

S.S. 67 "Tosco – Romagnola"
Collegamento tra la S.S. 67 e la S.P. 106 nei
Comuni di Capraia e Limite, Montelupo Fiorentino
ed Empoli (FI)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI464

| | | | |
|--|--|---|-------------------------|
| PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI | MANDATARIA:  | MANDANTI:  POLITECNICA BUILDING FOR HUMANS | MATILDI+PARTNERS |
|--|--|---|-------------------------|

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Andrea Renso – TECHNITAL
ordine ingegneri Provincia di Verona n.A2413

PROGETTISTI:

PROGETTO STRADALE,
GEOTECNICA, OPERE D'ARTE
Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA
ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723

IL GEOLOGO:

Geol. Pietro Accolti Gil – POLITECNICA
Ordine Geologi Regione Toscana n° 728

NUOVO PONTE SUL FIUME ARNO
Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS
ordine ingegneri Provincia di Bologna n.6457/A

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA
ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723

IDROLOGIA, IDRAULICA

Ing. Alessandro Cecchelli – POLITECNICA
ordine ingegneri Provincia di Grosseto n.760

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI

ARCHITETTURA, PAESAGGIO ED OPERE A VERDE

Arch. M. Cristina Fregni – POLITECNICA
ordine Architetti Provincia di Modena n. 611

PROTOCOLLO

DATA:

COLLABORATORI DI PROGETTO

Ing. Dario Lucchi – MATILDI + PARTNERS
ing. Francesco Fatichi – POLITECNICA
Ing. Martina Galli – POLITECNICA
Geom. Franco Mariotti – POLITECNICA
Geom. Angela Pantiferi – POLITECNICA

00 – INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Relazione generale tecnico–descrittiva

| | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| CODICE PROGETTO | | NOME FILE | PROGR. ELAB. | REV. | SCALA: |
| PROGETTO | LIV. PROG. | N. PROG. | 00.02_P00_EG00_GEN_RE02_B | 00.02 | |
| <input type="text" value="C"/> | <input type="text" value="O"/> | <input type="text" value="F"/> | <input type="text" value="I"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="2"/> |
| <input type="text" value="D"/> | <input type="text" value="1"/> | <input type="text" value="6"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="1"/> | |
| CODICE ELAB. | | <input type="text" value="P"/> | | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="E"/> |
| | | <input type="text" value="G"/> | | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| | | <input type="text" value="G"/> | | <input type="text" value="E"/> | <input type="text" value="N"/> |
| | | <input type="text" value="R"/> | | <input type="text" value="E"/> | <input type="text" value="0"/> |
| | | <input type="text" value="2"/> | | <input type="text" value="B"/> | Relazione |
| D | | | | | |
| C | | | | | |
| B | REVISIONE PER ISTRUTTORIA ANAS | 09/2019 | F.FATICHI | M.MANCONE | A.RENSO |
| A | EMISSIONE | 11/2018 | F.FATICHI | M.MANCONE | A.RENSO |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

SOMMARIO

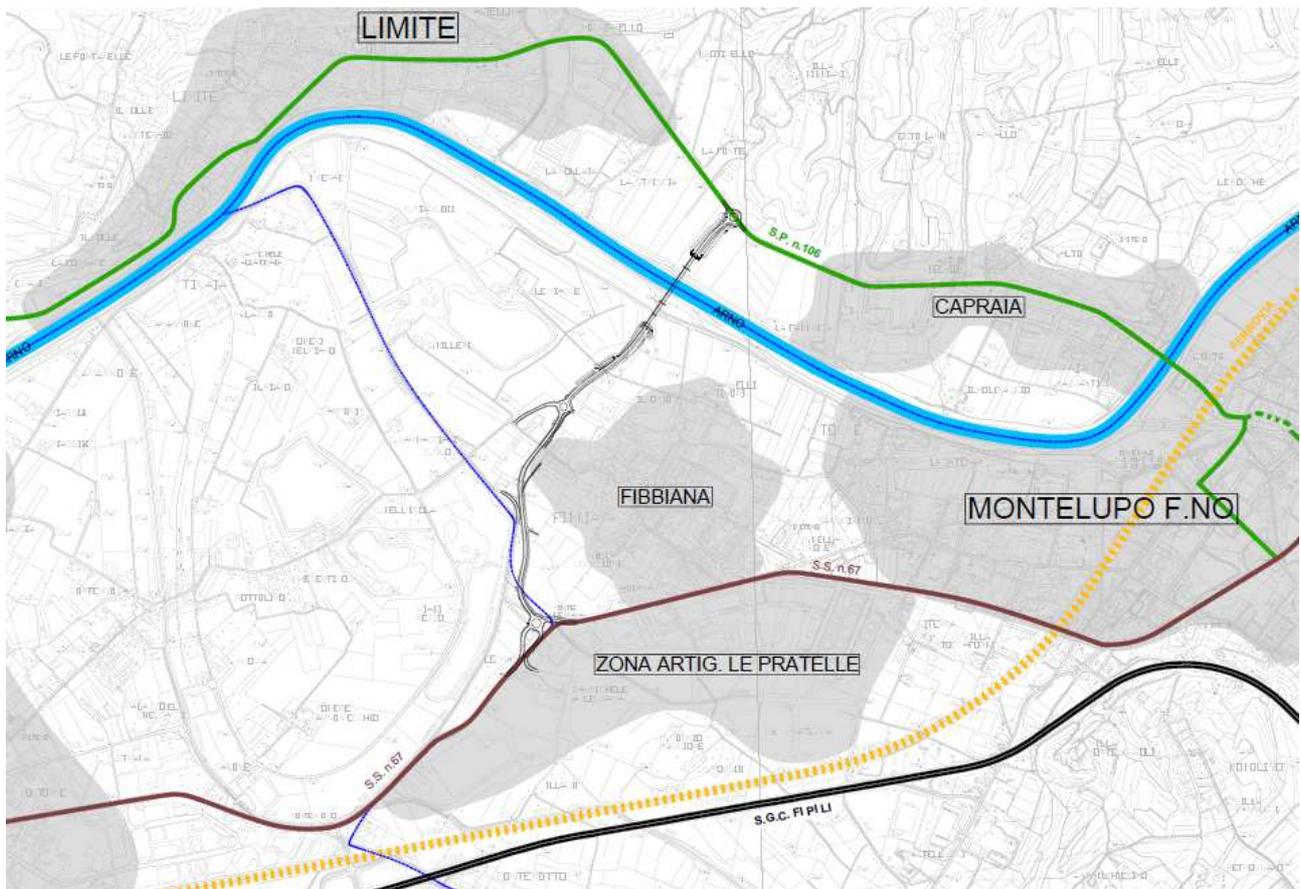
| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | INQUADRAMENTO | 3 |
| 1.1 | Connessioni Con Le Realtà Locali Esistenti | 4 |
| 1.2 | Iter autorizzativo | 4 |
| 2 | PROGETTO STRADALE..... | 5 |
| 2.1 | Tracciato Stradale | 6 |
| 2.2 | Andamento Planimetrico | 7 |
| 2.3 | Andamento Altimetrico | 9 |
| 2.4 | Intersezioni | 11 |
| 2.5 | Corpo Stradale..... | 11 |
| 2.6 | Sovrastruttura | 12 |
| 2.7 | Pista ciclabile..... | 13 |
| 2.8 | Barriere stradali..... | 15 |
| 3 | GEOLOGIA E GEOTECNICA..... | 17 |
| 3.1 | Indagini Geognostiche..... | 17 |
| 3.2 | Indagini di laboratorio..... | 18 |
| 3.3 | Indagini sismiche | 19 |
| 3.4 | Geologia | 19 |
| 3.5 | Geotecnica | 20 |
| 4 | IDROLOGIA E IDRAULICA | 22 |
| 4.1 | Idrologia | 23 |
| 4.2 | Compatibilità idraulica dell'infrastruttura..... | 23 |
| 4.2.1 | Verifica dell'interazione fra infrastruttura di progetto e casse di laminazione di Fibbiana..... | 23 |
| 4.2.2 | Verifica compensazione dei volumi sottratti alla libera esondazione | 24 |
| 4.3 | Opere idrauliche | 25 |
| 4.3.1 | Drenaggio acque di piattaforme | 25 |
| 4.3.2 | Attraversamenti idraulici | 26 |
| 4.3.3 | Sistemazioni idrauliche..... | 26 |
| 5 | OPERE D'ARTE MAGGIORI..... | 28 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6 | OPERE D'ARTE MINORI | 33 |
| 6.1 | Muri..... | 33 |
| 6.2 | Tombini idraulici | 34 |
| 7 | INSERIMENTO AMBIENTALE | 35 |
| 7.1 | Paesaggio ed opere di mitigazione..... | 35 |
| 7.2 | Rumore | 37 |
| 7.2.1 | Caratteristiche dello studio acustico | 38 |
| 7.2.2 | Validazione del modello e campagna di rilevamenti strumentali | 41 |
| 7.2.3 | Risultati della modellazione acustica e barriere fonoassorbenti | 42 |
| 8 | PIANO MONITORAGGIO AMBIENTALE | 46 |
| 8.1 | Obiettivi del Monitoraggio Ambientale | 46 |
| 8.2 | Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale | 46 |
| 8.3 | Approccio metodologico | 47 |
| 8.4 | Estensione temporale del PMA | 47 |
| 8.5 | Identificazione delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio..... | 48 |
| 9 | CANTIERIZZAZIONE | 51 |
| 9.1 | LE AREE DI CANTIERE | 51 |
| 10 | IMPIANTI | 53 |
| 11 | INTERFERENZE..... | 58 |
| 12 | ESPROPRI | 60 |

1. INQUADRAMENTO

L'intervento prevede la realizzazione di un nuovo asse viario di collegamento tra le località Fibbiana e Capraia e Limite, poste rispettivamente sulla riva sinistra e sulla riva destra dell'Arno.

Tale viabilità rappresenterà altresì un collegamento diretto tra la SGC FIPILI e tutti i territori posti sulla riva destra dell'Arno. Il collegamento tra la SS67 e la SP 106 è posizionato non lontano dallo svincolo Empoli Est della SGC FIPILI.



Corografia di progetto

L'infrastruttura viaria ha un'estensione lineare pari a circa 1800 metri: si sviluppa a partire dalla intersezione tra la S.S.67 con Via del Lavoro, in località Fibbiana, costeggia la stessa località sul lato Ovest, oltrepassa il Fiume Arno in posizione intermedia rispetto agli altri due ponti esistenti e raggiunge la S.P. 106 in riva destra del Fiume.

L'attraversamento dell'Arno è previsto in un tratto in cui, per la presenza in riva sinistra di un'ampia golena, l'alveo di piena risulta piuttosto ampio. Sia in riva destra, sia in riva sinistra, esistono casse di espansione che saranno attraversate dal tracciato stradale.

L'opera di attraversamento, principale opera d'arte prevista in progetto, verrà realizzata mediante una struttura ad arco superiore su quattro campate, di luci (50 + 50 + 150 + 50) m, di cui solo quella maggiore sostenuta dall'arco.

1.1 Connessioni Con Le Realtà Locali Esistenti

La costruzione di una nuova infrastruttura viaria, porta spesso conseguenze fortemente caratterizzanti il territorio, sia di valenza positiva sia di valenza negativa. Tra gli aspetti, meno considerati possiamo annotare le reti relazionali soprattutto all'interno di tessuti urbani consolidati. Nell'ultimo decennio una maggiore attenzione all'interdisciplinarietà della progettazione ha aperto un settore nella disciplina, della sociologia urbana e rurale applicata a progetti architettonici.

Per questo motivo nella progettazione di infrastrutture, gli aspetti relative alla valutazione delle connessioni sociali è divenuto rilevante (cfr. Biennale di Venezia del 2006).

Il sistema della mobilità lenta esistente è costituito dai percorsi sull'argine dell'Arno, sull'Ansa dell'Arno Vecchio, dal viale alberato che conduce a Villa Mannelli Antinori oltre alla viabilità di collegamento da Fibbiana alla zona sportiva.

Questi elementi vengono recuperati e messi a sistema con il nuovo percorso ciclo pedonale che oltre a rispondere ad esigenze di tipo normativo crea le condizioni per ottenere una migliore fruizione del territorio in sintonia con le micro polarità esistenti.

1.2 Iter autorizzativo

Sulle precedenti fasi progettuali è stata espletata la Conferenza di Servizi preliminare nel 2010 ed è stata avviata la Verifica di Assoggettabilità a VIA. Tale procedimento di Verifica di Assoggettabilità si è concluso con esito positivo, con provvedimento di non assoggettabilità dell'opera a VIA, con prescrizioni da parte degli Enti coinvolti nel procedimento. Nell'ambito dello sviluppo del presente progetto definitivo, è stata redatta una relazione di ottemperanza alle prescrizioni degli Enti di cui sopra, riportate nell'elaborato P00EG00GENRE03 – Relazione di Ottemperanza al Decreto 9109/2017.

Nell'ambito dello sviluppo del presente progetto definitivo nel periodo novembre 2018-ottobre 2019, lo stesso è stato sottoposto al Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Toscana-Umbria-Marche, acquisendo il relativo parere positivo del Comitato Tecnico Amministrativo, con prescrizioni da recepire in fase di redazione del progetto esecutivo.

Il presente progetto definitivo ottempera alle prescrizioni di cui al Decreto di esclusione VIA sopra citato e su di esso verrà espletata la Conferenza dei Servizi ai fini del raggiungimento dell'Intesa Stato-Regioni per la localizzazione dell'opera.

Sarà altresì richiesto il perfezionamento della richiesta di Autorizzazione Paesaggistica.

2 PROGETTO STRADALE

L'infrastruttura viaria progettata ha un'estensione lineare pari a circa 1800 metri: si sviluppa a partire dalla intersezione tra la S.S.67 con Via del Lavoro, in località Fibbiana, costeggia la stessa località sul lato Ovest, oltrepassa il Fiume Arno in posizione intermedia rispetto agli altri due ponti esistenti e raggiunge la S.P. 106 in riva destra del Fiume. Il progetto prevede inoltre la realizzazione di tre intersezioni a rotatoria, denominate Rotatoria A, Rotatoria B e Rotatoria C, e di una pista ciclabile che si sviluppa, ad eccezione di un breve tratto intermedio pari a 366 m, in affiancamento alla viabilità di progetto per uno sviluppo complessivo di 1969 m.

L'area è pianeggiante, caratterizzata da quote che variano da un minimo di 26.5 m s.l.m., in riva sinistra del Fiume Arno, ad un massimo di 31 m s.l.m. in riva destra.

Nell'area di studio, ai fini del corretto assetto idraulico della zona, è in corso la realizzazione di casse d'espansione, su entrambe le rive del Fiume Arno: la configurazione territoriale desunta dallo stato di progetto delle casse di espansione in riva sinistra ha inevitabilmente condizionato il percorso individuato per la nuova infrastruttura, il cui studio è stato condotto mantenendo l'obiettivo di ridurre al minimo le interferenze con le opere idrauliche e le conseguenti modifiche necessarie per garantire la funzionalità sia dell'infrastruttura viaria che delle casse.

Il tracciato in oggetto, recepisce anche tutte le osservazioni e i pareri espressi dagli Enti contenute nel Decreto Dirigenziale n.9109 del 27.06.2017 relativo al procedimento di verifica di assoggettabilità.

La progettazione è stata condotta in accordo alle normative stradali "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM del 05/11/01) e "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (DM del 19/04/2006).

In merito alla composizione delle piattaforme stradali sono state applicate le più recenti geometrie previste dall'attuale normativa in vigore e conformati i bracci di ingresso/uscita alle sezioni tipo previste dalle viabilità connesse.

Per quanto riguarda il progetto delle barriere di sicurezza sono state seguite le "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni). La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni.

Il progetto della segnaletica è stato condotto in accordo alle normative D.Lgs. 30 aprile 1992, n°285 "Nuovo codice della strada" – Testo aggiornato in base alla Legge 286/2006 del 29.11.2006 – Aggiornato al D.M. 17-12-2008; D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" – Aggiornato al D.P.R. 6 marzo 2006, n°153; D.M. 5 novembre 2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e relativo decreto di modifica del 22 aprile 2004"; D.M. 31 marzo 1995, n°1584 "Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali"; D.M. 10 luglio 2002 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo"; D.M. 21

giugno 2004 "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale"; D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".

In merito alla progettazione della pista ciclabile sono state prese a riferimento le Istruzioni tecniche Per la progettazione delle reti ciclabili (Bozza n.3 17 Aprile 2014) e quanto previsto dal D.M. 30 novembre 1999 "Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili".

La strada di progetto è conforme alla categoria C1 prevista nel D.M. 05/11/2001, caratterizzata da un intervallo della velocità di progetto compreso tra 60 e 100 km/h. La piattaforma risulta costituita da due corsie di marcia oltre alle banchine. Le due corsie hanno larghezza pari a 3.75 m con banchine di larghezza pari a 1.50 m, per una larghezza complessiva della piattaforma pari a 10.50 m, esclusi gli elementi marginali. Tali dimensioni sono mantenute sia per le tratte in sede naturale che in sede artificiale. La pendenza trasversale della piattaforma è pari a 2.50% verso l'esterno per ciascuna corsia nei tratti in rettilineo, mentre nei tratti in curva circolare è pari al 7% verso l'interno della curva per ambedue le corsie, come indicato dal D.M. 05/11/2001 per i valori di raggi di curvatura adottati nel caso in oggetto.

La sezione stradale è completata dai seguenti elementi marginali:

- nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata ai margini da arginelli in terra di larghezza pari a 1.25 m su cui trova alloggiamento, laddove necessario, la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico;
- Per una parte del tratto AB e per tutto lo sviluppo del tratto BC, sul lato est della strada, è prevista la realizzazione di una pista ciclopedonale avente larghezza pari a 2.50 m; la pista, in sede propria, è separata dalla carreggiata da un elemento in terra vegetale di larghezza pari a 2.15 m.
- sul ponte e sulle opere di scavalco sono mantenute invariate le dimensioni degli elementi componenti la piattaforma stradale e la pista ciclopedonale; piattaforma e pista ciclabile sono separate da un cordolo in cemento di larghezza pari a .65 m. Inoltre saranno predisposti adeguati dispositivi di ritenuta e/o parapetti.

Oltre all'asse principale risultano oggetto del presente intervento anche i rami delle 3 rotatorie di progetto, ovvero gli assi di ricucitura con le viabilità esistenti confluenti nelle nuove intersezioni, oltre alla viabilità di accesso al campo da Golf e al rifacimento di un tratto limitato (144.00 m) dell'attuale via delle Draghe.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva in cui vengono sintetizzate le caratteristiche geometriche di tali assi

2.1 Tracciato Stradale

I parametri geometrici degli elementi dell'asse stradale sono stati definiti in modo da rispettare i limiti dinamici e le condizioni ottiche prescritte dalla norma ai fini della sicurezza e del comfort di guida.

2.2 Andamento Planimetrico

Il tracciato oggetto di studio ha origine in corrispondenza della rotatoria "A", prevista in posizione decentrata rispetto all'attuale intersezione tra la S.S. 67 e di via dell'industria. La scelta della posizione della rotatoria deriva dall'impossibilità di realizzare la nuova intersezione in corrispondenza dell'attuale intersezione a T tra le succiate stradale per la presenza di un accesso privato di recente realizzazione in prossimità dell'intersezione stessa.

Tale rotatoria, in cui confluiscono quattro bracci, ha diametro esterno pari a 50 m e corona giratoria larga 9 m.

Partendo dal punto di innesto descritto, il tracciato si sviluppa con una prima curva avente raggio pari a 118.110 m, successivamente il tracciato devia in direzione Nord-Est mediante una curva con raggio 280 m per ricongiungersi con l'attuale sedime di via delle Draghe e inserirsi tra il capannone industriale e l'abitazione esistente, evitando, per quanto possibile, l'occupazione di terreni delle proprietà limitrofe: sempre con la stessa finalità, nel tratto in oggetto, sono previsti muri di contenimento del corpo stradale su entrambi i lati.

La strada prosegue verso Nord costeggiando con una curva di raggio 250 m l'area interessata da una futura lottizzazione fino alla rotatoria di progetto ipotizzata in prossimità del campo sportivo (rotatoria "B"): essa è caratterizzata dalla connessione di quattro bracci, da un diametro esterno pari a 45 m e da una larghezza dell'anello giratorio pari a 9 m; essa ha la duplice funzione di collegare la nuova infrastruttura sia con la viabilità di prosecuzione dell'esistente Via del Campo, prevista a servizio della nuova lottizzazione e del campo sportivo, sia con la viabilità di ripristino del collegamento con Via dell'Arnovecchio, collegamento che sarebbe altrimenti venuto meno a seguito dell'interruzione di Via del Piano operata dalla nuova strada.

La scelta di interrompere Via del Piano e di ripristinarne il collegamento mediante la rotatoria "B" è giustificata da considerazioni sui problemi di sicurezza connessi alle condizioni plano-altimetriche e alle caratteristiche della sede viaria che sorgerebbero qualora si ipotizzasse una intersezione a raso in corrispondenza dell'attuale sede viaria: in tal caso vi sarebbero problemi di visibilità per le manovre di immissione da via del Piano nella nuova strada sia per la vicinanza alla curva avente raggio pari a 180 m sia per la presenza del muro di cinta lungo il lato destro della stessa via delle Draghe. Di contro, considerata l'attuale posizione di via del Piano, non esiste lo spazio sufficiente per l'inserimento di una intersezione a rotatoria che possa risolvere i problemi di visibilità e che possa essere collegata, in modo funzionale e nel rispetto delle norme vigenti, con la nuova viabilità.

Proseguendo lungo il tratto BC, la nuova strada ha inizialmente un andamento planimetrico sinuoso determinato dalla necessità di ridurre le interferenze con la cassa d'espansione Fibbiana 1 e quindi di ridurre la lunghezza del tratto di attraversamento della stessa cassa di espansione. Lungo il tratto BC è comunque risultata necessaria una lieve modifica della posizione del rilevato arginale della cassa, rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo della Cassa Fibbiana 1; infatti, per garantire alla livelletta stradale lo sviluppo sufficiente per abbassarsi gradualmente dalla sommità arginale alla rotatoria "B", è stato necessario traslare lievemente il rilevato arginale verso Ovest in modo da consentire al rilevato stradale di svilupparsi in affiancamento senza avvicinarsi eccessivamente agli impianti sportivi.

La quota di imposta di entrambe le spalle, è stata condizionata dalla necessità di garantire la continuità della sommità arginale e consentire il passaggio dei mezzi di manutenzione degli argini, mantenendo al di sotto dell'impalcato un'altezza libera minima pari a 4,00 m.

Il tracciato attraversa il Fiume Arno in rettilineo, quasi in direzione ortogonale all'asse del fiume, e successivamente la cassa di espansione Fibianna 2, già realizzata in riva destra dell'Arno. Il tracciato termina con una curva destrorsa, avente raggio pari a 340 m, che realizza la deviazione necessaria al corretto innesto sulla rotatoria "C"; quest'ultima, avente diametro esterno pari a 50 m, consente il collegamento della nuova strada con la SP 106 mediante due brevi bracci di raccordo alla sede viaria esistente.

Del presente intervento fa, inoltre, parte il progetto dei rami di ricucitura confluenti nelle tre rotatorie, denominate Rotatoria A, Rotatoria B e Rotatoria C, e descritti nel successivo capitolo, il rifacimento di un breve tratto di via delle Draghe (con sviluppo pari a 144m) e la realizzazione della viabilità di accesso al campo da Golf che permette dalla viabilità di progetto di raggiungere la viabilità arginale esistente in direzione Le Piagge.



Planimetria di progetto

2.3 Andamento Altimetrico

La quota di innesto del nuovo asse viario, in corrispondenza della rotatoria "A", è pari 29.40 m s.l.m., molto prossima a quella attuale della S.S. 67 (27.58 m) e comunque sufficiente a garantire lo scavalco del Rio di Sammontana.

Dal punto di vista altimetrico, lungo il tratto AB il tracciato è caratterizzato da una leggera pendenza e rialzo mediamente di circa 1.2 m rispetto al piano campagna in modo da assicurare l'agevole smaltimento a gravità delle acque meteoriche.

Dopo la rotatoria "B", posta ad una quota di 28.0 m s.l.m., il tracciato inizia gradualmente a salire mediante livellette caratterizzate da una pendenza progressivamente crescente, passando dallo 0.4% al 3.9%. La livelletta con pendenza pari al 3.9% viene raccordata alla successiva livelletta con pendenza del -4.4% mediante un raccordo convesso di raggio pari a 5800 m con il quale viene raggiunta la quota massima di 39.155 m s.l.m. Il grande raccordo parabolico convesso si sviluppa lungo tutta la struttura di attraversamento dell'Arno e permette di soddisfare contemporaneamente alcuni vincoli legati alla funzionalità dell'opera, in particolare:

- rispetto di un'altezza libera minima di 4.00 m in corrispondenza delle strade di servizio previste in sponda destra e sinistra lungo la sommità arginale
- simmetria del raccordo verticale rispetto alle due pile centrali del ponte.

La quota finale del tracciato (32.0 m), corrispondente a quella della rotatoria "C", è vincolata da quella della sommità dell'argine della cassa (31.50 m): la quota di progetto della strada è stata aumentata di 50 cm in modo tale che la sovrastruttura stradale sia tutta al disopra della quota arginale e il sottofondo stradale risulti tutto contenuto nella parte superiore di rilevato rialzato di 1 m rispetto alla quota di massimo riempimento della cassa. Al contempo la differenza di quota rispetto alla SP 106 risulta, in corrispondenza della rotatoria, molto ridotta (circa 0.40 m), richiedendo solo un lieve innalzamento dei bracci.

2.4 Intersezioni

Vengono qui descritte le principali caratteristiche delle intersezioni di progetto.

Per ciascuna delle tre rotonde di progetto l'analisi della visibilità relativa agli accessi alle rotonde è stata sviluppata per fornire indicazioni progettuali sulle aree da mantenere libere da ostacoli al margine delle rotonde stesse o nelle isole centrali. Detta verifica è stata effettuata secondo il criterio progettuale di garantire visibilità in sinistra, per un veicolo in ingresso alla rotonda (alla distanza di 15 m dalla linea di arresto), di una porzione di corona giratoria pari ad un quarto dell'intero sviluppo del raccordo a rotonda, secondo quanto stabilito nel D.M. del 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Nella corona giratoria è stato comunque previsto di lasciare libera da ostacoli una fascia di larghezza pari a 2.50m.

In considerazione della sistemazione a prato dell'isola centrale e dell'installazione sui cigli esterni di barriere di sicurezza di altezza fuori terra minore di un metro, la verifica di visibilità è soddisfatta

2.5 Corpo Stradale

Il tracciato si sviluppa quasi interamente in rilevato, ad eccezione del ponte previsto per l'attraversamento del Fiume Arno.

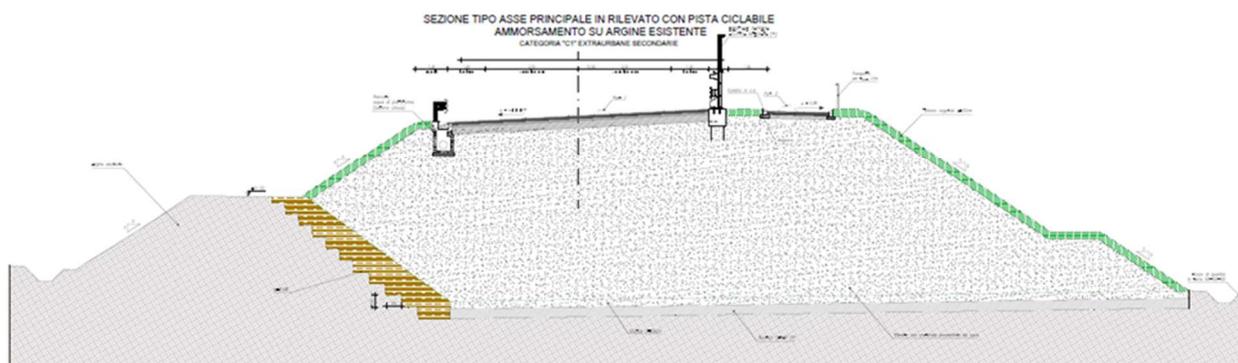
In particolare, lungo l'asse BC vi è un tratto in cui il corpo stradale in rilevato ricade all'interno della cassa d'espansione Fibbiana 2; in tale tratto si pone la necessità di proteggere il rilevato stradale, che deve essere comunque realizzato con materiali idonei per la costruzione di rilevati stradali, dalle eventuali acque di esondazione.

A tale scopo è previsto per un primo tratto la demolizione del rilevato arginale esistente e la successiva realizzazione di un nuovo rilevato arginale, in affiancamento a quello stradale, alla sommità del quale viene previsto un piano carrabile per i mezzi di manutenzione. Nel tratto successivo, procedendo verso il viadotto, l'argine esistente viene mantenuto ed è previsto l'ammorsamento su di esso del nuovo rilevato stradale, come mostrato nella figure seguenti. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specifici di dettaglio "Sezioni tipo tav.1", "Sezioni tipo tav.2", "Sezioni tipo tav.3".

In tal modo, il rilevato arginale svolge la duplice funzione di garantire comunque la presenza del percorso arginale e di proteggere il rilevato stradale.



Sezione tipo con realizzazione di nuovo rilevato arginale



Sezione tipo ammorsamento su argine esistente

2.6 Sovrastruttura

La sovrastruttura stradale di tipo flessibile, è stata dimensionata per un numero di passaggi di veicoli commerciali pari a 4.500.000 (vita utile di circa 15 anni), nell'ipotesi che sul piano di sottofondo si ottenga un valore di modulo resiliente $M_r=90$ MPa; essa risulta composta da uno strato di fondazione in misto granulare (30 cm) e da strati in conglomerato bituminoso per la base (10 cm), il binder (cm 6) e l'usura (cm 4).

Per lo strato di usura si prevede l'utilizzo di miscele a tessitura ottimizzata drenante che permetterà una riduzione delle emissioni rumorose mediamente pari ad almeno **3 dB(A)**; tale valore è reso plausibile sulla base di test compiuti in collaborazione con l'Università e ARPAT mediante metodo Pass-By Statistico in conformità alla norma UNI EN ISO 11819-1:2004 e al Technical Report HAR11TR-020301-SP10 del Progetto Europeo Harmonoise (si vedano a riguardo i risultati del Progetto della Regione Toscana "LEOPOLDO – Predisposizione delle Linee Guida per la progettazione ed il controllo delle pavimentazioni stradali per la viabilità ordinaria" [<http://leopoldo.pjxp.com/>]).

Considerato l'entità del traffico prevedibile sulla nuova strada, che non potrà superare valori delle portate orarie pari a 700 veic/h, (corrispondente ad un TGM di circa 6.000 veic/g) l'impiego di tale miscela consente di ridurre i livelli di immissione di rumore al disotto dei 70 dB(A) diurni e dei 60 dB(A) notturni all'interno della fascia A di pertinenza acustica della strada prevista dal D.P.R. 142 del 2004. L'impiego di tale miscela per lo strato di usura consente di contenere l'utilizzazione di barriere fonoassorbenti per mitigare l'impatto acustico prodotto dalla nuova viabilità.

2.7 Pista ciclabile

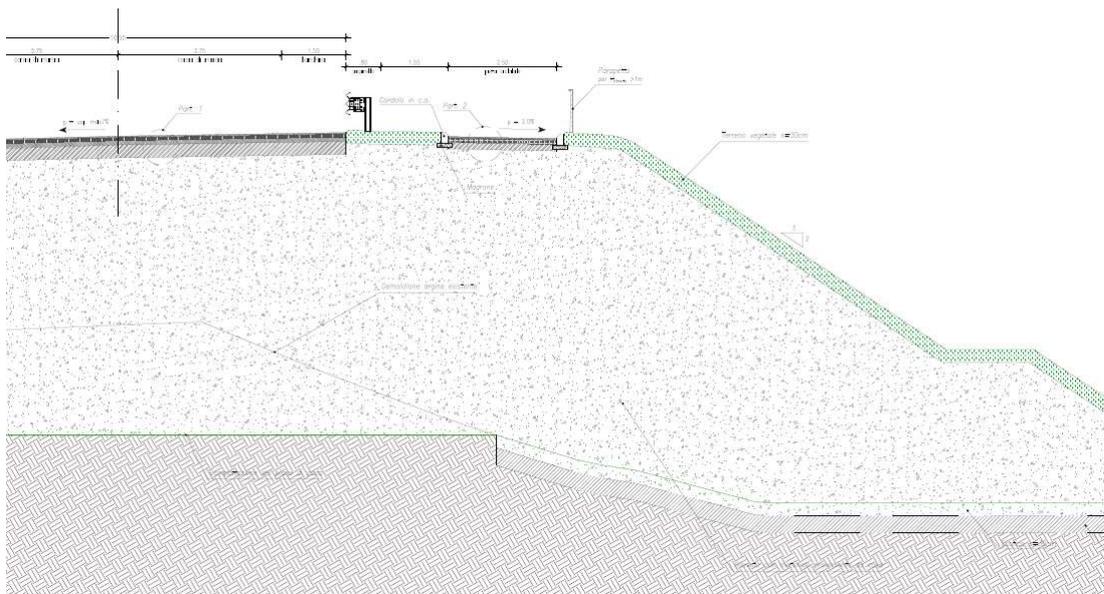
Come già anticipato ai capitoli 1 e 3 della presente relazione, fa parte del presente progetto anche la realizzazione di una nuova pista ciclabile, con estensione pari a circa 1969 m.

La pista ciclabile si sviluppa parallelamente al nuovo tracciato in progetto, ad eccezione di un tratto intermedio pari a circa 366 m, lungo il quale si allontana dalla sede stradale di progetto per poi ricongiungersi in corrispondenza della rotatoria B.

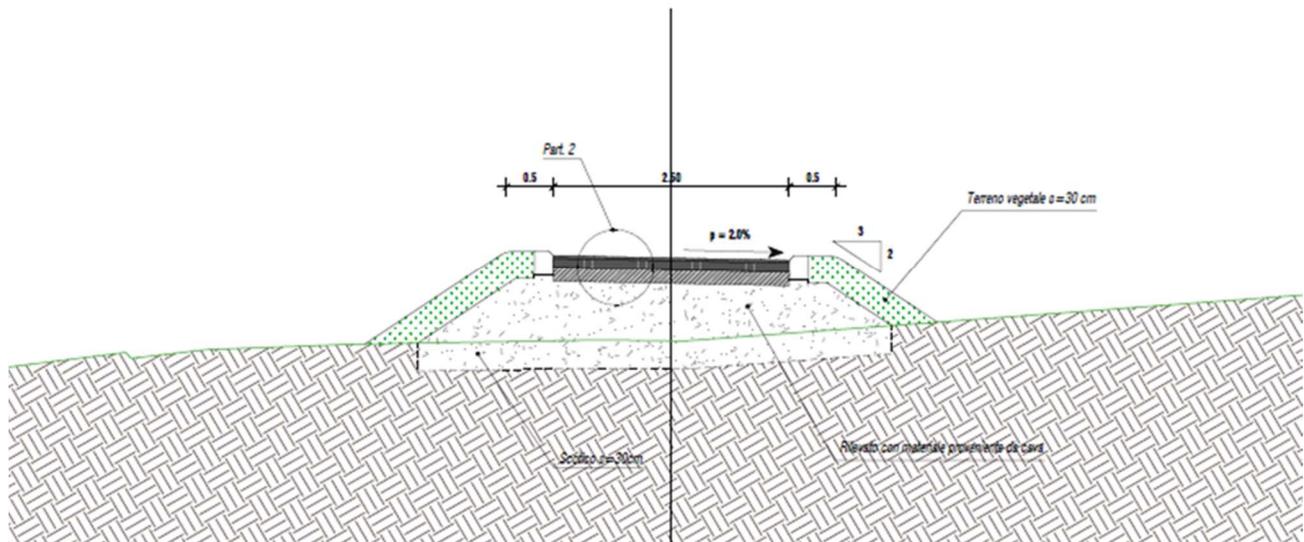
Il progetto della pista ciclabile è stato realizzato utilizzando come riferimento normativo le linee guida emanate con Decreto Ministeriale Del 30.11.1999 e le Istruzioni tecniche per la progettazione delle reti ciclabili (Bozza n.3 17 Aprile 2014)

Nello specifico è stata stabilita una larghezza della piattaforma pari a 2,50 m con due corsie da 1,25 metri ciascuna. In accordo con quanto riportato nelle linee guida, per permettere il corretto drenaggio delle acque superficiali la pendenza trasversale è stata fissata al 2% con pendenza ad unica falda, mentre la pendenza longitudinale non supera mai il 5%.

Di seguito si riportano le sezioni tipo del tracciato della pista ciclabile nel tratto in affiancamento al tracciato stradale ed in corrispondenza del tratto su sede propria.



Sezione tipo pista ciclabile in affiancamento al tracciato stradale



Il pacchetto di pavimentazione viene realizzato con uno strato di usura in conglomerato bituminoso con spessore pari a 3 cm, una massicciata in misto granulare con spessore 10 cm e uno strato di fondazione in misto granulare stabilizzato da 15 cm per un totale di 28 cm di pavimentazione.

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| 04 - PROGETTO STRADALE | |
|-------------------------------------|---|
| 04.01_P00_PS00_TRA_RE01 | Relazione tecnica |
| 04.02_P00_PS00_TRA_RE02 | Relazione - Livello di servizio rotatoria svincolo Empoli Est S.G.C. FI-PI-LI |
| 04.1 - VIABILITA' PRINCIPALE | |
| Planimetrie | |
| 04.03_P00_PS00_TRA_PL01 | Planimetria di progetto - Tav. 1/2 |
| 04.04_P00_PS00_TRA_PL02 | Planimetria di progetto - Tav. 2/2 |
| 04.05_P00_PS00_TRA_PT01 | Planimetria di tracciamento -Tav. 1/2 |
| 04.06_P00_PS00_TRA_PT02 | Planimetria di tracciamento -Tav. 2/2 |
| Profili | |
| 04.07_P00_PS00_TRA_FG01 | Profilo longitudinale generale |
| 04.08_P00_PS00_TRA_FP01 | Profilo longitudinale - Tav. 1/2 |
| 04.09_P00_PS00_TRA_FP02 | Profilo longitudinale - Tav. 2/2 |

| | |
|-------------------------|--|
| | Diagrammi di velocità e di visuale libera |
| 04.10_P00_PS00_TRA_FL01 | Diagramma di velocità e di visuale libera |
| | Sezioni tipo |
| 04.11_P00_PS00_TRA_ST01 | Sezioni tipo - Tav. 1/3 |
| 04.12_P00_PS00_TRA_ST02 | Sezioni tipo - Tav. 2/3 |
| 04.13_P00_PS00_TRA_ST03 | Sezioni tipo - Tav. 3/3 |
| | Sezioni trasversali |
| 04.14_P00_PS00_TRA_SZ01 | Quaderno delle sezioni trasversali |
| | 04.2 -INTERSEZIONI A ROTATORIA |
| 04.15_P00_PS01_TRA_PP01 | Rotatoria "A" - Planimetria di progetto e profilo |
| 04.16_P00_PS01_TRA_PP02 | Rotatoria "B" - Planimetria di progetto e profilo |
| 04.17_P00_PS01_TRA_PP03 | Rotatoria "C" - Planimetria di progetto e profilo |
| 04.18_P00_PS01_TRA_PT01 | Rotatoria "A", "B", "C" - Planimetria di tracciamento |
| 04.19_P00_PS01_TRA_SZ01 | Rotatoria "A", "B", "C" - Sezioni trasversali |
| | 04.3 -PISTE CICLABILI |
| 04.20_P00_PS02_TRA_DI01 | Planimetria di progetto, profilo e sezione tipo |
| 04.21_P00_PS02_TRA_PT01 | Planimetria di tracciamento |
| 04.22_P00_PS02_TRA_SZ01 | Quaderno delle sezioni trasversali |
| | 04.4 - VIABILITA' SECONDARIE |
| 04.23_P00_PS03_TRA_PL01 | Via delle Draghe - Planimetria di progetto, tracciamento, profilo e sezione tipo |
| 04.24_P00_PS03_TRA_PL02 | Accesso Golf- Planimetria di progetto, tracciamento, profilo e sezione tipo |
| 04.25_P00_PS03_TRA_SZ01 | Quaderno delle sezioni trasversali |

2.8 Barriere stradali

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

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, ovvero considerando la classe funzionale a cui appartengono le diverse infrastrutture in progetto,

la tipologia di traffico e la destinazione delle protezioni. Nello specifico, i flussi veicolari attesi nello scenario progettuale sono tali per cui il traffico è associabile al tipo III sull'intera viabilità di intervento. Ne consegue che le classi minime di contenimento, coerentemente con quanto definito dal suddetto decreto, sono riepilogate nella seguente tabella.

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

Classi minime di barriere per viabilità di svincolo autostradale strade extraurbane secondarie (C)

Le barriere di sicurezza dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale, quali barriere acustiche, pali di illuminazione, montanti di segnaletica verticale.

Per il collegamento stradale in esame, destinato ad accogliere una notevole componente di veicoli commerciali, è previsto l'utilizzo delle seguenti tipologie di barriere:

- barriere di sicurezza di classe H2 bordo laterale per i tratti in sede naturale con altezza del piano viabile rispetto al p.c. superiore ad 1 m ;
- barriere di sicurezza di classe H3 bordo ponte per i tratti in corrispondenza delle opere d'arte.
- La continuità del sistema barriera H3 bordo ponte- barriera H2 bordo rilevato sarà garantita dall'inserimento di barriere H3 bordo rilevato per un lunghezza adeguata e conforme ai risultati di test crash.
- In corrispondenza dei muri di sottoscarpa previsti lungo il tracciato, data l'altezza esigua degli stessi, è prevista l'installazione di barriere H2 bordo ponte.

Si per ogni approfondimento in materia di barriere di sicurezza si rimanda agli elaborati specifici di dettaglio "Planimetria barriere di sicurezza Tav 1" "Planimetria barriere di sicurezza Tav 2" e "Barriere di sicurezza - Particolari costruttivi"

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | 04 - PROGETTO STRADALE |
|-------------------------|--|
| | 04.5 - SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA |
| 04.26_P00_PS00_TRA_PL03 | Planimetria segnaletica e barriere di sicurezza - Tav. 1/2 |
| 04.27_P00_PS00_TRA_PL04 | Planimetria segnaletica e barriere di sicurezza - Tav. 2/2 |
| 04.28_P00_PS00_TRA_DC01 | Barriere di sicurezza - Particolari costruttivi |

3 GEOLOGIA E GEOTECNICA

3.1 Indagini Geognostiche

A supporto della progettazione definitiva è stata eseguita nel Ottobre 2018, una campagna d'indagine commissionata da ANAS S.p.A. dalla ditta Tecnoin S.p.A. di Napoli. Le prove eseguite sono le seguenti:

- n°5 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono (CPTU), spinte ad una profondità massima di 12.0 m da piano campagna;
- n°2 prove sismiche a rifrazione tomografica;
- n°1 prova MAS;W;
- n°4 prove HVSR
- n°7 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1 – S7 spinti ad una profondità compresa tra 20.0 m (S7) e 50.0 m (S4). Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite le seguenti attività:
 - rilievo stratigrafico;
 - rilievo speditivo sul materiale coesivo mediante prove con pocket penetrometer (adeguato fondo scala) passo 20 cm;
 - n°16 prelievi di campioni indisturbati di materiale coerente;
 - n°23 prelievi di campioni disturbati di materiale incoerente;
 - n°31 prove penetrometriche dinamiche in foro di tipo SPT (Standard Penetration Test);
 - installazione di n°1 piezometro a tubo aperto per il monitoraggio della falda;
 - installazione di n°2 tubi per eseguire prove Down Hole.

Nelle tabelle seguenti si riporta un quadro riassuntivo delle indagini effettuate.

QUADRO RIASSUNTIVO CPTU

| Codice | Tipo d'indagine | Profondità [m] |
|--------|-----------------|----------------|
| CPTU1 | Piezocono | 10.83 |
| CPTU2 | Piezocono | 12.00 |
| CPTU4 | Piezocono | 8.88 |
| CPTU5 | Piezocono | 9.36 |
| CPTU6 | Piezocono | 8.88 |

QUADRO RIASSUNTIVO SONDAGGI STRATIGRAFICI

| Codice | Profondità [m] | SPT n° | Prelievo Campioni | | Attrezzatura |
|-------------|----------------|-----------|-------------------|------------|--------------|
| | | | Indisturbati | Disturbati | |
| S1 | 40 | 4 | 4 | 3 | Piezometro |
| S2 | 40 | 5 | 3 | 4 | Down Hole |
| S3 | 45 | 6 | 1 | 3 | --- |
| S4 | 50 | 4 | 2 | 4 | --- |
| S5 | 40 | 4 | 2 | 3 | Down Hole |
| S6 | 40 | 4 | 2 | 4 | --- |
| S7 | 20 | 4 | 2 | 2 | --- |
| TOT. | 275 | 31 | 16 | 23 | |

3.2 Indagini di laboratorio

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo sono stati prelevati dei campioni indisturbati e disturbati (vedi Tabella) sui quali si sono eseguite le seguenti prove di laboratorio.

Sui campioni disturbati prelevati nelle unità incoerenti, sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Apertura campione, descrizione geotecnica e prove speditive di consistenza
- Determinazione del contenuto naturale d'acqua
- Peso specifico dell'unità di volume e dei grani
- Analisi granulometrica completa meccanica + sedimentazione
- Limiti di Atterberg

Sui campioni indisturbati prelevati nelle unità coesive, sono state invece eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Apertura campione, descrizione geotecnica e prove speditive di consistenza
- Determinazione del contenuto naturale d'acqua
- Peso specifico dell'unità di volume e dei grani
- Analisi granulometrica completa meccanica + sedimentazione
- Limiti di Atterberg
- Determinazione della coesione efficace e dell'angolo d'attrito, mediante prova di Taglio Diretto TxCD, triassiale TxCIU, triassiale TxCD
- Determinazione della coesione non drenata c_u mediante prova triassiale TxUU
- Espansione laterale libera ELL
- Prove edometriche
- Prove in colonna risonante

3.3 Indagini sismiche

In corrispondenza del nuovo ponte sull'Arno sono state eseguite n°2 prove Down Hole, n°2 prove sismiche tomografiche, n°1 prova MASW e n°4 prove HVSr. Tutte le prove consentono di definire la velocità delle onde di taglio con la profondità e quindi di stimare la $V_{s,30}$ per la determinazione della categoria sismica di sottosuolo.

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | |
|-------------------------|---|
| | 02 - GEOLOGIA GEOTECNICA E SISMICA |
| | 02.1 - Indagini geognostiche |
| 02.01_P00_GE00_GEO_RE01 | Relazione sulle indagini geognostiche eseguite |
| 02.02_P00_GE00_GEO_RE02 | Report delle indagini in sito, in laboratorio e sismiche effettuate |
| 02.03_P00_GE00_GEO_PU01 | Planimetria ubicazione indagini geognostiche |

3.4 Geologia

Il tracciato dell'infrastruttura si svolge interamente nell'ambito della pianura alluvionale del F. Arno in una zona che mostra elementi morfologici ricollegabili alla dinamica fluviale. In particolare spicca il meandro abbandonato detto "Arnovecchio" ancora ben visibile dalle immagini aeree. Un altro elemento analogo, ma allo stato attuale poco individuabile a causa della elevata antropizzazione dell'area, è la traccia di un paleoalveo del F. Arno, allungato in direzione SO-NE e sul quale insiste parte della viabilità in progetto. La porzione più antica dell'abitato di Fibbiana sorge sui resti di un terrazzo alluvionale individuabile ormai esclusivamente dalle quote più elevate del piano campagna. In destra d'Arno era presente una conoide del Rio Botricello, ormai smantellata a seguito dei lavori per la cassa di espansione Fibbiana2.

Il naturale assetto geomorfologico è fortemente obliterato dalle attività antropiche: molto evidenti le aree residue da attività estrattiva, che comprendono anche specchi d'acqua negli scavi non tombati, le aree in cui vi sono evidenze di rimaneggiamenti, le aree urbanizzate ed, infine, il sistema di argini e rilevati stradali.

Dal punto di vista geologico il tracciato insiste su materiali di origine alluvionale recente ed attuale, caratterizzati da marcati rapporti eteropici tra le facies che determinano bruschi cambiamenti litologici sia in senso verticale che areale. La litologia dei materiali va da sabbioso-limoso a ghiaioso e ghiaioso-sabbioso.

Lo spessore dei depositi alluvionali è di circa 27-28m, alla base sono stati rinvenuti materiali che sono stati attribuiti ai depositi pliocenici che affiorano sui versanti che bordano la pianura alluvionale in destra d'Arno.

I depositi alluvionali costituiscono un acquifero non confinato con permeabilità media. La falda è stata rilevata alla quota di circa 18m.s.l.m., corrispondente alla quota del pelo dell'acqua negli specchi d'acqua delle aree di ex-cava.

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | |
|-------------------------|---|
| | 02 - GEOLOGIA GEOTECNICA E SISMICA |
| | 02.3 - Geologia geomorfologia e idrogeologia |
| 02.07_P00_GE00_GEO_RE04 | Relazione geologica geomorfologica e idrogeologica |
| 02.08_P00_GE00_GEO_CG01 | Carta geologica |
| 02.09_P00_GE00_GEO_CG02 | Carta geomorfologica |
| 02.10_P00_GE00_GEO_CIO1 | Carta idrogeologica |
| 02.11_P00_GE00_GEO_FG01 | Profilo geologico - tav. 1/2 |
| 02.12_P00_GE00_GEO_FG02 | Profilo geologico - tav. 2/2 |

3.5 Geotecnica

Sulla base delle indagini in sito eseguite e suffragato anche dalle prove di laboratorio, è stato possibile ricostruire la successione stratigrafica lungo il tracciato in progetto. Lungo il tracciato in esame sono distinguibili essenzialmente le seguenti unità geotecniche:

Unità LAS/LSA – Limi argillosi sabbiosi e Limi sabbiosi argillosi: si tratta di limi argillosi con un contenuto più o meno accentuato di sabbie.

Unità GS/SG – Ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose: si tratta di ghiaia in matrice sabbiosa e sabbie con ghiaia.

Unità SL – Sabbie limose: si tratta di sabbia da fine a media con contenuto di limo.

Le Unità identificate dal punto di vista geotecnico come LAS/LSA e GS/SG, sono sia depositi alluvionali che depositi marini. Per distinguere le due formazioni geologiche, è stato inserito un pedice "p" che identifica i depositi antichi.

Di seguito si sintetizzano i parametri geotecnici di progetto per le unità riscontrate.

Unità LAS e LSA – Limi Argillosi Sabbiosi e Limi Sabbiosi Limosi

| | |
|------------------------------------|--|
| $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $\phi' = 27$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 15 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $c_u = 100 \text{ kPa}$ | resistenza al taglio in condizioni non drenate |
| $E_{oper.} = 8.0 - 30 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico |
| $E_u = (400 \div 500) \cdot c_u$ | modulo di deformazione non drenato |
| $K = 10^{-9} \text{ m/sec}$ | permeabilità |

Unità LAS_p e LSA_p – Limi Argillosi Sabbiosi e Limi Sabbiosi Limosi, depositi antichi

| | |
|----------------------------------|--|
| $\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $\varphi' = 28$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 25 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $c_u = 300 \text{ kPa}$ | resistenza al taglio in condizioni non drenate |
| $E_{oper.} = 90 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico |
| $E_u = (400 \div 500) \cdot c_u$ | modulo di deformazione non drenato |
| $K = 10^{-10} \text{ m/sec}$ | permeabilità |

Unità GS e SG – Ghiaie sabbiose e Sabbie ghiaiose

| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $\varphi' = 34^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $E' = 35 \div 80 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico |
| $K = 10^{-4} \text{ m/sec}$ | permeabilità |

Unità SL – Sabbie Limose

| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $\varphi' = 30^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $E' = 10 \div 35 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico |

Per identificare il livello di falda è stato installato all'interno del foro di sondaggio S1, un tubo piezometrico a tubo aperto. Ad oggi è disponibile una sola lettura che ha registrato il livello della falda a -10.60 m da piano campagna. Ai fini progettuali viene considerata a 18.50 m s.l.m. pari a circa -8.50 m da p.c..

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | 02.4 - Geotecnica e sismica |
|-------------------------|------------------------------------|
| 02.13_P00_GE00_GET_RE01 | Relazione geotecnica e sismica |
| 02.14_P00_GE00_GET_FG01 | Profilo geotecnico - tav. 1/2 |
| 02.15_P00_GE00_GET_FG02 | Profilo geotecnico - tav. 2/2 |

Andamento planimetrico del tracciato stradale in progetto con evidenziate le aree delle casse di espansione F1 e F2.

Stante la presenza in progetto di tali elementi di attenzione in tema di mitigazione e gestione del rischio idraulico, all'interno del decreto conclusivo n.9109 del 27/06/2017 del procedimento di verifica di assoggettabilità del progetto stradale in esame, gli Enti Competenti in materia di idraulica hanno formulato varie raccomandazioni/prescrizioni e richieste di approfondimento, il cui recepimento puntuale nell'ambito della presente progettazione viene illustrato in dettaglio all'interno del documento Relazione Ottemperanza 00.03_P00_EG00_GEN_RE03, cui si rimanda per maggiori dettagli.

4.1 Idrologia

Per il calcolo della pluviometria necessaria al dimensionamento delle opere idrauliche è stato utilizzato lo studio disponibile sul sito della Regione Toscana: <http://sir.toscana.it>: Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012.

Sulla base di tale studio sono stati determinati i parametri caratteristici a e n della LSPP per il tempo di ritorno assunti in progetto per il dimensionamento delle varie opere idrauliche, note le coordinate nel sistema Gauss Boaga di un punto baricentrico interno all'area d'interesse.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione idrologica e idraulica 03.03_P00_ID00_IDR_RE03.

4.2 Compatibilità idraulica dell'infrastruttura

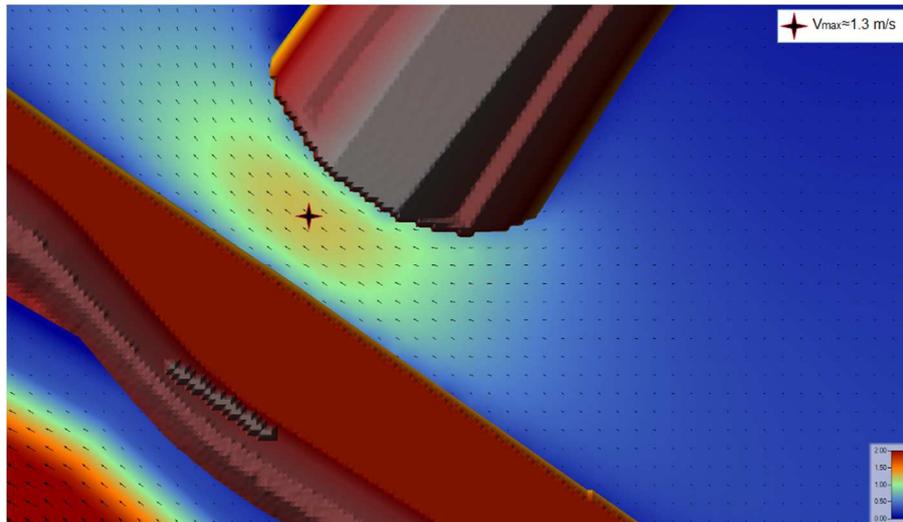
4.2.1 Verifica dell'interazione fra infrastruttura di progetto e casse di laminazione di Fibbiana

Come richiesto dagli Enti Competenti in materia di idraulica nel corso dell'istruttoria per verifica di assoggettabilità ambientale, sono stati sviluppati in progetto specifici approfondimenti in relazione ai seguenti aspetti:

- salvaguardare tutti gli elementi che costituiscono le casse di espansione;
- non creare intralcio o rallentamento delle acque contenute nelle due casse e dell'Arno;
- non diminuire la capacità di invaso;
- non indebolire gli argini;
- garantire la manutenzione di tutti gli argini, consentendo la loro percorribilità ai mezzi sia in condizioni di normale manutenzione che nelle fasi di emergenza;
- garantire l'accesso alle proprietà private.

A tale scopo sono state effettuate delle apposite simulazioni idrauliche di dettaglio delle aree di intervento, partendo dal modello idraulico realizzato a supporto della progettazione delle casse di espansione di Fibbiana dall'Ufficio Tecnico del Genio Civile della Regione Toscana – sede di Firenze. L'unica modifica al modello idraulico prodotto dal Genio Civile, in aggiunta all'inserimento nel modello delle modifiche alla geometria dell'area di interesse legate alla realizzazione della nuova viabilità di progetto, ha riguardato la modalità di schematizzazione delle casse di espansione: nel modello del Genio Civile le aree di invaso F1 ed F2 erano state simulate mediante modellazione 1D,

nel modello sviluppato nell'ambito del presente studio sono state modellate mediante analisi 2D, allo scopo di definire più in dettaglio il campo di moto bidimensionale all'interno delle casse e di evidenziare gli effetti della realizzazione della nuova viabilità.



Campo di velocità in corrispondenza del varco tra argine sinistro ed estremità del rilevato stradale nella cassa di espansione F2. Particolare della testa del rilevato.

Sulla scorta delle modellazioni idrauliche eseguite con riferimento alla durata di pioggia 24h e TR200anni, discendono le seguenti risultanze principali:

- la modellazione 2D del progetto esecutivo originario delle casse di espansione dà risultati che hanno differenze centimetriche nelle quote di invaso in cassa rispetto alla situazione as built.
- l'inserimento della viabilità di progetto non altera in maniera significativa il comportamento delle casse di laminazione, con quote di invaso che hanno variazioni minime rispetto alle previsioni del progetto originale degli invasi;
- gli idrogrammi di riempimento delle casse rimangono sostanzialmente invariati a seguito della realizzazione della viabilità di progetto;
- All'interno delle aree di invaso sono presenti fasce localizzate in cui si concentra il transito delle portate, con picchi di velocità di deflusso che si mantengono tuttavia entro valori di 1-1.5 m/sec;
- L'eventuale inserimento di tombini di trasparenza idraulica per il rilevato di approccio entro l'area di espansione di Fibbiana 02, non determinerebbe apprezzabili benefici al funzionamento idraulico della cassa;

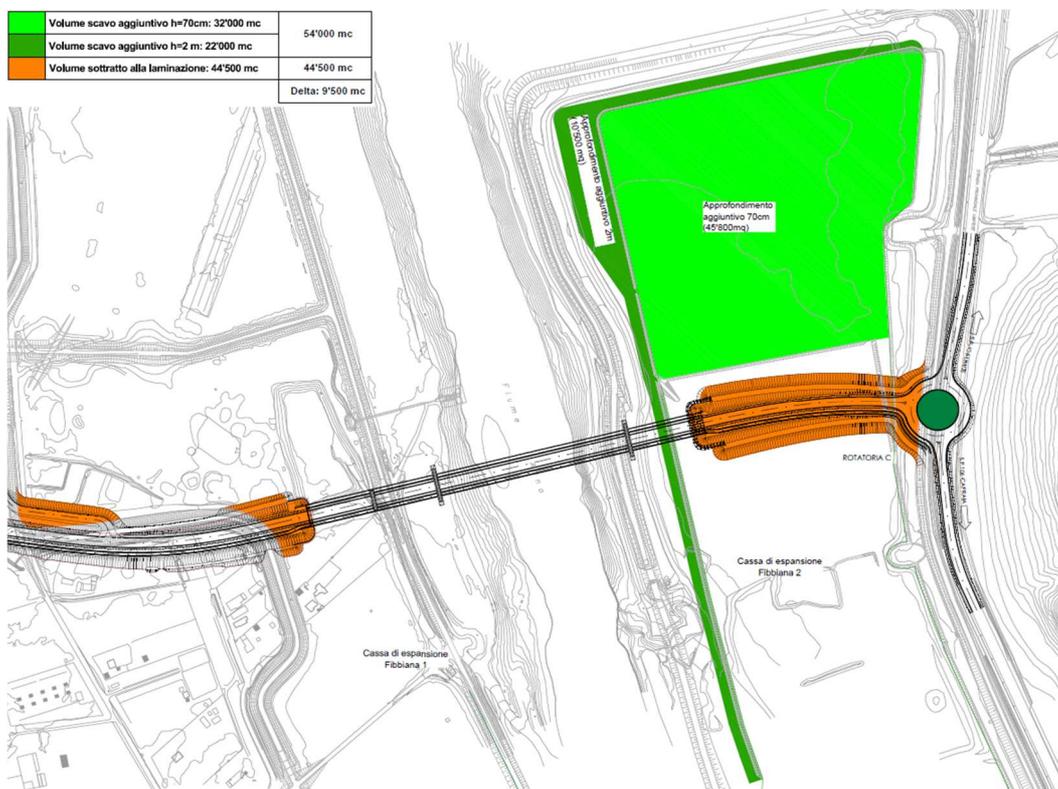
Per maggiori dettagli riguardo alle modellazioni ed alle verifiche idrauliche si rimanda al documento incluso nella presente progettazione 03.01_P00_ID00_IDR_RE01_Studio di compatibilità idraulica e relativi allegati.

4.2.2 Verifica compensazione dei volumi sottratti alla libera esondazione

Relativamente al compenso dei volumi sottratti alle casse di espansione dalla nuova infrastruttura, è stato verificato che l'ulteriore abbassamento del fondo della cassa, eseguito durante i lavori di costruzione delle casse rispetto a

quanto previsto nel progetto esecutivo Il stralcio "Casse di espansione Fibiiana1 e Fibiiana2 sul F.Arno" (Marzo 2012), è sufficiente a compensare i volumi sottratti dal nuovo rilevato stradale.

Tale verifica è stata svolta sulla base della documentazione acquisita in occasione di incontri specifici con la



volumi rilevati stradali e volumi scavi aggiuntivi per il sistema di casse di espansione di Fibiiana.

Direzione Lavori che ha supervisionato i lavori di realizzazione delle aree di laminazione.

è possibile osservare che il volume aggiuntivo scavato in fase di realizzazione dell'opera compensa ampiamente il volume sottratto alla laminazione delle portate di piena indotto dal rilevato stradale.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento 03.01_P00_ID00_IDR_RE01_Studio di compatibilità idraulica-Relazione.

4.3 Opere idrauliche

4.3.1 Drenaggio acque di piattaforme

Lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene secondo un sistema di drenaggio di tipo "chiuso" mediante il collettamento e trattamento delle acque meteoriche in collettori ed impianti dedicati.

In riferimento alla Legge regionale 31 maggio 2006, n. 20, "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento", il presente Progetto Definitivo, prevede per l'intero tracciato della viabilità principale la raccolta delle acque di piattaforma in tubazioni di diametri compresi tra i 250 mm e 630 mm, che recapitano in 4 impianti di trattamento di capacità di 50 l/s. Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma è composto da:

- Caditoie di raccolta delle acque di piattaforma collocate ad interasse compreso tra 10 m e 30 m, di diverse tipologie e dimensioni in funzione del diametro del collettore e della sezione tipo stradale (rilevato, viadotto);
- Collettori che raccolgono l'acqua intercettata dalle caditoie e la convogliano alle vasche di trattamento. I collettori corrono sotto la piattaforma stradale, parallelamente ad essa. In corrispondenza dell'impianto, i collettori escono dalla piattaforma al piede del rilevato, ad una quota idraulicamente compatibile con il corretto funzionamento a gravità dell'impianto e del rilascio al recapito;
- Impianti di trattamento per acque di prima pioggia che prevedono i trattamenti di dissabbiatura e disoleatura. Gli impianti di trattamento sono composti da vasche monoblocco all'interno delle quali si susseguono:
 - Camera di ripartizione dotata di due sfioratori, che separa l'acqua di prima pioggia dall'acqua di seconda pioggia;
 - Vasca di sedimentazione per la dissabbiatura a gravità delle acque di prima pioggia;
 - Vasca di disoleazione primaria a flottazione statica;
 - Pozzetto di confluenza e prelievo campioni.

Si rimanda per maggiori dettagli alla Relazione Idrologica e Idraulica 03.03_P00_ID00_IDR_RE03 ed agli elaborati grafici inclusi nel capitolo dell'idraulica.

4.3.2 Attraversamenti idraulici

Al fine di ripristinare la continuità dei corsi d'acqua del reticolo idrografico superficiale esistente intercettato dalla strada, sono stati previsti in progetto 10 tombini di attraversamento del rilevato stradale che sono stati opportunamente dimensionato dal punto di vista idraulico. Tutti i tombini di attraversamento sono previsti in cemento armato e sono di tipo scatolare o di tipo circolare in funzione della portata da smaltire.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Idrologica e Idraulica 03.03_P00_ID00_IDR_RE03, agli elaborati grafici inclusi nel capitolo dell'idraulica ed alla documentazione di carattere strutturale inclusa nel capitolo Opere d'arte minori.

4.3.3 Sistemazioni idrauliche

In riscontro alle prescrizioni formulate dagli Enti Competenti in materia di idraulica sono state introdotte in progetto alcune misure integrative di presidio idraulico quali il rivestimento dei tratti soggetti al transito della corrente ed il consolidamento delle arginature esistenti del fiume Arno. In sintesi sono state messe a progetto le seguenti opere di sistemazione idraulica:

- all'interno di entrambe le casse di espansione, è stata prevista la protezione del fondo con una scogliera in massi naturali delle fasce comprese tra le spalle del nuovo ponte e gli argini paralleli al fiume, con estensione del rivestimento in entrambe le direzioni per una decina di metri oltre la proiezione dell'impalcato del ponte;

- è stato previsto il rivestimento di protezione nei confronti dell'azione erosiva della corrente lungo le scarpate delle arginature lato Arno, considerato che con l'ombreggiamento del viadotto verrà compromessa la piena funzionalità protettiva dell'attuale manto erboso;
- sono stati inseriti setti in cemento armato per la chiusura dell'interspazio presente tra le due pile posizionate al piede delle arginature e la scarpata arginale, allo scopo di garantire la stabilità delle scarpate del rispettivo tratto di argine dalla possibile erosione dovuta al passaggio dell'acqua tra la pila e l'argine;
- considerata la difficoltà ad operare l'eventuale ricarico e le riparazioni degli argini al di sotto dell'impalcato del nuovo viadotto, soprattutto in condizioni di piena, si prevede il consolidamento dei tratti arginali mediante realizzazione di un diaframma plastico mediante pali secanti costituiti da miscela cementizia, estesi almeno 10metri a monte e a valle della proiezione dell'impalcato;

Inoltre, sempre in recepimento alle prescrizioni, la livelletta stradale in attraversamento del fiume Arno, è stata posizionata ad una quota tale da garantire una altezza libera tra l'intradosso dell'impalcato e le sommità arginali che di almeno 4.00m.

Si rimanda per maggiori dettagli grafici alle tavole 03.05_P00_ID01_IDR_DI01 e 03.06_P00_ID01_IDR_DI02.

5 OPERE D'ARTE MAGGIORI

La geometria del ponte sull'Arno sviluppa l'idea progettuale del progetto preliminare che prevede una struttura di 150 m di luce sull'alveo concepita secondo uno schema Langer, cioè come arco a spinta eliminata.

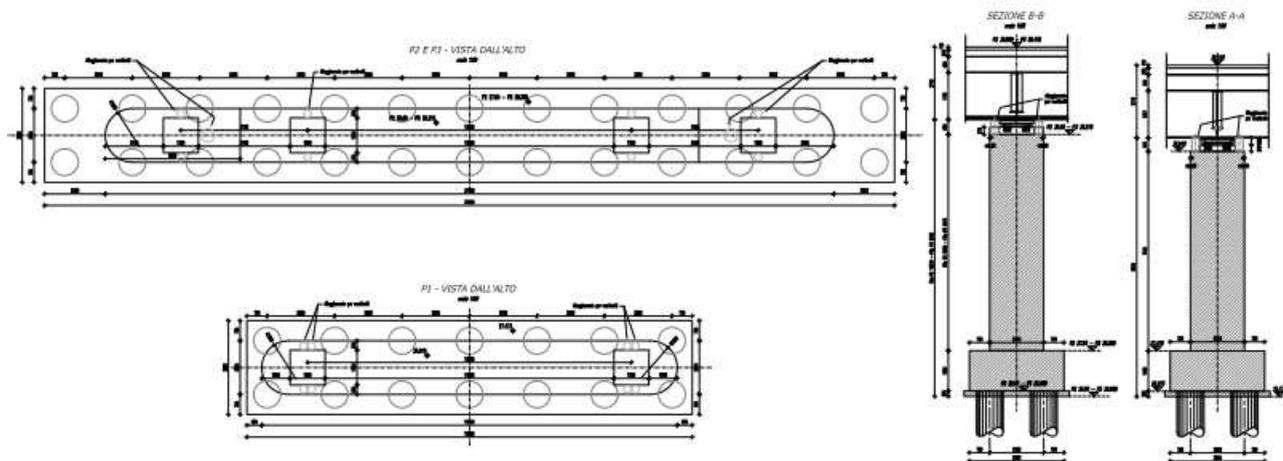
La scelta della luce, relativamente ampia, discende dalla presenza in riva sinistra di un'ampia golena che incrementa naturalmente la larghezza dell'alveo di piena del fiume; inoltre, e anche per questa ragione, su entrambe le rive sono state disposte grandi casse di espansione;

La continuità idraulica delle casse è garantita da campate di accesso, una in riva destra e due in riva sinistra, allo scopo di consentire la loro continuità idraulica.

Il progetto prevede pertanto un ponte su quattro campate, di luci (50 + 50 + 150 + 50) m, con la campata maggiore ad arco Langer.

Questa disposizione strutturale è perfettamente corrispondente alla geometria di progetto preliminare come scansione longitudinale ed è stata, come tale, considerata nelle relazioni idrauliche di approfondimento; parimenti la tipologia strutturale dell'impalcato in sistema misto acciaio-calcestruzzo è stata impiegata su tutta l'opera, eliminando le porzioni in piastra ortotropa, in onerosa manutenzione, previste nel progetto preliminare.

L'unica modifica al progetto preliminare riguarda l'altimetria dello scavalco, laddove la nuova livelletta garantisce un franco di almeno 4 m sugli argini per consentire il transito dei mezzi di manutenzione, come richiesto nel percorso approvativo.



Le pile sono state concepite come strutture di minimo ingombro trasversale e sono setti con larghezza di soli 2 m; il loro sviluppo si differenzia in relazione alla campata sostenuta essendo di soli 15.4 m per la pila P1 tra le due campate di accesso e di 27 m per la coppia di pile che sorreggono l'arco.

Le pile possono essere di un ingombro trasversale così ridotto, e quindi di minimo impatto idraulico, grazie allo schema di vincolamento adottato, e meglio descritto in seguito, che riduce le azioni orizzontali longitudinali al valore minimo possibile, ovvero una percentuale del 3% del carico permanente verticale dovuta all'attrito dei vincoli scorrevoli.

Per le pile il calcolo delle fondazioni è stato impostato ipotizzando uno scalzamento di 5m della golena, valore assolutamente cautelativo.

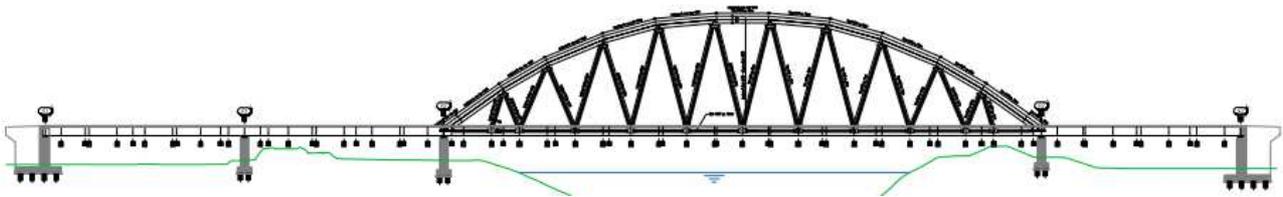
Di conseguenza anche questo scalzamento della fondazione non compromette l'esercizio in sicurezza dell'opera in quanto le fondazioni delle pile poggiano su pali Φ 1000 lunghi tra i 25 m e i 30 m.

Per limitare l'intrusione ambientale durante la fase di esecuzione i pali sono eseguiti sostenendo lo scavo con polimeri invece che con fanghi bentonitici.

Le spalle sono alte circa 12 m e contengono il rilevato a tergo grazie a muri d'ala di sottoscarpa ad andamento curvilineo lunghi circa 25 m.

La struttura dell'impalcato è continua su tutto il suo sviluppo (altro perfezionamento rispetto al progetto preliminare che prevedeva giunti intermedi di dilatazione) e sostenuta da una coppia di travi metalliche a composizione saldata alte 2.2 m e poste con interasse di 12 m.

L'omogeneità strutturale agevola concretamente il montaggio dell'opera, caratterizzata dalla necessità di non disporre sostegni provvisori nell'alveo dell'Arno in nessuna fase di lavoro.



Il montaggio del ponte ha informato significativamente la progettazione poiché il varo di punta costituisce, per un arco Langer, una situazione statica particolare.

L'ipotesi di varo di punta è ipotizzata, infatti, già nel progetto preliminare in termini di mera rappresentazione grafica schematica, in quanto essa è l'unica seriamente possibile.

Poiché il varo di punta impone di utilizzare le sospensioni di apprensione dell'impalcato all'arco per assorbire sforzi di compressione si è evoluta l'idea di impiegare cavi, come di consueto, trasformandoli in tubi di idonea resistenza. Anche la necessità di disporre le travi in posizione centripeta e non nel piano degli archi ha imposto di valutare bene la conformazione dei traversi e della catena.

Il flusso concettuale di queste problematiche ha generato una soluzione di progetto, configurata necessariamente nel dettaglio già in fase di progetto definitivo, che prevede tubi ϕ 660 e spessore variabile tra 12 e 45 mm per gli elementi di sospensione e una loro configurazione reticolare Warren. Essi sono comunque distanziati ben 14 m, a livello dell'impalcato, mantenendo una elevata trasparenza visiva dell'intervento.



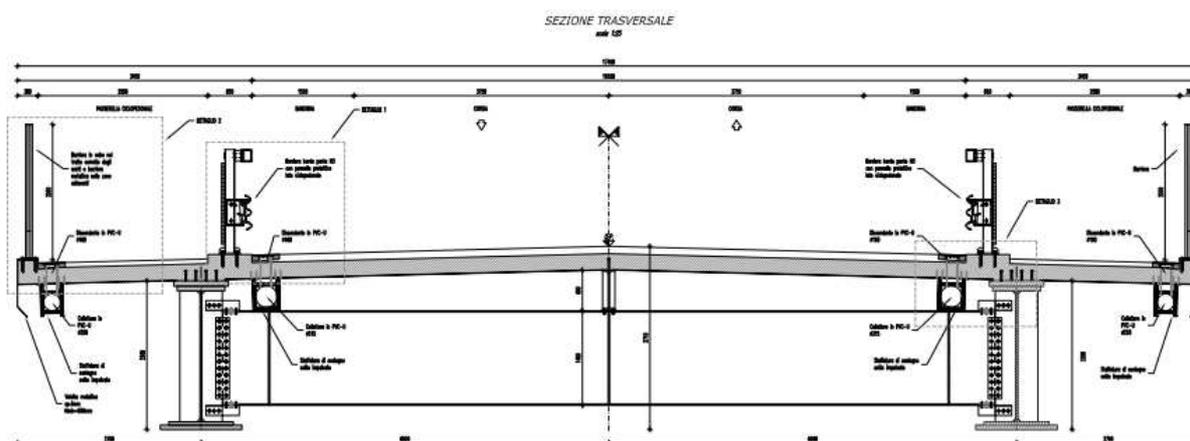
L'adozione di tubi invece di cavi minimizza anche gli oneri di manutenzione e permette di ridurre il rischio per la struttura in relazione a possibili urti severi.

La possibilità geometrica di tale urto è comunque preclusa dalla disposizione laterale degli archi su piani inclinati esterni con ampia garanzia di franco per i mezzi in svio.

La sezione trasversale è completata da una coppia di percorsi ciclopedonali laterali unidirezionali larghi 2,5 m ciascuno.

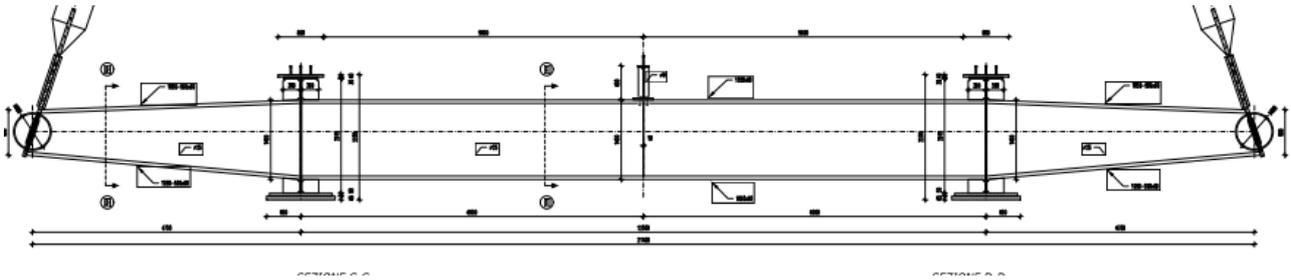
Questi percorsi riprendono funzionalmente quanto previsto nel progetto preliminare con la miglioria evidente che discende dalla loro unidirezionalità associata ad un ampliamento della sezione utile.

Il posizionamento delle piste ciclopedonali, unitamente agli spazi di deformazione della barriera genera una larghezza totale dell'impalcato di 17.4 m, sostenuta da una coppia di travi longitudinali e da una trave di spina intermedia con sbalzi di 2,7 m; questa sezione è continua e inalterata su tutta l'opera d'arte.



La disposizione delle travi in corrispondenza delle barriere di delimitazione della sede viaria consente di raccogliere le acque di piattaforma in tubazioni interne alle travi stesse, limitando all'esterno le sole canalizzazioni secondarie alle quali afferiscono le acque che insistono sulle ciclopedonali.

In corrispondenza dei nodi della reticolare Warren di collegamento agli archi i diaframmi, con passo tipico di 7 m, hanno una geometria statica sufficiente a sorreggere l'impalcato in esercizio e sorreggere dualmente l'arco in fase di varo, fermo restando che l'arco è, durante il varo, anche la struttura portante principale.



La coppia di archi ha sezione circolare con diametro di 1,8 m e spessore variabile tra 32 e 38 mm, funzione della grandezza delle caratteristiche della sollecitazione e della volontà di mantenere la sezione in classe 3 secondo i dettami dell'EC3.

La dimensione del tubo è funzionale anche a renderlo facilmente percorribile al suo interno senza alcuna difficoltà.

Poiché lo schema di funzionamento è, in buona sostanza, reticolare la costruzione dell'arco è prevista per conci rettilinei con le pieghe in prossimità dei nodi di intersezione con le diagonali di sospensione.

Al piede degli archi, inclinati di circa 18.5 °, è disposta la catena di chiusura delle spinte realizzata con un tubo di diametro 660 mm pari a quello delle diagonali e con spessore di 12 mm.

A differenza di quanto preliminarmente ipotizzato nello studio di fattibilità nel presente progetto si è adottato, quale materiale strutturale acciaio S355 verniciato.

L'esperienza ha dimostrato più volte, infatti, come l'acciaio weathering, cosiddetto corten, infatti, non si presta adeguatamente per le strutture con sezioni chiuse come i tubi degli archi

Il ciclo di verniciatura previsto è di tipo E per le superfici interne dei tubi con diametro 1800 e di tipo A per le pareti esterne. I tubi con diametro 660 mm sono considerati stagni.

Come già scritto la struttura è vincolata con particolare attenzione sia alle azioni trasmesse alle sottostrutture sia all'entità delle azioni sismiche.

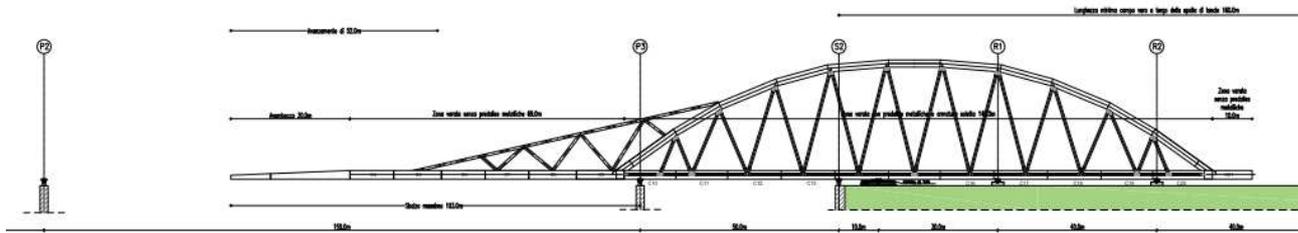
In presenza di rilevanti carichi verticali la scelta è ricaduta sui moderni isolatori a superficie di scorrimento curva con coefficiente di attrito nominale variabile tra 5.5 % sulle spalle e 2.5 % sulle pile. Questa disposizione ha consentito di limitare longitudinale l'azione sulle pile entro i valori ammissibili dalla loro snellezza e dalla volutamente ridotta estensione delle fondazioni.

Per eliminare gli spostamenti della sezione trasversale in corrispondenza delle spalle, laddove le spalle stesse hanno capacità di resistenza trasversale molto elevate, sono state inserite guide che consentono un efficace vincolo con un costo molto contenuto e massimizzano la durabilità del giunto di dilatazione.

Il montaggio del ponte avviene senza alcuna interferenza al suolo tranne che per la campata S1-P1 che, trovandosi in area golenale può essere sollevata con autogru da terra.

Il varo di punta sfrutta la campata P1-P2 come avambecco assieme a un avambecco aggiuntivo di 30 m ed è previsto con assemblaggio a tergo della spalla S2 poiché in questa area il tracciato è quasi rettilineo. Fa eccezione la parte terminale, prossima alla rotatoria, laddove è richiesto un piccolo allargamento del rilevato. Per garantire la

necessaria resistenza flessionale dell'insieme strutturale durante la spinta nelle fasi di sbalzo massimo la campata P1-P2 è collegata all'arco da alcuni campi reticolari provvisori che si collegano ai nodi della warren principale.



L'intero varo è dimensionato anche considerando la presenza, nella campata principale sull'Arno irraggiungibile dal basso, delle predalles metalliche e della armatura di soletta, al fine di agevolare il getto successivo.

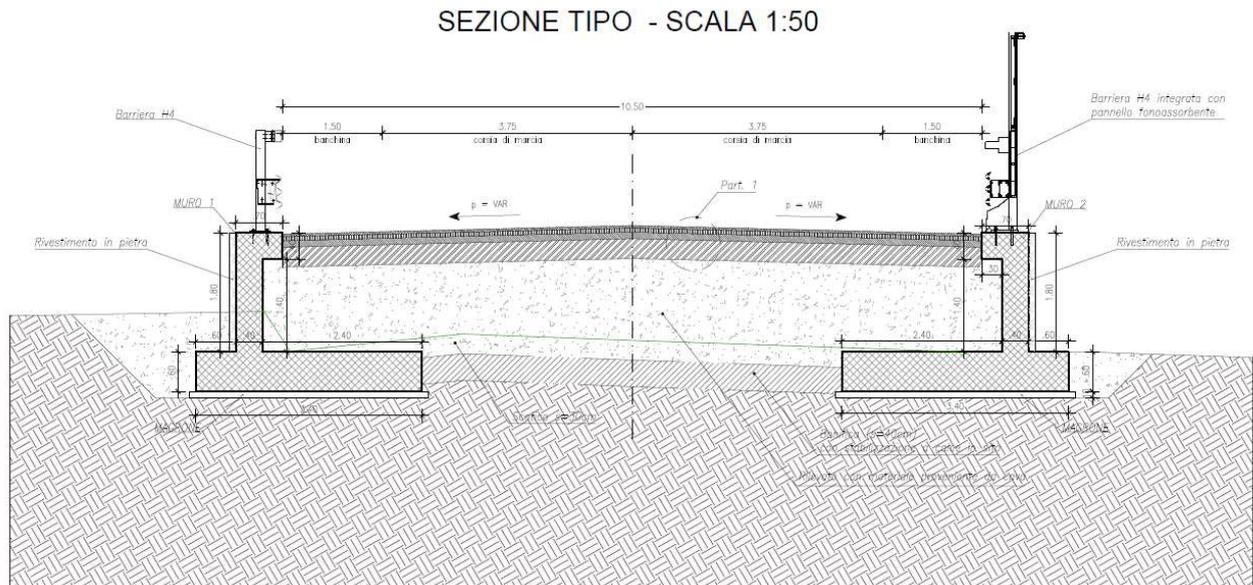
Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | 05 - OPERE D'ARTE |
|-------------------------|---|
| | 05.1 - OPERE D'ARTE PRINCIPALI |
| | Nuovo Viadotto sull'Arno |
| 05.01_P00_V100_STR_RE01 | Relazione di calcolo - Impalcato |
| 05.02_P00_V100_STR_RE02 | Relazione di calcolo - Sottostrutture |
| 05.03_P00_V100_STR_RE03 | Tabella Materiali |
| 05.04_P00_V100_STR_PL01 | Pianta, pianta fondazioni e scavi e profilo longitudinale |
| 05.05_P00_V100_STR_CA01 | Carpenteria spalle |
| 05.06_P00_V100_STR_CA02 | Carpenteria pile |
| 05.07_P00_V100_STR_CA04 | Carpenteria metallica - Assieme |
| 05.08_P00_V100_STR_CA05 | Carpenteria metallica - Diaframmi |
| 05.09_P00_V100_STR_CA06 | Carpenteria metallica - Dettagli |
| 05.10_P00_V100_STR_CA07 | Carpenteria soletta |
| 05.11_P00_V100_STR_DC01 | Appoggi e giunti |
| 05.12_P00_V100_STR_DC02 | Sistema di smaltimento acque meteoriche e particolari costruttivi |
| 05.13_P00_V100_STR_RN01 | Render e viste |
| 05.14_P00_V100_STR_DC03 | Fasi esecutive 1 di 2 |
| 05.15_P00_V100_STR_DC04 | Fasi esecutive 2 di 2 |
| 05.24_P00_V100_STR_DC05 | Scavi ed opere provvisionali |
| 05.25_P00_V100_STR_PL02 | Monitoraggio delle fasi realizzative di sottostrutture ed impalcato |

6 OPERE D'ARTE MINORI

6.1 Muri

Nel presente progetto sono previsti due muri in c.a., posizionati tra le sezioni AB32 e AB40, disposti su entrambi i lati dell'asse stradale e con un'estensione pari a 97.15 m per il manufatto definito Muro 1 e 48.55 m per il Muro 2. La sezione tipo è rappresentata in figura sottostante.



La presenza di queste opere si è resa necessaria per limitare l'ingombro del rilevato stradale e l'interferenza con le aree abitate circostanti

In testa al Muro 1 è previsto l'ancoraggio di una barriera H4 mentre per il Muro 2 sarà installata una barriera H4 con pannello fonoassorbente, con un'altezza massima di circa 3.00mt.

Si tratta di muri con altezza massima del paramento pari a 1.80mt, compreso cordolo di ancoraggio del pannello fonoassorbente. La ciabatta di fondazione, disposta quasi totalmente sotto il rilevato stradale, e presenta una lunghezza totale di 3.40mt con spessore di 0.60mt. I manufatti saranno inoltre rivestiti in pietra.

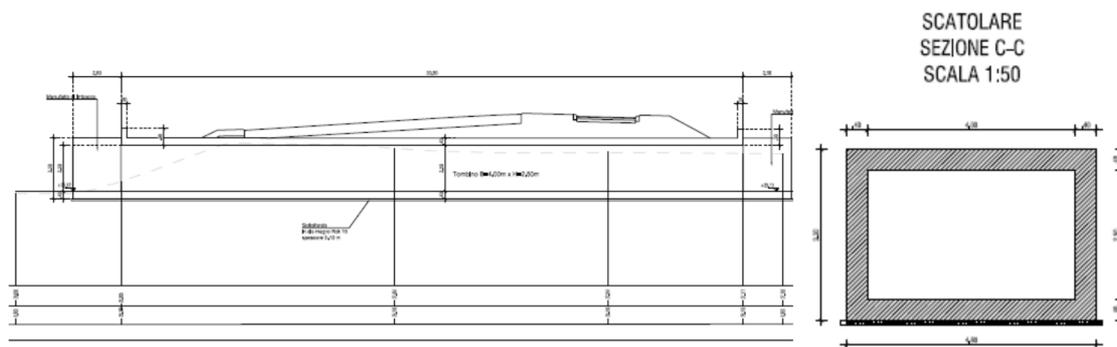
Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | |
|-------------------------|---|
| | 05 - OPERE D'ARTE |
| | 05.2 - OPERE D'ARTE MINORI |
| 05.16_P00_OM01_STR_RE01 | Relazione descrittiva e di calcolo |
| | Muri di sostegno |
| 05.17_P00_OM01_STR_DI01 | Muri di sostegno - Planimetria di inquadramento, pianta e sezioni |

6.2 Tombini idraulici

Per quanto riguarda i tombini idraulici questi sono costituiti da due tipologie principali:

- Tombini scatolari in c.a gettati in opera di dimensioni variabili da 4.00x2.5x0.4 corrispondente al Tombino TP2 a 1.5x1x0.25mt per i tombini denominati TP6 e TP7.
- I tombini circolari sono previsti in cls prefabbricato di diametro esterno $D=800\text{mm}$ e spessore pari a $s=10\text{cm}$. Nei casi di scarso ricoprimento della sede stradale è previsto il rinfiacco della tubazione in cls magro. .



Sezione longitudinale trasversale Tombino TP2

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | |
|-------------------------|---|
| | 05 - OPERE D'ARTE |
| | 05.2 - OPERE D'ARTE MINORI |
| 05.16_P00_OM01_STR_RE01 | Relazione descrittiva e di calcolo |
| | Tombini idraulici |
| 05.18_P00_OM02_STR_DI01 | Tombino TP02- Planimetria, carpenteria sezioni e particolari |
| 05.19_P00_OM02_STR_DI02 | Tombino TP03- Planimetria, carpenteria, sezioni e particolari |
| 05.20_P00_OM02_STR_DI03 | Tombino TP04- Planimetria, carpenteria sezioni e particolari |
| 05.21_P00_OM02_STR_DI04 | Tombino TP07- Planimetria, carpenteria sezioni e particolari |
| 05.22_P00_OM02_STR_DI05 | Tombino TP08- Planimetria, carpenteria, sezioni e particolari |
| 05.23_P00_OM02_STR_DI06 | Tombini circolari- Pianta, sezioni e particolari |

7 INSERIMENTO AMBIENTALE

7.1 Paesaggio ed opere di mitigazione

L'opera si inserisce in un contesto territoriale di fondovalle già fortemente antropizzato in cui la matrice paesaggistica è plasmata da un'originaria trama agricola progressivamente erosa da un tessuto insediativo ed infrastrutturale che nel corso del tempo nel ha alterato i connotati facendola diventare persino marginale.

Il corridoio interessato dall'opera si colloca in fatti in adiacenza al centro abitato di Fibiiana in corrispondenza del centro sportivo e di aree già pianificate per nuove insediamenti mentre sul fronte opposto dalla zona del Montelupo Golf Club che occupa la cassa di Espansione Fibiiana 1.

La competente idraulica ha avuto un ruolo decisivo nella trasformazione di questa porzione di territorio sia per la presenza di bacini lacustri a seguito di attività estrattive, di paleoalvei, sia per la creazione del sistema di casse di espansione dell'Arno (Fibiiana 1 in sinistra idrografica e Fibiiana 2 in destra) per la protezione da rischio di inondazioni.

Questi ultimi recenti interventi hanno plasmato il paesaggio anche sotto il profilo altimetrico con arginature e rilevati per la creazione delle casse.

La conseguenza di quest'evoluzione delle forme d'uso del territorio implica tuttavia un potenziale incremento del grado di naturalità del corridoio fluviale che acquista nuovi spazi di influenza caratterizzati da forme d'uso meno intensive se non addirittura naturaliformi.

I bacini lacustri si presentano infatti con un corredo vegetazionale che ne amplifica la funzione ecologica e crea un trama di connessioni importante anche sotto il profilo funzionale.

Allo stesso tempo le nuove casse di espansione potranno ospitare formazioni vegetazionali compatibili con la funzione idraulica (es. formazioni prative naturali o mantelli) particolarmente rilevanti per l'avifauna, anfibi e micromammiferi.

In questo scenario si inserisce la nuova opera che sotto il profilo della mitigazione è stata concepita come un corridoio; una sorta di digitazione lineare vegetazionale che si diparte dal corso d'acqua penetrando a sud nella pianura riconnettendosi all'antico meandro.

Pur nella limitazione degli spazi disponibili è stato previsto su entrambi i fronti della nuova viabilità la creazione di un corridoio vegetazionale costituito da arbusteti e filari di alberature che si alternano in relazione alle esigenze di mitigazione visiva, delle interferenze potenziali, ma soprattutto per creare un disegno paesaggistico naturaliforme che eviti di evidenziare ulteriormente la nuova infrastruttura.

In tale ottica va letto l'apparente “alleggerimento” delle opere a verde rispetto al progetto preliminare; si tratta infatti di una scelta ponderata e finalizzata a creare un'alternanza di forme e ambiente che stemperino i rilevati stradali ma al tempo garantiscano una continuità lineare per assolvere anche ad una funzionalità ecologica.

Sotto il profilo delle modalità di intervento le architetture vegetazionali sono state articolate in relazione alla composizione a sua volta dettata da differenti condizioni microclimatiche ed edafiche che si avranno in particolare in riferimento alla diversa esposizione.

Le formazioni arbustive naturali saranno costituite per tanto da arbusti autoctoni e caratterizzanti le facies vegetazionali di questi ambienti ed andranno a formare strutture plurispecifiche presenti sia alla base dei rilevati che in posizioni più intermedie (banchette) nel caso delle rampe di accesso alle pile del ponte.

Si tratta di formazioni naturali spontanee in questi luoghi e che si ritrovano spesso come neoformazioni colonizzanti ex coltivi o nel piano arbustivo delle formazioni igrofile ripariali.

Come accennato mentre sulle scarpate con esposizione Est-SudEst saranno presenti specie xerotermiche con una maggiore resistenza alla siccità e temperature elevate, sul versante opposto si utilizzeranno specie più mesofile fermo restando una prevalente matrice comune tra i due tipi.

L'approccio nella definizione dello schema di impianto segue le naturali dinamiche successionali che avvengono spontaneamente in natura. Oltre ad una calibrazione della scelta delle specie in base alle caratteristiche microstazionali si effettueranno impianti per piccoli nuclei monospecifici di 3/5 piante per specie disposte in gruppi omogenei ed alternati poi con le altre specie. Questo sistema crea condizioni favorevoli per lo sviluppo delle piante limitando l'effetto di concorrenza di alcune specie a discapito di altre garantendo in tal senso il raggiungimento dell'obiettivo di una maggiore diversità compositiva.

Il sistema di nuclei arbustivi naturaliformi si integra a sua volta con un sistema di alberature disposte singolarmente o in piccoli filari utilizzate nelle posizioni in cui lo spazio risulta sufficiente e per creare quinte di mascheramento. Anche in questo caso le specie utilizzate sono tra quelle presenti nelle cenosi forestali locali e di fondovalle privilegiando specie di terza grandezza per evitare l'interferenza con la viabilità.

In alcune posizioni particolarmente compresse cui diventa impossibile il rispetto delle distanze normative da proprietà (codice civile) o dalla banchina stradale (codice della strada) si è prevista una struttura vegetazionale intermedia non riconducibile a piante di alto fusto ai sensi del codice in quanto allevate a cespuglio e cedute creando grandi cespugli con una notevole biomassa ma poco sviluppata in altezza. Questo sistema consente di creare efficace barriere di schermatura oltre che siepe vegetali massive risultando compatibile ai vincoli normativi e gestionali.

Esiste infine un'ulteriore categorie di opere di mitigazione a verde assimilabili più ad un verde stradale e di arredo che è stata prevista nella parti permeabili più costruite ed integrate all'opera stradale stessa.

Ci si riferisce in particolare allo spazio interno alle nuove rotonde ed ad alcune aiuole che delimitano la nuova pista ciclabile. In questi casi l'obiettivo principale è stato quello di un loro inserimento paesaggistico anche sotto il profilo estetico e visivo ricorrendo comunque prevalentemente a specie già presenti e consolidate nel contesto territoriale.

Per le rotonde si è cercata un'uniformità di disegno per garantire una continuità e sobrietà estetica che fungerà anche da elemento identificativo così come per le aiuole che separano la nuova strada dalla ciclabile si è ipotizzato un modulo ripetitivo di alternanza di forme e cromatismi a riprodurre un effetto naturale ma con una scelta delle specie compatibile allo spazio disponibile per evitare interferenze. Al tempo stesso queste nuove formazioni sono state pensate per creare una zona di filtro e protezione ai ciclisti sia sotto il profilo visivo ma soprattutto per polveri e particelle (es. acqua) movimentate dallo spostamento dell'aria dovuto al passaggio e velocità dei mezzi.

Occorre rimarcare come tutte le tipologie di architetture del verde previste siano accumulate da un elevato grado di resilienza e resistenza agli stress climatici con particolar riferimento alla disponibilità di acqua. Il carattere pioniero

di molte specie unito agli accorgimenti costruttivi adottati (predisposizione di sistemi di pacciamatura per evitare l'insorgere di infestanti e garantire una maggiore umidità edafica del terreno) garantiranno infatti lo sviluppo delle piante a fronte di fabbisogni manutentivi minimi.

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | 06 - INSERIMENTO AMBIENTALE |
|-----------------------|---|
| | 06.1 Paesaggistica, inserimento ambientale ed opere a verde |
| 06.22_P00_IA01MB_PL08 | Relazione Paesaggistica - Allegato 2: Carta dei vincoli e tutele |
| 06.23_P00_IA01MB_PL09 | Relazione Paesaggistica - Allegato 3: Carta del contesto e della struttura del paesaggio |
| 06.24_P00_IA01MB_PL10 | Relazione Paesaggistica - Allegato 4: Carta della morfologia del paesaggio |
| 06.25_P00_IA01MB_PL11 | Relazione Paesaggistica - Allegato 5: Carta dell'uso del suolo |
| 06.26_P00_IA01MB_PL12 | Relazione Paesaggistica - Allegato 6: Elementi di struttura del paesaggio |
| 06.27_P00_IA01MB_PL13 | Relazione Paesaggistica - Allegato 7: Carta della percezione visiva e dell'intervisibilità |
| 06.28_P00_IA01MB_PL14 | Relazione Paesaggistica - Allegato 8: Analisi fotografica dello stato di fatto e documentazione fotografica |
| 06.02_P00_IA01MB_RE02 | Relazione tecnica e descrittiva opere a verde ed inserimento ambientale |
| 06.03_P00_IA01MB_PL01 | Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico e ambientale |
| 06.04_P00_IA01MB_PL02 | Planimetria opere a verde ed inserimento ambientale - dettaglio rotatoria |
| 06.05_P00_IA01MB_DI01 | Particolari opere a verde e sestì di impianto |
| 06.11_P00_IA01MB_PL03 | Planimetria delle opere a verde - Tav. 1/4 |
| 06.12_P00_IA01MB_PL04 | Planimetria delle opere a verde - Tav. 2/4 |
| 06.19_P00_IA01MB_PL05 | Planimetria delle opere a verde - Tav. 3/4 |
| 06.20_P00_IA01MB_PL06 | Planimetria delle opere a verde - Tav. 4/4 |

7.2 Rumore

L'impatto previsionale dell'infrastruttura è stato valutato sulla base dei risultati della campagna di rilevamenti fonometrici effettuata nella fase di PFTE, i cui risultati sono considerabili ancora rappresentativi del clima acustico infrastrutturale presente; su tali risultati sono state impostate le conseguenti simulazioni numeriche attraverso modellazione acustica.

In ottemperanza a quanto richiesto nelle istruttorie Regione Toscana rispettivamente di ottobre 2016 (A00GRT_0436065_2016-10-27) e di febbraio 2017 (A00GRT/119489):

- sono stati analizzati i livelli acustici *ante operam* e *post operam* per tutti i ricettori inclusi in una fascia estesa 300 metri per lato rispetto all’infrastruttura oltre che per i ricettori sensibili ricadenti in una fascia di ampiezza doppia rispetto a quella di pertinenza acustica dell’infrastruttura. La simulazione ha valutato tutti i piani di ciascun fabbricato e tutte le facciate di ciascun piano;
- Sono state considerate le aree edificabili già individuate negli strumenti urbanistici dei Comuni interessati dall’opera in progetto, con particolare riferimento all’area “U.I. 15 Fibbiana – via del Campo” nel Comune di Montelupo Fiorentino.
- Sono state implementate nel modello acustico le variazioni nei livelli di traffico a carico delle infrastrutture esistenti, in particolare per quanto riguarda la SS67, estendendo l’area di calcolo ad un ampio tratto di tale viabilità esistente ed individuando anche le criticità relative a questa.
- La concorsualità è stata valutata secondo le indicazioni cautelative descritte nella richiesta di integrazioni di febbraio 2017, ossia considerando la concorsualità infrastrutturale a prescindere dalla valutazione della effettiva significatività della stessa (pertanto anche nei casi di differenze di oltre 10 dB(A) dei contributi delle infrastrutture concorrenti).
- Il modello acustico, realizzato con il software SoundPLAN che adotta gli standard previsti da normativa e tarato con i risultati di rilevamenti *ante operam*, ha previsto una quantificazione cautelativa dell’incertezza ai sensi dello standard UNI/TS 11326-2 2015.
- Sono stati dunque compiuti approfondimenti in merito a tutte le potenziali criticità riscontrate, consentendo di definire gli interventi di mitigazione laddove ritenuti necessari adottando i migliori criteri tecnici disponibili.

7.2.1 Caratteristiche dello studio acustico

Lo studio acustico generale è stato effettuato sulla base della seguente metodologia:

1. individuazione e classificazione degli edifici su cui effettuare le indagini acustiche;
2. definizione delle altezze degli edifici sulla base del censimento aggiornato e dei dati bibliografici; in particolare, come da richiesta dell’Ente di Controllo, il numero di piani è stato identificato tramite sopralluoghi reali e virtuali;
3. attribuzione dei livelli equivalenti massimi diurni/notturni da rispettare in corrispondenza di ciascun punto ricettore, previa verifica di potenziali concorsualità con le infrastrutture principali;
4. introduzione dell’andamento plano-altimetrico del tracciato;
5. modellazione tridimensionale del terreno e degli ostacoli naturali/antropici alla propagazione del rumore;
6. modellazione della viabilità interferita e degli scenari *ante operam*;
7. quantificazione degli impatti per gli scenari previsti dalla normativa;

8. controllo dell'effettiva sussistenza delle concorsualità;
9. verifica dei limiti normativi ai ricettori;
10. individuazione delle mitigazioni da utilizzare;
11. dimensionamento degli interventi di mitigazione;
12. simulazione dell'impatto acustico mitigato diurno e notturno in corrispondenza dei punti ricettori, reiterando l'operazione fino al raggiungimento degli obiettivi di mitigazione, tenendo sempre presente che laddove non sia possibile raggiungere il contenimento dei livelli esterni al di sotto dei livelli di soglia, verifica dell'applicabilità dei disposti dell'Art. 6 comma 3 del DPR 142/2004 secondo cui:

“Qualora i valori di cui al comma 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori stabiliti ai sensi della tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti, misurati al centro della stanza, a finestre chiuse, con il microfono posto all'altezza di 1,5 m dal pavimento:

- 35 dB(A), Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A), Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole”

13. laddove non sia possibile verificare nemmeno quanto disposto dall'Art. 6 comma 3, sono previsti approfondimenti puntuali in relazione ad effettiva consistenza, stato e frequentazione degli edifici coinvolti, nonché sussistenza di effettiva concorsualità significativa rispetto all'infrastruttura, fornendo se necessario prescrizione in merito al risanamento diretto relativamente ai soli ricettori impattati direttamente dall'infrastruttura.

Nella Figura 1 è indicato il diagramma di flusso del processo di assegnazione e verifica dei limiti a tutti i ricettori.

Come indicatore acustico è stato adottato il livello equivalente continuo pesato “A” nei due periodi di riferimento diurno (dalle ore 6.00 alle 22.00), e notturno (dalle ore 22.00 alle 6.00 del giorno successivo).



Figura 1. Flow chart operativa per l'analisi degli impatti ai ricettori

Il modello acustico è stato realizzando sulla base delle informazioni cartografiche riportate nelle Carte Tecniche Regionali, includendo le altezze degli elementi schermanti (edifici, barriere naturali ed altri manufatti) nonché integrando alcuni aspetti relativi alle caratteristiche delle superfici in termini di riflessione acustica.

La definizione degli elementi edilizi presenti in cartografia è stata aggiornata sulla base di:

- Sovrapposizione del modello con immagini satellitari recenti, al fine di identificare gli edifici di nuova realizzazione o non più esistenti.
- Consultazione delle previsioni degli strumenti di pianificazione territoriale ex L.R., 65/2014, come richiesto in fase di istruttoria. In particolare è stata inserita nel modello un'area edificabile ubicata a Fibbiana (U.I. 15 Fibbiana – via del Campo, nel Comune di Montelupo Fiorentino); gli elementi edilizi previsti sono stati modellati considerando le quote di progetto.

Secondo quanto richiesto dall'Ente di Controllo in fase di istruttoria è stata considerata una fascia di calcolo di ampiezza pari a 300 metri per lato intorno all'infrastruttura di nuova realizzazione, conteggiando tutti gli edifici (di tipo sia residenziale che produttivo) ed i manufatti inclusi entro la stessa. Nel caso di ricettori sensibili è stata considerata una fascia di pertinenza acustica di ampiezza doppia rispetto a quella delle infrastrutture, così come previsto dalla normativa vigente.

- L'area di calcolo è stata quindi estesa in modo da includere la porzione sud dell'abitato di Montelupo fino alla rotatoria sulla SS67 all'incrocio con Via Maremmana, includendo pertanto tutta la porzione di viabilità che, ai sensi della relazione trasportistica, sarà oggetto di significativo incremento *post operam* dei flussi di traffico. Per tale nuova viabilità è stata considerata una fascia di studio ampia 100 metri per lato della SS67, in modo da considerare qualsiasi potenziale criticità ascrivibile all'incremento di flussi di traffico.

Per le simulazioni ed il calcolo dei parametri previsti da normativa si è fatto uso del software SoundPLAN, utilizzando per il calcolo del rumore stradale lo standard NMPB (basato sulla norma francese XPS 31-133).

La stima dell'**incertezza** associata al modello è stata basata sulle indicazioni fornite dall'Ente di Controllo in fase di prima istruttoria (prot. n. A00GRT_0436065_2016-10-27), che si riassumono di seguito:

“Per affrontare correttamente e sistematicamente situazioni in cui i valori modellistici sono vicini ai limiti, che in futuro potrebbe presentarsi come criticità, è necessario tenere conto dell'incertezza caratteristica associata alle simulazioni modellistiche, con un margine di confidenza del 95% (incertezza estesa). Al riguardo, lo standard UNI 11143-1: 2005 *“Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità”*, indica un valore di 3 dB come scarto massimo fra il valore stimato e quello misurato (in valore assoluto) nel caso di modelli complessi, come quello in esame, e di 2 dB per un modello semplice ben calibrato. Una volta valutata l'incertezza occorre tenerne conto cautelativamente nella valutazione di conformità al limite/soglia applicato, come indicato, per la casistica in oggetto, dallo standard UNI/TS 11326-2: 2015 *“Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 2: Confronto con valori limite di specifica”*. In particolare, occorre sommare l'incertezza al livello di rumore simulato, prima della valutazione di conformità al limite/soglia adottato, per verificare che la stima con la sua incertezza sia inferiore al limite/soglia.”

Nella redazione dei tabulati tutti i livelli ricavati per le sorgenti infrastrutturali sono stati incrementati del valore dell'incertezza richiesto **per ottenere la verifica con un margine di confidenza di almeno il 95%, obiettivo raggiunto sommando 3 dB(A) ai livelli calcolati dalle simulazioni** (valore previsto nel caso di modelli complessi).

7.2.2 Validazione del modello e campagna di rilevamenti strumentali

La taratura del modello è stata effettuata per le infrastrutture principali che saranno interessate dalla nuova configurazione della viabilità; è stata in particolare seguita la procedura qui presentata:

1. Sono state effettuate misure puntuali (di tipo spot) in postazioni rappresentative ad un orario del giorno e per un tempo rappresentativi della rumorosità diurna assoluta delle infrastrutture indagate, secondo le linee guida riportate nel DPGR 2/R del 08/01/2014; la campagna fonometrica è stata effettuata contestualmente al conteggio del parco veicoli ivi circolante, suddiviso in mezzi leggeri e pesanti. I rilievi di traffico sono stati effettuati presso le intersezioni principali, allo scopo di differenziare i conteggi sui vari rami (esempio: da Empoli verso via del Lavoro lungo la SS67, ecc.).
2. Utilizzando il software di modellazione sono state effettuate le simulazioni inserendo i dati di traffico rilevati e calibrando i valori di taratura delle singole sorgenti stradali in modo da riprodurre i valori misurati entro la tolleranza di 0.1 dB(A). Quanto si è ottenuto viene riportato Tabella 2, che riassume i risultati della validazione del modello.
3. I dati di taratura delle sorgenti infrastrutturali sono stati quindi utilizzati negli scenari di simulazione *ante e post operam* ad eccezione dei tratti di nuova realizzazione o di nuova stesa di pavimentazione, a cui è stata applicata una decurtazione dei livelli pari a 3 dB(A), ascrivibile all'utilizzo di strati d'usura basso-emissivi.

Il modello acustico è stato realizzato al fine di garantire la rappresentatività dei livelli sia relativamente al tempo di riferimento diurno che di quello notturno. A tal fine per condurre le campagne di rilevamento si è fatto riferimento alle fasce orarie di misura previste dal DPGR 2/R/2014 (Appendice B, Tabella B1, riportata nella successiva Tabella 1), che garantiscono appunto la possibilità di estendere i risultati del tempo di rilevamento ai valori mediati sull'intero periodo diurno e notturno.

| Tipologia strada | Giorni di misura | Orario di misura | Correzione per L_{Aeq} notturno * |
|---|------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Urbana o locale a basso traffico senza mezzi pesanti. | da lun. a sab. | dalle 9:00 alle 11:00 | 8 dB(A) |
| Di attraversamento o extraurbane con traffico medio con bassa percentuale di mezzi pesanti. | da lun. a sab. | dalle 10:00 alle 12:00 | 6 dB(A) |
| Extraurbane principali ad intenso traffico sia leggero che pesante, superstrade e autostrade. | da mar. a ven. | dalle 12:00 alle 15:00 | 5 dB(A) |

Nota *: L'ultima colonna riporta il fattore correttivo per ricavare il livello sonoro notturno da quello diurno misurato.

Tabella 1 Allegato B, Tabella B1 del D.P.G.R. 2/R/2014 con indicazione degli orari necessari per garantire la rappresentatività della misura

In concomitanza con i rilevamenti strumentali sono stati acquisiti anche i dati di traffico, al fine di supportare lo studio trasportistico alla base delle simulazioni dei casi ante e post operam.

I rilevamenti sono stati eseguiti con modalità e strumentazione conformi alle prescrizioni del D.M. del 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", nonché della normativa tecnica di riferimento; in particolare i rilevamenti strumentali sono stati effettuati in condizioni atmosferiche favorevoli (assenza di pioggia, ventosità inferiore a 5.0 m/s). Il microfono è stato sempre munito di cuffia antivento. Prima e dopo ogni sessione strumentale è stata eseguita la calibrazione dello strumento, con risultati conformi alle prescrizioni normative in merito alla validazione delle misure.

I risultati dei rilevamenti strumentali sono riportati nel sinottico di Tabella 2 che mostra l'ottima rispondenza tra valori misurati e valori simulati.

| Punto di misura | L_{Aeq} misurato [dB(A)] | Livello previsto da modello [dB(A)] | Scarto [dB(A)] |
|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------|
| P1 | 72.4 | 72.4 | 0.0 |
| P2 | 61.9 | 61.9 | 0.0 |
| P3 | 69.9 | 70.0 | +0.1 |

Tabella 2. Confronto tra valori misurati e valori attesi da simulazione

7.2.3 Risultati della modellazione acustica e barriere fonoassorbenti

Il confronto tra i livelli di rumore previsti ed i valori limite di immissione di rumore ha permesso di determinare gli obiettivi di mitigazione acustica, sui quali sono stati dimensionati gli interventi attivi e passivi di mitigazione. I risultati ottenuti mostrano che, dato l'inserimento dell'infrastruttura nello specifico ambito territoriale, in assenza di interventi non possono essere evitate situazioni di superamento per quanto riguarda i ricettori posti entro la fascia di

pertinenza e prossimi alla sede stradale, soprattutto nei casi di concorsualità che comportano riadattamento dei limiti dell'infrastruttura stessa.

Gli interventi strutturali finalizzati al contenimento sono stati quindi previsti secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente (asfalti basso-emissivi, il cui contributo è già stato computato nella valutazione *post operam* senza mitigazione);
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore (barriere).

Si sottolinea come la presenza di alcuni livelli *ante operam* lievemente superiori a quelli *post operam* per ricettori sulla SS67 siano dovuti alla variazione dei flussi veicolari sulla viabilità esistente a seguito dell'apertura della nuova infrastruttura, con particolare riferimento ad una diminuzione nella percentuale di mezzi pesanti.

Le mitigazioni sono state definite, come da indicazioni normative, privilegiando gli interventi alla sorgente rispetto a quelli lungo il percorso o di tipo diretto al ricettore. In quest'ottica un primo fondamentale contributo è infatti rappresentato dalla pavimentazione a tessitura ottimizzata, che ha permesso di ridurre il contributo di generazione della rumorosità, come descritto nel paragrafo dedicato. Secondariamente si deve tener presente delle criticità specifiche lungo il tracciato.

Il posizionamento delle barriere è visibile nell'elaborato 06.07_P00_IA02MB_PL01; gli elementi inseriti sono riassunti nel sinottico di Tabella 3 e descritti di seguito.

| Id. barriera | Tipo | Altezza | Lunghezza | Superficie |
|---------------------|----------------|---------|-----------|------------|
| | | [m] | [m] | [mq] |
| B1 | FONOASSORBENTE | 3 | 60 | 180 |
| B2+B3 | FONOASSORBENTE | 3 | 125 | 375 |
| B4 | FONOASSORBENTE | 2.5 | 70 | 175 |
| B5 | RIFLETTENTE | 1.5 | 45 | 68 |
| SS67-1 (modificata) | FONOASSORBENTE | 3.5 | 70 | 245 |
| SS67-2 | FONOASSORBENTE | 3.5 | 60 | 210 |

Tabella 3. Posizionamento e tipologia barriere

- **Barriera B1:** Per quanto riguarda l'innesto sulla S.S. 67, il primo ricettore da tutelare si colloca in una posizione tale da risentire pienamente dell'effetto di concorsualità tra la nuova e la vecchia infrastruttura. A tal proposito, dal momento che si registrano superamenti già ascrivibili alla sola Tosco Romagnola, l'inserzione di una barriera (B1) sulla rotatoria ha permesso di contenere i livelli riferiti alla nuova strada entro i limiti ridefiniti dalla concorsualità stessa.
- **Barriera B2+B3 e barriera B4:** Proseguendo il percorso verso le aree densamente urbanizzate, il tracciato è stato parzialmente definito su un tratto di viabilità locale (via delle Draghe) che attualmente raccorda uno degli ingressi al centro della località di Fibbiana (la attuale via del Piano), pertanto prossimo ad alcuni insediamenti. In particolare in suddetta area risulterà completamente ridefinita la viabilità vicinale, con benefici acustici derivanti dal minor carico di traffico sulle infrastrutture locali ma nel contempo con un evidente aggravio di volumi dovuti alla presenza della nuova infrastruttura. In questo senso le barriere

B2+B3 e B4 sono state inserite esplicitamente per ridurre il clima acustico verso tali fabbricati, più impattati in ragione della minore distanza.

- **Barriera B5:** L'ultima barriera sulla infrastruttura di nuova realizzazione (B5) interessa un ricettore di natura mista residenziale/fabbricato ad uso agricolo, collocato in una zona con grande densità di manufatti (abitativi e non, alcuni oggetto di esproprio), quindi potenzialmente soggetta a "permanenza di persone e/o comunità". In questo senso l'inserzione della barriera consentirà di ridurre gli effetti complessivi e riportare il ricettore menzionato entro i limiti previsti.
- **Barriera SS67-1:** Tale elemento è ubicato sulla strada SS67 presso la rotonda su via della Viaccia. Il tratto stradale in oggetto presenta già una barriera acustica di recente inserzione che scherma parzialmente il gruppo di ricettori presenti. I risultati della modellazione hanno tuttavia evidenziato come tale elemento non risulti sufficiente a risolvere le criticità relativamente ad uno dei ricettori esposti (edificio residenziale indicato con la sigla 359, schermato solo parzialmente) neppure considerando i livelli di traffico attuali. Si propone pertanto la modifica della barriera esistente, attraverso rimozione di un tratto di circa 50 metri della porzione a nord-ovest, e sostituzione con elemento mitigativo di altezza maggiore (3.5 metri). Tale elemento sarà inoltre esteso ulteriormente in lunghezza sempre in direzione nord-ovest al fine di schermare in maniera più efficace anche il ricettore limitrofo. Come mostrato dai risultati proposti tale elemento consentirà la soluzione anche delle criticità attualmente riscontrate.
- **Barriera SS67-2:** Tale elemento è ubicato nel tratto ad est della SS67 presso la rotonda su Via Maremmana a protezione di un gruppo di 3 edifici residenziali (ID 1695, 1794, 1717) per i quali l'analisi dei livelli acustici ha evidenziato la presenza di criticità già individuabili nella situazione *ante operam* e perduranti anche a seguito della modifica nei volumi di traffico.

Per alcuni ricettori è stato attestato un superamento dei limiti non sanabile attraverso apposizione di elementi schermanti, in genere per ragioni squisitamente geometriche (indisponibilità di spazi o inefficacia delle stesse, anche in relazione al rapporto costi/ricettori risanabili). Relativamente ai ricettori a carattere commerciale e produttivo per i quali si sia riscontrato superamento, in genere ubicati lungo la SS67, si precisa che già in fase di PFTE si è optato per escludere l'introduzione di elementi schermanti (barriere acustiche), in quanto le caratteristiche di esercizio delle attività richiedono la visibilità del corpo di fabbrica. La presenza di barriere, oltre a risultare difficoltosa per la presenza di parcheggi di pertinenza ed aree di movimentazione proprie dei ricettori, risulterebbe deleteria ai fini della individuabilità delle attività stesse nel tessuto urbano, con conseguente danno di immagine e possibile diminuzione del volume di affari.

La necessità di effettivi interventi a vantaggio dei ricettori con superamento è stata in seguito valutata caso per caso mediante analisi più obiettiva delle condizioni locali. A seguito di tale analisi è stata riscontrata la presenza di manufatti dismessi e di fatto abbandonati, oppure elementi per i quali il clima acustico risulterà addirittura migliorato rispetto alla condizione *ante operam*, seppur con persistenza di superamento comunque ridimensionato e praticamente in tutti i casi causato dalla rete locale di strade non concorsuali; per tali ricettori è stata esclusa la necessità di ulteriori interventi, mostrando per ogni singolo caso le motivazioni a supporto.

Il risanamento diretto è invece proposto esclusivamente per i locali adibiti ad ufficio del piano primo di un manufatto commerciale (ID ricettore 1028) ubicato lungo la SS67, per i quali i peggioramenti dei livelli assoluti considerando il nuovo assetto del traffico risultano maggiormente evidenti.

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | |
|---------------------------|---|
| | 06 - INSERIMENTO AMBIENTALE |
| | 06.2 Interventi di mitigazione del rumore |
| 06.06_P00_IA02_AMB_PL00_A | Planimetria di localizzazione dei ricettori, zonizzazione acustica e fasce stradali |
| 06.06_P00_IA02_AMB_PL01_A | Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione |
| 06.06_P00_IA02_AMB_PL02_A | Caratterizzazione clima acustico <i>ante operam</i> - diurno/notturno |
| 06.06_P00_IA02_AMB_PL03_A | Caratterizzazione clima acustico <i>post operam</i> - diurno/notturno |
| 06.06_P00_IA02_AMB_PL04_A | Caratterizzazione clima acustico <i>post</i> mitigazione - diurno/notturno |
| 06.05_P00_IA02_AMB_RE01_A | Relazione tecnica acustica e tabulati ricettori |
| 06.05_P00_IA02_AMB_RE02_A | Rapporto di misura dei rilievi acustici (da PFTE) |
| 06.06_P00_IA02_AMB_PL00_A | Planimetria di localizzazione dei ricettori, zonizzazione acustica e fasce stradali |

8 PIANO MONITORAGGIO AMBIENTALE

8.1 Obiettivi del Monitoraggio Ambientale

In conformità alle indicazioni tecniche di cui alle *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)* (MATM, MiBAC, ISRPA, rev 2014 e successivi aggiornamenti), lo scopo del Monitoraggio Ambientale (MA) proposto, è quello di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto individuate nella Verifica di Assoggettabilità a VIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
- correlare gli stati ante-operam, corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio

8.2 Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire con il Monitoraggio Ambientale, il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste "ad hoc" con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- Contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- Prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- Individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- Definire il numero, le tipologie e la distribuzione territoriale delle stazioni di misura e motivarne la scelta alla luce delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- Prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;
- Prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con le reti di monitoraggio esistenti;
- Prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti in fase di progetto;

- Pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto dell'opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull'ambiente.
- Definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA.
- Individuare i costi relativi alle fasi di Esecuzione e gestione del Piano di Monitoraggio Ambientale.

8.3 Approccio metodologico

I criteri che hanno condotto alla stesura del PMA dell'infrastruttura in progetto, hanno seguito i seguenti passi procedurali:

- *Analisi dei documenti di riferimento* e pianificazione delle attività di progettazione sulla base delle Linee Guida della CSVIA e delle prescrizioni impartite dagli enti di controllo
- *Fase ricognitiva dei dati preesistenti*: l'analisi dei dati preesistenti e degli studi specialistici effettuati nelle diverse fasi di progettazione per ciascuna componente analizzata ha permesso di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dal progetto di monitoraggio.
- *Definizione dei riferimenti normativi e bibliografici*: sia per la definizione delle metodiche di monitoraggio, sia per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali.
- *Scelta delle componenti ambientali*: le componenti ambientali interessate sono quelle individuate e studiate nella Verifica di Assoggettabilità, integrate con quelle indicate dalle prescrizioni impartite dagli Enti di controllo. Contestualmente alle componenti, sono stati definiti gli indicatori ambientali il cui monitoraggio consente di risalire allo stato delle componenti ambientali stesse che devono essere controllate.
- *Scelta delle aree da monitorare*: dedotte a seguito di un attento esame della sensibilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente. Le aree saranno differenziate in funzione dei criteri di indagine e delle potenzialità di interferenza con la componente ambientale in esame. I criteri che sono stati considerati nella loro determinazione sono:
 - presenza della sorgente di interferenza;
 - presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.
- *Programmazione delle attività*: la complessità delle opere di progetto e la durata dei lavori richiedono una precisa programmazione, in relazione allo stato di avanzamento dei lavori, delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni. Qualora si riscontrassero anomalie, occorre inoltre effettuare una serie di accertamenti straordinari atti ad approfondire e verificare l'entità del problema, determinarne la causa e indicare le possibili soluzioni.

8.4 Estensione temporale del PMA

Le finalità delle diverse fasi di monitoraggio sono così distinte:

Monitoraggio Ante Opera:

- definire le caratteristiche dell'ambiente relative a ciascuna componente naturale ed antropica, esistenti prima dell'inizio delle attività;
- rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'Opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'Opera;
- predisporre (evidenziando specifiche esigenze ambientali) il monitoraggio in modo da consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in CO e PO.

Monitoraggio Corso Opera:

- analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'Opera, direttamente o indirettamente (es.: allestimento del cantiere);
- controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
- identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio e l'eventuale adozione di azioni correttive e mitigative.

Monitoraggio Post Opera:

- confrontare gli indicatori definiti nello stato AO con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'Opera;
- controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori definiti nelle condizioni AO, sia degli altri eventualmente individuati in fase di costruzione;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione. La verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione avverrà nel corso della fase di monitoraggio PO. Laddove dovessero rilevarsi situazioni di non conformità normativa dei livelli di impatto ambientale rilevati, si provvederà a darne pronta comunicazione alla Direzione Lavori e alla Committenza in modo da poter provvedere all'eventuale integrazione delle opere di compensazione (interventi diretti e/o indiretti).

Il PMA sviluppa in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di MA.

8.5 Identificazione delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio

Un aspetto importante nella predisposizione di un Piano di Monitoraggio Ambientale consiste nell'identificazione delle componenti e degli indicatori ambientali più appropriati per descrivere compiutamente ed efficacemente gli effetti sul territorio delle attività di cantiere.

Tale analisi deve fare riferimento a due aspetti principali:

- le tipologie delle opere e delle attività di costruzione delle stesse
- la situazione territoriale ed ambientale presente nell'area di intervento.

In questo quadro è stata operata una scelta che ha portato a concentrare l'attenzione delle attività di monitoraggio su quelle componenti e su quegli indicatori ambientali che, tra tutti quelli possibili, effettivamente possono fornire utili indicazioni nella gestione dei cantieri.

I principali ricettori sensibili nell'area interessata dall'intervento in progetto sono:

- Centro abitato di Fibiiana e abitazioni isolate
- Fiume Arno
- Falda Acquifera
- Aree coltivate
- Aree vegetate
- Fauna autoctona
- Aree soggette a vincolo paesaggistico

Le fasi in cui ciascuna componente verrà monitorata dipendono dalla durata degli impatti previsti e dalle caratteristiche proprie di ogni matrice.

Tenendo presente tali scelte, si sono potute indagare e decidere le metodiche e le modalità di monitoraggio di ciascuna componente. Per ogni componente si sono effettuate scelte, ovviamente diverse, a seconda delle caratteristiche peculiari delle stesse, ma i criteri generali per il posizionamento dei punti di monitoraggio si possono ritenere comuni a tutte.

La scelta delle aree è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente, in particolare le aree di pregio o interesse individuate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale, nonché quelle indicate nel parere di compatibilità ambientale e nei provvedimenti di approvazione del progetto nei suoi diversi livelli.

I criteri che dovranno essere considerati nella loro determinazione sono:

- presenza della sorgente di interferenza;
- presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.

Per quanto riguarda le attività di misura, campionamento, analisi ed elaborazione dati, al fine di garantire la confrontabilità dei dati, saranno utilizzate le stesse metodiche su tutti gli ambiti territoriali indagati.

Si propone, pertanto, il monitoraggio delle seguenti componenti ambientali:

- **Atmosfera;**
- **Suolo e Sottosuolo**
- **Paesaggio**
- **Flora e Fauna**
- **Rumore;**
- **Acque superficiali**
- **Acque sotterranee**

Nella relazione 06.09_P00_MO03_MOA_RE01_B A è riportata una descrizione dettagliata delle indagini che saranno effettuate, suddivise per componente ambientale, con particolare riferimento alla tipologia di campionamento e misura, alla strumentazione, alle metodiche di analisi, alle frequenze di rilevamento, ecc.

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | |
|---------------------------|--|
| | 06 - INSERIMENTO AMBIENTALE |
| | 06.3 Piano di Monitoraggio Ambientale |
| 06.09_P00_MO03_MOA_RE01_B | Relazione tecnica PMA |
| 06.10_P00_MO03_MOA_PL01_B | Planimetria ubicazione punti di monitoraggio - Suolo e acqua - AO, CO, PO |
| 06.11_P00_MO03_MOA_PL02_B | Planimetria ubicazione punti di monitoraggio - Rumore e atmosfera - AO, CO, PO |
| 06.18_P00_MO03_MOA_PL03_A | Planimetria ubicazione punti di monitoraggio - Fauna, vegetazione e paesaggio - AO, CO, PO |

9 CANTIERIZZAZIONE

9.1 LE AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere previste sono di due tipologie:

- **Cantiere base**, con funzione logistica, localizzato in un'area facilmente raggiungibile e collegato con le principali arterie di comunicazione della zona
- **Cantieri Operativi** posizionati in corrispondenza delle opere più importanti e strategici ai fini di una corretta cantierizzazione di tutto l'intervento.

Tutte le aree di cantiere si rapportheranno in modo sinergico, attraverso la rete delle piste di cantiere e la viabilità esistente.

Di seguito si riporta la descrizione delle aree di cantiere base ed operative individuate, e le loro caratteristiche.

Cantiere base

Per quanti riguarda il cantiere base, si prevede la realizzazione di un unico cantiere base posto in corrispondenza della futura rotonda A e la predisposizione di una pista di cantiere lungo tutto l'asse del nuovo tracciato, necessaria per raggiungere i cantieri operativi. Nel cantiere base sarà prevista un'area per l'accumulo e la caratterizzazione dei materiali provenienti dallo scavo e/o necessari alla costruzione del rilevato stradale, saranno poi presenti aree destinate ad uffici per l'impresa e la DL. Sono anche previste barriere antirumore di altezza 3.00 m lungo il lato rivolto verso le prospicenti abitazioni.



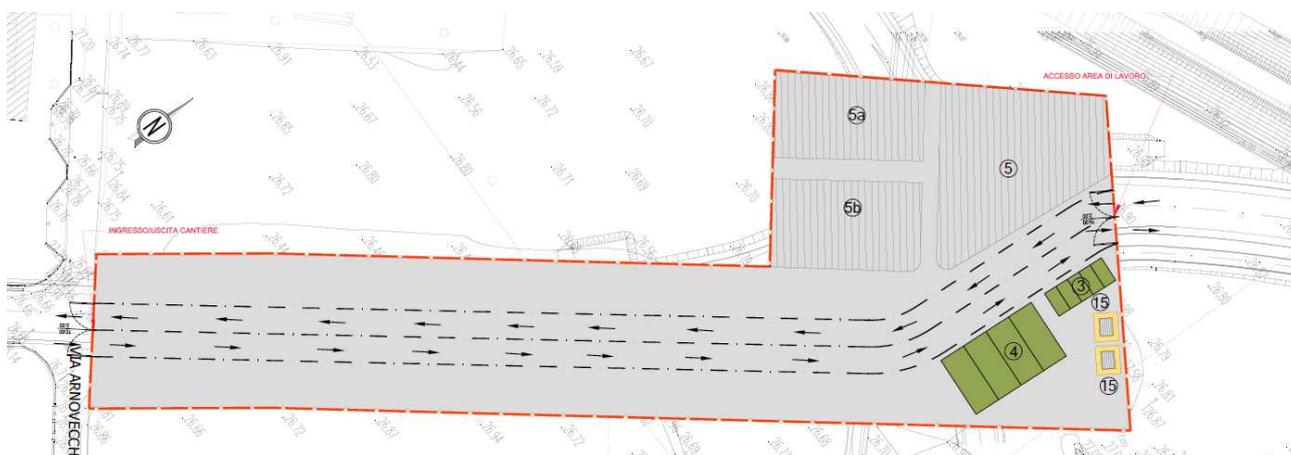
Cantiere operativo in corrispondenza della Rotatoria B

Il cantiere operativo è posizionato in corrispondenza della futura Rotatoria B. L'accesso avverrà direttamente da via Del Pino, intersezione con via Delle Draghe in una zona caratterizzata da bassi flussi di traffico. Anche in questo caso, come per il Campo Base, la viabilità interna è stata studiata in modo tale da dare diretto accesso alle aree

delle lavorazioni senza andare quindi ad interferire con la viabilità locale. Vista la vicinanza del campo base, saranno previste, oltre alle aree di stoccaggio materiali necessari per la realizzazione del rilevato di approccio al ponte, dei wc chimici e dei parcheggi per i mezzi di cantiere.

Cantiere operativo per varo del ponte

Il secondo cantiere operativo si trova in prossimità del ponte di progetto nella cassa di espansione Fibbiana 2. Le caratteristiche geometriche dell'alveo e la portata idraulica del fiume Arno non permettono né la realizzazione di pile provvisorie in esso né operazioni di giunzione e messa in opera dal basso dei conci strutturali. Al fine di limitare il più possibile le interferenze in fase di montaggio è stata scelta la tipologia di varo di punta a partire dalla spalla S2 verso la spalla S1. Il cantiere operativo è stato previsto per il solo assemblaggio e varo del ponte.



Nel capitolo specifico della cantierizzazione sono riportati gli elaborati che descrivono nel dettaglio oltre ai cantieri fissi le varie fasi del cantiere. Si rimanda per maggiore dettaglio ai seguenti elaborati grafici:

| | 09 - CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE |
|-------------------------|--|
| 09.02_P00_CA00_CAN_RE02 | Piano Ambientale della Cantierizzazione |
| 09.03_P00_CA00_CAN_PL01 | Planimetria delle fasi realizzative |
| 09.04_P00_CA00_CAN_PL02 | Corografia generale |
| 09.05_P00_CA00_CAN_LF01 | Layout aree di cantiere - campo base e campo operativo |

10 IMPIANTI

Il progetto degli impianti prevede l'illuminazione delle tre intersezioni a rotatoria, denominate Rotatoria A, Rotatoria B e Rotatoria C.

Sono state seguite le nuove Norme UNI 11248 – 2016 che forniscono le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione della strada e la Norma UNI EN 13201-2 per determinare la categoria illuminotecnica di progetto.

L'alimentazione di energia elettrica a servizio dei singoli impianti avverrà, da parte dell'ente distributore, con linee bt attestate al singolo contatore di energia.

A valle dei quadri di comando partiranno più linee di alimentazione per alimentare tutti i corpi illuminanti con una distribuzione monofase con neutro sino al punto di derivazione della linea (realizzato all'interno di apposito pozzetto), dal quale parte l'alimentazione per ogni singola lampada.

Le linee bt di distribuzione saranno interrate in cavidotti per l'alimentazione degli impianti a servizio delle rotatorie, costituiti da tubazioni in polietilene corrugato a doppia parete, serie pesante di diametro 110 mm.

Verranno utilizzati apparecchi con lampade LED della potenza di 106W; flusso luminoso 12550 lm; corpo e coperchio in pressofusione di alluminio verniciato a polvere poliesteri previo trattamento di fosfocromatazione, resistente alla corrosione ed agli agenti atmosferici; temperatura di colore della sorgente 4000K; alimentatore elettronico; classe di isolamento 2; grado IP66.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche del corpo illuminante:



$$IPEA^* = \eta_a / \eta_r$$

$$\eta_a = 123.04 \text{ lm/W}$$

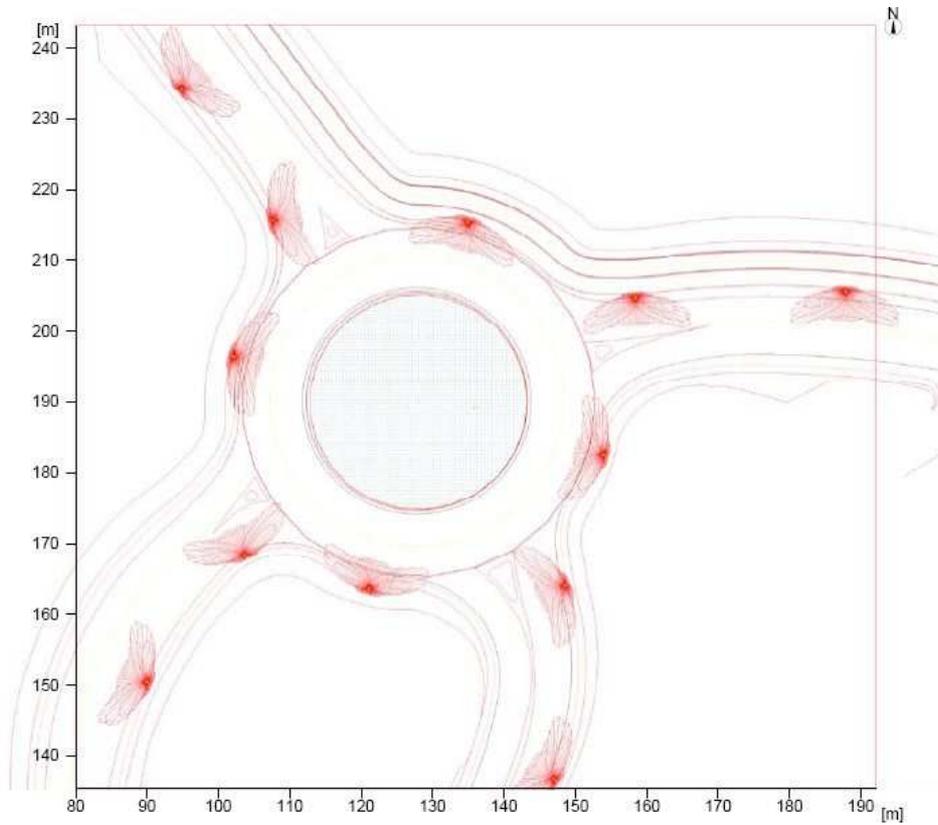
| illuminazione | η_r (lm/W) | IPEA* |
|------------------------|-----------------|------------|
| Stradale | 83 | A3+ (1.48) |
| Grandi aree | 70 | A6+ (1.76) |
| Percorsi ciclopedonali | 85 | A3+ (1.45) |
| Aree verdi | 85 | A3+ (1.45) |
| Centri storici | 65 | A7+ (1.89) |

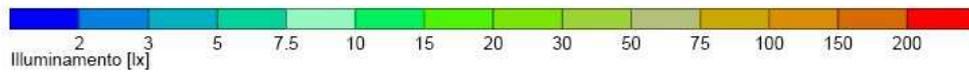
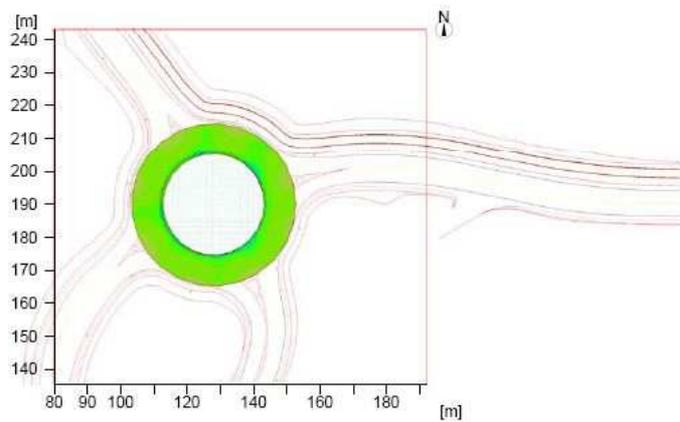
Nota: In accordo al DM 27/09/2017 (C.A.M.)

| An+ | IPEA* Range |
|-----|-----------------------------------|
| A+ | $IPEA^* > 1.10 + (0.10 \times n)$ |
| A | $1.10 < IPEA^* \leq 1.20$ |
| B | $1.00 < IPEA^* \leq 1.10$ |
| C | $0.85 < IPEA^* < 1.00$ |
| D | $0.70 < IPEA^* < 0.85$ |
| E | $0.55 < IPEA^* < 0.70$ |
| F | $0.40 < IPEA^* < 0.55$ |
| G | $IPEA^* < 0.40$ |

Di seguito vengono riportati i risultati illuminotecnici delle 3 rotatorie:

ROTATORIA 1





Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:
Altezza area di valutazione
Altezza (centro fotom.) [m]:
Fattore di mant.

Percentuale indiretta media
0.00 m
9.98 m
0.90

Flusso Totale Lampade
Potenza totale
Potenza totale per superficie (12040.00 m²)

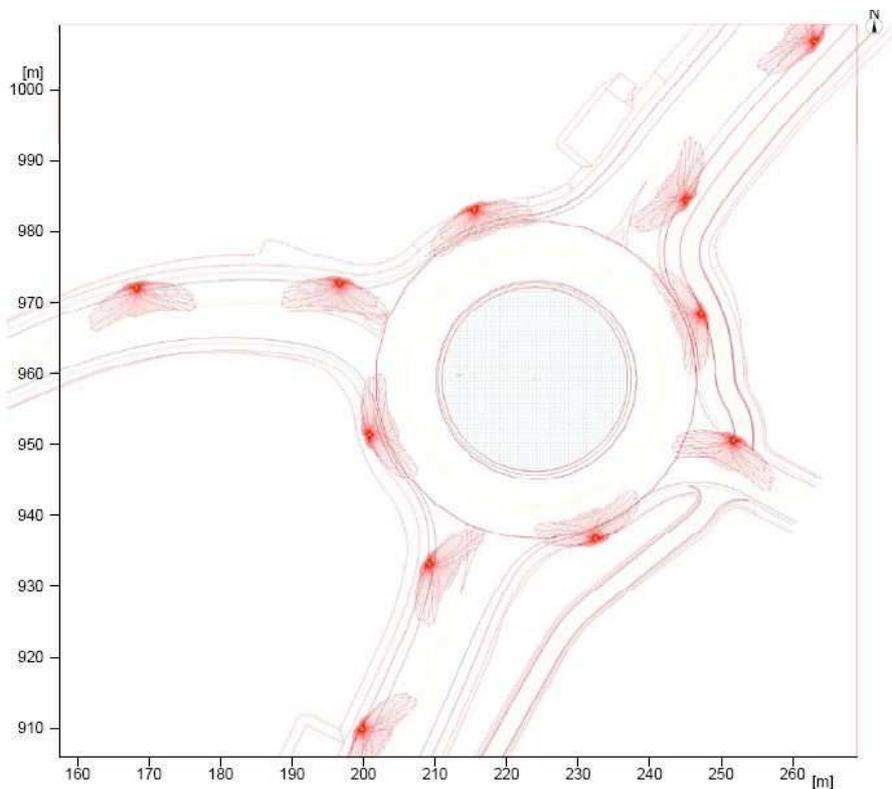
150600 lm
1224 W
0.10 W/m²

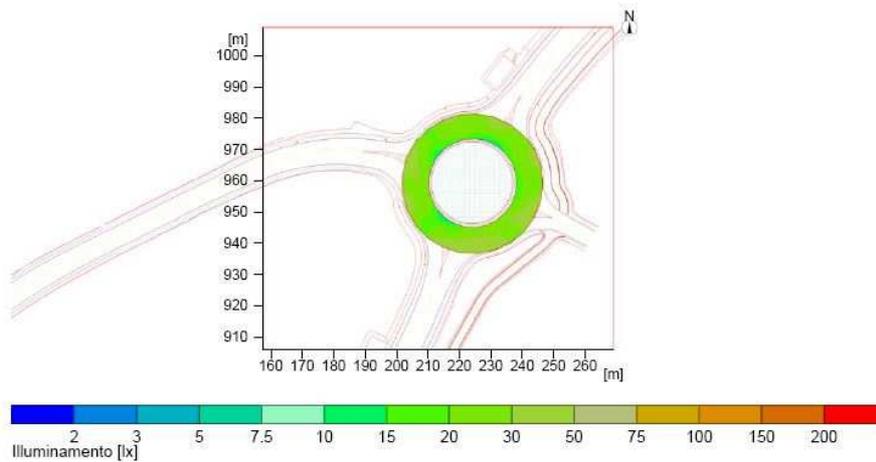
Illuminamento

Illuminamento medio
Illuminamento minimo
Illuminamento massimo
Uniformità Uo
Uniformità Ud

| | |
|-----------|---------------|
| Em | 22 lx |
| Emin | 12.1 lx |
| Emax | 33.6 lx |
| Emin/Em | 1:1.81 (0.55) |
| Emin/Emax | 1:2.76 (0.36) |

ROTATORIA 2





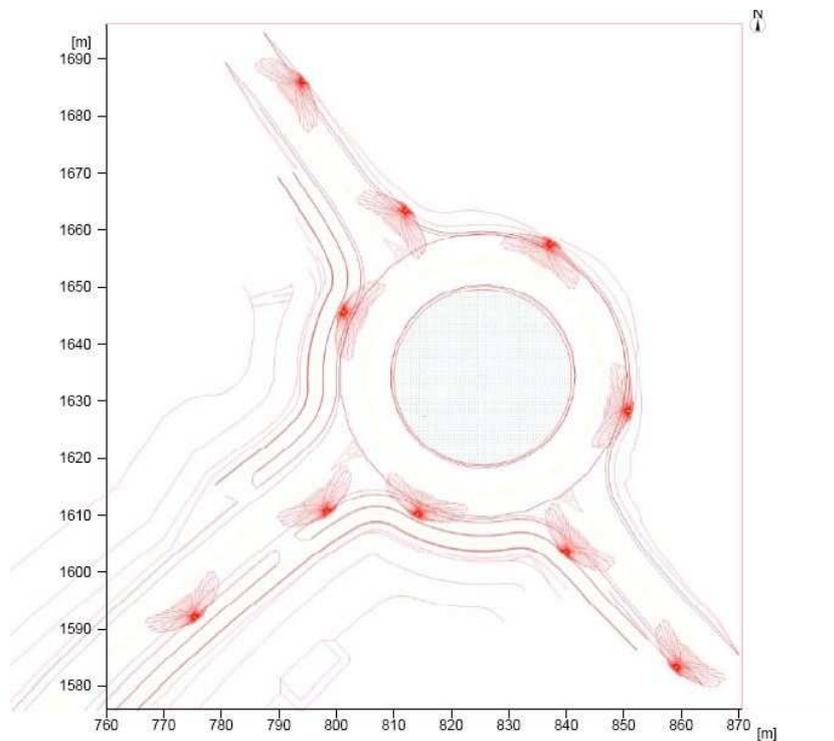
Generale

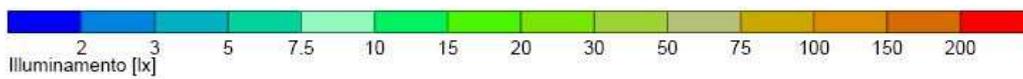
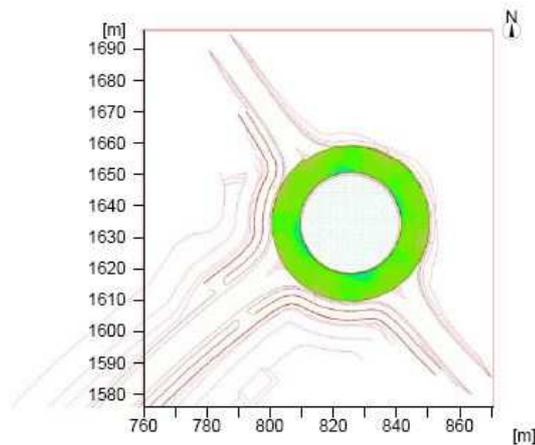
| | |
|--|-----------------------------|
| Algoritmo di calcolo utilizzato: | Percentuale indiretta media |
| Altezza area di valutazione | 0.00 m |
| Altezza (centro fotom.) [m]: | 9.98 m |
| Fattore di manut. | 0.90 |
| Flusso Totale Lampade | 138050 lm |
| Potenza totale | 1122 W |
| Potenza totale per superficie (11484.50 m ²) | 0.10 W/m ² |

Iluminamento

| | | |
|----------------------|-----------|---------------|
| Iluminamento medio | Em | 24.7 lx |
| Iluminamento minimo | Emin | 12.5 lx |
| Iluminamento massimo | Emax | 40.1 lx |
| Uniformità Uo | Emin/Em | 1:1.97 (0.51) |
| Uniformità Ud | Emin/Emax | 1:3.2 (0.31) |

ROTATORIA 3





Generale

| | |
|--|-----------------------------|
| Algoritmo di calcolo utilizzato: | Percentuale indiretta media |
| Altezza area di valutazione | 0.00 m |
| Altezza (centro fotom.) [m]: | 9.98 m |
| Fattore di manut. | 0.90 |
| Flusso Totale Lampade | 125500 lm |
| Potenza totale | 1020 W |
| Potenza totale per superficie (13260.00 m ²) | 0.08 W/m ² |

Illuminamento

| | | |
|-----------------------|-----------|---------------|
| Illuminamento medio | Em | 21.6 lx |
| Illuminamento minimo | Emin | 11.3 lx |
| Illuminamento massimo | Emax | 34.9 lx |
| Uniformità Uo | Emin/Em | 1:1.92 (0.52) |
| Uniformità Ud | Emin/Emax | 1:3.11 (0.32) |

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | |
|-------------------------|--|
| | 11 - IMPIANTI TECNOLOGICI E ILLUMINAZIONE |
| 10.02_P00_IM00_IMP_PL01 | Planimetria impianti tecnologici e illuminazione |

11 INTERFERENZE

Nel progetto sono riportate le reti e gli impianti dei Pubblici Servizi attualmente esistenti sulle aree interessate dall'intervento e la tipologia risolutiva da adottare per eliminare la loro interferenze con l'infrastruttura di progetto.

Durante le precedenti fasi della progettazione sono state censite alcune interferenze che sono state recepite negli elaborati del presente progetto. Durante la pregressa Conferenza dei Servizi, tenutasi nel 2016, e l'iter di non assoggettabilità del progetto a VIA non sono emerse, da parte degli enti competenti, ulteriori segnalazioni.

Nella presente fase progettuale sono stati acquisiti ulteriori documenti ad integrazione di quanto già indicato e si è proceduto quindi ad ipotizzare la risoluzione delle interferenze stesse che andranno però concordate con gli enti Competenti.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle interferenze censite, della relativa ipotesi di risoluzione e l'importo dei costi:

| N°cod. interferenza | Asse stradale | Posizione | Tipologia Interferenza | Tipologia materiale | Quota | Sezione Tipo risoluzione | Risoluzione Interferenza |
|---|---------------|--------------|------------------------|---------------------------|-------|--------------------------|--------------------------------------|
| FOGNATURA (Ente gestore-Acque S.p.A.) | | | | | | | |
| F1 | Asse B-C | Pk. 0+375 Km | Attraversamento | Fognatura in PVC ø 630 mm | ND | Sezione Tipo 4 | Protezione tubatura esistente L=80m |
| ACQUEDOTTO (Ente gestore-Acque S.p.A.) | | | | | | | |
| A1 | Asse A-B | Pk. 0+182 Km | Attraversamento | Ghisa sferoidale ø 250 mm | ND | Sezione Tipo 1 | Protezione tubatura esistente L=35m |
| A2 | Asse A-B | - | Parallelismo | Ghisa sferoidale ø 250 mm | ND | Sezione Tipo 2 | Nuova tubatura L=400m |
| A3 | Asse B-C | - | Parallelismo | Ghisa sferoidale ø 250 mm | ND | Sezione Tipo 2 | Nuova tubatura L=100m |
| A4 | Asse B-C | Pk. 0+660 Km | Attraversamento | PVC 1 1/2 " | ND | Sezione Tipo 3 | Protezione tubatura esistente L=60m |
| A5 | Rotatoria C | - | Attraversamento | Ghisa sferoidale ø 250 mm | ND | Sezione Tipo 1 | Protezione tubatura esistente L=100m |
| LINEA AEREA MT (Ente gestore-ENEL) | | | | | | | |
| E1 | Asse A-B | Pk. 0+245 Km | Attraversamento | ND | ND | - | Catenaria non interferente |
| E2 | Rotatoria C | - | Attraversamento | ND | ND | - | Catenaria non interferente |
| LINEA AEREA BT (Ente gestore-ENEL) | | | | | | | |
| E3 | Rotatoria C | - | Attraversamento | ND | ND | - | Spostamento palo |
| LINEA AEREA TELEFONICA (Ente gestore-Telecom) | | | | | | | |
| T1 | Asse A-B | Pk. 0+660 Km | Attraversamento | ND | ND | Sezione Tipo 5 | Spostamento palo |
| T2 | Asse 1B | Pk. 0+025 Km | Attraversamento | ND | ND | Sezione Tipo 5 | Franco minimo da alzare |
| ILLUMINAZIONE PUBBLICA (Ente gestore- Comuni Capraia e Limite) | | | | | | | |
| I1 | Rotatoria C | - | Attraversamento | ND | ND | | Illuminazione di progetto rotatoria |
| ILLUMINAZIONE PUBBLICA (Ente gestore- Comuni Montelupo Fiorentino) | | | | | | | |

| N°cod. interferenza | Asse stradale | Posizione | Tipologia Interferenza | Tipologia materiale | Quota | Sezione Tipo risoluzione | Risoluzione Interferenza |
|---|---------------|--------------|------------------------|---------------------|-------|--------------------------|--------------------------|
| I2 | Asse A-B | Pk. 0+650 Km | Attraversamento | ND | ND | | Spostamento punto luce |
| I3 | Rotatoria A | | Attraversamento | ND | ND | | Non interferente |
| GAS (Ente gestore-Toscana Energia) | | | | | | | |
| G1 | Rotatoria C | - | Parallelismo | ND | ND | Sezione Tipo 5 | Nuova tubatura L=90m |

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | 07 - INTERFERENZE |
|---------------------------|---|
| 07.01_P00_IN00_INT_RE01_B | Relazione tecnica |
| 07.02_P00_IN00_INT_PL01_B | Planimetria generali con ubicazione servizi a rete esistenti |
| 07.03_P00_IN00_INT_PL02_B | Acquedotto - Planimetria censimento e risoluzione interferenze |
| 07.04_P00_IN00_INT_PL03_B | Gas, telefonia e rete elettrica - Planimetria censimento e risoluzione interferenze |
| 07.05_P00_IN00_INT_PL04_B | Fognatura e illuminazione - Planimetria censimento e risoluzione interferenze |

12 ESPROPRI

I comune interessato dall'intervento sono: Empoli, Montelupo Fiorentino e Capraia e Limite.

L'estensione delle aree coinvolte è pari a:

- Aree da espropriare in via definitiva pari a circa **mq. 86.560**;
- Aree asservire pari a circa **mq. 16.425**;
- Aree da occupare temporaneamente pari a circa **mq. 16.970**

Le aree interessate dall'intervento sono determinate in aree da espropriare su cui avverrà la realizzazione delle opere di progetto, aree oggetto di occupazione temporanea definite da: aree di cantiere e relativa viabilità provvisoria, aree da destinarsi a depositi – provvisori - di materiali di risulta etc., aree oggetto di servitù definite da: aree da asservire per la realizzazione di strade di accesso ai fondi interclusi.

Nella definizione delle aree, si è cercato di adeguare i limiti dalle aree di occupazione coinvolte ai limiti di proprietà catastale secondo i criteri indicati:

- Acquisizione dell'intera particella nel caso in cui la superficie interessata superi la metà della superficie costituente la particella stessa e comunque nel caso di particelle residue di poche decine di metri;
- Evitare la costituzione di particelle residue intercluse;
- Limitare il coinvolgimento delle corti degli edifici, le aree urbane e le pertinenze di qualsiasi tipo, ove non strettamente necessarie.

Per la definizione geometrica delle sezioni trasversali di ingombro delle aree si è operato secondo i seguenti criteri:

- Nelle situazioni normali di rilevato e viadotto la fascia di esproprio è pari a ml. 2,00 a destra e a sinistra della sede stradale, ove per sede stradale si intende il limite esterno del fosso di guardia e/o la proiezione a terra del viadotto. Questa fascia è stata ridotta nel caso in cui fossimo in prossimità di edifici esistenti.

L'occupazione temporanea viene valutata in base alle ubicazioni previste dei cantieri e della relativa viabilità interna. In linea di massima è stata identificata una fascia di occupazione provvisoria, esterna a quella di occupazione permanente, di larghezza pari a 3.00 m, salvo casi isolati in cui questa fascia è stata ridotta ad 1.50 m per evitare di interessare fabbricati esistenti o zone residenziali

Per maggiori dettagli si vedano i seguenti elaborati:

| | 08 - ESPROPRI |
|-------------------------|-----------------------|
| 08.01_P00_ES00_ESP_RE01 | Relazione Tecnica |
| 08.02_P00_ES00_ESP_RE02 | Elenco ditte |
| 08.03_P00_ES00_ESP_PC01 | Planimetria catastale |