



COMUNE DI FIRENZE

Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP



ambiente s.p.a.
ingegneria consulenza laboratori
per l'ambiente



**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI
COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO - FASE C**

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

STUDIO ED INDAGINI PRELIMINARI

Idrologia e idraulica

Relazione idrologica idraulica

COMUNE DI FIRENZE
SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. FILIPPO MARTINELLI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. CHIARA BERSIANI

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE E DEL COORDINAMENTO FRA
LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. PAOLO MARCHETTI



Gruppo di Progettazione:

Ing. A. Piazza (Coordinatore Tecnico)
Dott. Geol. F. Valdemarin (Progettazione Geologica)
Ing. A. Benvenuti (Progetto Opere Idrauliche)
Dott.ssa B. Sassi (Indagini Preliminari Archeologiche)
Ing. F. Tamburini (Studi di carattere Ambientale)
Ing. M. Angeloni (Valutazione Previsionale di Impatto Acustico)
Ing. S. Caminiti (Prog. Ferrotranviario Studi Trasportistici)
Ing. J. Wajs (Progetto Impianti Tecnologici)
Ing. G. D'Angelo (Progetto Strutture)
Ing. D. Salvo (Progetto Arch./Paesaggistico Inser. Urbanistico)
Ing. F. Conti (Sicurezza - Prime Disposizioni)
Ing. B. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Ing. G. Coletti (Progettazione Funzionale Depositi Tramviari)
Ing. L. Costalli (Esperto in Esercizio)
Ing. F. Azzarone (Impianti Meccanici)
Ing. D. D'Apollonio (Impianti Elettrici)
Ing. V. Astorino (Cantierizzazione)
Ing. P. Caminiti (Viabilità Interferenti)
Arch. A. Moscheo (PP.SS. Interferenti)
Ing. A. Lucioni (CAM)
Ing. D. Russo (Stime, Capitolati)

| COMMESSA | LINEA | FASE | DISCIPLINA | TIPO/NUMERO | REV. | SCALA | NOME FILE |
|----------|-------|------|------------|-------------|------|-------|-------------------------|
| B382 | 42 | SF | IDR | RT001 | C | | B382-4.2-SF-IDR-RT001-C |

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|-------------|--|-----------|------------|-----------|
| 0 | Dic 2019 | EMISSIONE | BENVENUTI | LUCIONI | MARCHETTI |
| 1 | Luglio 2020 | AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIA DI VALIDAZIONE | BENVENUTI | LUCIONI | MARCHETTI |
| 2 | Nov 2020 | AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIA CDS | BENVENUTI | LUCIONI | MARCHETTI |

SOMMARIO

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE | 4 |
| 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO | 6 |
| 3.1 P.G.R.A. – DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE | 6 |
| 3.2 L.R. 79/2012 | 10 |
| 3.3 NTC 2018 | 12 |
| 3.4 L.R. 41/2018 | 14 |
| 3.5 S.U. COMUNALE | 19 |
| 3.5.1 <i>Aggiornamento del quadro conoscitivo</i> | 19 |
| 4. ANALISI IDRAULICA PRELIMINALE | 21 |
| 4.1 CONTESTO DI PERICOLOSITA' E BATTENTI IDROMETRICI | 23 |
| 4.2 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDRAULICO | 33 |
| 4.3 CRITERI E OPERE PER LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI | 37 |
| 4.3.1 <i>Analisi delle volumetrie sottratte al libero deflusso delle acque di esondazione</i> | 41 |
| <i>Calcolo delle volumetrie nell'ambito del Comune di Firenze</i> | 41 |
| <i>Calcolo delle volumetrie nell'ambito del Comune di campi bisenzio</i> | 42 |
| 4.3.2 <i>Canali e aree ad esondazione controllata</i> | 46 |
| <i>Interventi nel Comune di campi bisenzio</i> | 46 |
| 4.4 APPROFONDIMENTI IDRAULICI DEL PROGETTO DEFINITIVO | 49 |
| 5. RISULTATI | 51 |

1. PREMESSA

Il presente documento tratta gli aspetti idraulici a supporto del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica del prolungamento della linea tranviaria di Firenze, Linea 4.2, estensione per Campi.

In particolare, valuta la fattibilità idraulica preliminare dell'infrastruttura lineare in argomento ai sensi e per gli effetti del P.G.R.A. dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale e della L.R. 41/2018 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49, in relazione alla trasformazione del territorio attesa e ai fini della tutela dei corsi d'acqua interessati. La norma prevede infatti condizioni specifiche per la realizzazione del prolungamento tramviario, in base alla pericolosità da alluvione del territorio in è prevista la sua realizzazione.

In relazione al contesto di intervento particolare attenzione dovrà essere posta nei successivi livelli progettuali agli aspetti inerenti le interferenze con i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico (Fosso Reale e relativi colatori, canale Macinante, Fossetto San Donnino ecc.). I criteri di intervento dovranno garantire il non aggravio delle condizioni di deflusso e fatti salvi accessi per consentire le operazioni di manutenzione da parte del Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno.

L'analisi idraulica di fattibilità di cui trattasi è stata condotta sia sulla base del quadro conoscitivo vigente, di cui al Piano Gestione Rischio Alluvioni dell'Autorità di Distretto Settentrionale (2015), sia sulla base di studi idrologici idraulici più recenti, finalizzati ad un aggiornamento delle pericolosità da alluvione e più in generale del quadro conoscitivo per il reticolo minore.

L'obiettivo quindi dello studio è quello di individuare, a livello preliminare, le condizioni per la trasformazione del territorio e, nello specifico, per la realizzazione della nuova infrastruttura lineare nell'ambito del sistema tramviario fiorentino e le opere finalizzate alla gestione del rischio alluvione.

Nelle successive fasi progettuali dovrà essere implementata, sulla base delle condizioni a contorno di bacino (PGRA 2021), una modellistica idraulica bidimensionale che tenga conto degli interventi per la gestione del rischio già realizzati, in corso di realizzazione e che saranno realizzati prima dell'aggiornamento del P.G.R.A con conseguente, verosimile, riduzione del rischio da alluvione nel comparto di riferimento.

Tale analisi di dettaglio dovrà valutare l'efficacia delle opere di gestione del rischio proposte in questa fase (cassa sul fossetto San Donnino, cassa di rigurgito sul colatore ecc), ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica in relazione al contesto di pericolosità della piana e del non superamento del rischio medio R2 per l'infrastruttura in progetto, in caso di eventi alluvionali.

Il progetto prevede alcuni manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua (Fosso Reale ecc.) che dovranno ottemperare alle indicazioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali contenuti al Capitolo 5 del Decreto del 17/01/2018 con il quale il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha provveduto all'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

In particolare, al paragrafo 5.1.2.3 sono riportate le prescrizioni relative alla compatibilità idraulica delle opere di attraversamento fluviale che saranno puntualmente accertate nei successivi livelli di progettazione.

2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il tracciato della linea 4.2, Piagge – Campi Bisenzio è l'estensione della linea, in fase di definizione, 4.1 Leopolda – Piagge. Nel suo sviluppo la linea 4.2 insiste sui territori comunali di Firenze, Campi Bisenzio.

La lunghezza della linea 4.2, misurata a partire dal termine linea della 4.1 in prossimità del Capolinea Piagge, e della fermata FS Le Piagge, fino al Capolinea Rucellai in piazza Aldo Moro a Campi è di 5km e 543metri.

Il territorio attraversato si presenta solo parzialmente urbanizzato, e solo alcune aree del centro abitato di Campi e delle Piagge sono caratterizzati da un tessuto edilizio definibile denso, altre come il territorio compreso tra San Donnino e San Piero a Ponti, ha caratteristiche extraurbane. La morfologia del territorio compreso tra Le Piagge e Campi si presenta regolare nell'andamento planimetrico con una quota di campagna costante intorno ai 36m slm, lungo tutta la previsione del tracciato. I dislivelli presenti sono di origine antropica, determinati da rilevati stradali, argini e sistemi di casse di espansione.

La linea si sviluppa all'interno di tessuti urbani variegati cittadini all'interno dell'abitato di Campi Bisenzio, alle Piagge e a Brozzi, ed extraurbani tra San Donnino e San Piero a Ponti.

Le undici fermate ipotizzate sono quattro nel comune di Firenze (Nave di Brozzi, Campania, Abruzzi, San Donnino), sette nel comune di Campi Bisenzio (Pistoiese, Castagno, Repubblica, Racchio, Palagetta, Giordano Bruno, Rucellai)

Il tracciato è interferente con la viabilità esistente per solo una parte ridotta della sua estensione, gran parte del suo sviluppo si affianca a direttrici principali di traffico senza modifiche alla sede stradale attuale. Sono presenti dieci intersezioni con la viabilità esistente. Queste intersezioni necessitano di un impianto semaforico, per regolare i tempi di attraversamento della tramvia, dei pedoni e dei veicoli che impegnano l'incrocio.

Ad esclusione delle intersezioni, le variazioni alle sezioni stradali esistenti sono circoscrivibili ad alcune strade nell'area di Brozzi-Piagge, e dell'abitato di Campi, le aree più densamente edificate.

Le vie soggette ad una variazione della sezione stradale sono una porzione di Via Lazio in corrispondenza della Stazione FS Le Piagge, via Campania e via Abruzzi nella zona Brozzi Piagge, via Sandro Botticelli e via del Ghirlandaio nell'abitato di Sesto.

Nella fase di redazione il tracciato è stato compatibile con i progetti di espansione nell'area nei pressi di via Palagetta, e la nuova rotonda "San Donnino" lungo la S.R.T 66 variante Pistoiese.

Lungo il tracciato sono state individuate delle aree da destinarsi a parcheggi, per favorire lo scambio intermodale traffico privato trasporto pubblico, di cui il principale con circa 300 posti auto è il Parcheggio Castagno posto in prossimità dell'omonima fermata.

Il deposito per il rimessaggio e la manutenzione mezzi in esercizio sulla linea 4.1 – 4.2 è stata individuata in un'area posta a nord della S.R.66 a metà dello sviluppo lineare dell'abitato San Donnino.

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

3.1 P.G.R.A. – DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) delle Units of Management (U.O.M.) Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone, è redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 ed è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone. Ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate, tenendo conto delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato e sulla base delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni di cui all'art. 6, le misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e di risposta e ripristino finalizzate alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone. Sono soggette alla Disciplina di Piano le aree riportate nelle mappe della Pericolosità da Alluvione Fluviale, così classificate:

pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;

pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;

pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

Nella figura seguente, si riporta uno stralcio della Mappa della Pericolosità da Alluvione Fluviale relativa alle aree di intervento suddivisa per Comuni.

Si osserva che il tracciato ricade tutto in aree da alluvione poco frequente interessati da allagamenti per TR= 200 anni ad eccezione di un tratto interferenze con il sistema di casse S. Donnino nel Comune di Campi.



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

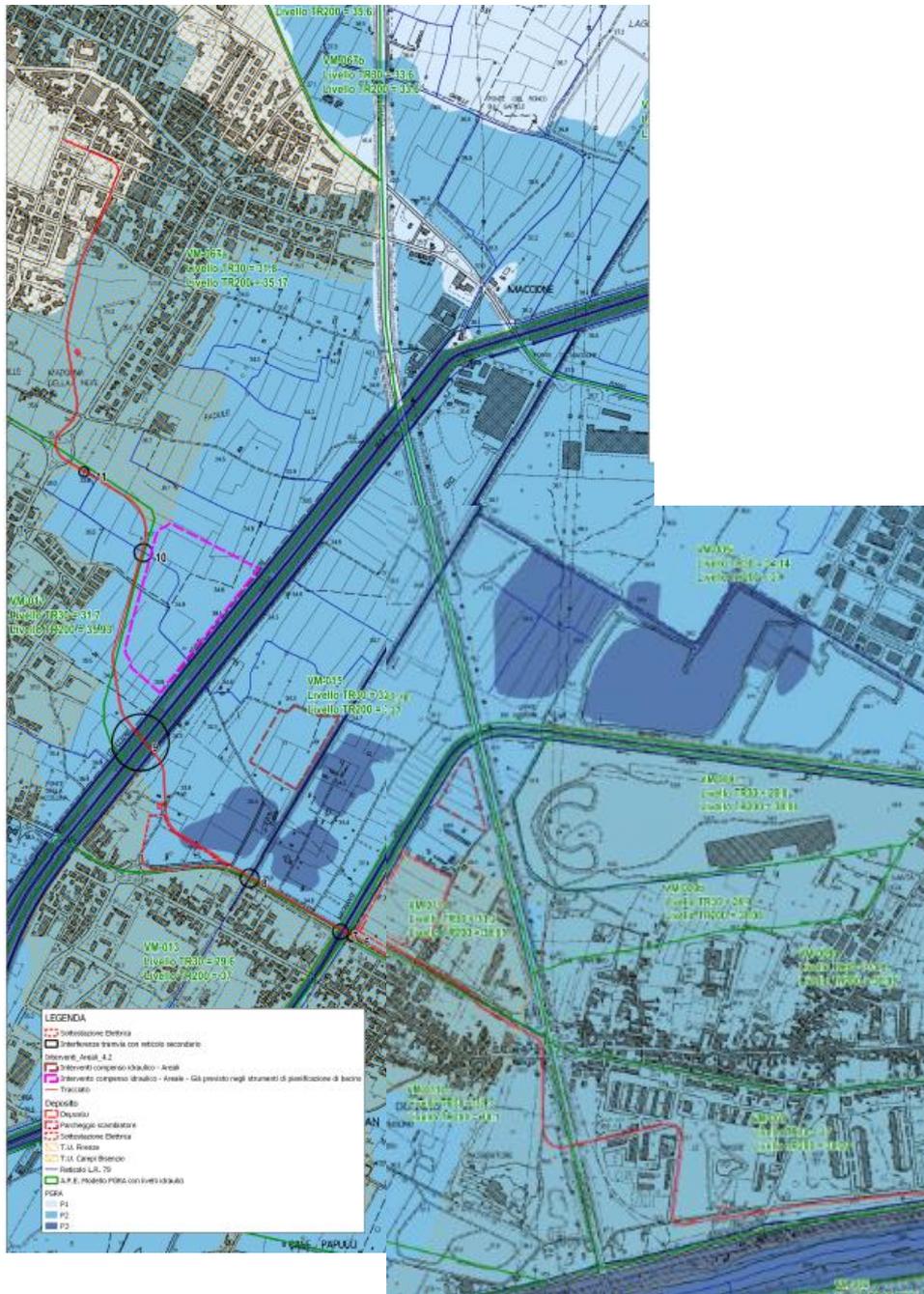


Figura 1 – PGRA - Pericolosità da Alluvione nel Comune di Campi e di Firenze

Nella Disciplina di Piano, CAPO II, SEZIONE I sono riportate le norme e gli indirizzi a scala di bacino relative alle aree a pericolosità da alluvione fluviale.

In particolare, in aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) valgono i disposti di cui all'art.7 di cui si riporta un estratto:

Art. 7. Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme

[...]

*2. Nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1, l' **Autorità di Bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati**, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:*

a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA;

b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;

c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;

*d) **nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale primaria, se non diversamente localizzabili;***

e) nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi; nonché interventi di ampliamento, di ristrutturazione di tali impianti e infrastrutture.

3. Fatto salvo quanto previsto all'art. 14 comma 8, nelle aree P3 non sono consentite: a) previsioni di nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali; b) previsioni di nuove aree destinate alla realizzazione di impianti di cui all'allegato VIII alla

parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006; c) previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi e volumi interrati; [...]

In aree a pericolosità da alluvione media (P2) valgono i disposti di cui all'art.9:

Art. 9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P 2) – Norme

[...]

*2. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, **l'Autorità di Bacino si esprime sugli interventi***

***di seguito elencati**, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:*

- a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA;*
- b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;*
- c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;*
- d) **nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria;***
- e) interventi di ampliamento, di ristrutturazione e nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi nonché gli impianti dichiarati di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.[...]*

3.2 L.R. 79/2012

In attuazione alla Legge Regionale 27 dicembre 2012, n. 79 - Nuova disciplina in materia di Consorzi di Bonifica, la Regione Toscana ha individuato il reticolo idrografico e di gestione, approvato la prima volta nel 2013 ed aggiornato con Delibera di Consiglio 101/2016. Successivamente, il reticolo è stato adeguato esclusivamente dal punto di vista tecnico, con modifiche minime rispetto alla consistenza chilometrica complessiva. In figura seguente è riportato il tracciato tramviario di progetto con evidenza del reticolo idrografico e di gestione, nel suo aggiornamento più recente, approvato con Delibera di Giunta 899/2018.

Si rimanda all'elaborato grafico B382-4.2-SF-IDR-PP001-A_Quadro_Conoscitivo_Attuale per la rappresentazione del reticolo classificato nel contesto di riferimento.

Il reticolo di gestione è soggetto al R.D. n. 523 del 25/07/1904 rappresenta il Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

Gli interventi in alveo o nelle pertinenze di un corso d'acqua dichiarato pubblico o su superfici appartenenti al demanio idrico catastalmente definite, ovvero che per qualsiasi altro motivo intendano occupare, temporaneamente o in modo permanente, anche in subalveo o in proiezione, superfici appartenenti al demanio idrico sono soggetti ad autorizzazione idraulica ai sensi del R.D. 523/1904.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, sono opere ed interventi la cui realizzazione è subordinata al rilascio dell'autorizzazione idraulica ai sensi del R.D. 523/1904:

- ponti carrabili, ferroviari, passerelle pedonali;
- attraversamenti dell'alveo con tubazioni e condotte interrate, sospese o aggraffate ad altri manufatti di attraversamento;
- attraversamenti dell'alveo con linee aeree elettriche, telefoniche o di altri impianti di telecomunicazione;



- tubazioni aggraffate ai muri d'argine che occupino l'alveo in proiezione orizzontale;
- muri d'argine ed altre opere di protezione delle sponde;
- opere di regimazione e di difesa idraulica;
- opere di derivazione e di restituzione e scarico di qualsiasi natura;
- scavi e demolizioni.

Valgono inoltre i seguenti disposti:

Art. 93: *Nessuno può fare opere nell'alveo dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici e canali di proprietà demaniale, cioè nello spazio compreso fra le sponde fisse dei medesimi, senza il permesso dell'autorità amministrativa. Formano parte degli alvei i rami o canali, o diversivi dei fiumi, torrenti, rivi e scolatoi pubblici, ancorché in alcuni tempi dell'anno rimangono asciutti.*

Art. 96: *Sono lavori ed atti vietati in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese i seguenti: [...]*

f) Le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi;

g) Qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, a cui sono destinati gli argini e loro accessori come sopra, e manufatti attinenti;

h) Le variazioni ed alterazioni ai ripari di difesa delle sponde dei fiumi, torrenti, rivi, canali e scolatoi pubblici tanto arginati come non arginati, e ad ogni altra sorta di manufatti attinenti; [...]

3.3 NTC 2018

Con Decreto del 17/01/2018 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha provveduto all'Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

I criteri generali e le indicazioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali sono contenuti al Capitolo 5. In particolare, al paragrafo 5.1.2.3 sono riportate le prescrizioni relative alla compatibilità idraulica delle opere di attraversamento fluviale.

5.1.2.3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto deve essere corredato da uno studio di compatibilità idraulica costituito da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte. L'ampiezza e l'approfondimento dello studio e delle indagini che ne costituiscono la base devono essere commisurati all'importanza del problema e al livello di progettazione. Deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno T_r pari a 200 anni ($T_r=200$). Coerentemente al livello di progettazione, lo studio di compatibilità idraulica deve riportare:

- *l'analisi idrologica degli eventi di massima piena e stima della loro frequenza probabile;*
- *la definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;*
- *la definizione della scala delle portate nelle condizioni attuali, di progetto, e nelle diverse fasi costruttive previste, corredata dal calcolo del profilo di rigurgito indotto dalla presenza delle opere in alveo, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti;*
- *la valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni di pile, spalle e relative fondazioni, nonché di altre opere in alveo provvisoriale e definitive,*

tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti oltre che dei fenomeni erosivi generalizzati conseguenti al restringimento d'alveo;

- l'esame delle conseguenze di urti e abrasioni dovuti alla presenza di natanti e corpi flottanti.

Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali.

Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente.

Per i ponti esistenti, eventualmente interessati da luci nette di misura inferiore, è ammesso l'allargamento della piattaforma, a patto che questo non comporti modifiche dimensionali delle pile, delle spalle o della pianta delle fondazioni di queste, e nel rispetto del franco idraulico come nel seguito precisato. In tutti gli altri casi deve essere richiesta l'autorizzazione all'Autorità competente, che si esprime previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo, cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione.

Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture e il fondo alveo. Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non

inferiore a 40 m. Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

Nelle successive fasi progettuali dovrà essere svolto uno studio specifico ai sensi della NTC 2018.

3.4 L.R. 41/2018

Con la L.R. 24 luglio 2018, n. 41 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014, la Regione Toscana disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua.

Nel rispetto della normativa comunitaria e statale di riferimento, la Legge Regionale classifica le aree a pericolosità da alluvione come segue:

- **“aree a pericolosità per alluvioni frequenti”**: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.Lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni frequenti o a pericolosità per alluvioni elevata (allagabilità per tempi di ritorno non inferiori a trenta anni);
- **“aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti”**: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.Lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti o a pericolosità per alluvioni media (allagabilità per tempi di ritorno non inferiori a duecento anni).

Dalla combinazione dei battenti e delle velocità della corrente associati allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti, si definisce la “magnitudo idraulica” di una determinata area:



1. **“magnitudo idraulica moderata”**: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
2. **“magnitudo idraulica severa”**: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
3. **“magnitudo idraulica molto severa”**: battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri.

Al Capo III della L.R.41/2018, sono contenute le disposizioni relative agli interventi edilizi all'interno del perimetro del territorio urbanizzato, In particolare, l'art.13, individua i condizionamenti relativi alle infrastrutture lineari o a rete:

Art. 13 - Infrastrutture lineari o a rete

1. ***Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).***
2. ***Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.***

3. L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

[...]

dove con “rischio medio R2”, definito dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180), si intende il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:

[...]

b) parcheggi in superficie, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;

6. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi, solo se non diversamente localizzabili, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.



Al Capo IV della L.R.41/2018, sono contenute le disposizioni relative agli interventi edilizi all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato, In particolare, l'art.16, individua i condizionamenti relativi alle infrastrutture lineari o a rete:

Art. 16 - Infrastrutture lineari o a rete

5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzate nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

Ai fini della tutela dei corsi d'acqua, l'art. 3 individua gli interventi consentiti negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79.

In particolare:

Art. 3 - Tutela dei corsi d'acqua

[...]

2. Negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento e delle condizioni di cui al comma 5, sono consentiti i seguenti interventi:

a) interventi di natura idraulica, quali in particolare:

- 1) trasformazioni morfologiche degli alvei e delle golene;**
- 2) impermeabilizzazione del fondo degli alvei;**
- 3) rimodellazione della sezione dell'alveo;**
- 4) nuove inalveazioni o rettificazioni dell'alveo.**



- b) reti dei servizi essenziali e opere sovrapassanti o sottopassanti il corso d'acqua;**
c) opere finalizzate alla tutela del corso d'acqua e dei corpi idrici sottesi;
d) opere connesse alle concessioni rilasciate ai sensi del regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 (Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici);
e) interventi volti a garantire la fruibilità pubblica;
f) itinerari ciclopedonali;
g) opere di adduzione e restituzione idrica;
h) interventi di riqualificazione ambientale.
- [...]
5. Gli interventi di cui ai commi 2, 3 e 4 sono consentiti, previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:
- a) sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;
b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;
c) non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;
d) non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;
e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;
f) il patrimonio edilizio esistente di cui al comma 3 sia inserito nel piano di protezione civile comunale al fine di prevenire i danni in caso di evento alluvionale.
6. Il rispetto delle condizioni di cui al comma 5 costituisce elemento di verifica della compatibilità idraulica ai fini del rilascio dell'autorizzazione di cui al medesimo comma 5. L'autorizzazione idraulica è rilasciata dalla struttura regionale competente con le modalità definite nel regolamento di cui all'articolo 5, comma 1, lettera e), della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 (Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle

risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri). L'autorizzazione è rilasciata entro quarantacinque giorni dal ricevimento della domanda. [...]

3.5 S.U. COMUNALE

3.5.1 Aggiornamento del quadro conoscitivo

A supporto del Piano Operativo Comunale (di seguito P.O.C.) sono in corso di redazione alcuni studi idrologici-idraulici di aggiornamento del quadro conoscitivo, i cui risultati sono stati riportati di seguito con sovrapposto lo stato di progetto con il tracciato della nuova infrastruttura viaria.

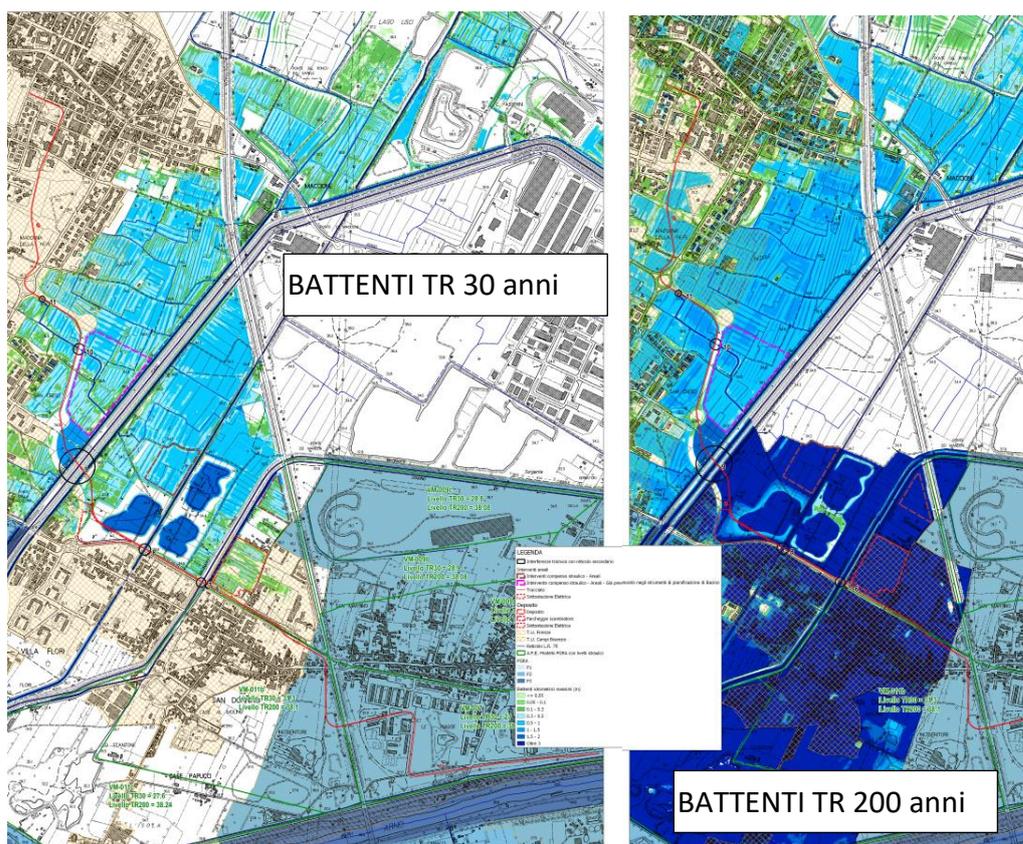


Figura 2 – Studi idraulici propedeutici all'adozione del P.O.C. di Campi

Tali studi evidenziano un incremento delle condizioni di pericolosità sia per eventi con tempo di ritorno trentennale (TR 30) sia duecentennale (TR 200).

In particolare, si osserva che rispetto alla pianificazione di bacino vigente, alcune aree risultano soggette ad alluvioni frequenti cioè interessate da allagamenti per eventi con tempo di ritorno trentennale (area di deposito).

Ai sensi dell'art. 13 comma 1 della LR 41/2018, ***“Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).”***

Pertanto, in questa fase, si è deciso di valutare anche questi nuovi studi, ancorché non vigenti, in quanto peggiorativi in termini di pericolosità da alluvione e condizioni di fattibilità per l'infrastruttura lineare in argomento.

Tale modifica al contesto di pericolosità da P2 a P3 ai sensi del PGRA, determina per l'area del deposito e del sottopasso pedonale, le condizioni di fattibilità previste dall'art. 13 della LR 41/2018 all'interno del territorio urbanizzato.

4. ANALISI IDRAULICA PRELIMINALE

Il presente paragrafo esplicita le analisi e le considerazioni preliminari condotte per la fattibilità del prolungamento tramviario, individuandone le condizionalità.

Il prolungamento tramviario in argomento attraversa aree a pericolosità idraulica P1 e P2 ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA 2015) e P3 in base ai nuovi studi comunali di aggiornamento del quadro conoscitivo sul reticolo minore (POC Campi B.zio).

Le nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze ricadenti nel territorio urbanizzato possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c) e, nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste misure non strutturali per la gestione del rischio (Piani di Emergenza Comunali, Protocolli per l'esercizio della tranvia in occasione di eventi alluvionali ecc.).

Anche la fattibilità di nuovi parcheggi e sottopassi è condizionata ai sensi e per gli effetti dell'art. 13 comma 4,5 e 6 in base al contesto di pericolosità.

Al fine di rendere conformi all'art. 13 della LR 41/2018 le pertinenze dell'infrastruttura lineare non delocalizzabili e, segnatamente, l'area del deposito e il sottopasso pedonale alla fermata su Via Pistoiese, si propone di perseguire la deperimetrazione dell'area di cui trattasi da pericolosità da alluvione frequente (P3) a pericolosità da alluvione poco frequente (P2), mediante la realizzazione di un intervento strutturale in fregio al Fosso di San Donnino per il contenimento in alveo dell'evento trentennale.

Tale percorso, come sancito nel parere del Genio Civile Valdarno Centrale a seguito della discussione del 29/10/2020, potrà essere valutato positivamente da parte dell'Autorità idraulica competente a condizione che venga dimostrata, nelle fasi successive, l'efficacia dell'opera proposta sul Fosso di San Donnino mediante studio analitico che dimostri l'assenza di allagamenti per eventi trentennali e che la sua realizzazione e collaudo avvenga prima dell'inizio dei lavori del deposito (LR 80/2015).

Il prolungamento tramviario in argomento prevede tratti in rilevato e, pertanto, nelle successive fasi progettuali il richiamato studio idraulico dovrà altresì accertare mediante modellistica bidimensionale che, anche localmente, non ci saranno modifiche alle condizioni di allagamento preesistenti e fatto salvo il non superamento del rischio medio R2, definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, Sito esterno del d.l. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

Le condizioni a contorno della modellistica dovranno essere coerenti con gli studi di aggiornamento del vigente P.G.R.A. per tener conto dell'attuazione degli interventi per la gestione del rischio realizzati nell'ultimo quinquennio, in corso di realizzazione e di futura realizzazione e che determineranno, verosimilmente, un miglioramento delle attuali condizioni di pericolosità da alluvione, dei battenti e dei livelli duecentennali attesi nell'ambito fisico di interesse.

Come prescritto dalla LR 41/2018, nei tratti in cui il tracciato ricade in aree a pericolosità da alluvione frequente, il piano del ferro deve essere posto quanto meno alla quota del livello duecentennale derivante dall'involuppo degli scenari idraulici esaminati.

Tale prescrizione vale anche per tratti in cui il tracciato ricade in aree a pericolosità da

alluvione poco frequente all'esterno del territorio urbanizzato come definito dalla LR 65/2014 e rappresentato negli elaborati grafici a corredo della presente relazione.

Tra gli obiettivi dell'analisi di approfondimento rientra anche la determinazione della magnitudo idraulica così come definita ai sensi della LR 41/2018, non valorizzata in questa fase perché non riferibile alla configurazione di progetto e al nuovo quadro conoscitivo del PGRA (2021).

La compatibilità idraulica dei nuovi attraversamenti dovrà essere puntualmente verificata con una modellistica monodimensionale e bidimensionale al fine di accertare l'assenza di incrementi di pericolosità idraulica ai sensi della L.R. 41/2018 e le interferenze del nuovo ponte con la dinamica fluviale, nel rispetto del p.to 5.1.2.3. delle NTC 2018.

4.1 CONTESTO DI PERICOLOSITA' E BATTENTI IDROMETRICI

Di seguito si riporta una suddivisione del tracciato tramviario per tratti, su ciascuno dei quali viene evidenziato la condizione attuale della pericolosità idraulica in termini di classificazione della stessa e di battenti idrometrici.

Nelle successive fasi progettuali sarà valutata la compatibilità idraulica delle opere in progetto mediante modellistica idraulica bidimensionale sulla base degli input aggiornati del PGRA. (2021)

Pertanto i valori di seguito riportati potranno essere aggiornati in relazione al nuovo contesto di pericolosità che dovrebbe, verosimilmente, migliorare le condizioni di pericolosità in relazione agli interventi di gestione del rischio realizzati dal 2015.

TRATTO PROGRESSIVA 0+000 - 1+975

- Ricadente nel territorio urbanizzato del Comune di Firenze, comprende le fermate Nave di Brozzi, Campania, Abruzzi, San Donnino
- Pericolosità idraulica P2



- Livelli idrometrici massimi TR200 anni da PGRA
 - 0+000 - 1+500 38.09 mslm
 - 1+500 - 1+975 38.10 mslm
- Battenti idrometrici massimi TR200 anni lungo tracciato variabili tra 0.40m e 2.00m
- Franco di sicurezza: tracciato tramviario sotto battente

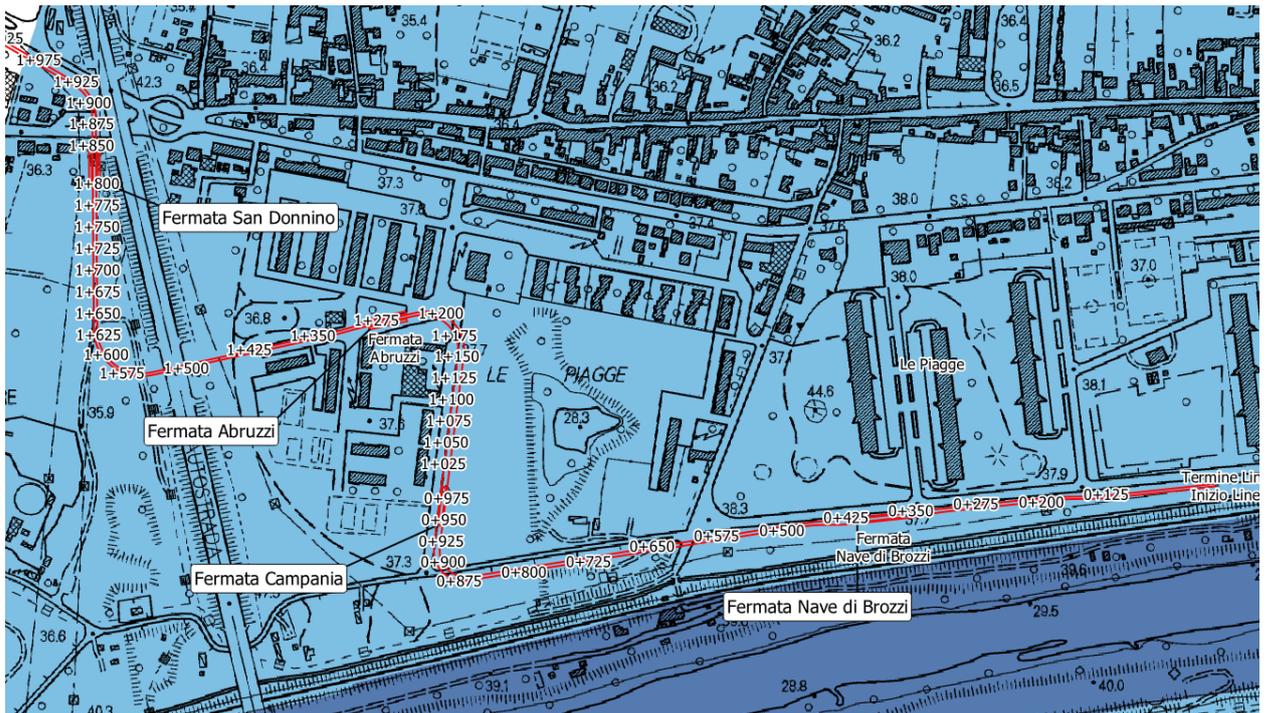


Figura 3: tratto progressiva 0+000 - 1+975

TRATTO PROGRESSIVA 2+000 - 2+950

- Ricadente nel territorio urbanizzato del Comune di Campi comprendente la fermata Pistoiese, il deposito e il sottopasso pedonale.
- Pericolosità PGRA P2. Pericolosità da strumento comunale P3 e P2
- Battenti idrometrici massimi TR200 lungo tracciato variabili tra 0.00m e 3.00m (da strumento comunale)
- Franco di sicurezza: tracciato tramviario in rilevato con franco oltre 0.50m



Comune di Firenze

- Area deposito soggetta ad allagamenti TR30 anni con battenti 0.25m e battenti TR200 circa 3.00m (da strumento comunale)

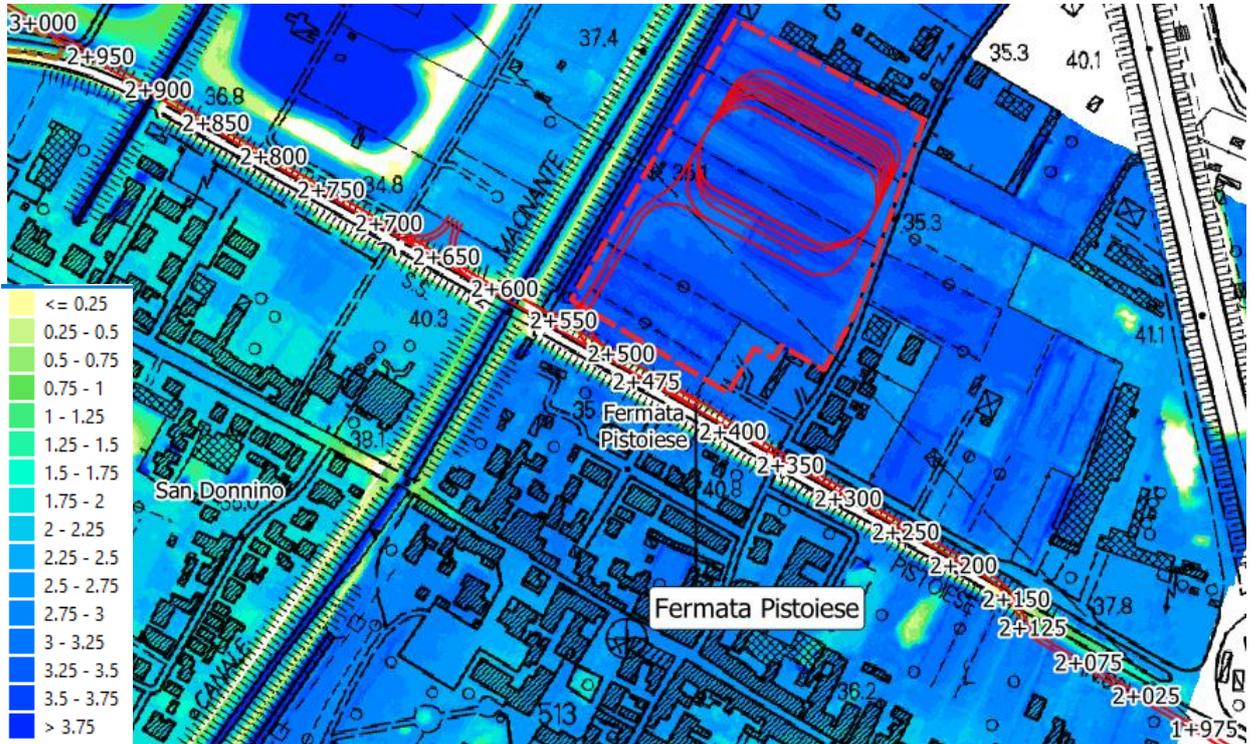


Figura 4: tratto progressiva 2+000 - 2+950 battenti TR200 anni



Comune
di Firenze



Figura 5: tratto progressiva 2+000 - 2+950 battenti TR30 anni

TRATTO PROGRESSIVA 2+975 - 3+600

- Non ricade nel territorio urbanizzato del Comune di Campi
- comprendente la fermata Castagne e il parcheggio scambiatore
- Pericolosità PGRA P2 e limitatamente P3. Pericolosità da strumento comunale P3 e P2
- Battenti idrometrici massimi TR200 lungo tracciato variabili tra 0.80m e 2.40m (da strumento comunale)
- Livelli idrometrici massimi TR200 anni da PGRA 37.00 mslm
- Franco di sicurezza: tracciato tramviario in rilevato con franco nullo nel tratto tra 3+050 a 3+200 e franco oltre 0.50m nel restante
- Area parcheggio scambiatore battenti TR30 e TR200 da strumento comunale rispettivamente 0.50 m e 1.50m



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

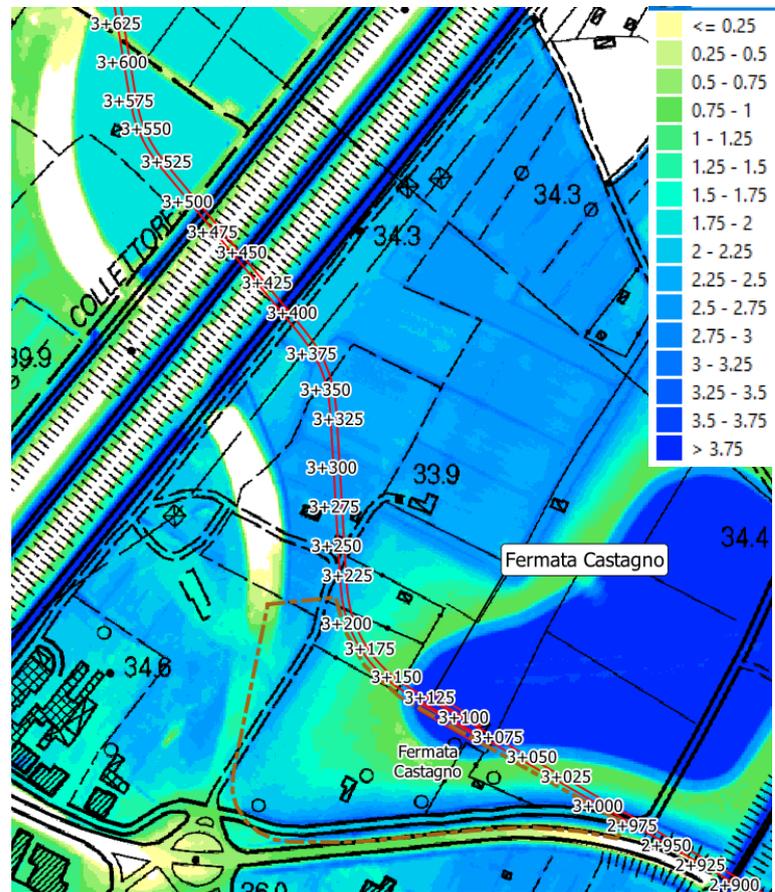


Figura 6: tratto progressiva 2+975 - 3+600 battenti TR200 anni



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

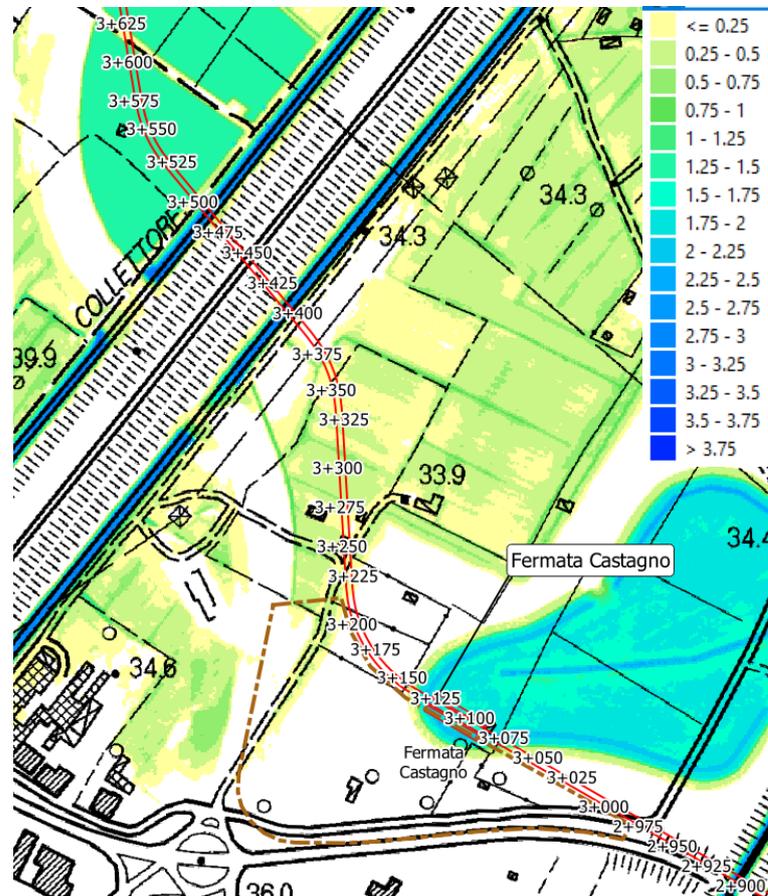


Figura 7: tratto progressiva 2+975 - 3+600 battenti TR30 anni



TRATTO PROGRESSIVA 3+625 - 4+150

- Non ricade nel territorio urbanizzato del Comune di Campi
- comprendente la fermate Repubblica
- Pericolosità PGRA P2. Pericolosità da strumento comunale P3 e P2
- Battenti idrometrici massimi TR200 lungo tracciato variabili tra 0.50m e 1.80m (da strumento comunale)
- Livelli idrometrici massimi TR200 anni da PGRA 35.93 mslm
- Franco di sicurezza: tracciato tramviario soprabattente con franco variabile tra 0.30m e 0.00mslm

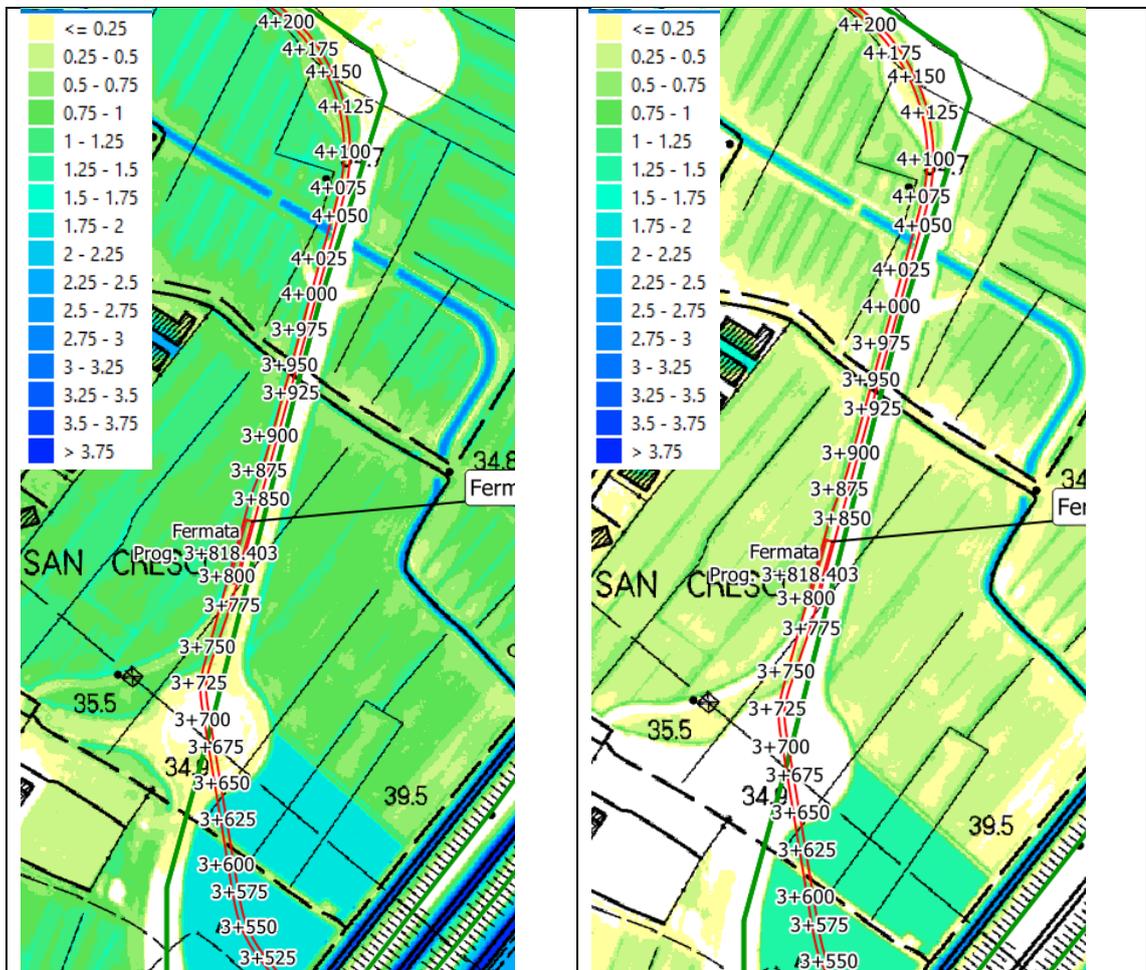


Figura 8: tratto progressiva 3+325 - 4+150 battenti TR200 anni (sx) e TR30 anni (dx)



Comune
di Firenze

TRATTO PROGRESSIVA 4+175 - 5+530

- Ricade nel territorio urbanizzato del Comune di Campi
- comprendente le fermate Racchio, Palagetta, Giordano Bruno e capolinea Rucellai
- Pericolosità PGRA P2 e marginalmente in P1. Pericolosità da strumento comunale marginalmente P3 e P2
- Battenti idrometrici massimi TR200 lungo tracciato variabili tra 0.00m e 1.20m (da strumento comunale)
- Livelli idrometrici massimi TR200 anni da PGRA:
 - 4+175 - 4+475 35.93 mslm
 - 4+500 - 5+530 35.17 mslm
- Franco di sicurezza: tracciato tramviario con franco nullo nel tratto 4+175 - 4+500 e franco variabile tra 0.40m e 0.70m nel tratto da 4+500 a 5+530



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

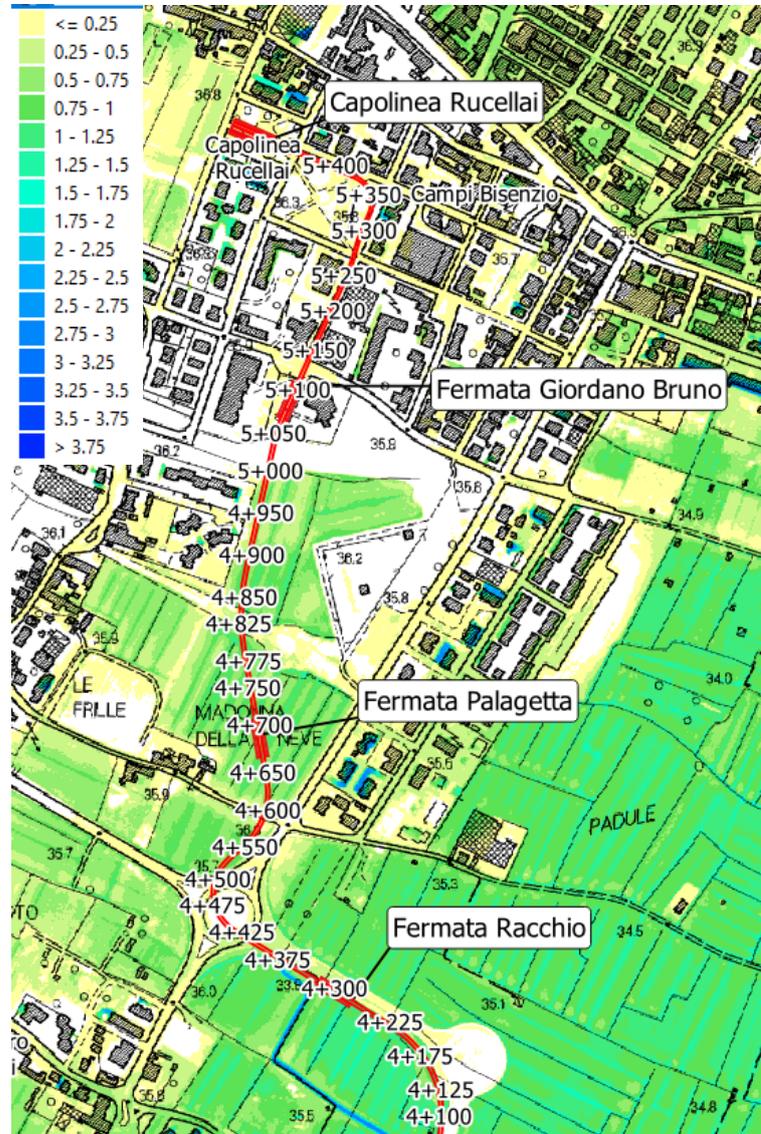


Figura 9: tratto progressiva 3+325 - 4+150 battenti TR200 anni



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

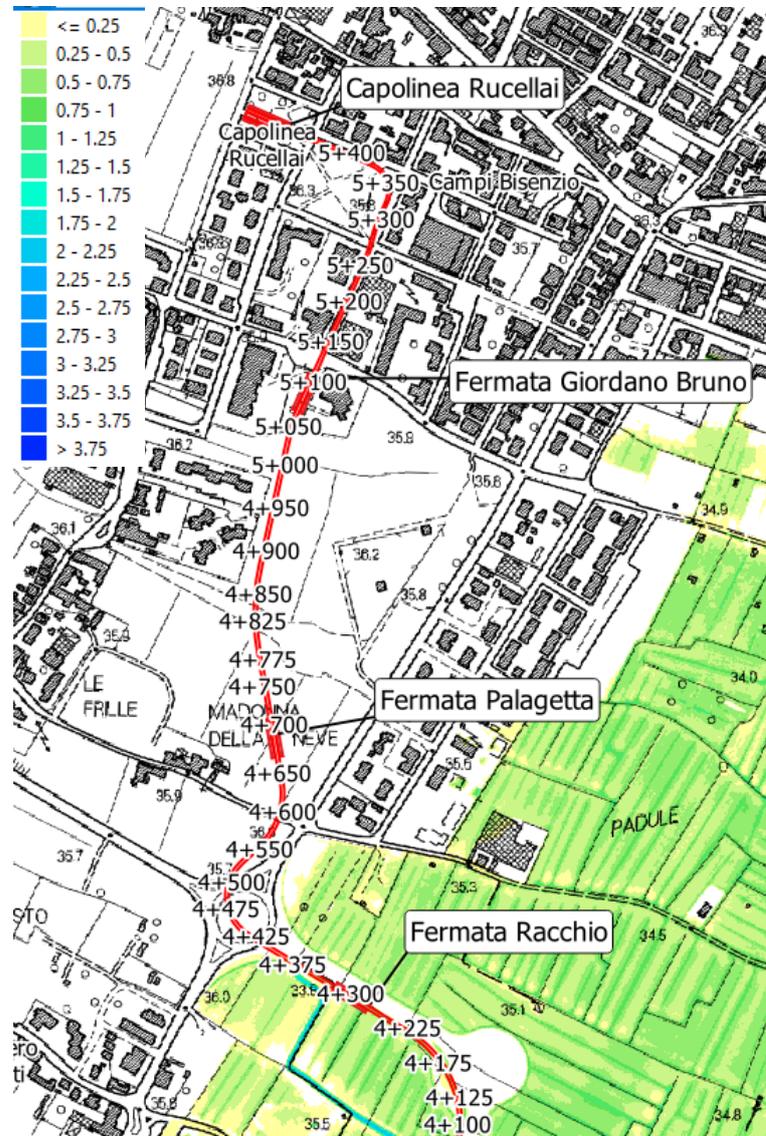


Figura 10: tratto progressiva 3+325 - 4+150 battenti TR30 anni



4.2 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDRAULICO

Il tracciato tramviario interferisce con i seguenti corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrografico di gestione individuato dalla Regione Toscana (secondo quanto disposto dalla Legge Regionale 79/2012):

- Canale di San Donnino (n.6)
- Canale Macinante (n.7)
- Fosso Gavine o Collettore Acque Basse (n.8)
- Fosso Reale (n.9)
- Fosso di Prunaia (n.10, n.11)



Figura 11: Planimetria delle interferenze con il reticolo idrografico (L.R. 79/2012) - 1 di 2



Figura 12: Planimetria delle interferenze con il reticolo idrografico (L.R. 79/2012) - 1 di 2

Per ognuna delle suddette interferenze sono stati individuati i livelli massimi duecentennali, desunti dai modelli idraulici redatti a supporto degli strumenti di pianificazione comunali e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni:

- N.9: Fosso Reale. Livello massimo TR200 anni = 39.63 mslm

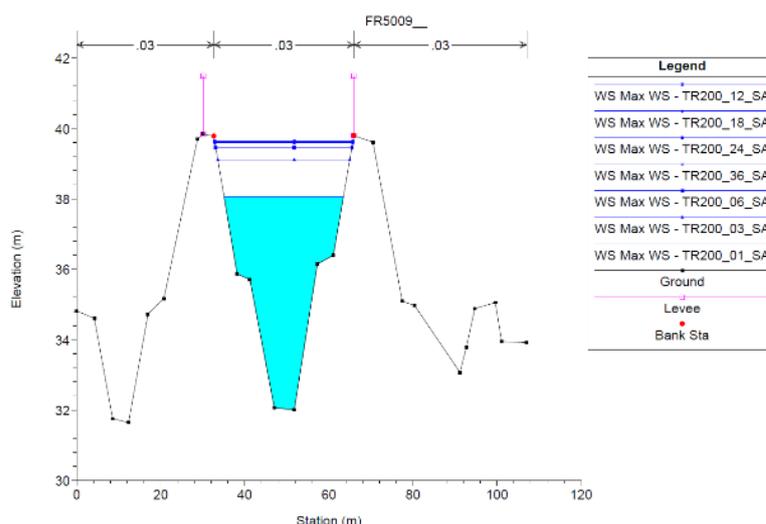


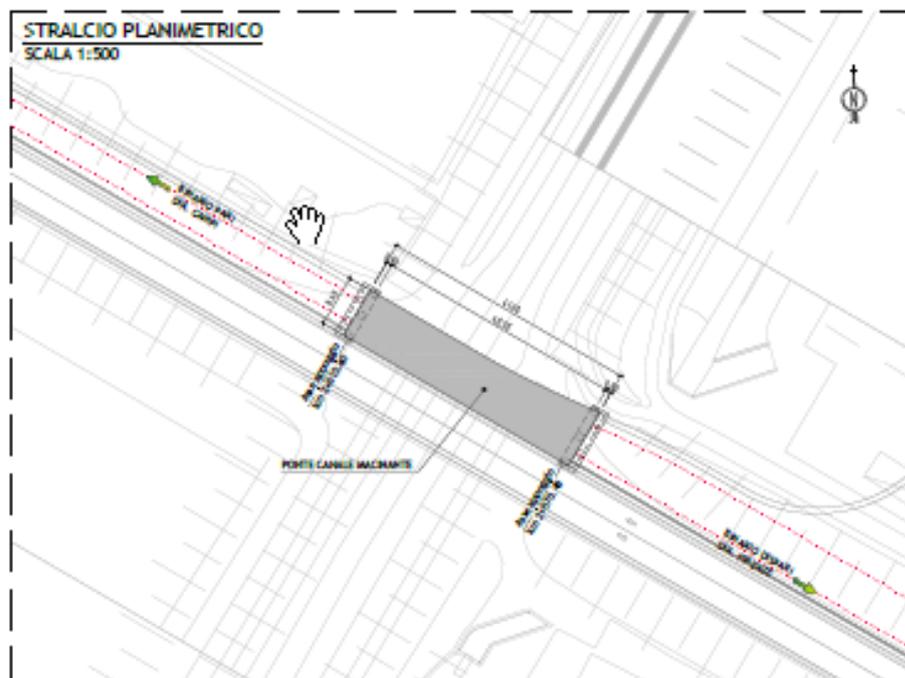
Figura 13: Modellistica idraulica sul Fosso Reale



In questa fase, come criterio di progetto per la gestione delle interferenze si procede come segue: in assenza di studi idraulici disponibili, si assume come livello idrometrico massimo duecentennale la quota del ciglio di sponda o della testa argine alla quale si somma un ipotetico sormonto pari a 50cm.

Per i tombamenti/attraversamenti interferenti con il tracciato tramviario si ipotizza il prolungamento dello stesso con una geometria pari all'attuale senza indurre alcun restringimento di sezione.

- N.6: Fosso di San Donnino, Scatolare 4.15 x 2.55 m e tubolare DN2400, con quota fondo 31.50 mslm.
- N.7: Canale Macinante, quota testa argine 37.82 mslm, quota strada 40.35 mslm. Livello massimo TR200 38.32 mslm. Di seguito si riporta uno schema planimetrico e una sezione dell'attraversamento di corso d'acqua con caratteristiche congruenti a quelli dell'attuale.



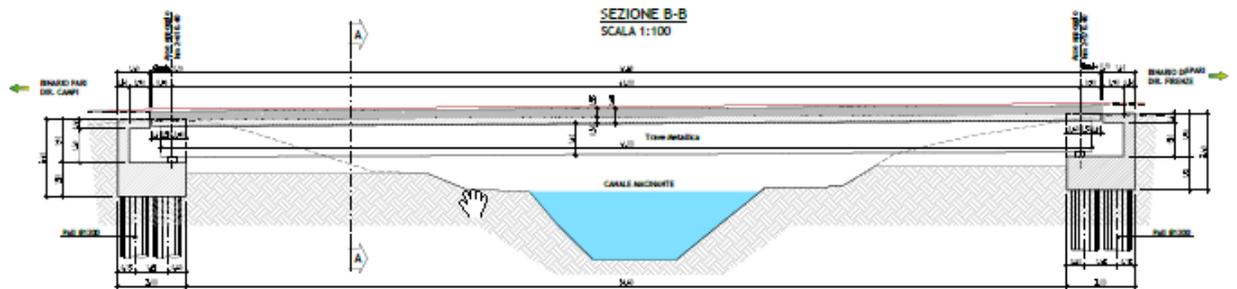


Comune
di Firenze

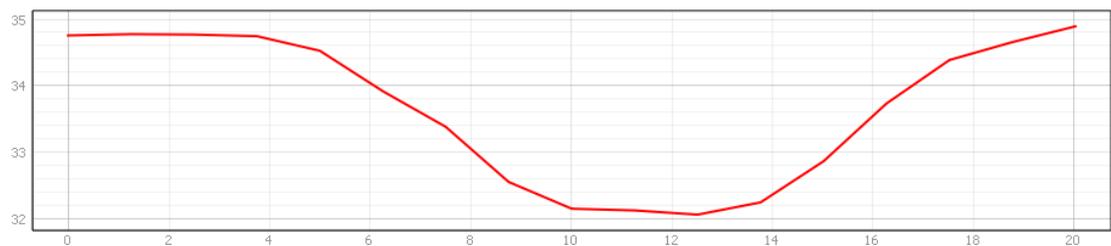
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

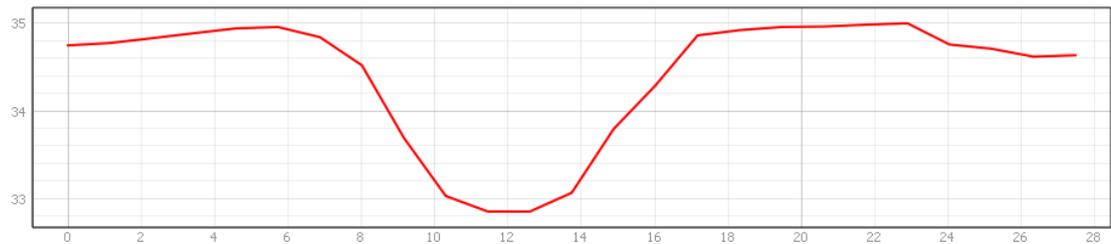
LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO



- N.8: Fosso Gavine, quota ciglio sponda 34.82 mslm, quota strada 36.95 mslm. Livello massimo TR200 35.32 mslm.



- N.10: Fosso Prunaia, quota ciglio sponda 35.00 mslm, quota strada 36.95 mslm. Livello massimo TR200 35.50 mslm.



- N.11: Prolungamento dell'attraversamento esistente con geometria pari all'attuale senza indurre alcun restringimento di sezione.

4.3 CRITERI E OPERE PER LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

In questo paragrafo si riportano le analisi preliminari in merito alla gestione del rischio alluvioni in termini quali-quantitativi, valutando i volumi sottratti al libero deflusso delle acque di esondazione a seguito della realizzazione della linea tramviaria e delle relative pertinenze e si descrivono gli interventi volti al non aggravio del rischio da alluvione ai sensi del PGRA e della LR 41/2018.

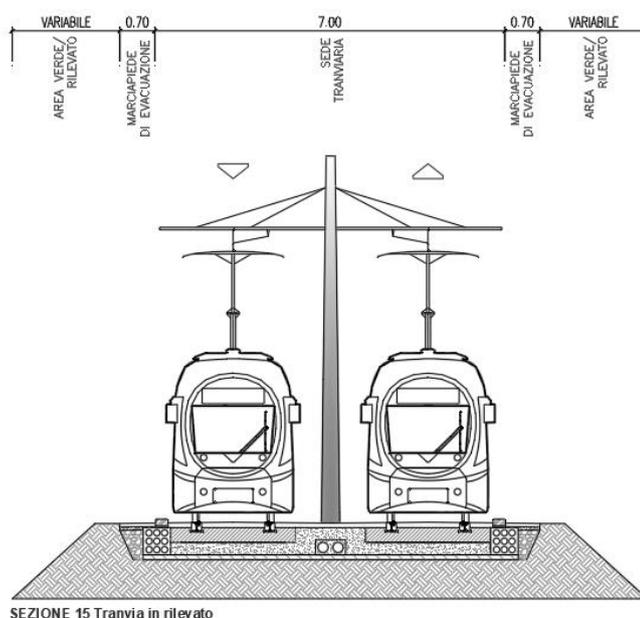


Figura 14: Sezione tipologica sede tramviaria in rilevato

In questa fase preliminare non sono stati implementati modelli idraulici dedicati alla suddetta analisi ma si è fatto riferimento all'attuale quadro conoscitivo assumendo, quindi, come base dello studio i seguenti strumenti:

- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA 2015);
- Indagini idrologiche idrauliche di supporto al nuovo P.O.C. di Campi Bisenzio;
- Piano Strutturale del Comune di Firenze.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

Nelle successive fasi di progettazione sarà necessario implementare modelli idraulici di dettaglio per affinare ed approfondire le valutazioni riportate nei seguenti paragrafi secondo i contenuti esplicitati nella presente relazione.

Nell'immagine seguente è riportato l'inquadramento della linea tramviaria e i confini comunali da cui risulta un tratto di circa 2.00 km all'interno del Comune di Firenze e circa 3.5 km nel Comune di Campi Bisenzio.



Figura 15: Inquadramento del tracciato tramviario – Linea 4.2

L'analisi è stata condotta separatamente per il comune di Firenze e Campi Bisenzio valutando, in ciascun ambito territoriale, le volumetrie di compenso che potrebbero essere necessarie e ipotizzando gli interventi per la gestione del rischio da alluvione da verificarsi nelle successive fasi progettuali.

Negli ambiti a pericolosità da alluvione frequente e poco frequente del territorio urbanizzato, la fattibilità dell'opera in argomento è condizionata ai sensi e per gli effetti dall'art. 13 della L.R.41/2018.

L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti all'interno del territorio urbanizzato e delle relative pertinenze, può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali dove con **“rischio medio R2”**, si intende il **rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.**

Tale verifica verrà condotta negli studi idraulici di dettaglio a supporto della progettazione definitiva tenuto conto di quanto segue:

- Aggiornamento nel 2021 degli studi del P.G.R.A. redatto nel 2015 e che, attualmente, non tiene conto degli interventi realizzati nell'ultimo quinquennio, in corso di realizzazione e di futura realizzazione e che determineranno, verosimilmente, un miglioramento delle attuali condizioni di pericolosità da alluvione e/o dei battenti e livelli duecentennali attesi nell'ambito fisico di interesse.
- In base alle condizioni a contorno della modellistica del PGRA (aggiornamento 2021), l'analisi idraulica di progetto consentirà di valutare la magnitudo idraulica allo stato attuale e di progetto così come definita dalla LR 41/2018;

- All'interno del territorio urbanizzato per i tratti non in sicurezza idraulica, l'infrastruttura di progetto e relative pertinenze dovrà ricadere, ove possibile, in una classe di magnitudo moderata, con battenti ($h < 0.5$ m) e velocità (< 1 m/s) contenuti e/o prevedendo misure preventive atte a regolare l'uso della linea tranviaria in caso di eventi alluvionali, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone (fermo impianto e ricovero dei mezzi in luogo sicuro) e assicurando danni minori all'infrastruttura e agli edifici che dovranno essere progettati di conseguenza (proofing degli edifici per il battente atteso, serramenti a tenuta idraulica ecc.).
- Dovranno essere progettati e realizzati gli interventi per la gestione del rischio al fine di deperimetrare l'area del deposito attualmente in P3 ai sensi del PGRA vigente e dovute, verosimilmente, a fenomeni di ristagno del reticolo minore (Fossetto San Donnino) conseguendo almeno una classe P2 al fine di non dover realizzare le opere di sopraelevazione (art. 8 comma c).
- Nel progetto del prolungamento tramviario è presente un unico sottopasso pedonale in corrispondenza della fermata Pistoiese antistante il nuovo deposito che collega attualmente aree in pericolosità da alluvione P2 con aree a pericolosità da alluvione P3 (area deposito).
Non sono presenti sottopassi veicolari e/o tranviari. Ai sensi art 13 comma 6 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a) (art. 13 c.5). Tuttavia, ove sussistano i presupposti tecnici per la deperimetrazione dell'area del deposito da P3 a P2 (realizzazione area di compenso sul Fossetto San Donnino) si ricadrebbe nell'art. 13 c.5 che prevede che nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possano essere realizzati sottopassi, solo se non diversamente localizzabili, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolare l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.
- Per i nuovi parcheggi vale quanto disposto dall'art. 13 comma 4.

4.3.1 *Analisi delle volumetrie sottratte al libero deflusso delle acque di esondazione*

Il calcolo delle suddette volumetrie e quindi dei volumi di compenso necessari per il non aggravio del rischio è stato condotto seguendo i criteri di cui sotto:

- Il volume sottratto dall'infrastruttura è calcolato rispetto ai livelli idrometrici associati ad eventi meteorici con tempi di ritorno pari a 200 anni;
- Il livello idrometrico di riferimento è stato determinato come involucro su tutti i battenti a disposizione (PGRA e strumenti di pianificazione comunali)
- E' stato considerato un volume generato dalla maggiore impermeabilizzazione dovuta all'opera, determinato su altezze di pioggia duecentennali (estrapolate dal Servizio Idrologico e Geologico Regionale)
- Ai sensi della LR 41/2018, sono stati individuati interventi necessari alla messa in sicurezza idraulica dell'opera in oggetto per eventi con tempo di ritorno 30 anni;

CALCOLO DELLE VOLUMETRIE NELL'AMBITO DEL COMUNE DI FIRENZE

In base alla modellizzazione del rilevato della linea tramviaria e ai battenti idraulici presenti sono stati valutati i volumi sottratti alla libera espansione delle acque.

All'interno del comune di Firenze i volumi totali da recuperare per il non aggravio delle condizioni di rischio ammontano a 12.000 mc, ripartiti come segue:

- 11100 mc sottratti dai nuovi rilevati della linea tramviaria (in rosso i tratti tramviari oggetto del calcolo)



Comune
di Firenze



- 900 mc generati dalla maggiore impermeabilizzazione a seguito della realizzazione dell'infrastruttura. Ai fini del calcolo si è considerato la sola quota parte dell'opera realizzata su area attualmente a verde, per un totale di 1600 m. Per il calcolo della pioggia si è fatto riferimento ad un evento TR200 anni con durata 1h, per il quale il Servizio Idrologico Regionale indica un'altezza di pioggia di 69.62mm.

CALCOLO DELLE VOLUMETRIE NELL'AMBITO DEL COMUNE DI CAMPI BIENZIO

All'interno del comune di Sesto Fiorentino i volumi totali da recuperare per il non aggravio delle condizioni di rischio ammontano a circa 253.000 mc, ripartiti come segue:

- 8.500 mc sottratti per la realizzazione, in sicurezza idraulica per eventi trentennali, del deposito



Figura 16: : Inviluppo dei battenti massimi TR30 anni

- 150.000 mc ottenuti come compenso alla sottrazione di volumi occupati dal deposito nei confronti di eventi duecentennali, per i quali risultano battenti medi superiori ai 3.00m

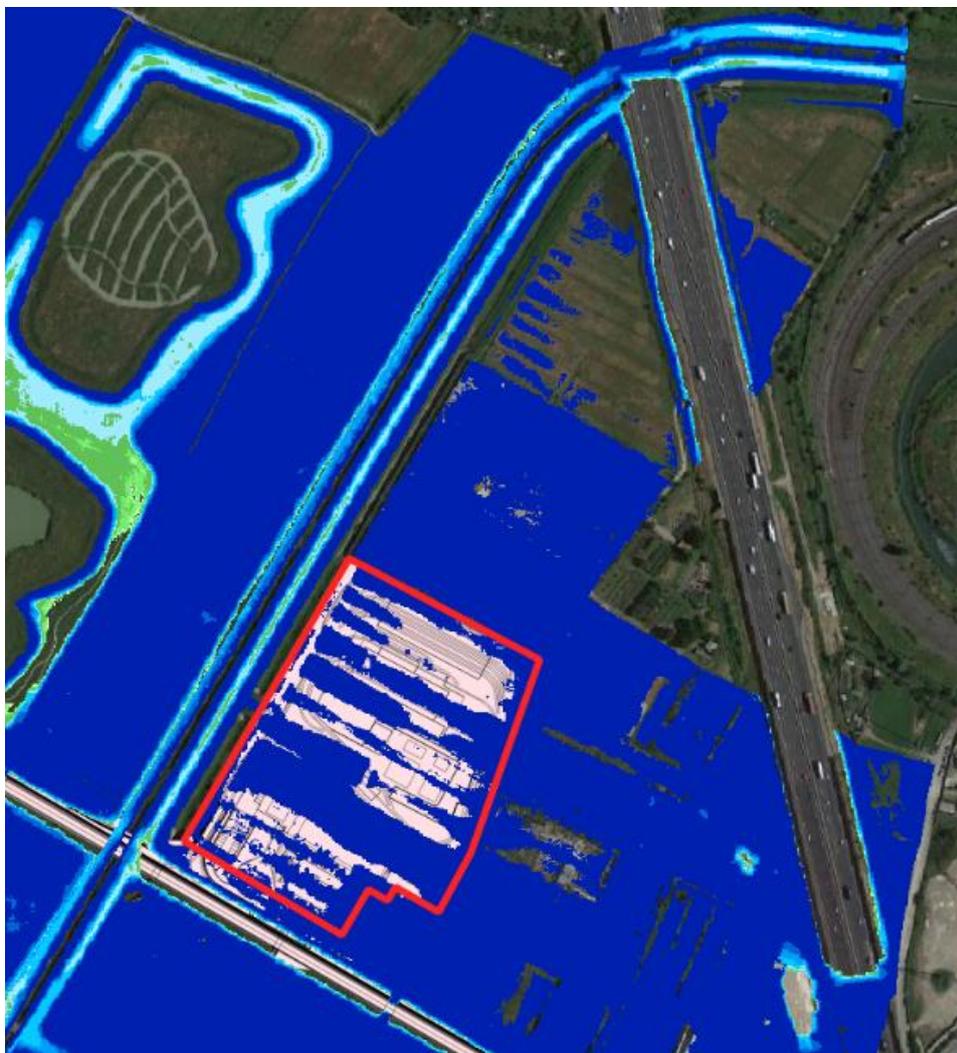
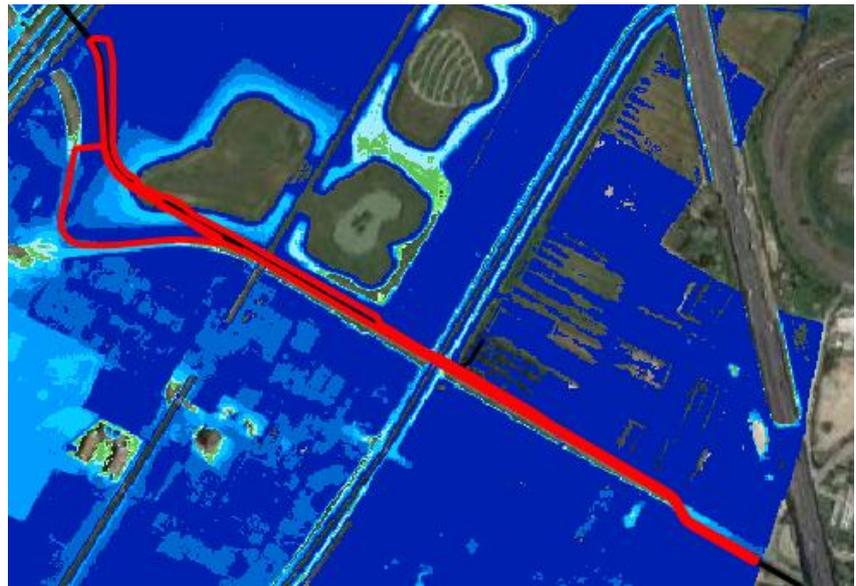
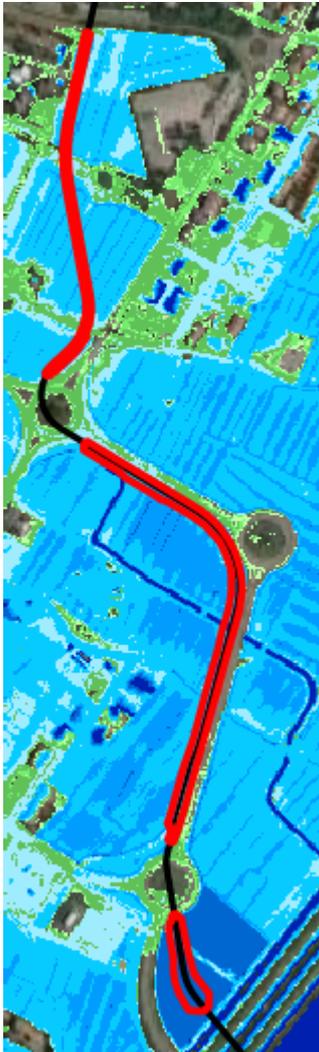


Figura 17: : Involuppo dei battenti massimi TR200 anni

- 83000 mc sottratti dai nuovi rilevati della linea tramviaria e dal parcheggio scambiatore (in rosso i tratti oggetto del calcolo)



Comune
di Firenze



- 10.000 mc come volume sottratto dall'infrastruttura alla cassa ovest del sistema di casse di San Donnino
- 1.500 mc generati dalla maggiore impermeabilizzazione a seguito della realizzazione dell'infrastruttura. Ai fini del calcolo si è considerato la sola quota parte dell'opera realizzata su area attualmente a verde, per un totale di 3000 m. Per il calcolo della pioggia si è fatto riferimento ad un evento TR200 anni con durata 1h, per il quale il Servizio Idrologico Regionale indica un'altezza di pioggia di 69.62mm.

In definitiva si ottengono le seguenti volumetrie da compensare per garantire il non aggravio del rischio:

- 12.000 mc all'interno del Comune di Firenze.
- 253.000 mc all'interno del Comune di Sesto Fiorentino.

4.3.2 *Canali e aree ad esondazione controllata*

Nel presente paragrafo si descrivono gli interventi di natura idraulica previsti per il non aggravio del rischio da alluvione. Si fa presente che per quanto riguarda il Comune di Firenze non risulta possibile individuare i volumi necessari da recuperare all'interno del comune stesso. **Tali volumi saranno recuperati nel comune di Campi Bisenzio dove è presente un'area vincolata urbanisticamente e preposta alla realizzazione di interventi finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico.**

INTERVENTI NEL COMUNE DI CAMPI BISENZIO

E' stato individuato un primo intervento finalizzato alla deperimetrazione dell'area a pericolosità da alluvione frequente in corrispondenza del deposito. I volumi che allagano l'area del deposito per l'evento con TR 30 anni ammontano a 8.500 mc da riferirsi, presumibilmente, a insufficienza del reticolo di bonifica e/o da fenomeni di ristagno.

Per la messa in sicurezza dell'area del deposito per eventi con TR 30 anni si prevede di realizzare un'area ad esondazione controllata con un'estensione planimetrica di 15.500 mq. Dalla sezione si nota come potenzialmente si potrebbe realizzare un'area di scavo fino alla quota di fondo alveo del Fossetto di San Donnino, circa 32 mslm, garantendo un funzionamento idraulico a gravità e senza la necessità di realizzare arginature che potrebbero interferire con il sistema di drenaggio superficiale esistente.

Considerando una quota media del terreno attuale di 34.4 mslm, potenzialmente si potrebbe realizzare uno scavo di profondità oltre i 2.00 m che darebbe origine ad un compenso

volumetrico di circa 35.000 mc quindi ampiamente sufficiente a raggiungere l'obiettivo della deperimetrazione da P3 attuale e P2 di progetto.

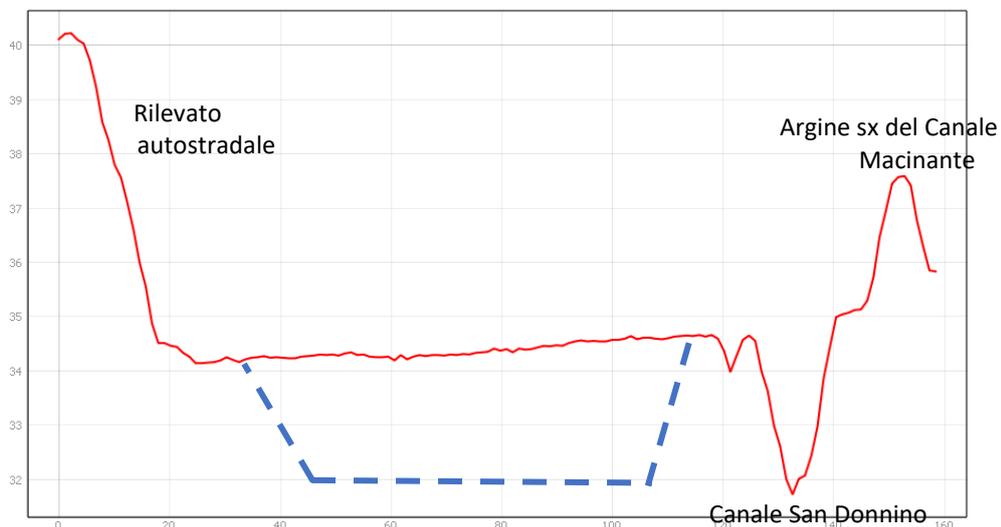


Figura 18: Sezione trasversale da Lidar



Figura 19: : Intervento per deperimetrazione trentennale

Un secondo intervento di compenso volumetrico è previsto nel contesto del sistema di casse d'espansione di San Donnino, come mostrato nella seguente immagine. Si tratta di un'areale di circa 34.000 mq. Dalla sezione si nota come potenzialmente si potrebbe realizzare un'area di scavo fino alla quota di fondo alveo del Collettore acque basse, circa 32 mslm, garantendo un funzionamento idraulico a gravità e senza la necessità di realizzare arginature.

Considerando una quota media del terreno attuale di 34.15 mslm, potenzialmente si potrebbe realizzare uno scavo di profondità circa 2.00 m che darebbe origine ad un compenso volumetrico di circa 78.000 mc ampiamente sufficiente a compensare il volume sottratto con la realizzazione del parcheggio scambiatore.

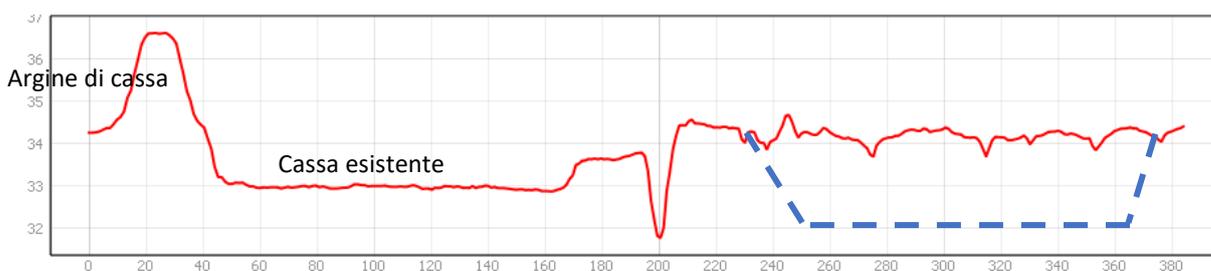
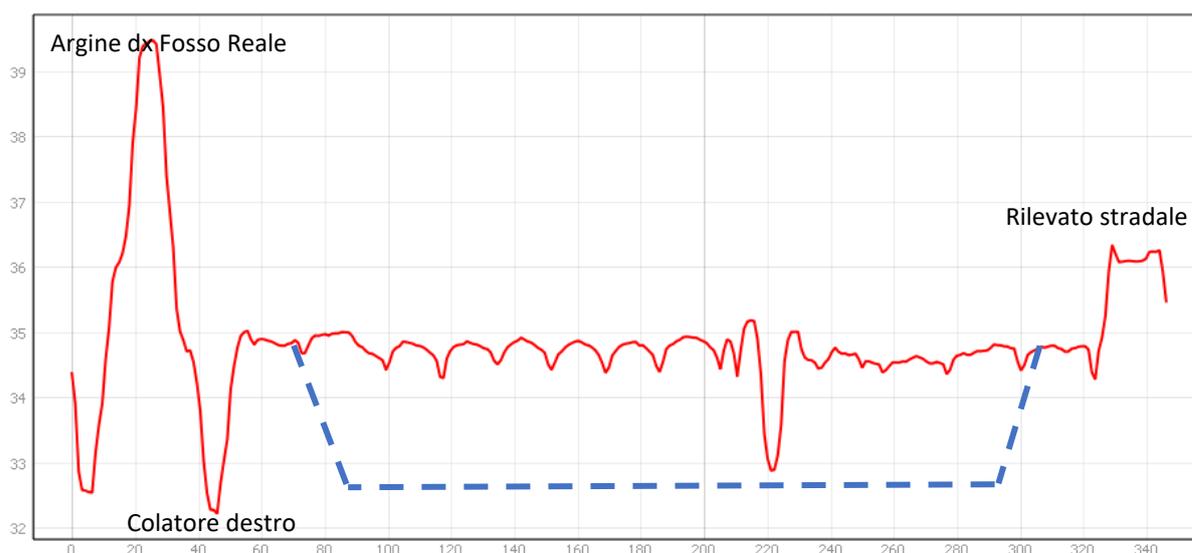


Figura 20: Intervento nel contesto del sistema di casse San Donnino

Il terzo ed ultimo intervento di compenso è previsto in destra del Colatore Destro del Fosso Reale e va ad occupare una superficie di circa 105.000 mq, all'interno di un'area nella quale è già prevista la realizzazione di una cassa d'espansione negli strumenti di pianificazione di Bacino. Dalla sezione si nota come potenzialmente si potrebbe realizzare un'area di scavo fino alla quota di fondo alveo del Colatore destro, circa 32.2 m slm, garantendo un funzionamento idraulico a gravità e senza la necessità di realizzare arginature.

Considerando una quota media del terreno attuale di 34.75 m slm, potenzialmente si potrebbe realizzare uno scavo di profondità circa 2.55 m che darebbe origine ad un compenso volumetrico di circa 268.000 mc sufficiente al fabbisogno ipotizzato.



4.4 APPROFONDIMENTI IDRAULICI DEL PROGETTO DEFINITIVO

La compatibilità idraulica del prolungamento tramviario in argomento dovrà essere puntualmente verificata nelle successive fasi progettuali, mediante modellistica bidimensionale sullo stato *ante e post operam* al fine di accertare l'assenza di incrementi di rischio da alluvione, anche locali, che non sia superato il rischio medio

R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolare l'uso della linea tranviaria in caso di eventi alluvionali ai sensi dell'art 13 della L.R. 41/2018.

Al fine di rendere conformi all'art. 13 della LR 41/2018 le pertinenze dell'infrastruttura lineare non delocalizzabili e, segnatamente, l'area del deposito e il sottopasso pedonale alla fermata su Via Pistoiese, si è ipotizzato di conseguire la deperimetrazione di tale area da area a pericolosità da alluvione frequente (P3) a area a pericolosità da alluvione poco frequente (P2), mediante la realizzazione di un intervento strutturale in fregio al Fosso di San Donnino per il contenimento in alveo dell'evento trentennale.

Al tal fine lo studio idraulico a supporto del progetto definitivo dovrà valutare l'efficacia dell'opera proposta sul Fosso di San Donnino, accertando l'assenza di allagamenti per eventi trentennali.

Lo studio dovrà altresì confermare la fattibilità di nuovi parcheggi e del sottopasso pedonale alla fermata su Via Pistoiese, in base a quanto previsto dall'art. 13 comma 4,5 e 6 in base al contesto di pericolosità.

Lo studio dovrà valutare l'efficacia degli interventi proposti in questa fase per la gestione del rischio da alluvione (LR 80/2015), prevedendo anche, ove necessari, locali interventi di riconnessione idraulica, retrofitting e proofing al fine di garantire in non incremento del rischio da alluvione il non superamento del rischio medio R2.

Tale modellistica idraulica anche per la presenza dei binari su rilevato e di nuovi attraversamenti dovrà accertare l'invarianza idraulica dell'infrastruttura lineare sia in termini di livelli attesi in alveo, sia nelle aree contermini anche ai sensi della verifica di compatibilità di cui alle NTC 2018.

5. RISULTATI

Il prolungamento tramviario in argomento attraversa aree a pericolosità idraulica P1 e P2 ai sensi del Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA).

In base a recenti studi di aggiornamento del quadro conoscitivo del Comune di Campi Bisenzio, la nuova linea tramviaria e l'area destinata a deposito risultano in parte interessate dalle esondazioni del reticolo secondario per eventi con tempo di ritorno 30 anni e 200 anni e ricadono, pertanto, in aree a pericolosità da alluvione frequente e poco frequente.

Pertanto, all'interno del territorio urbanizzato ai sensi all'art. 13 della LR 41/2018, le nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c) e, nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che sia previste le misure preventive atte a regolare l'uso dell'infrastruttura tranviaria in caso di eventi alluvionali.

All'esterno del territorio urbanizzato, ai sensi dell'art. 16 della LR 41/2018, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, le nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono infatti essere realizzate a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

Pertanto, ove il tracciato tramviario e relative opere accessorie (deposito, sottostazioni elettriche, sottopasso pedonale ecc.) ricadono in aree allagate dalla TR 30, il piano del ferro deve essere messo almeno al livello TR 200 anni e debbono essere previste le opere di compensazione idraulica in modo da non aumentare il rischio. Invece dove il tracciato

e relative pertinenze ricade in aree con pericolosità da alluvione poco frequente all'interno del territorio urbanizzato, deve assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, prevedendo le necessarie opere compensative e che non sia superato il rischio medio R2. Per tratti in cui il tracciato ricade in aree a pericolosità da alluvione poco frequente all'esterno del territorio urbanizzato, il piano del ferro deve essere messo almeno al livello TR 200 anni e deve assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree.

Al fine di superare tale criticità e rendere conformi all'art. 13 della LR 41/2018 le pertinenze dell'infrastruttura lineare non delocalizzabili e, segnatamente, l'area del deposito e il sottopasso pedonale alla fermata su Via Pistoiese, si propone di conseguire la deperimetrazione di tale area da pericolosità da alluvione frequente (P3) a pericolosità da alluvione poco frequente (P2), mediante la realizzazione di un intervento strutturale in fregio al Fosso di San Donnino per il contenimento in alveo dell'evento trentennale.

Tale percorso, come sancito nel parere del Genio Civile Valdarno Centrale a seguito della discussione del 29/10/2020, potrà essere valutato positivamente da parte dell'Autorità idraulica competente a condizione che venga dimostrata, nelle fasi successive, l'efficacia dell'opera proposta sul Fosso di San Donnino mediante studio analitico che dimostri l'assenza di allagamenti per eventi trentennali e che la sua realizzazione e collaudo avvenga prima dell'inizio dei lavori del deposito (LR 80/2015).

Essendo il prolungamento tramviario di cui trattasi anche con tratti in rilevato, nelle successive fasi progettuali dovrà essere svolto uno studio idraulico di area vasta mediante modellistica bidimensionale al fine di accertare, anche localmente, che non ci siano modifiche alle condizioni di allagamento preesistenti fatto salvo il non superamento del rischio medio R2, definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, Sito esterno del d.l. 11

giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

Tale studio dovrà integrare le condizioni a contorno degli studi di aggiornamento del P.G.R.A. (2021) al fine di tener conto degli interventi di gestione del rischio realizzati nell'ultimo quinquennio, in corso di realizzazione e di futura realizzazione e che determineranno, verosimilmente, un miglioramento delle attuali condizioni di pericolosità da alluvione in termini di battenti e livelli duecentennali attesi nell'ambito fisico di riferimento.

La compatibilità idraulica dell'infrastruttura tramviaria dovrà, pertanto, essere puntualmente verificata ai sensi e per gli effetti della L.R. 41/2018 e delle NTC 2018 anche integrando le opere compensative individuate in questa fase con interventi locali di riconnessione idraulica, retrofitting e proofing al fine di non incrementare il rischio idraulico nelle aree contermini e di garantire il non superamento del rischio medio R2.