto stradale.

I collettori, sempre posti in testa al corpo stradale sono stati previsti realizzati in PEAD SN8 e completamente rinfiancati in misto per garantire la rapida carrabilità del sistema e la resistenza dei collettori allo schiacciamento.

Il sistema chiuso di testa così progettato confluisce direttamente alle vasche di prima pioggia, opportunamente dimensionate al fine di conseguire il primo livello di depurazione, congruente alle specifiche normative in vigore. Tali vasche, profonde mediamente 2m rispetto dal p.c. (con finalità di trattamento acque e disoleatura) sono state dimensionate per 5 mm di pioggia.

Complessivamente (anche in considerazione del nuovo andamento delle livellette dell'asse principale), il numero delle vasche di prima pioggia è stato incrementato: ciò ha consentito di ridurre il volume e quindi l'area occupata dalle singole vasche di laminazione. I manufatti di prima pioggia sono stati previsti secondo classici standard ANAS già impiegati nella gran parte delle più recenti realizzazioni.

Le vasche sono state previste di due tipologie in funzione della lunghezza dei tratti



A valle delle vasche di prima pioggia sono state previste delle grandi vasche di laminazione di scarsa profondità dimensionate con criteri di invarianza idraulica (come richiesto dalla Regione Lombardia per 600 mc/ha di superficie impermeabile drenata), permeabili a differenza delle previsioni del PD e rivestite di scogliera di pietrame.

La permeabilità del fondo (possibile grazie alla presenza a monte dell'impianto di disoleazione) assicura un naturale assorbimento delle acque laminate (presidio di sicurezza). Per la restituzione è infatti stato comunque previsto il sollevamento meccanico (circa 20 l/sec);

6 ILLUMINAZIONE

Gli impianti di illuminazione sono stati progettati secondo la nuova recente normativa di settore, avendo inoltre previsto l'utilizzo di moderni apparecchi al LED. Ovviamente tutto il layout degli impianti è stato adattato alla nuova configurazione degli svincoli.

7 OPERE A VERDE

Il passaggio da Progetto Definitivo (da qui in avanti PD) a Progetto Esecutivo (da qui in avanti PE) è consistito:

- nella precisazione ed esplicitazione di tutti i contenuti indispensabili per la realizzazione dell'opera in maniera tale che in fase di cantiere non sussistano ambiguità che possano portare ad opere difformi agli intenti progettuali;
- nell'introduzione delle norme di conservazione, ed eventuale potenziamento, della fertilità della risorsa pedologica stoccata in vista del riutilizzo come substrato delle opere a verde in progetto;
- nel recepimento delle indicazioni e prescrizioni al PD da Parte degli Enti con introduzione di nuovi sestii d'impianto;
- nella razionalizzazione dello sfruttamento delle aree destinate ad accogliere le opere a verde in modo da pervenire ad un corretto compromesso tra le esigenze di rifunzionalizzazione o incremento della valenza degli elementi della rete ecologica locale e l'esigenza di non effettuare inutili sottrazioni di terreni agricoli o introdurre ostacoli alla coltivazione;
- nella parziale ridefinizione delle specie vegetali di previsto impiego secondo i criteri esposti nel seguito di questo testo;
- nella redazione di un piano di manutenzione della durata di 5 anni per garantire l'affermazione dei nuovi impianti a verde e delle norme tecniche di realizzazione del verde riportante le caratteristiche di qualità minime accettabili per le forniture vegetali e per le lavorazioni;
- nell'introduzione di un calendario del verde che esplicita i periodi di idoneità per la realizzazione delle opere a verde in progetto in maniera da massimizzare le probabilità di riuscita e minimizzare le esigenze correttive/manutentive;
- nella predisposizione di un tracciato ad elevata permeabilità faunistica, con varchi di superamento con caratteristiche differenziate in maniera tale da risultare funzionali per i differenti taxa potenzialmente presenti nell'area d'intervento e dotati di specifici interventi a verde di attrazione faunistica presso gli imbocchi o di vero e proprio invito all'utilizzo del medesimo.

Sono riepilogate di seguito le principali modifiche introdotte nel passaggio tra PD e PE.

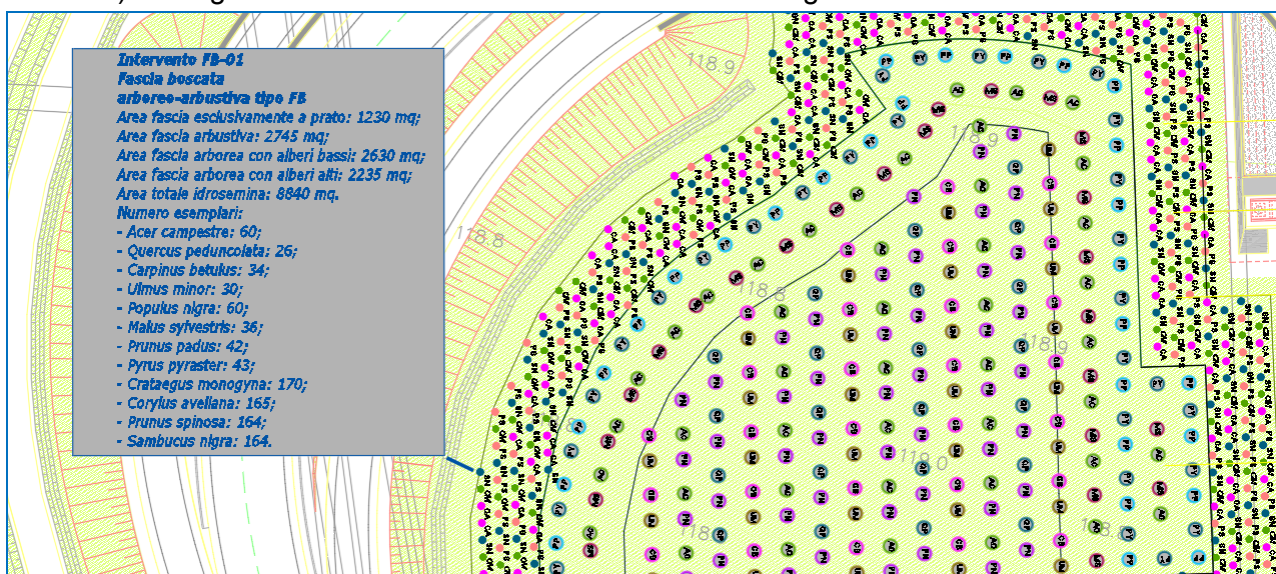
7.1 PRECISAZIONE, NEL PE, DELLE CARATTERISTICHE DELLE OPERE A VERDE IN PROGETTO IN MANIERA TALE DA RENDERLE "CANTIERABILI"

Gli elaborati del PE sono stati concepiti con l'obiettivo di fornire ogni indicazione, grafica o di testo, necessaria all'Impresa che realizzerà i nuovi impianti a verde, evitando altresì la possibilità di contenzioso tra la Committenza e L'impresa medesima, al fine di evitare ritardi, peggioramento della qualità e funzionalità degli impianti o aumento dei costi.

Tale obiettivo ha imposto l'esplicitazione dei seguenti parametri non considerati dal PD:

- definizione di un codice univoco per ciascun intervento a verde;
- rappresentazione della disposizione delle specie vegetali all'interno del tipologico d'impianto;
- ciascun'area d'intervento è stata associata, negli elaborati grafici, ad una "etichetta" riepilogativa che riporta: codice intervento, tipologia intervento, superfici di applicazione, indicazione del sesto d'impianto di riferimento, specie di previsto impianto, numero degli esemplari da mettere a dimora per ciascuna specie, superfici d'inerbimento

Un ulteriore contenuto di nuova introduzione nel PE rispetto a quanto fornito nel PD, corrisponde alla rappresentazione di dettaglio a livello di singolo esemplare arbustivo o arboreo di prevista messa a dimora. Sono state prodotte, nello specifico, otto nuove tavole di dettaglio, relative alle aree con estesa presenza di opere a verde (corrispondenti alla quasi totalità dello sviluppo del tracciato). Di seguito uno stralcio illustrativo del livello di dettaglio introdotto nel PE.



Esempio di rappresentazione di dettaglio a livello di singolo esemplare arboreo e arbustivo

Gli elaborati in oggetto comprendono, oltre alla detta rappresentazione planimetrica degli interventi a livello di singolo esemplare, anche sezioni tipologiche, schemi di sesto d'impianto, norme di stoccaggio del terreno di scotico, miscuglio di inerbimento previsto e particolari costruttivi.

Negli elaborati di PE è stato, infine, concepito il miscuglio di inerbimento idoneo alle condizioni stagionali d'intervento e agli obiettivi ecosistemici dell'intervento: creazione di nuovi corridoi ecologici lineari corrispondenti ai margini stradali.

7.2 NORME DI CONSERVAZIONE DELLA RISORSA PEDOLOGICA

Questo argomento, non presente negli elaborati di PD, costituisce un aspetto fondamentale sia per la riuscita degli interventi a verde sia per la sostenibilità ambientale della nuova infrastruttura nel suo complesso, preservando la fertilità di una risorsa non rinnovabile presente allo stato attuale nei siti d'intervento.

Nel PE sono state fornite tutte le informazioni necessarie per il corretto stoccaggio del terreno fertile, per la corretta conservazione, per l'eventuale correzione di difetti di fertili o struttura del terreno e per la ristesa dello stesso in vista delle semine dei prati e della messa a dimora di alberi e arbusti.

7.3 RAZIONALIZZAZIONE DELLO SFRUTTAMENTO DELLE AREE DI OCCUPAZIONE

Il PE prevede la realizzazione di estesi interventi di rivegetazione, con estensione complessiva analoga a quella del PD ma in alcuni casi rilocalizzati al fine di non creare ostacolo o eccessiva sottrazione di superfici al comparto agricolo locale. Tali interventi sono stati localizzati in corrispondenza delle aree manomesse in fase di cantiere o lungo il margine stradale

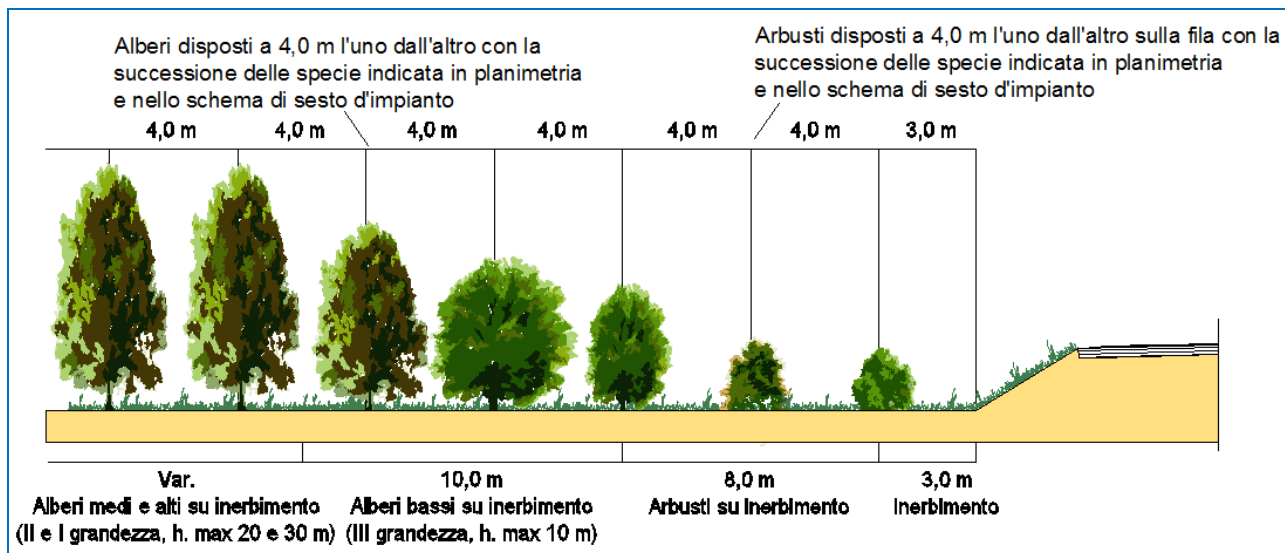
7.4 INTRODUZIONE DI NUOVI SESTI D'IMPIANTO

L'introduzione nel PE di nuovi sestii d'impianto deriva dal recepimento delle prescrizioni al PD degli Enti, i quali hanno evidenziato la necessità di prevedere interventi a verde in grado di contenere la diffusione degli inquinanti di origine veicolare a favore dell'ambiente agricolo e dei nuclei abitati maggiormente prossimi.

A questo fine saranno pertanto utilizzate tre tipologie d'intervento dedicate: mascheratura arboreo-arbustiva, già presente nel PD, fascia arborea barriera e fascia boscata barriera, di nuova introduzione nel PE.

Alle tipologie denominate mascheratura arboreo-arbustive e fascia boscata barriera, in particolare, è stata conferita una sezione "a tetto vegetale" dato dalla presenza in prossimità della strada di una fascia erbacea e una di arbusti e alberi di ridotte dimensioni, seguiti, allontanandosi dalla strada stessa, da alberi di maggiori dimensioni; tale conformazione favorisce la dispersione degli inquinanti stradali riducendone di conseguenza le concentrazioni a favore dei nuclei abitati e delle aree agricole prossime al tracciato.

Di seguito l'illustrazione esemplificativa di una delle due nuove tipologie di intervento a verde introdotte nel PE: tipo FBB – Fascia Boscata Barriera.



Fascia boscata con funzione di barriera contro la diffusione degli inquinanti stradali, nuovo elemento della rete ecologica locale, attrattore faunistico e inserimento paesaggistico dell'infrastruttura (la figura rende evidente la struttura vegetale "a tetto" con componenti vegetali di altezza crescente allontanandosi dalla strada e particolarmente efficace per la dispersione degli inquinati e la riduzione delle concentrazioni del medesimo presso i nuclei abitati e le aree agricole prossime al tracciato)

7.5 SCELTA DEL MATERIALE VEGETALE DI PREVISTA MESSA A DIMORA

La scelta delle specie vegetali da utilizzare negli interventi di mitigazione ambientale è stata effettuata innanzitutto sulla base dell'analisi della vegetazione potenziale della fascia fitoclimatica d'intervento. In base al criterio fito-geografico è stato possibile stilare una lista di specie autoctone di previsto impiego e tale scelta garantirà una migliore capacità di attecchimento e maggior resistenza ad attacchi parassitari o a danni da agenti atmosferici (es. gelate tardive e siccità) consentendo al contempo di diminuire anche gli oneri della manutenzione. Pervenendo, inoltre, a formazioni vegetali plurispecifiche in grado di permanere in campo anche al cessare delle cure manutentive.

Le specie di previsto impiego hanno in comune le seguenti caratteristiche fondamentali:

- Autoctone appartenenti alla vegetazione potenziale del contesto territoriale d'intervento;
- Non invasive;
- Non allergeniche.

Sono state, pertanto, escluse dalle liste di previsto impiego nel PE le specie non autoctone previste da PD

La *Rosa rugosa*, specie non autoctona, è stata sostituita dalla *Rosa Canina*, facente parte della vegetazione potenziale locale. In maniera analoga *Quercus coccinea* e *Quercus palustris*, anch'esse specie non autoctone, sono state sostituite dalla quercia autoctona *Quercus pedunculata*. Tra le specie a carattere maggiormente ornamentale è stata eliminata l'unica specie non autoctona prevista dal PD: *Syringa vulgaris*.

7.6 PIANO DI MANUTENZIONE E DISCIPLINARE TECNICO DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE

Si tratta di due documenti di nuova introduzione nel PE.

Il piano di manutenzione introdotto risulta essenziale al fine di garantire l'affermazione e la persistenza in campo delle opere a verde in progetto. La durata del piano è pari a 5 anni, in coerenza con le prescrizioni degli Enti, ed è strutturato in maniera tale da pervenire, al quinto anno, a formazioni vegetali affrancate da esigenze manutentive. In questa ottica il piano prevede una fase iniziale semi-intensiva per il superamento della difficile fase di trapianto e una manutenzione successiva a carattere di post-emergenza. Durante gli anni di manutenzione sono previsti costanti sopralluoghi di verifica degli impianti a verde. Il piano di manutenzione prende in considerazione anche la verifica periodica dello stato e della funzionalità dei varchi faunistici.

Il contenuto del disciplinare tecnico del verde è relativo alle caratteristiche di qualità minima, sia per forniture che per lavorazioni, a cui dovrà attenersi l'Impresa realizzatrice per garantire la rispondenza del verde realizzato agli obiettivi progettuali di inserimento ambientale e paesaggistico d'infrastruttura. Il documento è stato concepito per non lasciare spazio ad ambiguità passibili di contenzioso tra Committente e Impresa.

7.7 CALENDARIO DEL VERDE

L'elaborato grafico, anche in questo caso di nuova introduzione nel PE, è fornito al fine di massimizzare le probabilità di riuscita dell'intervento esplicitando i periodi di maggior e o minore idoneità per l'esecuzione degli interventi a verde.

Si riporta di seguito la tipologia di illustrazione grafica scelta.

Interventi	MESE											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Messa a dimora di piante radicate (alberi e arbusti)	Red	Red	Green	Green	Green with plant icon	Yellow	Red	Red	Green	Green	Yellow	Red
Inerbimenti	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Red
Sfalci manutentivi	Red	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red

LEGENDA



Periodo ottimale



Estensione del periodo adatto adoperando piantine in zolla o contenitore



Periodo limitatamente adatto o a rischio



Periodo inadatto

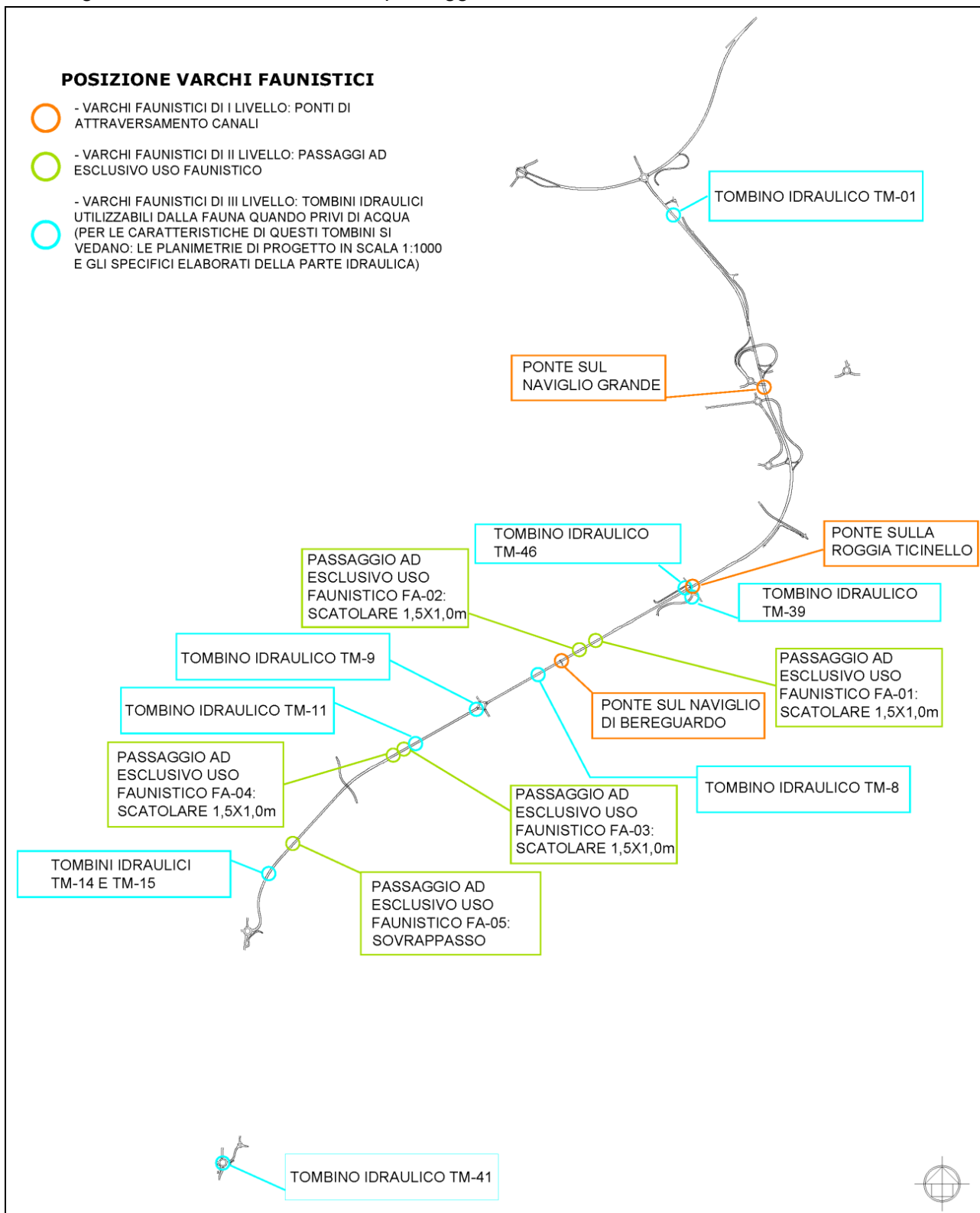
7.8 PERMEABILITÀ FAUNISTICA

Nell'ambito del PE si è voluta incrementare la permeabilità faunistica dell'infrastruttura e massimizzare la funzionalità dei varchi.

Rispetto ai contenuti del PD, in particolare, tale intento è stato perseguito nel PE mediante la predisposizione di tre livelli di varchi faunistici:

- Varchi faunistici di I livello: costituiti dai passaggi trasversali all'infrastruttura di maggiori dimensioni e posizionati in corrispondenza di elementi significativi della rete ecologica locale quali i corsi d'acqua attraversati:
 - Ponte su Naviglio Grande;
 - Ponte sulla Roggia Ticinello;
 - Ponte sul Naviglio di Bereguardo;
- Varchi faunistici di II livello: costituiti da passaggi ad esclusivo uso faunistico: 4 scatolari con altezza interna pari a 1,5 m e larghezza interna pari a 1,0 m, con codice da FA-01 a FA-04; 1 sovrappasso faunistico a passerella con larghezza pari a 2,4 m e codice FA-05;

- Varchi faunistici di III livello: costituiti da tombini idraulici i quali, in assenza di acqua, possono svolgere la funzione accessoria di passaggio fauna.



Legenda

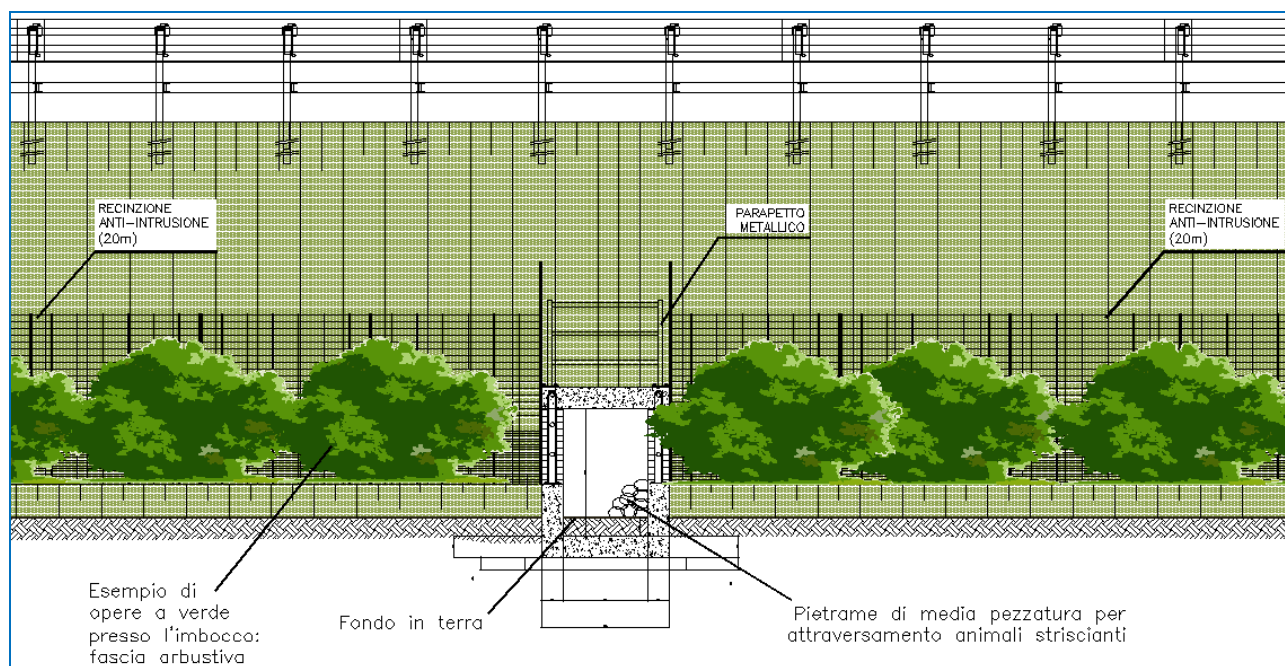
- Varchi faunistici di I livello: ponti di attraversamento dei canali intercettati
- Varchi faunistici di II livello: passaggi ad esclusivo uso faunistico
- Varchi di III livello: tombini idraulici utilizzabili dalla fauna in assenza di acqua

7.9 SCHEMA COMPLESSIVO DEI VARCHI FAUNISTICI

Nel PE, inoltre, sono stati concepiti interventi di “allestimento faunistico” dei varchi, sempre al fine di massimizzare la funzionalità dei passaggi fauna e le probabilità di utilizzo dei medesimi saranno messi in atto i seguenti accorgimenti:

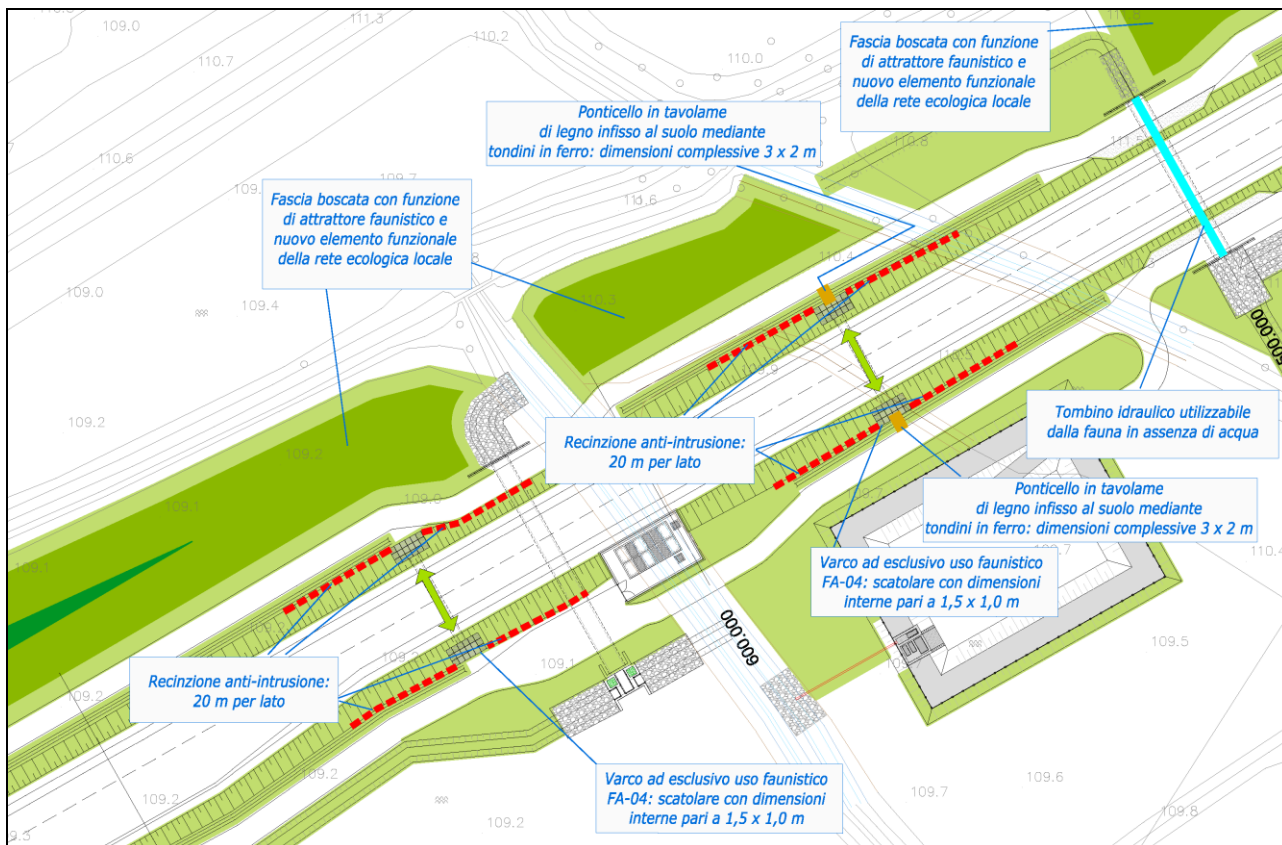
- All’interno del passaggio, ad un lato del camminamento faunistico, verrà costituita una fascia continua di pietrame di media pezzatura non compattato ed accatastato nel senso della lunghezza del varco, per consentire il transito delle specie striscianti che preferiscono muoversi occultate utilizzando gli spazi tra il pietrame;
- Piano di calpestio in terra, a livello non sopraelevato rispetto al piano campagna o sottostante lo stesso;
- Realizzazione di una passerella (in tavole di legno resistente agli agenti atmosferici, fissate al suolo) di superamento di ciascuna canaletta stradale presente in corrispondenza degli imbocchi dei passaggi fauna.

A lato degli imbocchi dei passaggi fauna (sottopassi e sovrappasso) sono stati introdotti dal PE dei tratti di rete anti-intrusione con lunghezza pari a 20 m per lato dell’imbocco; in corrispondenza della passerella di sovrappasso faunistico (varco FA-05) verranno posizionati due tratti di rete anti-caduta.



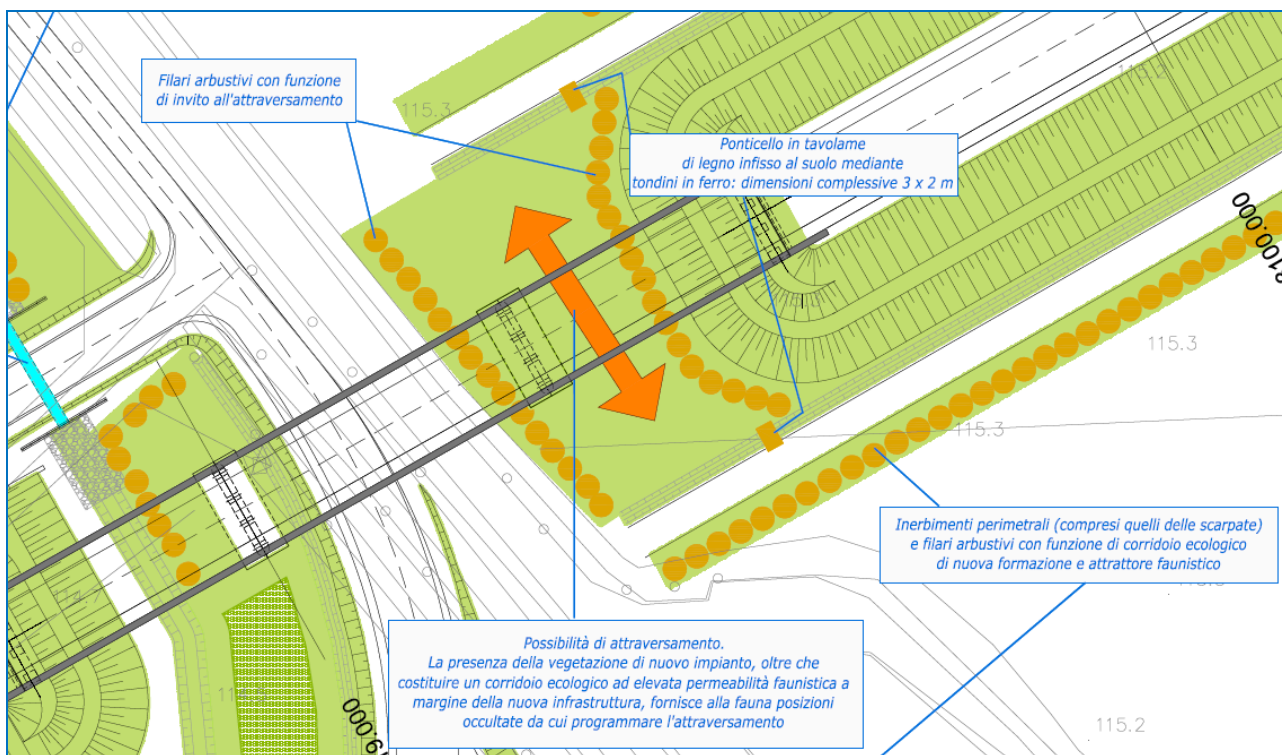
Rappresentazione tipologica dell’imbocco dei varchi ad esclusivo uso faunistico (h interna 1,5 m, l interna 1,0 m)

In prossimità degli imbocchi dei varchi faunistici sono presenti alcune delle opere a verde di inserimento paesaggistico e ambientale dell’opera, le quali svolgeranno la funzione di attrattore faunistico in prossimità degli imbocchi e punto di sosta protetto in corrispondenza del quale l’animale potrà programmare l’operazione di attraversamento (particolare rilevanza assumono, in questo senso, gli interventi a macchia boscata in progetto).



Esempio di opere a verde con funzione di "invito" all'utilizzo dei passaggi fauna

Il PE, infine, introduce formazioni vegetali di nuovo impianto con specifica funzione di invita all'utilizzo del varco faunistico, come esemplificato nella figura seguente.



Interventi a verde con funzione di invito all'utilizzo dei varchi faunistici