



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E
DEI TRASPORTI



E.N.A.C.
ENTE NAZIONALE per L'AVIAZIONE
CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE - "AMERIGO VESPUCCI"

Opera

PROJECT REVIEW - PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento Completo

VBT1—ELABORATI GENERALI E SPECIALISTICI OPERE CIVILI
Relazione generale

Livello di Progetto

SCHEDE DI APPROFONDIMENTO PROGETTUALE A LIVELLO MINIMO DI PROGETTO DI
FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

LIV PSA	REV 02	DATA EMISSIONE MARZO 2024	SCALA —	CODICE FILE COMPLETO FLR—MPL—PSA—VBT1—001—GE—RT_Rel Gen TITOLO RIDOTTO Rel Gen
------------	-----------	------------------------------	------------	-----------------------------------------------------------------------------------------

02	03/24	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS	TAE , SITECO	A. BURCHI	L. TENERANI
01	03/23	EMISSIONE PER APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA DI ENAC	TAE , SITECO	L. TENERANI	L. TENERANI
00	10/22	EMISSIONE PER DIBATTITO PUBBLICO	TAE , SITECO	D. VESTRINI	L.TENERANI
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p>ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p>DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p> <p>PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</p>  <p>Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p> <p>SUPPORTO SPECIALISTICO</p>  <p>Ing. Andrea Burchi</p>
<p>POST HOLDER PROGETTAZIONE Ing. Lorenzo Tenerani</p> <p>POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito</p> <p>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini</p>	<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	

Sommario

1. Premessa.....	3
1.1. La normativa di riferimento.....	5
2. Gli studi propedeutici.....	6
2.1. Studio di traffico.....	6
2.2. Geologia.....	8
2.3. Geotecnica.....	9
2.3.1 Modello geotecnico.....	9
2.3.2 Opere di fondazione.....	12
2.3.3 Cedimenti.....	13
3. Descrizione del tracciato.....	14
4. Opere d'arte maggiori.....	24
4.4. Ponte su Fosso reale e Ponte su Rampa immissione A11.....	25
4.5. Sottopasso RWY 11-29 – Galleria “Metodo Milano” Top Down.....	29
5. Impianto di illuminazione.....	33
6.1. Elenco interventi previsti.....	33
6.2. Risparmio energetico e manutenzione.....	34
6. Impianti sottopasso.....	35
6.1. Impianti di illuminazione del sottopasso.....	35
6.2. Impianti di sicurezza e speciali nel sottopasso.....	36
6.3. Impianti antincendio nel sottopasso.....	37
6.4. Impianti di smaltimento acque meteoriche sottopasso RWY 11-29.....	38

Indice delle figure

Figura 1 - Vista satellitare dell'area di progetto	3
Figura 2 - Rilievo del traffico: Volumi del quarto d'ora di punta V15	8
Figura 3 - Sezione tipo Viabilità Tratto A-B.....	16
Figura 4 - Sezione tipo Viabilità interna aeroporto con ciclabile	17
Figura 5 - Sezione tipo Viabilità interna aeroporto	17
Figura 6 - Planimetria rotatoria Nodo A.....	19
Figura 7 - Planimetria rotatoria Nodo B.....	21
Figura 8 - Planimetria rotatoria Nodo C.....	22
Figura 9 - Planimetria rotatoria Nodo D	23
Figura 10 - Planimetria rotatoria Nodo E.....	24
Figura 11 - Planimetria ponte sul Fosso Reale.....	26
Figura 12 - Profilo ponte sul Fosso Reale	26
Figura 13 - Planimetria Ponte su Rampa di accesso A11	27
Figura 14 - Profilo Ponte su Rampa di accesso A11.....	28
Figura 15 - Sezione tipo Ponte su fosso reale	29
Figura 16 - Sezione tipo Galleria.....	31
Figura 17 - Sezione tipo Galleria in curva.....	31
Figura 18 - Sezione tipo Galleria in corrispondenza della vasca di accumulo.....	32

Indice delle tabelle

Tabella 1 – Stratigrafia Viabilità Case Passerini.....	10
Tabella 2 – Stratigrafia Viabilità Tratto A-B	10
Tabella 3 – Stratigrafia Viabilità Area Aeroportuale	11
Tabella 4 – Stratigrafia Ponte su Rampa di accesso A11.....	11
Tabella 5 – Stratigrafia Ponte sul Fosso Reale.....	12
Tabella 6 – Stratigrafia Ponte Case Passerini.....	12

1. Premessa

Il presente documento costituisce la Relazione tecnica delle opere viarie parte integrante della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale (o Masterplan) al 2035 dell'aeroporto di Firenze, qui sviluppata e dettagliata ad un livello tecnico ritenuto congruo con le finalità della presente fase procedurale, comunque non inferiore a quello del progetto di fattibilità tecnica ed economica di cui all'art. 41 del D. Lgs. n. 36/2023.

Il citato approfondimento tecnico viene previsto ad integrazione della Sezione Generale della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035, predisposta in aderenza alle normative e/o regolamenti specifici del settore aeronautico, rispetto alla quale si pone l'obiettivo di elaborare ulteriori elementi tecnici di studio, dettaglio, analisi e progettazione, ritenuti necessari ai fini del compiuto espletamento dei procedimenti amministrativi (di compatibilità ambientale e di autorizzazione) ai quali risulta per legge assoggettato lo strumento del Piano di Sviluppo Aeroportuale, così integrato in modo da rafforzarne la valenza e la funzione progettuale, strettamente interconnessa con quella pianificatoria e programmatica di investimento.

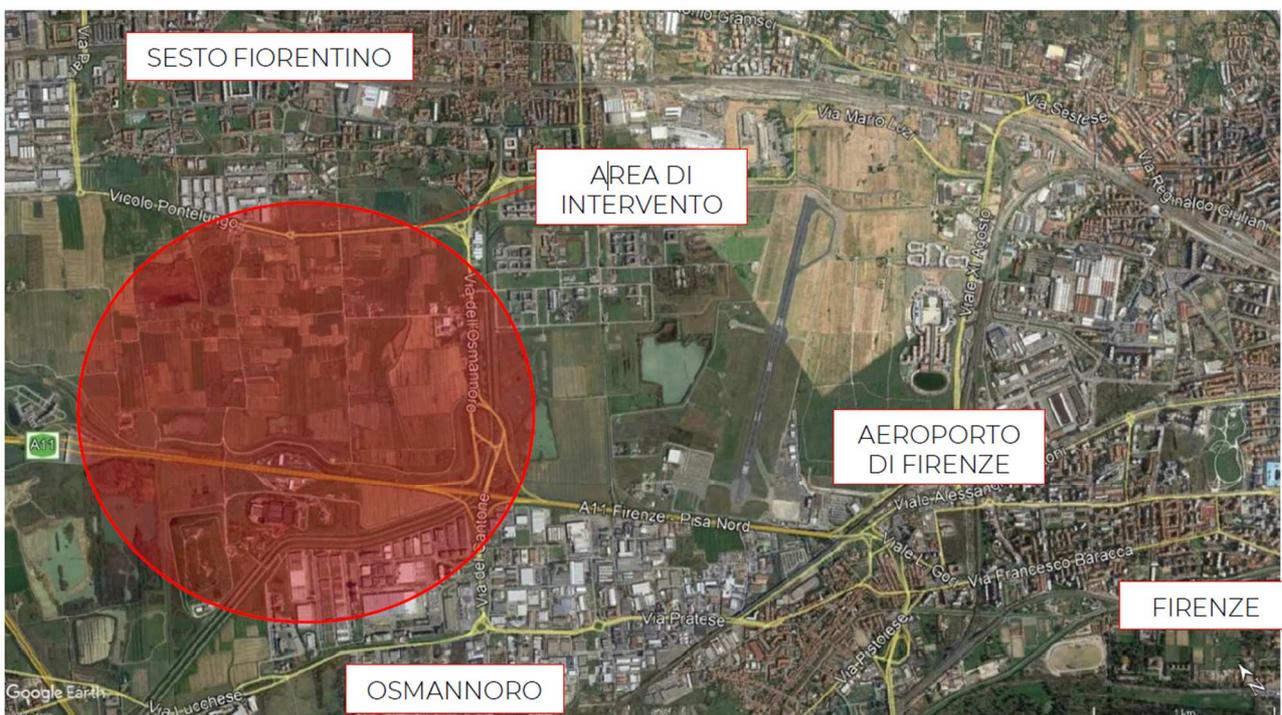


Figura 1 - Vista satellitare dell'area di progetto

Le informazioni di seguito riportate vanno, pertanto, analizzate in stretta correlazione rispetto ai più ampi ed estesi aspetti tecnico-economici trattati all'interno dei documenti afferenti alla Sezione Generale del Masterplan, con i quali esse si relazionano secondo un processo capillare di progressivo approfondimento e dettaglio, ritenuto utile per una più completa, consapevole e piena visione dell'insieme delle previsioni di trasformazione dello scalo aeroportuale e delle aree circostanti, e per una più esauriente analisi e comprensione della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale.

La citata Project Review costituisce la nuova formulazione tecnica delle previsioni progettuali e di investimento che ENAC prevede di attuare, nel medio-lungo periodo (orizzonte 2035, coerente con quello del Piano Nazionale degli Aeroporti in fase di aggiornamento), relativamente all'infrastruttura aeroportuale di Firenze, redatta dal Gestore aeroportuale di intesa con l'Ente regolatore in attuazione degli obblighi di miglioramento, ottimizzazione e sviluppo dell'aeroporto insiti nel contratto di concessione che lega lo stesso Gestore alle Istituzioni dello Stato (Ministero delle Infrastrutture e ENAC) per la gestione totale dell'infrastruttura aeroportuale (bene dello Stato). Ne consegue che l'insieme documentale di cui la presente relazione costituisce parte integrante deve essere visto e analizzato nella propria autonomia e indipendenza sostanziale, per quanto inevitabilmente consequenziale rispetto al precedente Masterplan 2014-2029 col quale risultano ancora sussistenti più elementi di dialogo che, tuttavia, ci si pone l'obiettivo di non assurgere a valenza prodromica e a funzionalità necessaria per una completa illustrazione, definizione e comprensione del nuovo Piano di Sviluppo Aeroportuale 2035. Si auspica, infine, di aver esaurientemente e correttamente tradotto e trasferito, all'interno della documentazione di cui al nuovo Masterplan 2035, quel prezioso bagaglio di esperienza e quell'insieme di utili risultanze derivanti dal dialogo costruttivo e dialettico che, nell'ultimo decennio, ha visto in più momenti la partecipazione di ENAC, del Gestore aeroportuale, degli Enti/Amministrazioni interessati, delle Istituzioni nazionali e regionali, dei vari stakeholders e della cittadinanza attiva intorno ai temi relativi al trasporto aereo, alla multimodalità della mobilità, al ruolo della rete aeroportuale territoriale toscana e al futuro dello scalo aeroportuale di Firenze, che ENAC vede sempre più strategico, integrato e funzionale alla rete nazionale ed europea dei trasporti.

1.1. La normativa di riferimento

Per quanto riguarda gli aspetti contrattuali, si è fatto riferimento ai seguenti riferimenti legislativi:

- D.Lgs. n. 50/2016, “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”
- Linee guida attuative ANAC del Nuovo Codice degli Appalti e delle Concessioni
- D.Lgs. N°163 del 12 Aprile 2006 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi, forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/19/CE”
- D.P.R. n° 207 del 5 Ottobre 2010 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163”

Per ciò che concerne la progettazione stradale, si è fatto riferimento ai seguenti riferimenti legislativi:

- DM 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- DM 19.04.2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”

E' stato inoltre fatto riferimento alle seguenti normative sulla sicurezza stradale:

- Nuovo Codice della Strada - D.L. 30 Aprile 1992, n.285
- Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada - D.P.R. 16 Dicembre 1992, n.495 -
- Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade» - D.M. Infr. e Trasp. 22 Aprile 2004;
- Aggiornamento delle 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. Infr. e Trasp. 21 Giugno 2004
- Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali - D.M. Infr. e Trasp. 25 Agosto 2004 -

- Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili - D.M. LL.PP. 30 Novembre 1999, n.5579
- Circolare n. 62032 del 21/07/2010 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Per quanto concerne le strutture:

- D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”
- C.M. 21 febbraio 2019 “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (Gazzetta ufficiale 11/02/2019 n. 35)”

Per quanto concerne gli aspetti ambientali, si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- D.M. n. 161 del 10 agosto 2012 “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”
- D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo”
- D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”
- D. Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”
- D.M. del 3 agosto 2005 “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica”
- D.M. 264/2016 e circolare esplicativa del Ministero dell’Ambiente del 30 maggio 2017

2. Gli studi propedeutici

2.1. Studio di traffico

L’obiettivo dello studio trasportistico è stato quello di sviluppare un modello di trasporto di supporto alla progettazione stradale della nuova viabilità necessaria nell’ambito del Nuovo Aeroporto Amerigo Vespucci. Lo scenario di riferimento dello studio è basato sulla configurazione della rete viaria all’anno 2016. Nello studio vengono analizzati quattro scenari trasportistici collocati in diversi scenari temporali (2018, 2020, 2025, 2030), in ognuno dei quali vengono implementati le infrastrutture viarie previste dal quadro pianificatorio di riferimento.

Lo studio è stato articolato nelle attività di seguito elencate:

- Esecuzione di rilievi di traffico nell’area;

- Simulazione ed analisi degli scenari trasportistici definiti in accordo con la committenza

Il processo di simulazione è stato suddiviso in tre fasi:

1. Macrosimulazione di un'area vasta comprendente la specifica area di studio;
2. Microsimulazione dell'area di studio, utilizzando come dati di input i risultati della macro-simulazione, in seguito alla definizione di una sottorete ed all'estrazione della sottomatrice sulla scala del micro-modello;
3. Verifica di coerenza tra i risultati forniti dai due modelli.

La simulazione condotta su duplice scala ha consentito, attraverso il modello di macrosimulazione di tenere conto di effetti legati ad interventi non direttamente realizzati nell'area di studio ma che comportano modifiche ai flussi all'interno della stessa e, grazie alla microsimulazione, di ricostruire con affidabilità le dinamiche di interazione tra le correnti veicolari e valutare il funzionamento delle intersezioni, quali quelle di via dell'Osmannoro ed il nodo di Peretola.

L'utilizzo di un modello macro è risultato ancora più necessario se si considera che l'area di studio della microsimulazione contiene delle arterie a servizio di spostamenti extra provinciali (quale, ad esempio, il tronco terminale autostrada A11 “Firenze - Pisa Nord”). All'interno della fase di microsimulazione, assume una particolare rilevanza la calibrazione dei parametri comportamentali dei veicoli che permette di ricostruire la reale dinamica del deflusso di traffico: i parametri calibrati sul modello attuale vengono riutilizzati per la valutazione delle alternative progettuali.

In aggiunta allo sviluppo di un modello di trasporto, al fine di verificare l'attualità dei volumi di traffico, è stato condotto un rilievo diretto dei flussi nell'area dello svincolo Osmannoro. Il conteggio dei veicoli suddiviso tra leggeri, pesanti e motocicli è stato effettuato sulle 3 sezioni principali, indicate nella figura seguente, consentendo di registrare tutti i veicoli in ingresso e in uscita al nodo.

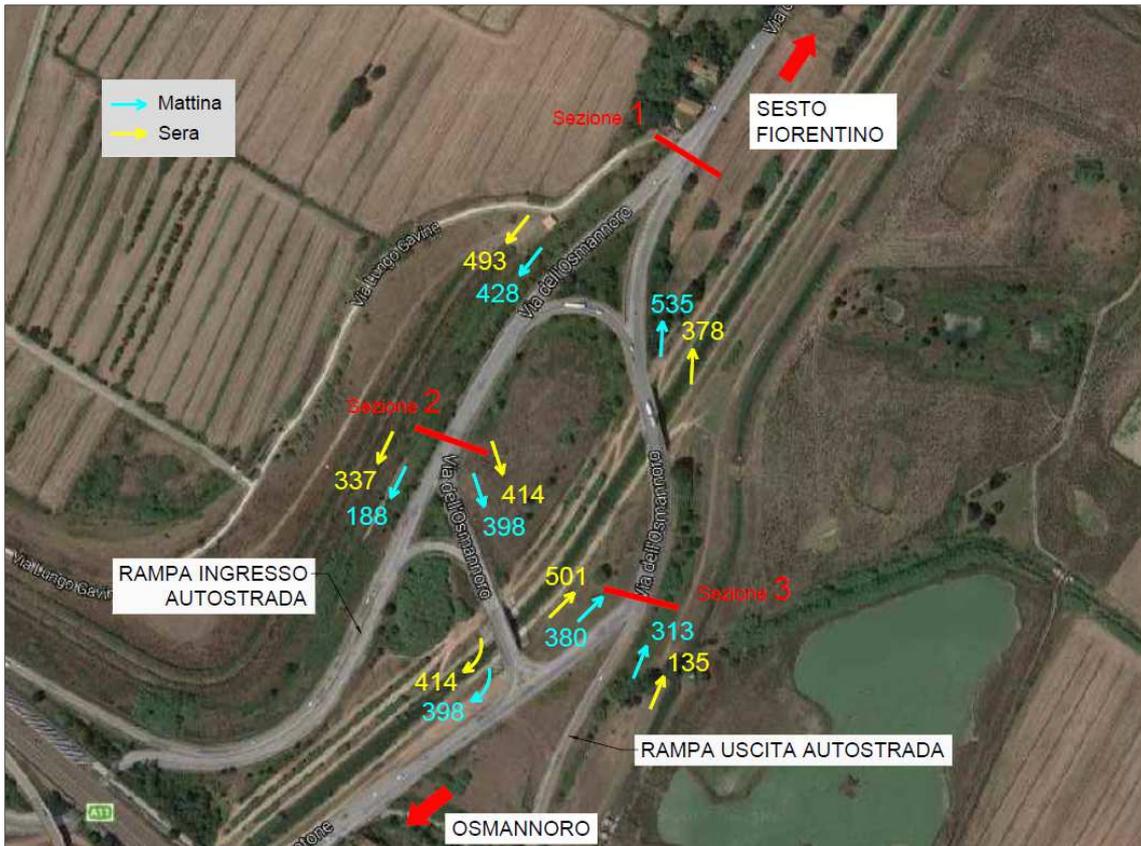


Figura 2 - Rilievo del traffico: Volumi del quarto d'ora di punta V15

Il rilievo è stato svolto all'interno dell'ora di punta mattutina 7:30-8:30 e serale 17:30-18:30; nelle tabelle che seguono si riportano i valori osservati unitamente al calcolo di veicoli equivalenti ottenuti applicando un coefficiente moltiplicativo pari a 2 per i mezzi pesanti e 0.5 per i motocicli.

Infine è stato determinato il Livello di Servizio (LoS) del tratto di viabilità principale compreso tra i nodi A e B, che è risultato essere E, ossia scarso, a causa degli elevati volumi di traffico previsti.

2.2. Geologia

Nella zona in studio affiorano i Depositi Olocenici, in particolare i Depositi alluvionali recenti terrazzati (bna1 e bna2), i Depositi alluvionali attuali (b), i Depositi antropici, terreni di riporto, bonifica per colmata (h5) e i Depositi antropici, discariche per inerti e rifiuti solidi (h1), come riportato nella relazione geologica del progetto in esame e, in particolare, nella

carta geologica ripresa dalla Carta Geologica della Regione Toscana – Servizio Geologico Regionale (Progetto Carg).

Il modello geologico del sottosuolo è stato definito distintamente per i diversi interventi. In particolar modo è opportuno, in questa relazione, riassumere la stratificazione geologica per la viabilità principale (Tratto A-B).

Seppure nello spessore di terreno limitato ai primi 2÷3 m esistono frequenti eteropie/variazioni litologiche sia verticali che orizzontali, il sottosuolo dell'area in oggetto può essere suddiviso, ai fini della modellazione geologica, in tre strati individuati mediante l'analisi litologica e stratigrafica, integrando i dati dei sondaggi con le analisi granulometriche e le prove penetrometriche (in particolare sulla base delle caratteristiche geomeccaniche evidenziate dalle CPT). Dall'alto verso il basso è possibile schematizzare la seguente successione:

- Da 0,00 a 0,30÷1,00 m dal p.c.: terreno di riporto (limo e sabbia o limo sabbioso con ghiaia e ciottoli/ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa) o argilla con limo (limo con argilla) debolmente sabbiosa;
- Da 0,30÷1,00 m a 1,40÷3,40 dal p.c.: limo con argilla in prevalenza debolmente sabbioso, a tratti ghiaioso, subordinatamente argilla con limo e talvolta debolmente sabbiosa;
- Da 1,40÷3,40 m (almeno) a 10,00 m da p.c.: argilla con limo, talora debolmente sabbiosa, subordinatamente limo con argilla debolmente sabbioso.

2.3. Geotecnica

2.3.1 Modello geotecnico

Il modello geotecnico del terreno, utilizzato per le verifiche delle fondazioni delle opere d'arte principali e per il calcolo dei cedimenti, deriva dall'interpretazione delle indagini geologiche effettuate in sito e delle prove di laboratorio su campioni di terreno indisturbati.

Al fine di determinare i parametri geotecnici di progetto sono state utilizzate le correlazioni ricavate dalla letteratura specifica.

Ai fini dei calcoli e delle verifiche geotecniche è possibile distinguere un diverso modello geotecnico per le diverse opere previste in progetto:

Viabilità Case Passerini

Così come riportato nella relazione geologica, nel sito, è presente la seguente stratigrafia:

- Strato 1: limo con argilla debolmente sabbioso e argilla con limo
- Strato 2: argilla con limo debolmente sabbiosa
- Strato 3: argilla con limo debolmente sabbiosa o ghiaiosa

Di seguito si riportano quindi i parametri geotecnici relativi a tale stratigrafia:

Tabella 1 – Stratigrafia Viabilità Case Passerini

Strato	Da [m]	A [m]	φ' [°]	c' [kPa]	Cu [kPa]	φ_n [kN/m ³]	Ed [kPa]
1	0	-1.00	18.68	15.85	44.81	19.03	4560.09
2	-1.00	-2.00	17.2	12	61.91	19.20	6776.59
3	-2.00	-10.00	16.45	18.3	66.5	19.93	11326.68

Viabilità Tratto A-B

Così come riportato nella relazione geologica, nel sito, è presente la seguente stratigrafia:

- Strato 1: terreno di riporto o argilla con limo
- Strato 2: limo con argilla in prevalenza debolmente sabbioso
- Strato 3: argilla con limo, talora debolmente sabbiosa

Di seguito si riportano quindi i parametri geotecnici relativi a tale stratigrafia:

Tabella 2 – Stratigrafia Viabilità Tratto A-B

Strato	Da [m]	A [m]	φ' [°]	c' [kPa]	Cu [kPa]	φ_n [kN/m ³]	Ed [kPa]
1	0	-1.00	27.63	2.07	73.58	19.52	9708.58
2	-1.00	-2.50	17.90	2.95	76.43	19.38	11709.6
3	-2.50	-10.00	18.08	9.22	89.58	19.61	12209.28

Viabilità Area Aeroportuale

Così come riportato nella relazione geologica, nel sito, è presente la seguente stratigrafia:

- Strato 1: terreno di riporto o argilla con limo

- Strato 2: argilla con limo debolmente sabbiosa, a tratti ghiaiosa
- Strato 3: argilla con limo, a tratti debolmente sabbiosa

Di seguito si riportano quindi i parametri geotecnici relativi a tale stratigrafia:

Tabella 3 – Stratigrafia Viabilità Area Aeroportuale

Strato	Da [m]	A [m]	φ' [°]	c' [kPa]	C_u [kPa]	γ_n [kN/m ³]	E_d [kPa]
1	0	-0.5	27.89	3.29	78.42	19.09	8678.89
2	-0.50	-2.00	17.56	4.70	65.66	19.09	5295.59
3	-2.00	-10.00	20.64	15.52	56.01	19.49	10444.08

Ponte su Rampa di accesso A11

Così come riportato nella relazione geologica, nel sito, è presente la seguente stratigrafia:

- Strato 1: terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa
- Strato 2: limo con argilla debolmente sabbioso
- Strato 3: limo con argilla e argilla con limo, talora debolmente sabbiosi

Di seguito si riportano quindi i parametri geotecnici relativi a tale stratigrafia:

11

Tabella 4 – Stratigrafia Ponte su Rampa di accesso A11

Strato	Da [m]	A [m]	φ' [°]	c' [kPa]	C_u [kPa]	γ_n [kN/m ³]	E_d [kPa]
1	0	-1.5	27.89	3.29	78.42	19.40	8531.79
2	-1.50	-3.00	17.56	4.70	64.00	19.15	7087.17
3	-3.00	-20.00	20.64	15.58	78.40	19.52	12610.34

Ponte sul Fosso Reale

Così come riportato nella relazione geologica, nel sito, è presente la seguente stratigrafia:

- Strato 1: limo argilloso o terreno di riporto sabbioso-ghiaioso
- Strato 2: limo con argilla e argilla con limo, a tratti debolmente sabbiosi o ghiaiosi
- Strato 3: ghiaia e sabbia

Di seguito si riportano quindi i parametri geotecnici relativi a tale stratigrafia:

Tabella 5 – Stratigrafia Ponte sul Fosso Reale

Strato	Da [m]	A [m]	φ' [°]	c' [kPa]	C_u [kPa]	γ_n [kN/m ³]	E_d [kPa]
1	0	-1.25	29.08	5.45	91.54	19.50	14121.58
2	-1.25	-27.10	20.12	7.79	73.51	19.65	12121.21
3	-27.10	-32.00	-	-	-	-	-

Ponte Case Passerini

Così come riportato nella relazione geologica, nel sito, è presente la seguente stratigrafia:

- Strato 1: terreno di riporto costituito da argille e limi compatti
- Strato 2: limo con argilla e argilla con limo, talora debolmente sabbiosi o ghiaiosi
- Strato 3: argilla con limo, a tratti debolmente sabbiosa

Di seguito si riportano quindi i parametri geotecnici relativi a tale stratigrafia:

Tabella 6 – Stratigrafia Ponte Case Passerini

Strato	Da [m]	A [m]	φ' [°]	c' [kPa]	C_u [kPa]	γ_n [kN/m ³]	E_d [kPa]
1	0	-2.5	28.40	1.22	39.43	19.81	5883.99
2	-2.50	-14.50	16.28	1.62	46.25	19.41	8000.00

12

Dove i simboli riportati in tabella hanno il seguente significato:

- φ' è l'angolo di attrito, espresso in gradi
- c' è la coesione, espressa in kPa
- C_u è la coesione non drenata, espressa in kPa
- γ_n è il peso di volume naturale, espresso in kN/m³
- E_d è il modulo edometrico, espresso in kPa

2.3.2 Opere di fondazione

In progetto sono previste tre opere d'arte principali: due ponti, uno sul fosso reale ed uno sulla rampa dell'autostrada A11. I ponti in progetto avranno tutti fondazioni profonde su pali del tipo FDP del Φ 600, di lunghezza massima pari a 15,00 m. I pali sono stati calcolati

secondo le formule classiche della geotecnica in funzione dei parametri meccanici dei terreni interessati; essi sono disposti con interasse superiore a tre volte il diametro per evitare l'interferenza reciproca degli stessi.

Per quanto riguarda invece il tunnel sotto la pista, nello scavo si è previsto l'utilizzo di diaframmi per le diverse sezioni tipologiche con una lunghezza variabile tra 8m e 20m (comprensivo di trave di correa) e una larghezza di 60cm/80cm. La soluzione progettuale prevede l'adozione della metodologia di scavo "top-down"; con tale procedura, dopo l'esecuzione dei diaframmi, viene subito messa in opera parte della soletta superiore, che vincola la testa dei diaframmi durante le operazioni di scavo. In questo modo è possibile limitare\eliminare la presenza dei puntoni temporanei e si riducono gli spostamenti e i cedimenti del terreno circostante.

2.3.3 Cedimenti

Le deformazioni indotte dall'incremento di tensione prodotto dalla realizzazione dei rilevati, e quindi i cedimenti, sono stati calcolati con il metodo edometrico, facendo riferimento agli strati di terreno compresi tra le profondità di 0.00 m e 50.00 m.

Ai fini del calcolo dei cedimenti nel terreno di sedime, l'ammasso è stato discretizzato in strati successivi aventi spessore pari a 1.00 m, in modo da calcolare l'incremento di tensione verticale $\Delta\sigma'$, in corrispondenza della profondità media di ogni strato.

Il problema dei cedimenti è più evidente in approccio alle opere d'arte principali. In prossimità di queste opere rigide si creano cedimenti differenziali rispetto al corpo del rilevato, creando un discomfort notevole. Per questo motivo è opportuno effettuare degli interventi di consolidazione localizzati in approccio a tali opere, con la messa in opera di dreni a nastro, detti anche dreni prefabbricati.

Sono stati utilizzati geodreni aventi diametro equivalente pari a 63 mm e lunghezza pari a 15.00 m e 6.00 m, con interasse fra ogni dreno pari a 1,50 m.

Il grado di consolidazione dopo 20 anni risulta pari al 30%. Nell'ipotesi in cui non vengano eseguiti interventi di consolidazione dopo 20 anni si avrebbe un cedimento pari al massimo a 24 cm. Eseguendo interventi di consolidazione con dreni a nastro delle lunghezze sopra riportate, l'aliquota maggiore dei cedimenti si avrebbe durante la fase di

realizzazione dell'opera. Dopo 20 anni dalla realizzazione dell'opera, avendo eseguito interventi di consolidazione, si manifesterebbe solamente un cedimento dell'ordine dei 6-7 cm. È da tenere presente che la pavimentazione stradale di progetto è stata dimensionata per una vita utile pari a 20 anni, pertanto dopo tale periodo è richiesto un rifacimento completo della stessa, con intervento di tipo profondo. Di conseguenza un cedimento di 6-7 cm potrà essere facilmente sanato al momento del rifacimento della pavimentazione.

3. Descrizione del tracciato

Il territorio su cui si sviluppa il tracciato di progetto è prevalentemente pianeggiante; per agevolare lo smaltimento delle acque meteoriche che interesseranno la piattaforma stradale, l'andamento altimetrico è stato definito mediante livellette successive, in salita e in discesa, con pendenza minima dello 0,5% raccordate con curve paraboliche di ampio raggio.

La geometria piano altimetrica del tracciato stradale è stata sviluppata nel rispetto delle norme sulle costruzioni stradali (DM 05/11/2001); le verifiche dei parametri geometrici relativi agli elementi planimetrici (rettifili, curve circolari e clotoidi) e ai raccordi altimetrici sono riportati nei tabulati di calcolo allegati alla presente relazione. Dall'esame delle suddette verifiche risulta che in linea generale tutti i parametri geometrici rispettano le norme sulle costruzioni stradali del DM 05/11/2001.

Nel tracciato oggetto del presente progetto è possibile individuare 3 tratti principali:

- Tratto 1: Nuova viabilità locale di collegamento tra Sesto Fiorentino e Osmannoro (Tratto A-B) di lunghezza pari a 1368,95 m
- Tratto 2: Nuova viabilità locale di Via del Pantano di lunghezza 565.8 m
- Tratto 3: Nuova viabilità interna all'area aeroportuale
- Tratto 4: Adeguamento e ampliamento di Via del Termine

Esso comprende inoltre la realizzazione di due nodi fondamentali:

- Nuova intersezione a rotatoria nei pressi del Polo Scientifico dell'Università di Firenze, in Comune di Sesto Fiorentino (Nodo A)

- Nuova intersezione a rotatoria a Sud della futura pista aeroportuale, connessa all'adeguamento dello svincolo autostradale di Sesto Fiorentino (Nodo B)

Tratto 1 - Nuova viabilità locale in ambito extraurbano (Tratto A-B)

Rispetto alla prima redazione della viabilità del nuovo Aeroporto, la tratta A-B ha subito una modifica piuttosto consistente che ne ha ridotto l'estensione e i tempi di percorrenza. Il tracciato presentato nel Progetto Esecutivo effettuava un lungo percorso (3.8 km) intorno alla nuova pista, costeggiandola e inserendosi tra essa e l'autostrada per collegarsi al Nodo B. Il nuovo tracciato prevede un sottopasso della lunghezza di 408 m che attraversa la nuova pista. L'opera richiesta riduce notevolmente l'estensione, portandola a 1.36 km, risultando costituita dalle due tratte di abbassamento del tracciato a una quota di 8 metri sotto il livello del piano campagna e dal sottopasso che le raccorda mediante curve planimetriche con raggio minimo di 200m.

Il tratto in esame ha origine in corrispondenza della nuova intersezione a rotatoria (Nodo A), posta in prossimità del Polo Scientifico e Tecnologico dell'Università di Firenze nel Comune di Sesto Fiorentino (di seguito richiamato Polo Universitario), laddove attualmente è presente l'intersezione a raso tra Via dell'Osmannoro e Via delle Idee. Dopo un breve tratto rettilineo di circa 70 metri incontra la prima curva a sinistra di raggio 280,00 metri che pone il tracciato perpendicolare alla pista. Il tracciato procede il suo abbassamento, prima in trincea e poi tra muri ad "U" fino a trasformarsi in un sottopasso completo dell'estensione di circa 410 metri. Nella parte terminale del sottopasso ha inizio la curva di uscita e risalita, di raggio 200 m, che permette l'inserimento tra il nuovo Fosso Reale e la pista. Un breve tratto simil-rettilineo, interrotto da una breve curva di raggio 160.00 m necessaria all'inserimento sulla Rotatoria B, ne costituiscono la fine.

Il tracciato, come detto sopra, presenta una lunghezza di 1368.949 m e prevede un limite di 70 km/h per tutta la sua estensione, un limite ragionevolmente imposto vista la ridotta estensione del nuovo tratto. Un limite di 90 km/h avrebbe comportato un incremento degli allargamenti per visibilità in corrispondenza delle due curve di accesso e uscita al/dal sottopasso onerosi, incremento che non avrebbe comportato particolari riduzioni del tempo di percorrenza a fronte del maggior costo delle opere civili necessarie per la loro realizzazione.

SEZIONE TIPO IN RILEVATO CATEGORIA C1
SCALA 1:100

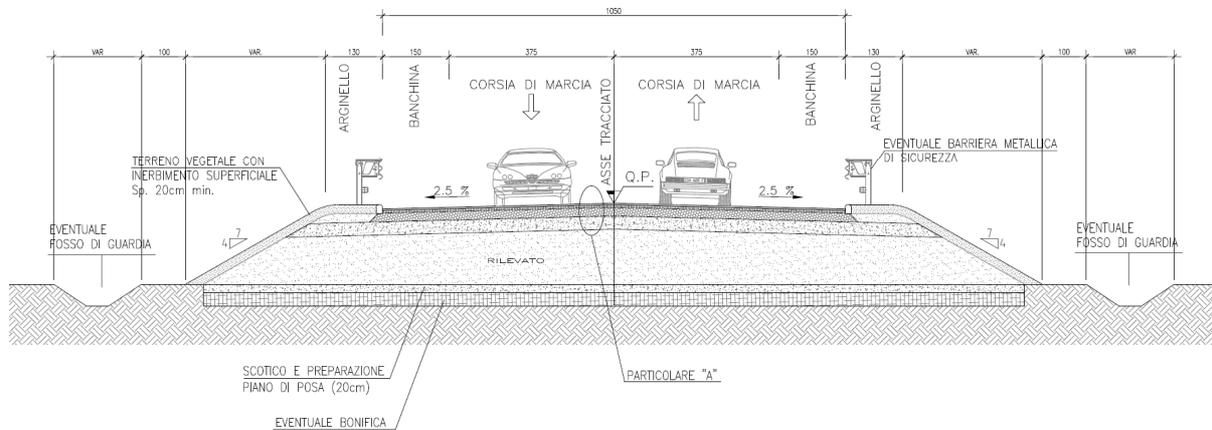


Figura 3 - Sezione tipo Viabilità Tratto A-B

Tratto 2 – Adeguamento viabilità locale – Via del Pantano

Questa viabilità è stata prevista per migliorare il collegamento tra l'area a sud dell'autostrada A11 e quella a nord a cavallo della stazione di servizio Peretola, sul lato ovest dell'intervento.

Immediatamente a valle del cavalcavia sull'Autostrada è prevista la realizzazione di un tratto di strada, di tipo F2, della lunghezza di 565,82 m che prosegue con un rettilineo l'andamento della strada esistente e, dopo una curva a destra, si unisce al tracciato esistente di Via del Pantano, rendendo più fluido l'attuale stato viabilistico. Altimetricamente, l'asse ha sviluppo sostanzialmente pianeggiante, con pendenze minime superiori allo 0.2% per favorire un minimo deflusso trasversale delle acque.

Tratto 3 – Nuova viabilità a servizio dell'area aeroportuale

La nuova viabilità interna all'area aeroportuale si stacca dalla rotatoria del Nodo B e corre dapprima parallelamente alla nuova pista e attorno all'area di compenso idraulico e, successivamente si dirige perpendicolarmente all'Autostrada A11 fino ad incontrare il cavalcavia di Via dei Giunchi, raccordandosi con la viabilità interna dell'aeroporto. E' stato inserito un nuovo nodo di intersezione a rotatoria alla base del cavalcavia di Via Giunchi

SEZIONE TIPOLOGICA DEL PERCORSO CICLABILE
IN AFFIANCAMENTO ALLA VIABILITA' DI PROGETTO
SCALA 1:100

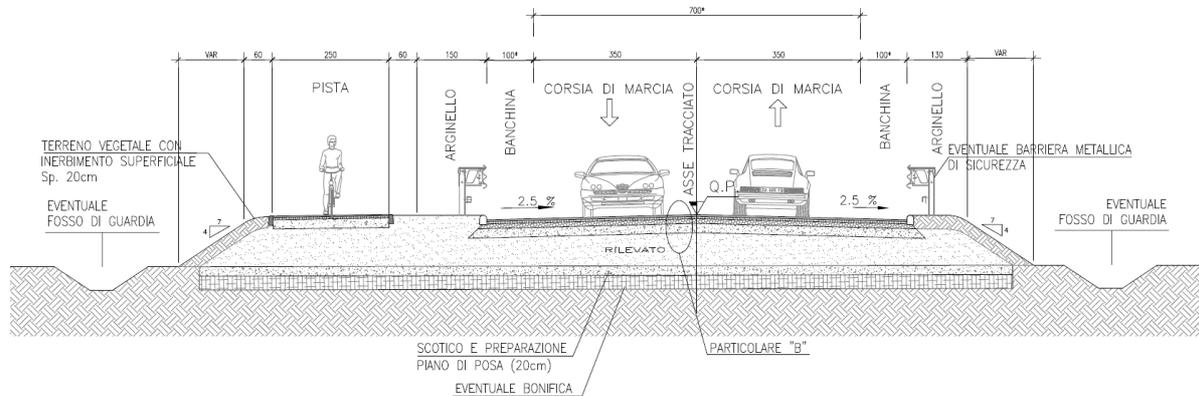


Figura 4 - Sezione tipo Viabilità interna aeroporto con ciclabile

SEZIONE TIPO IN RILEVATO CATEGORIA F1
SCALA 1:100

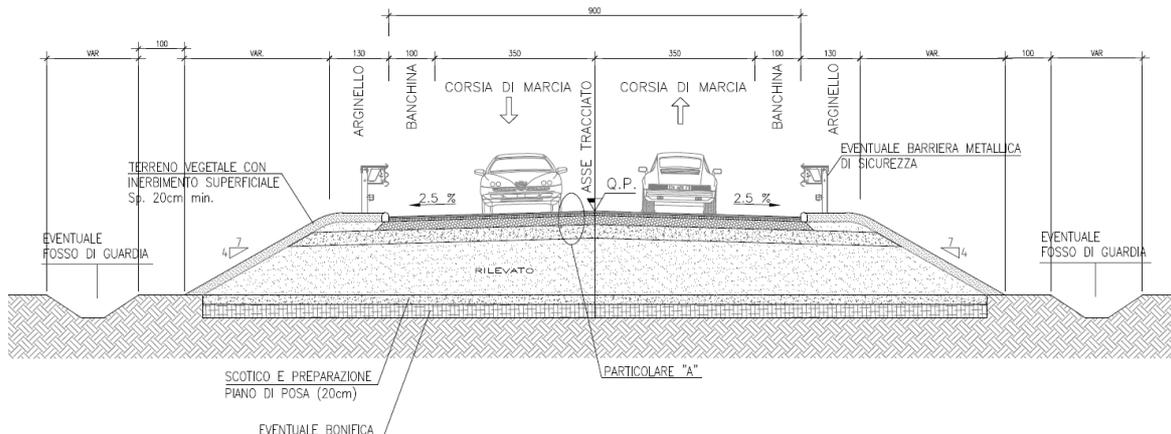


Figura 5 - Sezione tipo Viabilità interna aeroporto

Le intersezioni sono state progettate nel rispetto delle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (decreto ministeriale del 19/04/2006), con particolare riferimento alle verifiche relative ai campi di visibilità, condotte secondo le modalità previste al punto 4.6-figura 12 del sopracitato D.M. e riportate nello specifico elaborato progettuale relativo a ciascuna intersezione.

Tratto 4 – Adeguamento e ampliamento di Via del Termine

Nel quadrante nord-est relativo alla pista esistente è presente Via del Termine, un asse di collegamento tra la zona a est dell'aeroporto e il lato sud del nodo ferroviario di Sesto Fiorenti. Attraverso l'esistente via Mario Luzi è possibile, costeggiando il fascio di binari sul lato sud, raggiungere uno svincolo a due livelli che collega, mediante sottopasso, i due lati della città tagliati dalla ferrovia.

Il potenziamento di Via del Termine e delle vie ad essa afferenti (Via delle due Case e via dei Cipressi) con l'inserimento di due intersezioni a rotatoria (D ed E) renderà più facile il deflusso dei veicoli dall'area del polo universitario alla zona a est della esistente pista aeroportuale, rendendo più sicure le intersezioni a fronte dell'aumento previsto del traffico.

Nodo A – nuova rotatoria in Via dell'Osmannoro

Il Nodo A si risolve mediante la realizzazione di un'intersezione a rotatoria posta su Via dell'Osmannoro, come già accennato nei paragrafi precedenti. La rotatoria presenta 4 bracci:

- Ramo Nord, proveniente da Sesto Fiorentino (Via dell'Osmannoro);
- Ramo Est, proveniente dal Polo Universitario (Via delle Idee);
- Ramo Sud, proveniente dalla località La Buca (Via dell'Osmannoro);
- Ramo Ovest, proveniente dall'area industriale di Osmannoro e dall'Autostrada A11 (Nuova viabilità tratto A-B).

Di seguito si riporta una vista planimetrica della rotatoria di progetto.

La sezione trasversale delle rampe, così come indicato nel suddetto decreto ministeriale per rampe monodirezionali, è composta da una corsia di larghezza 4,00 m e di banchine in destra e in sinistra di larghezza pari a 1,00 m.

Le suddette rampe confluiscono in una rotatoria convenzionale, avente diametro pari a 50 m. Nell'intersezione a rotatoria, a 4 bracci, convergono:

- Ramo Sud-Ovest, su cui si innestano la rampa di immissione all'Autostrada A11(direzione Pisa Nord) e la viabilità di accesso alla discarica "Case Passerini";
- Ramo Ovest in direzione del centro urbano di Sesto Fiorentino (Nuova viabilità tratto A-B);
- Ramo Est (B-C) in direzione dell'Aeroporto di Firenze (viabilità interna aeroportuale);
- Ramo Sud-Est, su cui si innestano il collegamento con l'area industriale dell'Osmannoro (Via del Cantone) e la rampa autostradale dell'uscita di Sesto Fiorentino.

Sul ramo 4 è prevista una separazione fisica delle correnti fino a 20 m dalla zona di innesto. Le uscite sono tutte organizzate su unica corsia avente larghezza pari 4.5 m, come specificatamente richiesto dal D.M. 19.04.2006.

20

Di seguito si riporta una vista planimetrica della rotatoria di progetto.

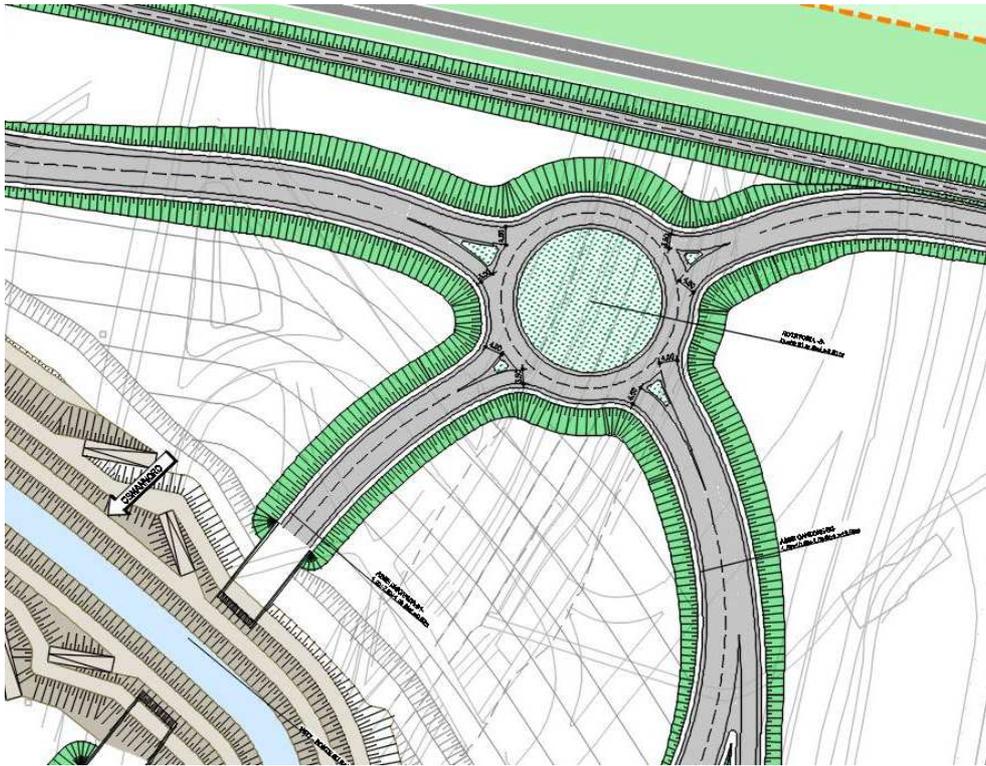


Figura 7 - Planimetria rotatoria Nodo B

Si fa presente che per limitare al minimo il disagio sulla viabilità, in fase di cantiere verranno previste alcune viabilità provvisorie che consentiranno il mantenimento di tutte le manovre attuali; con particolare riferimento ai flussi autostradali si prevede la realizzazione di una rampa di immissione provvisoria.

Nodo C

Al termine della tratta BC è prevista la realizzazione di una rotatoria (C) di diametro esterno 45 m che raccorda le viabilità esistenti con la nuova tratta BC. Come le rotatorie precedenti ha caratteristiche geometriche che rispettano il D.M. 19.04.2006. (entrate di 3,5 m e uscite di 4,5 m). La rotatoria è costeggiata dalla pista ciclabile che si distacca dall'asse BC, attraversa il ramo Sud-Est e va a raccordarsi con la viabilità di collegamento con il cavalcavia di Via Giunchi.

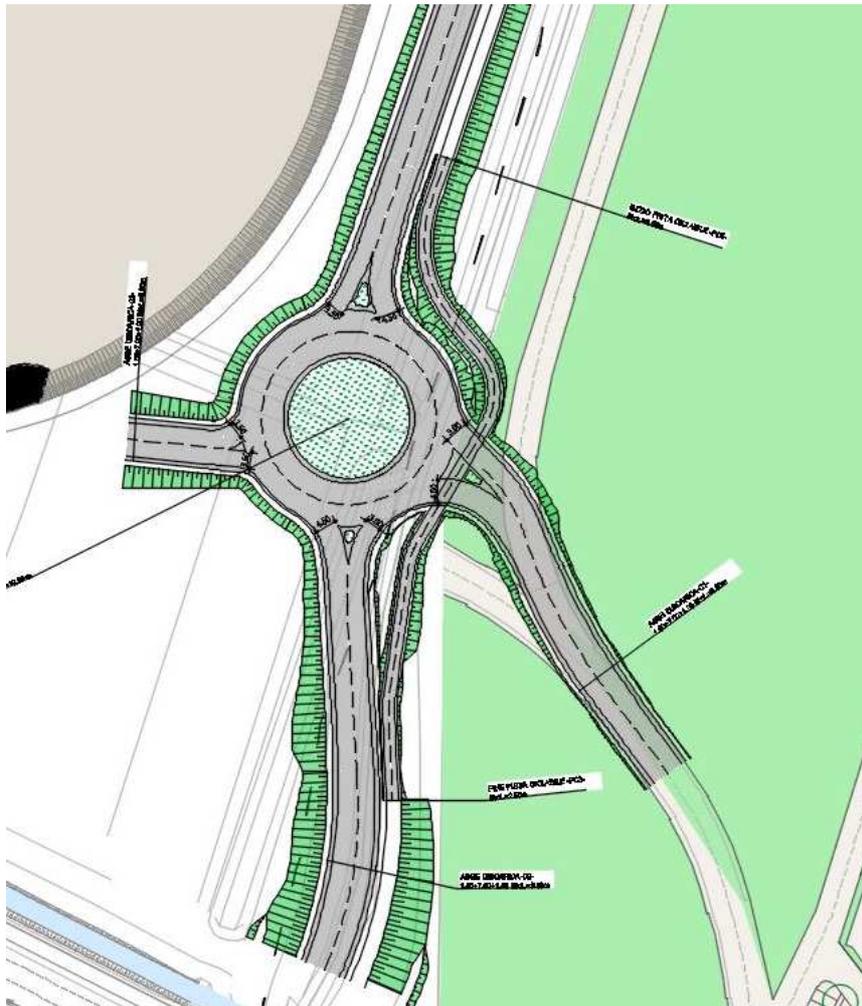


Figura 8 - Planimetria rotatoria Nodo C

Nodi D ed E

Il piano di riqualificazione della viabilità sul quadrante nord-est prevede, come detto sopra, la realizzazione di due intersezioni a rotatoria in corrispondenza di quelle che attualmente sono due intersezioni tradizionali tra le viabilità locali. L'inserimento di tali rotatorie permetterà un più fluido deflusso dei veicoli sul lato a nord dell'aeroporto anche in considerazione del previsto aumento di traffico pesante su tali viabilità.

Entrambe le rotatorie rispettano i criteri geometrici del DM 19-04-2006 per quanto riguarda gli accessi e le uscite, e hanno diametri rispettivamente di 40 m (rotatoria D) e 50 m (rotatoria E).

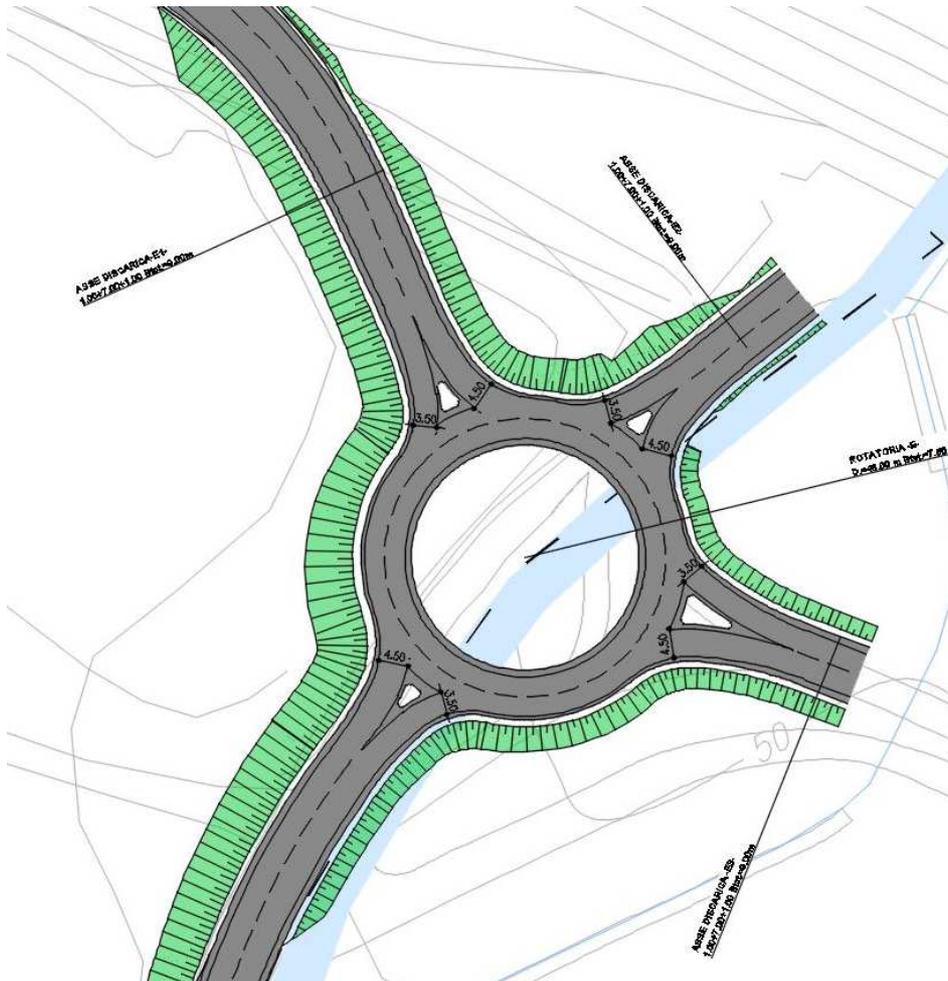


Figura 9 - Planimetria rotatoria Nodo D

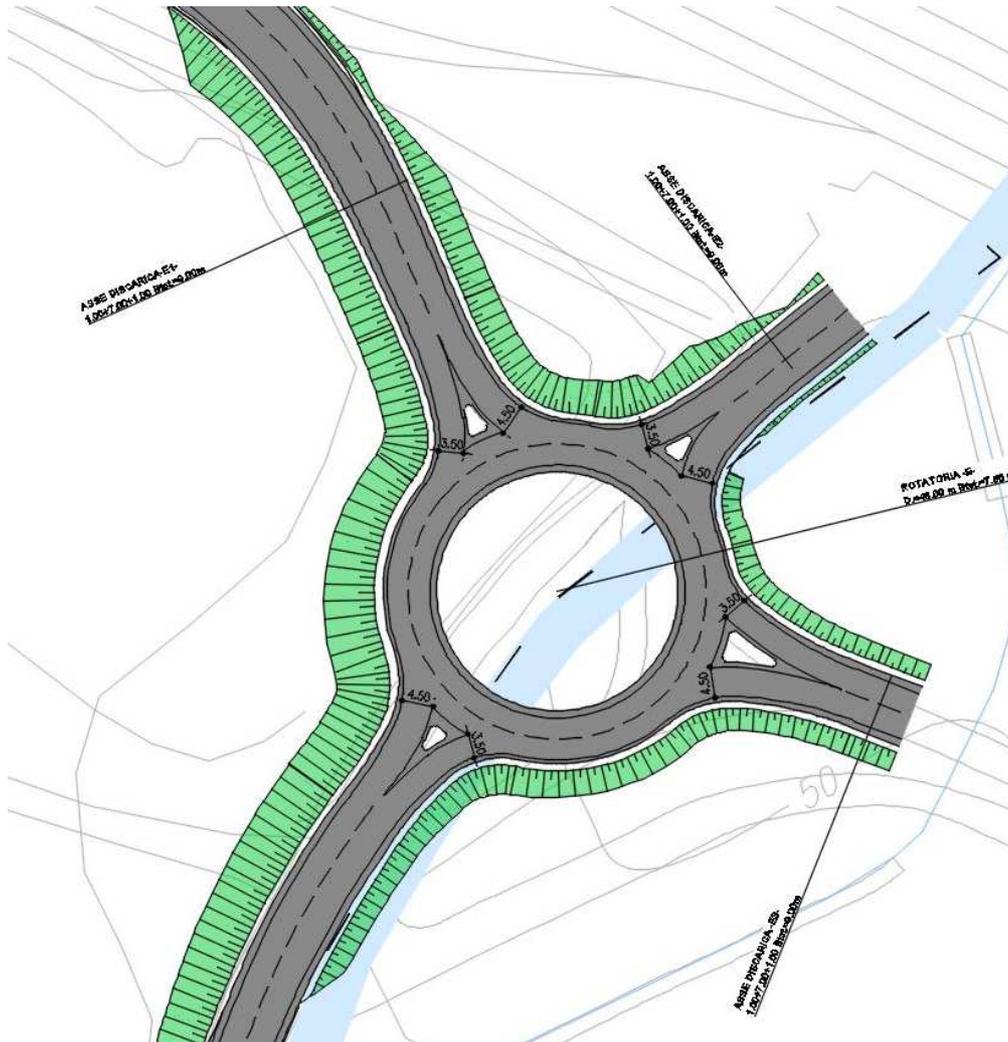


Figura 10 - Planimetria rotatoria Nodo E

4. Opere d'arte maggiori

Nel progetto sono presenti tre opere d'arte maggiori:

- Il ponte sull'attuale Via dell'Osmannoro, che attraversa il Nuovo Fosso Reale nel suo tratto iniziale ("Ponte sul Fosso Reale");
- Il ponte sul ramo di collegamento alla discarica e alla rampa di immissione sull'Autostrada A11, che scavalca sempre il Nuovo Fosso Reale ("Ponte su Rampa di accesso A11");
- Il Sottopasso che attraversa la nuova pista nel nuovo tratto di viabilità principale A-B ("sottopasso RWY 11-29");

4.4. Ponte su Fosso reale e Ponte su Rampa immissione A11

I due ponti sono analoghi ed entrambi realizzati con travi in c.a.p. a cassone, la cui lunghezza e altezza sono diverse per le due opere. Tutti gli impalcati sono idonei per il transito dei carichi mobili di 1a categoria (N.T.C. 2018 al punto 5.1.3.3.4).

Le indicazioni progettuali per la definizione delle caratteristiche geometriche e fisiche delle opere d'arte relativi alla presente emissione del progetto, sono stati oggetto di preventiva concertazione con gli enti territoriale preposti. La quota di imposta degli impalcati è stata determinata tenendo conto del livello di piena relativo ad un tempo di ritorno pari a 200 anni previsto dal progetto idraulico; è stato quindi assunto un franco di sicurezza pari ad almeno 1.50 m rispetto a tale livello. Inoltre, la quota di imposta è stata ulteriormente incrementata per tenere conto anche dell'eventuale futuro adeguamento delle arginature del Fosso Reale nel tratto in cui esso non viene deviato; ciò impedirà la tracimazione delle acque in tutto il suo percorso.

Per la definizione della posizione delle spalle, sono state condotte valutazioni specifiche per ciascuna opera considerata e sono riportate qui di seguito in via sintetica:

- In linea generale, è stata sempre verificata la compatibilità idraulica della posizione delle spalle con l'onda di piena con $T_r=200$ anni; in tal senso, la distanza minima tra le spalle è sempre tale da non interferire in alcun modo con la sezione idraulica del canale corrispondente alla piena duecentennale;
- Nel caso del ponte sull'attuale via dell'Osmannoro, che attraversa il Nuovo Fosso Reale nel suo tratto iniziale ("Ponte sul Fosso Reale"), considerato che, nel tratto a monte del ponte, gli argini del Fosso Reale sono costituiti da muri a retta in c.a. e che gli argini in terra iniziano soltanto a valle dello stesso ponte, è sembrato opportuno posizionare la spalle in modo tale da dare continuità al muro d'argine; in questo modo, gli argini in terra iniziano a valle del ponte e sono stati raccordati alle spalle dello stesso mediante muri di transizione che hanno anche la funzione di setti antifiltrazione. Lo schema grafico della posizione delle spalle rispetto alla piena duecentennale e la posizione dei muri di transizione sono riportati in Figura 11 e Figura 12;

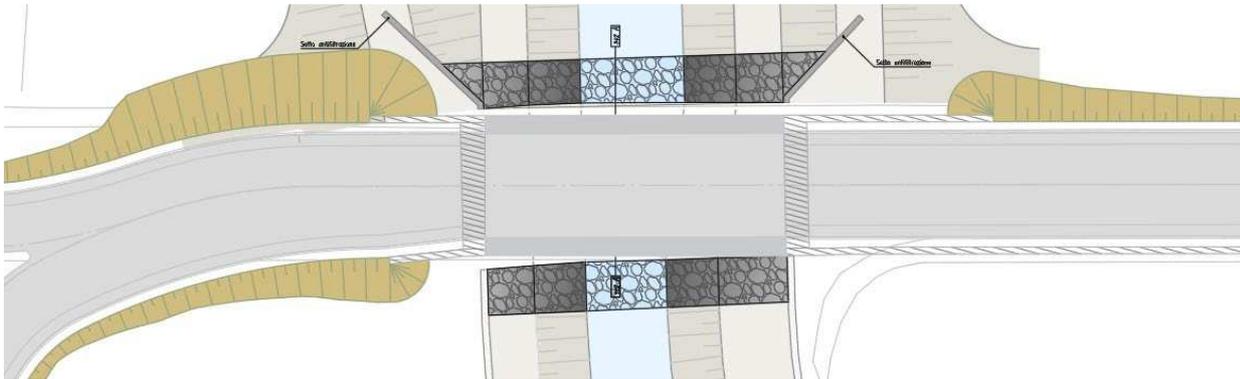


Figura 11 - Planimetria ponte sul Fosso Reale

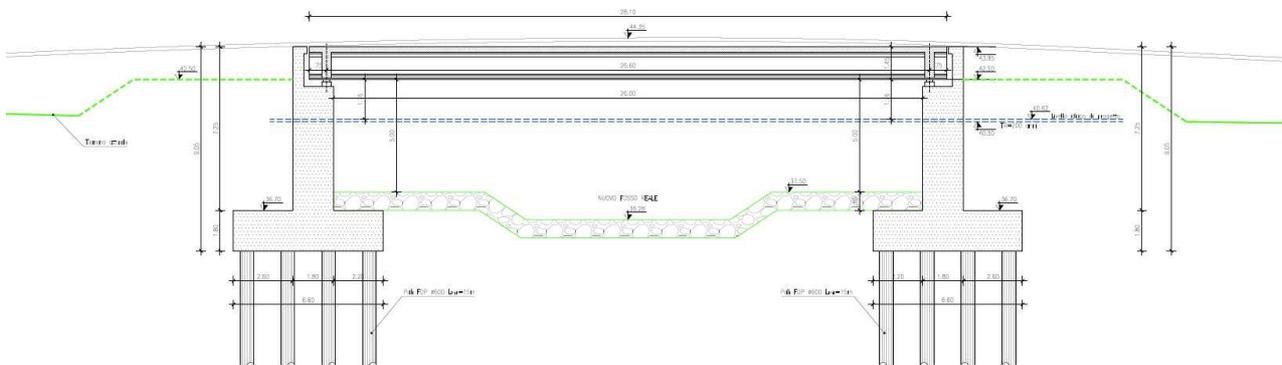


Figura 12 - Profilo ponte sul Fosso Reale

- Nel caso del ponte sul ramo di collegamento alla discarica e alla rampa di immissione sull'Autostrada A11, che scavalca sempre il Nuovo Fosso Reale ("Ponte su Rampa di accesso A11"), fatto salvo la compatibilità idraulica, sono state condotte considerazioni di tipo diverso; in prima istanza, è stato ipotizzato di evitare qualsiasi interferenza delle spalle con gli argini in terra, posizionando le stesse oltre gli argini, ad una distanza dal piede degli stessi pari a 6 m; in questa posizione, per consentire l'inerbimento e la manutenzione degli argini, era stata ipotizzata, inizialmente, una luce sulla sommità degli argini pari a 3.4 m. In tale ipotesi, considerato che la luce dell'impalcato era pari a 63,50 m, dal quale risultava un'altezza della sezione dell'impalcato pari ad almeno 3,20 m, la quota dell'estradosso dell'impalcato risultava pari a 47,30 m. Volendo mantenere un limite di velocità pari a 40 km/h e quindi una velocità di progetto pari a 50 km/h, il valore minimo del raggio del raccordo verticale previsto dal D.M. 19/4/2006 sarebbe pari a 1500 m, incompatibile con l'andamento altimetrico del tracciato. Inoltre tale soluzione richiederebbe una

pendenza della livelletta superiore al 7% per raccordarsi alla rampa autostradale, pendenza inammissibile con i valori limiti previsti dal D.M. 19/4/2006. In considerazione di ciò, in seconda istanza, è stata valutata la possibilità di lasciare inalterata la posizione delle spalle e ridurre la luce sulla sommità dell'argine a quella strettamente necessaria per poter ispezionare le travi dell'impalcato, pari a 1,00 m; in tale ipotesi, la quota dell'estradosso dell'impalcato risultava comunque pari a 44,90 m. Tuttavia anche in questa seconda ipotesi, il raggio altimetrico minimo previsto dal D.M. 19/04/2006 risultava incompatibile con l'andamento altimetrico. Inoltre, considerato anche la larghezza dell'impalcato in corrispondenza della biforcazione con la rampa dell'A11, che risulta pari a 13,30 m e le difficoltà di inerbimento degli argini al disotto delle opere d'arte, con la necessità di prevedere comunque la protezione dell'intero argine con una mantellata in pietrame, si è optato per utilizzare la possibilità di deroga prevista dalla circolare esplicativa delle NTC 2018 al punto 5.1.2.4, quando gli elementi del ponte fanno parte di un progetto unitario e quindi soddisfano i requisiti di compatibilità idraulica di cui al punto appena menzionato, posizionando le spalle in corrispondenza degli argini, come mostrato in Figura 13 e Figura 14, e provvedendo a raccordare le spalle agli argini con muri di transizione.

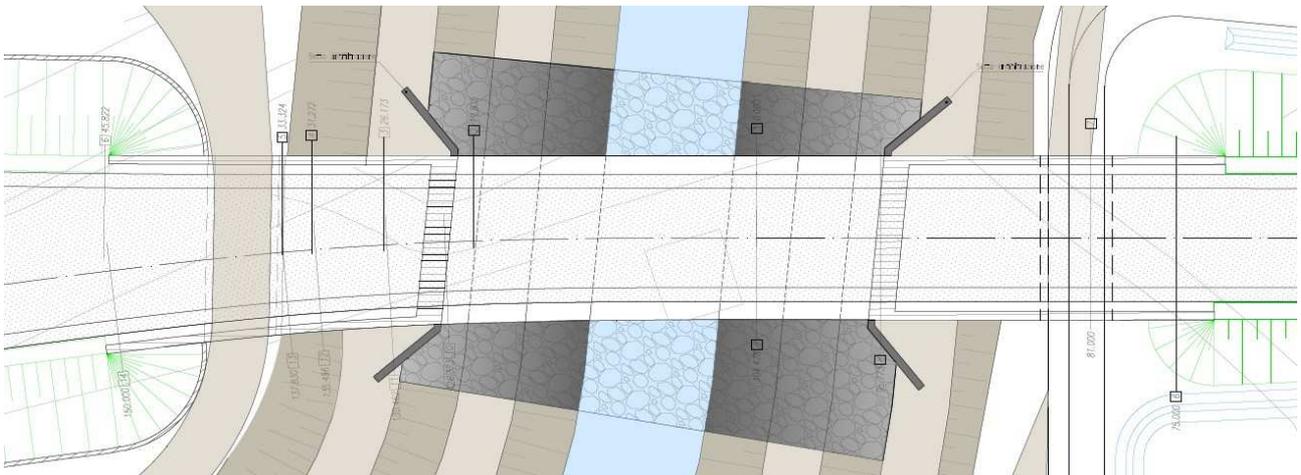


Figura 13 - Planimetria Ponte su Rampa di accesso A11

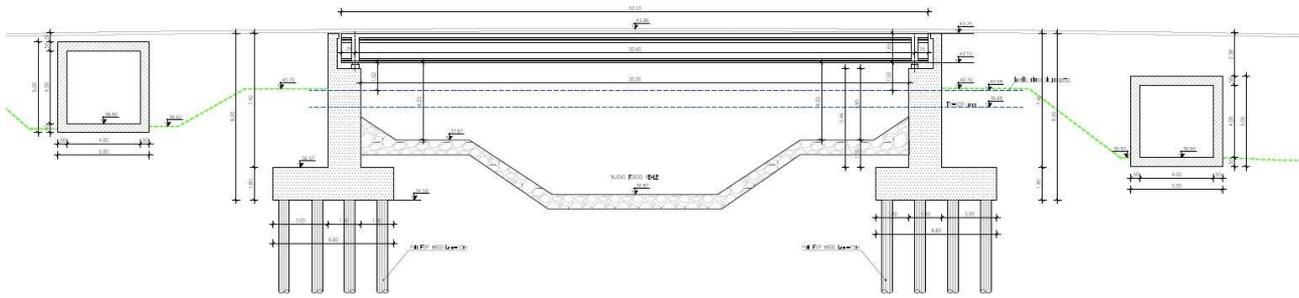


Figura 14 - Profilo Ponte su Rampa di accesso A11

In definitiva, anche se le spalle dei ponti in progetto interessano i corpi arginali dei corsi d'acqua, non è pregiudicata la sicurezza delle opere stesse ed è comunque garantita la compatibilità idraulica. Infatti, come già accennato, è previsto un graduale raccordo delle scarpate arginali con le spalle dei ponti e un rivestimento in scogliera intasata con calcestruzzo di tutta la superficie in ombra del ponte compreso i tratti di raccordo. Inoltre la posizione planimetrica delle spalle non limita la sezione idraulica, che risulta essere verificata con i franchi richiesti per un tempo di ritorno pari a 200 anni, come sopra dichiarato. In definitiva, gli accorgimenti presi fanno in modo da garantire la compatibilità idraulica per tutte le opere in progetto.

28

“Ponte su Fosso reale e Ponte su Rampa di accesso A11”

Sia il ponte sul ramo di collegamento alla Rampa di immissione sull'autostrada A11 che il Ponte sul Fosso Reale sono composti da un impalcato di larghezza pari a 11.60 m e luce di calcolo pari a 36.00 m. È presente una corsia per senso di marcia e le banchine. L'impalcato è costituito da 5 travi a cassone in c.a.p. di lunghezza

pari a 36,60 m e di altezza pari a 1,40 m. Di seguito si riporta una sezione tipo con indicazione delle dimensioni di tutti gli elementi che costituiscono la sede stradale.

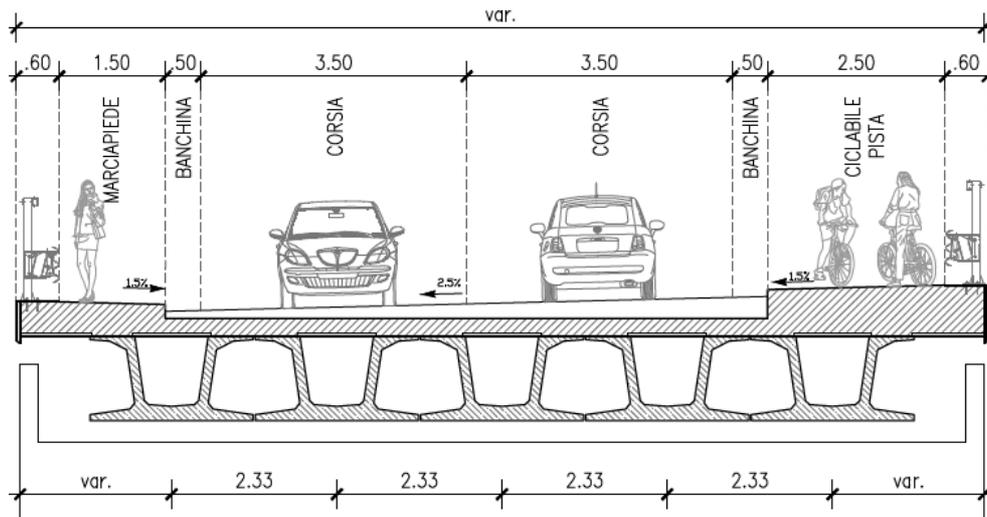


Figura 15 - Sezione tipo Ponte su fosso reale

4.5. Sottopasso RWY 11-29 – Galleria “Metodo Milano” Top Down

Per consentire il collegamento tra Sesto e l’Osmannoro, come precedentemente descritto, è prevista la realizzazione di un’opera di sottoattraversamento, una galleria artificiale a sezione scatolare che complessivamente misura circa 412 e presenta una sezione stradale di larghezza variabile da 12.70m a 16.00.

29

Come tecnologia, per limitare scavi eccessivi e quindi ridurre l’esposizione ad eventi atmosferici e conseguenti potenziali allagamenti di un’ampia area di cantiere con tutto ciò che potrebbe determinare in termini gestione del cantiere si è optato per una tecnica di scavo TOP-DOWN (METODO MILANO).

Questo approccio risulta di notevole efficacia in presenza di cantieri urbani o dove si intenda interferire al minimo con attività preesistenti; nel caso di specie risulta particolarmente interessante per la coesistenza con l’esercizio aeroportuale attività che richiede di minimizzare la presenza delle lavorazioni a favore della massima sicurezza del volo.

La galleria è formata da due corpi principali: un telaio esterno costituito da diaframmi laterali di sezione variabile da 80cm a 60cm scavati in continuità realizzati preventivamente e le cui testate vengono solidarizzate da cordoli. Per contrastare le spinte sui diaframmi durante le fasi di scavo viene realizzato un sistema di trave autoportante tipo “TRAVE NPS” a struttura mista acciaio - CLS portante se stessa ed il solaio di

competenza oltre che, ovviamente, le spinte del terreno. Il terreno viene scavato a foro cieco al di sotto dell'impalcato, che fa da puntone in testa ai diaframmi.

Terminata la fase di scavo verranno realizzati la soletta di fondo e i paramenti laterali interni che costituiscono il corpo vero e proprio dello scatolare gettato in opera del tunnel e supporta tutti i carichi statici e dinamici e delle spinte del terreno.

Per la raccolta delle acque meteoriche all'interno viene realizzata una vasca in c.a. impermeabile secondo il metodo della "vasca bianca" posizionata sotto la soletta di fondo nel punto di minimo della tratta. L'idraulica di piattaforma è stata progettata e dimensionata per essere contenuta all'interno della vasca stessa (collettori, scarichi laterali e canalette di raccolta), la quale verrà realizzata con fondazione in perfetta continuità e assenza di giunti strutturali intermedi. Per la parte immersa si adottano calcestruzzi impermeabili posando opportunamente in fase di costruzione dei giunti bentonici per le riprese di getto.

Infine, per contrastare le spinte sulle pareti laterali e sul fondo della piattaforma stradale derivanti dalla pressione idrostatica, è stata proseguita la sezione ad U dello scatolare anche oltre la zona della pista di decollo e per tutta la parte in trincea fino alla quota di -2.00m dal P.C. Di seguito si riportano le immagini delle diverse sezioni.

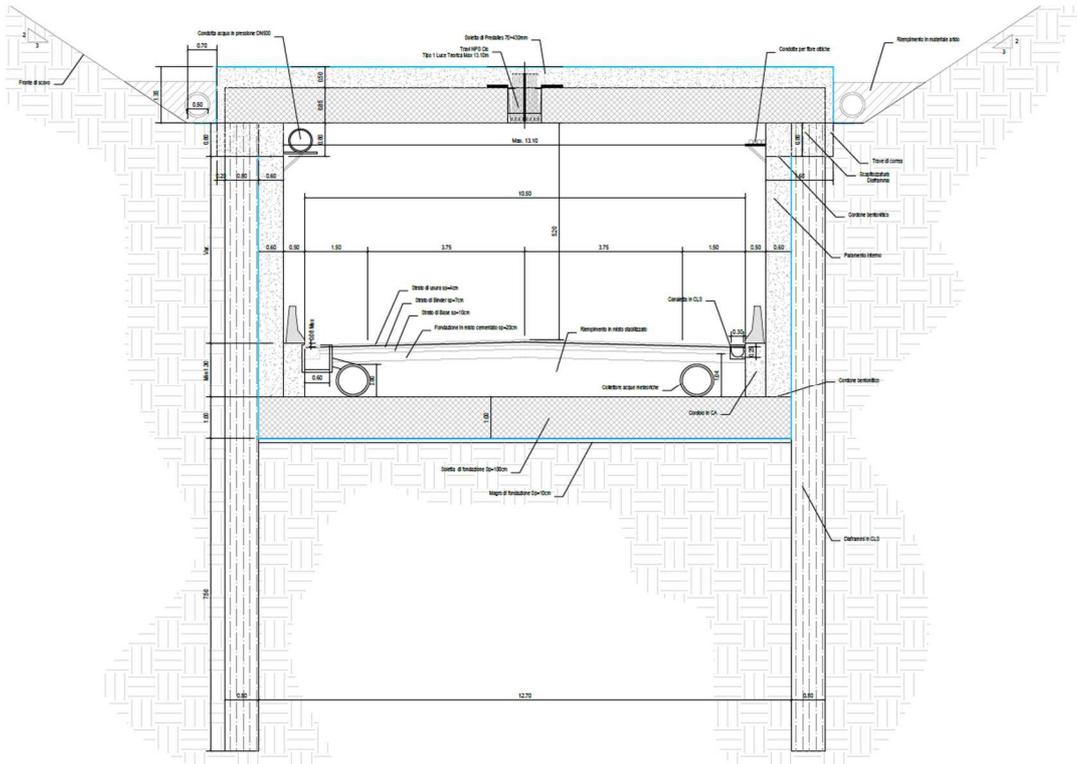


Figura 16 - Sezione tipo Galleria

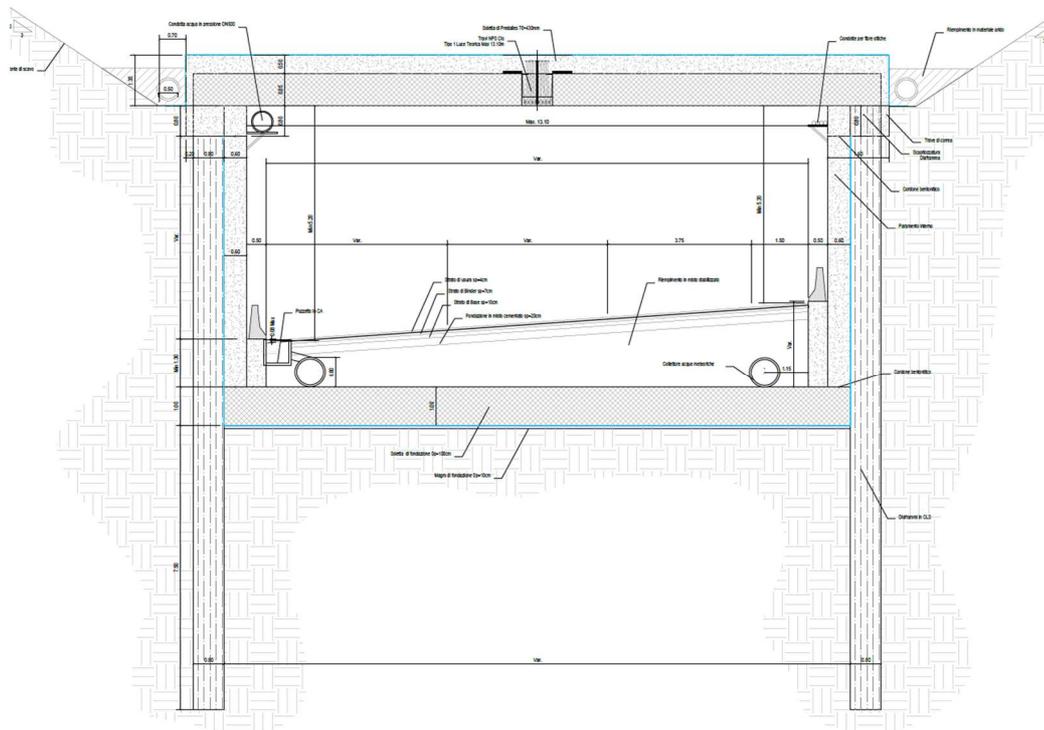


Figura 17 - Sezione tipo Galleria in curva

5. Impianto di illuminazione

Gli impianti elettrici sono stati studiati per consentire un esercizio sicuro e funzionale da parte degli utenti della strada (pedoni, ciclisti e veicoli). Gli obiettivi che intendiamo raggiungere sono i seguenti:

- 1) Sicurezza per le persone;
- 2) Risparmio energetico e conseguente economia d'esercizio;
- 3) Continuità del servizio;

Gli impianti d'illuminazione pubblica, saranno rispondenti alla Legge Regionale Toscana 21 marzo 2000, n.37, riguardante le norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso.

Per l'individuazione delle classi d'illuminazione per tutte le aree pubbliche adibite alla circolazione, destinate al traffico motorizzato, ciclabile o pedonale, e quindi per la scelta dei requisiti illuminotecnici da rispettare, è necessario ottemperare a quanto prescritto dalla norma UNI 11248. Questa norma individua in particolare le prestazioni illuminotecniche degli impianti d'illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade; essa fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, dalla norma EN 13201-2

aggiornamento 2016, mediante l'indicazione della categoria illuminotecnica. Questa norma definisce anche, 30

per tutte le tipologie, specifici parametri di riferimento e di analisi, che sono stati alla base della presente progettazione.

6.1. Elenco interventi previsti

Gli interventi previsti per le varie zone saranno i seguenti;

- Rotatoria nodo A via Dell'Osmannoro: previsto impianto d'illuminazione pubblica della rotatoria;
- Rotatoria nodo B via Dell'Osmannoro: previsto impianto d'illuminazione pubblica della rotatoria;
- Via del Cantone: nel tratto che ha origine dalla rotatoria B alla via del Cantone esistente è previsto impianto d'illuminazione pubblica della carreggiata, con caratteristiche simili a quello esistente;

- Viabilità Case Passerini: nel ramo che si dirige alla discarica Case Passerini dal nuovo ponte su rampa A11 è previsto impianto d'illuminazione pubblica della carreggiata, con caratteristiche simili a quello esistente
- Rampe autostradali: previsto impianto d'illuminazione pubblica della carreggiata;
- Viabilità aeroporto: previsto impianto d'illuminazione pubblica della carreggiata.

Gli impianti oggetto della progettazione, sopra descritti, sono illustrati sulle tavole di progetto allegate.

6.2. Risparmio energetico e manutenzione

I corpi illuminanti scelti per realizzare i vari impianti di illuminazione pubblica, oggetto della presente progettazione, saranno apparecchi che si avvalgono della più innovativa tecnologia di illuminazione LED per risparmiare circa il 40% rispetto ai consumi degli apparecchi tradizionali. Inoltre, l'elevata qualità dei LED migliora la qualità della vita nelle città fornendo la giusta luce per rendere le strade più sicure e meglio illuminate. Questa famiglia di apparecchiature permetterà di realizzare l'architettura "system-ready", necessaria per beneficiare subito dei vantaggi offerti dai sistemi di illuminazione connessa e di preparare la città alle innovazioni future.

Questi corpi illuminanti consentono di connettersi direttamente al sistema CityTouch di adesso e alle innovazioni dell'IoT in futuro. Inoltre, grazie all'applicazione Tag, ogni apparecchio per illuminazione è identificabile individualmente, con una semplice scansione del codice QR, posto all'interno dello sportello del palo, si può accedere immediatamente alle informazioni sulla configurazione dell'apparecchio, rendendo le operazioni di manutenzione e programmazione più rapide e semplici, a prescindere dalla fase del ciclo di vita dell'apparecchio.

Vantaggi

- Questo apparecchio, consente di effettuare l'aggiornamento direttamente dopo l'installazione o successivamente con altri nodi CMS e sensori per abilitare nuove funzionalità.
- Ampia disponibilità di ottiche per adattarsi a tutte le geometrie internazionali di strade e vie

- Identificazione dell'apparecchio sul posto per semplificare e velocizzare la manutenzione grazie alla Philips Service tag Product.

Attraverso un'applicazione per smartphone, un tecnico può identificare ed ordinare i ricambi programmandoli sul posto mediante tecnologia NFC. Per esempio, nel caso in cui il tecnico, dopo aver ordinato e installato il driver, abbia necessità di programmarlo, può avvalersi dell'applicazione di lettura delle tag per richiamare i parametri dell'apparecchio, posizionare lo smartphone sul driver e quindi provvedere alla programmazione, premendo il pulsante «program».

Gli apparecchi sono predisposti anche per l'installazione di sensori, che possono essere aggiunti attraverso un connettore universale situato alla base dell'apparecchio. Le applicazioni dei sensori comprendono ad esempio la rilevazione del movimento in modo da poter ridurre l'illuminazione quando le strade sono vuote; sensori di parcheggio per monitorare la disponibilità degli spazi di sosta lungo la strada; sensori di densità del traffico, di qualità dell'aria ecc. Negli apparecchi è già integrato il driver che riconosce e supporta una vasta gamma di sensori non appena vengono connessi agli apparecchi stessi.

6. Impianti sottopasso

6.1. Impianti di illuminazione del sottopasso

Gli impianti dei sottopassi o gallerie, a differenza di quelli delle intersezioni e delle rotatorie, necessitano di maggior potenza elettrica e di vani tecnici di protezione; le apparecchiature e i componenti per la gestione dell'illuminazione ordinaria e di emergenza (UPS) sono molto diversi da quelli dell'illuminazione stradale. I vani tecnici dovranno essere dimensionati per contenere e proteggere i vari componenti con gli spazi a loro necessari, la funzionalità, la loro protezione; gli ambienti dovranno essere termicamente controllati, protetti dalle intemperie, da danneggiamenti meccanici, da furti e manomissioni, accessibili solo a personale autorizzato. A tal proposito sarà necessario prevedere un locale tecnico all'estremità del sottopasso. Secondo le vigenti Norme il tracciato interrato del sottoattraversamento è considerato come "galleria lunga" in quanto di lunghezza superiore a 125 metri fra la sezione di ingresso e la sezione di uscita; per una galleria

inferiore a 500 metri si applicano le prescrizioni normative solamente per l'impianto di illuminazione.

L'illuminazione del sottopasso sarà costituita da:

- impianto di illuminazione normale permanente che interessa i due sensi di marcia;
- impianto di illuminazione di rinforzo del sottopasso che interessa i due imbocchi iniziali;
- impianto di illuminazione di riserva del sottopasso che interessa tutto il percorso;
- impianto di segnalazione luminosa dello stato normale o di allarme distribuita lungo le barriere redirettive laterali alle due carreggiate interne al sottopasso, con variazione di colore;
- impianto di segnalazione luminosa con pannelli di trasmissione allarme, distanziati di circa 100mt dai due ingressi della galleria, per attivazione chiamate di soccorso;
- impianto di controllo luminanza con sonde posizionate all'esterno dei due ingressi, per comandare i livelli dell'illuminazione di rinforzo nelle ore diurne e notturne.

L'illuminazione normale permanente è costituita da corpi illuminati a led accesi sia di giorno che di notte. L'illuminazione di rinforzo è costituita da tipologie di corpi illuminanti a led accesi sia di giorno che la notte, con flusso variabile controllato dalle sonde esterne. All'interno del sottoattraversamento saranno disposte varie tipologie di apparecchi per consentire una gradualità dei livelli illuminotecnici nel passaggio dall'esterno all'interno della galleria e viceversa. All'ingresso della galleria saranno posizionate delle sonde di controllo dell'illuminazione naturale diurna; sui valori misurati dell'illuminazione esterna, che provvederanno a regolare l'intensità luminosa di rinforzo, presente nella zona ingresso e uscita dalla galleria. La luminosità verrà modulata secondo la Norma in funzione della luce del giorno.

6.2. Impianti di sicurezza e speciali nel sottopasso

Oltre all'illuminazione ordinaria interna al sottopasso è prevista, come richiesto dalle guide ANAS, un'illuminazione di riserva. Tale sistema è costituito dagli stessi corpi illuminanti dell'illuminazione permanente, accesi sia il giorno che la notte.

I corpi illuminanti sono alimentati continuamente da un gruppo di continuità, omologato per alimentare impianti di illuminazione di riserva; il gruppo è posizionato all'interno del locale tecnico di servizio.

L'impianto di illuminazione di riserva è alimentato con cavi resistenti al fuoco tali da garantire continuità di esercizio in caso di incendio nel sottopasso.

Inoltre, all'interno della galleria, è presente un sistema di segnalazione luminosa dello stato "normale" o di "allarme" per la viabilità della stessa. Tale sistema è costituito da una serie di strip led a colore variabile, con accensione tale da simulare una movimentazione longitudinale, incassati lateralmente nella barriera redirettiva posta ai lati delle carreggiate. Una centralina di controllo e gestione provvede alla regolazione delle accensioni dei suddetti led e quando riceverà un segnale di allarme cambierà sia il colore del led che la movimentazione dell'illuminazione.

All'interno della galleria, distanziati dall'ingresso di circa 100 metri dai due imbocchi, sono posizionati due armadi per la chiamata di soccorso 113, 115 e 118. Il sistema permette di comunicare direttamente con la centrale operativa a cui viene effettuata la chiamata tramite un combinatore telefonico posto nel locale tecnico.

Il sottopasso sarà premunito di impianto di video sorveglianza con rilevamento automatico degli incidenti (analisi video) che consenta di controllare le condizioni del traffico in galleria in tempo reale. L'impianto di cui sopra sarà collegato a centri di comando e gestione controllate anche dall'Ente Gestore dell'Aeroporto

Il sottopasso sarà premunito di impianto semaforico disposto a monte e a valle del tratto A-B che consentirà di controllare e interrompere il traffico qualora si verifichi un evento all'interno del sottopasso che impedisca la circolazione dei veicoli.

6.3. Impianti antincendio nel sottopasso

Trattandosi di una galleria di lunghezza inferiore a 500 m, non rientra tra le gallerie per le quali si applica la direttiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale. A tal proposito in merito all'antincendio non è prescritto a livello normativo alcuna forma di impianto di spegnimento incendi o altre disposizioni in merito.

Al fine di fornire un servizio aggiuntivo a favore di sicurezza il progetto prevede la realizzazione dell'impianto di rilevamento incendi e l'impianto idrico antincendio mediante la predisposizione di idranti all'interno del sottopasso collegati a tubazioni disposte a vista sulle pareti laterali della galleria collegate al gruppo di pompaggio e vasca di accumulo disposte all'interno dei relativi locali tecnici.

6.4. Impianti di smaltimento acque meteoriche sottopasso RWY 11-29

Il sottopasso sarà premunito di un impianto di accumulo e rilancio acque di dilavamento della piattaforma stradale le cui caratteristiche saranno meglio specificate negli elaborati grafici di riferimento e nella relazione di fattibilità idraulica.