



# Comune di Arezzo

Ufficio Mobilità  
Servizio Governo del Territorio

## PNRR "Rigenerazione Urbana"

Intervento di realizzazione di una pista ciclabile di collegamento tra il Centro Commerciale OBI e Via Bologna  
CUP B11B21002300005

LIV. PROG.

### FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

PROGETTAZIONE

TIPO ELABORATO

STRUTTURE:

**Ing. Emanuele Pacini**

Ordine Ingg Firenze n.5947

(Timbro & Firma)

ARCHITETTONICA:

**Arch. Paolo Forgione**

Ordine Arch. Pisa n.772

(Timbro & Firma)

IMPIANTISTICA:

NEW ENERGY

**ING. Andrea Mannucci**

Ordine Ingg. Pisa n.1620

**ING. Lorenzo Mancini**

Ordine Ingg. Pisa n.1659

(Timbro & Firma)

GEOLOGICA:

**Geol. Giuseppe Lotti**

Ordine Geol. Toscana n.1422

(Timbro & Firma)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

**Ing. Roberto Bernardini**

(Timbro & Firma)

ELABORATI GENERALI

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COD. PROGETTO

048PR216.23

RIFERIMENTO ELABORATO

N° Ordine Elaborato	Livello Progettuale	Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Anno	Revisione
02	FT	RT	02	23	01

DATA DI STAMPA

aprile 23

SCALA

-----

NOME FILE

02-FT.RT.02.23.01\_Relaz Tec

00

Emissione F.T.E.

07-04-23

R.T.P.

Pacini

Pacini

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



# Comune di Arezzo

---

Ufficio Mobilità  
Servizio Governo del Territorio

## PNRR “Rigenerazione Urbana”

*Intervento di realizzazione di una pista ciclabile di  
collegamento tra il Centro Commerciale OBI e Via Bologna*  
CUP B11B21002300005

## FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

## Relazione Tecnica Descrittiva

**PROGETTISTI:**

Ing. Emanuele Pacini  
Arch. Paolo Forgione  
Ing. Andrea Mannucci  
Ing. Lorenzo Mancini  
Geol. Giuseppe Lotti

## INDICE

<b>1</b>	<b>CONTESTO URBANISTICO AMBIENTALE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PROGETTO ARCHITETTONICO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FATTIBILITÀ GEOLOGICA, IDRAULICA, E SISMICA .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>SOTTOPASSO FERROVIARIO.....</b>	<b>13</b>
	4.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	13
	4.2 INTERFERENZA CON LA LINEA FERROVIARIA.....	14
	4.3 FASI COSTRUTTIVE DEL SOTTOPASSO .....	15
	4.4 VINCOLI CON L.F.I. ....	17
<b>5</b>	<b>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA PER PISTA CICLABILE .....</b>	<b>18</b>
	5.1 RIFERIMENTO DI NORME TECNICHE PER IMPIANTI E COMPONENTI.....	18
	5.2 CRITERI .....	20
	5.3 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI.....	20
	5.4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI.....	20
<b>6</b>	<b>QUADRO ECONOMICO.....</b>	<b>25</b>
	6.1 IMPORTO DEI LAVORI.....	25
	6.2 QUALIFICA ESECUTORE .....	25
	6.3 CLASSI DI PROGETTAZIONE .....	25
	6.4 OPERE DA FINANZIARE.....	26

## **RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

### ***1 CONTESTO URBANISTICO AMBIENTALE***

Il presente progetto prevede la progettazione della fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione di una pista ciclabile tra il Centro Commerciale OBI e via Bologna ad Arezzo, compreso le opere strutturali di sotto-attraversamento della linea ferroviaria Arezzo-Stia - PNRR - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.1 CUP B11B21002300005".

L'area in oggetto si inserisce in una tranquilla zona del tessuto urbano, caratterizzata a un modesto traffico e media densità edilizia, area morfologicamente pianeggiante, posta al limite del centro abitato, nelle "Aree agricole e forestali - TR.A4 - Ambiti delle piane agricole (Arezzo, Cafaggio e Meliciano)" del Piano Operativo vigente.



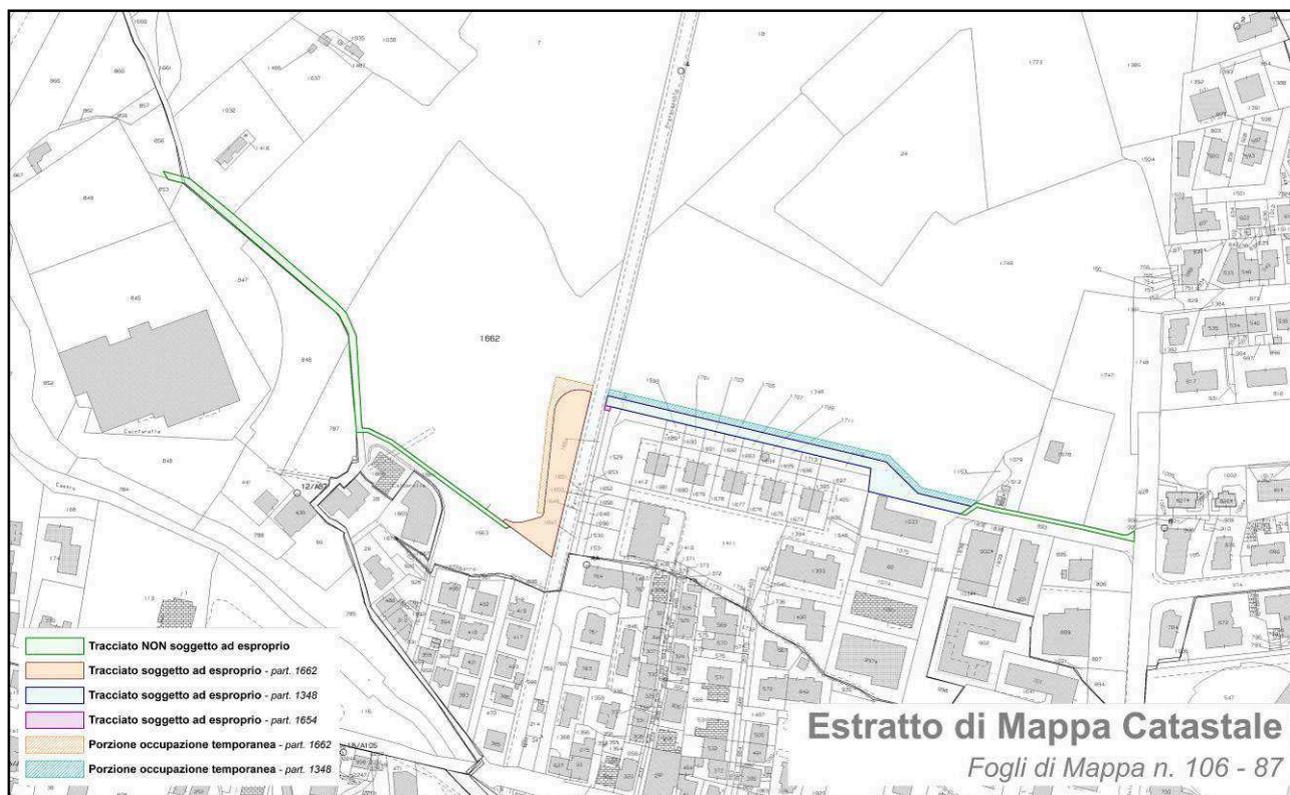
La pista ciclabile è parte di un più ampio progetto di "Rigenerazione urbana" prevista dal Comune di Arezzo, finanziato tramite i fondi PNRR (Missione 5 – Componente 2 – Investimento 2.1) e prevede la realizzazione di un nuovo tratto di pista che conetterà i percorsi ciclopedonali di prossima realizzazione nel Piano Urbano della Mobilità (P.U.M.S.).

Lo scopo del progetto è dunque rendere omogeneo il tessuto di percorsi ciclabili presenti nel territorio comunale, in modo da integrarli in una visione strategica della mobilità ciclabile, inserita all'interno della pianificazione comunale.

## 2 PROGETTO ARCHITETTONICO

Il presente progetto della pista ciclabile tra il Centro Commerciale OBI e via Bologna nel Comune di Arezzo, mira ad inserirsi con continuità e nel rispetto del tessuto urbanistico e del sistema infrastrutturale che lo circonda, con un accurato studio dei particolari architettonici, degli spazi, dei flussi e dei sensi di circolazione.

Il percorso riveste una importante rilevanza strategica all'interno della rete ciclabile comunale, infatti esso costituisce un'importante ricucitura della rete ciclabile sia esistente sia di imminente realizzazione ed è un collegamento fondamentale tra due notevoli punti di interesse cittadini quali i centri commerciali ("OBI", "Centro\*Arezzo" e "Al Magnifico") e il centro città.



Il tratto di pista in progetto ha una lunghezza di circa 800 m, e si sviluppa per tutta la lunghezza in doppio senso di marcia con un tratto di circa 400 m a destinazione ciclo-pedonale.

La pista ha inizio come anticipato, in prossimità del Centro Commerciale OBI, utilizzando e ripristinando una esistente strada bianca di modeste dimensioni, la quale inizia dall'antistante area a parcheggio del Centro Commerciale e termina in una riservata zona urbanizzata a destinazione residenziale di recente realizzazione, posta sul retro dell'OBI. Su la strada bianca in oggetto, aventi dimensioni già idonee all'utilizzo di pista ciclabile con doppio senso di marcia, verrà mantenuta la

tipologia di strada bianca, limitando l'intervento a semplici opere di ripristino dell'esistente massiciata, con la posa in opera di nuovo strato di inerte riciclato di media pezzatura e successivo livellamento e rullatura del piano di calpestio, oltre alla realizzazione di una cordatura di margine e all'illuminazione del tratto.

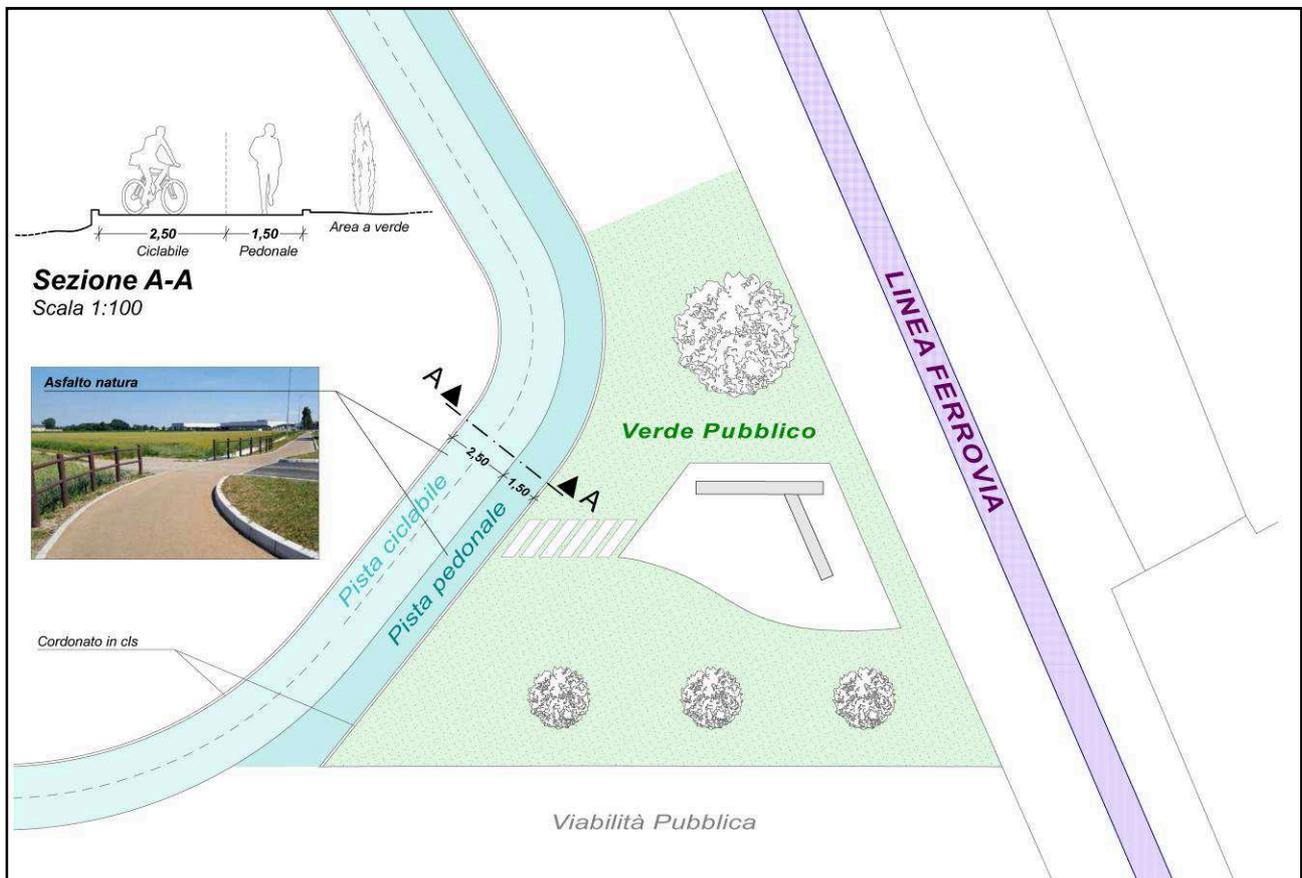
Superato questo tratto, si giunge in zona residenziale in via del Castro e la pista ad uso ciclabile proseguirà utilizzando porzione della carreggiata della viabilità esistente e la successiva area con parcheggi in linea, della piccola zona urbanizzata residenziale; in questo tratto la pista sarà su asfalto, per una larghezza di 2,50 ml (due corsie da 1,25 ml), con opere che si limiteranno alla fornitura e posa in opera della segnaletica orizzontale e verticale.

Al termine di questo tratto, di circa 110,00 ml, in prossimità della linea ferroviaria Arezzo-Stia, il progetto della pista prevede un cambio di direzione verso nord con il percorso che prosegue parallelamente lungo la ferrovia, per poi superare la stessa, con altro cambio di direzione, mediante un sotto-attraversamento, per poi continuare verso est fino a raggiungere via Genova.

Questo tratto di pista è il tratto di maggior impatto sul progetto, in quanto consiste nella realizzazione dei nuovi tratti ciclo-pedonali, nella costruzione della rampa di accesso al sottorosso e del sottopasso ferroviario stesso. Infatti verrà realizzato in un'area fuori dall'UTOE, soggetta ad esproprio, totalmente inedificata, priva di qualsiasi struttura, infrastruttura e/o sottoservizi, sarà il tratto più "costruito" della pista e dovrà essere realizzata nella sua interezza, sia nel suo tracciato, che nella struttura del sotto-attraversamento ferroviario. In questo tratto proprio per la sua importanza strategica di ricucitura di due zone urbane tagliate dalla linea ferroviaria, la pista ciclabile sarà affiancata anche da un percorso pedonale completamente accessibile ai soggetti con disabilità la sua larghezza sarà di 2,50 ml. più 1,50 ml di larghezza pedonale. Il percorso avrà una larghezza di 4,00 ml, con pendenze non superiori all'8% e nei tratti che anticipano e seguono per il passaggio del sotto-attraversamento ferroviario, saranno previsti stalli di 1,50 x 1,50 intervallati ogni 10,00 ml. di pista pedonale percorsa, il tutto in ottemperanza alla normativa sull'abbattimento delle barriere architettoniche - L. 13/89.

La pista nel tratto in oggetto, prevederà operazioni di scavo per la costruzione della struttura in C.A. del sotto-attraversamento e sarà delimitata lateralmente da muri di sostegno, mentre nei tratti pianeggianti, sul retro degli edifici di via Perugia e via Genova, la pista sarà delimitata da cordoni prefabbricati in cls. Sia la pista ciclabile che il percorso pedonale saranno caratterizzati da un piano di calpestio in *Asfalto Natura*, con colore che ben si armonizza con il contesto territoriale agricolo in cui si inserisce. Sempre in questo tratto, al fine di garantire alla pista un utilizzo migliore con andamenti e percorsi sinuosi, flussi di circolazione armonici, che evitino bruschi cambi di direzione, il piano particellare d'esproprio ha dovuto considerare anche alcune aree di margine alla pista. Il progetto prevede per dette aree spazi di sosta a verde attrezzato, al

fine di garantire all'opera quegli elementi di ricucitura del tessuto urbano che qualificano l'intero intervento (come da particolare allegato).



L'ultima parte della pista di progetto si svilupperà lungo un breve tratto di via Genova, non prevederà il percorso pedonale affiancato, ma solo la pista ciclabile, che si inserirà tra la il bordo della carreggiata carrabile e l'attiguo marciapiede, che demolito, creerà lo spazio complanare alla quota della strada, necessario per la collocazione la doppia corsia ciclabile: anche in questo tratto la pista sarà su asfalto, per una larghezza di 2,50 ml (due corsie da 1,25 ml), con opere di segnaletica orizzontale e verticale che evidenzieranno la divisione tra pista ciclabile e corsia carrabile della viabilità esistente di via Genova.

La sezione trasversale della pista ciclabile è progettata seguendo le indicazioni vigenti in materia di piste ciclabili in sede propria così come definite dal D.M. 30/12/1999 n° 557. La velocità di progetto considerata, è definita tenuto conto che i ciclisti in pianura procedono in genere ad una velocità di 20-25 km/h e che in discesa con pendenza del 5% possono raggiungere velocità anche superiori a 40 km/h.

I raggi di curvatura orizzontale lungo il tracciato delle piste ciclabili devono essere commisurati alla velocità di progetto. Particolare cura è stata posta nella definizione delle pendenze longitudinali per i raccordi all'attraversamento del sottopasso ferroviario della Linea

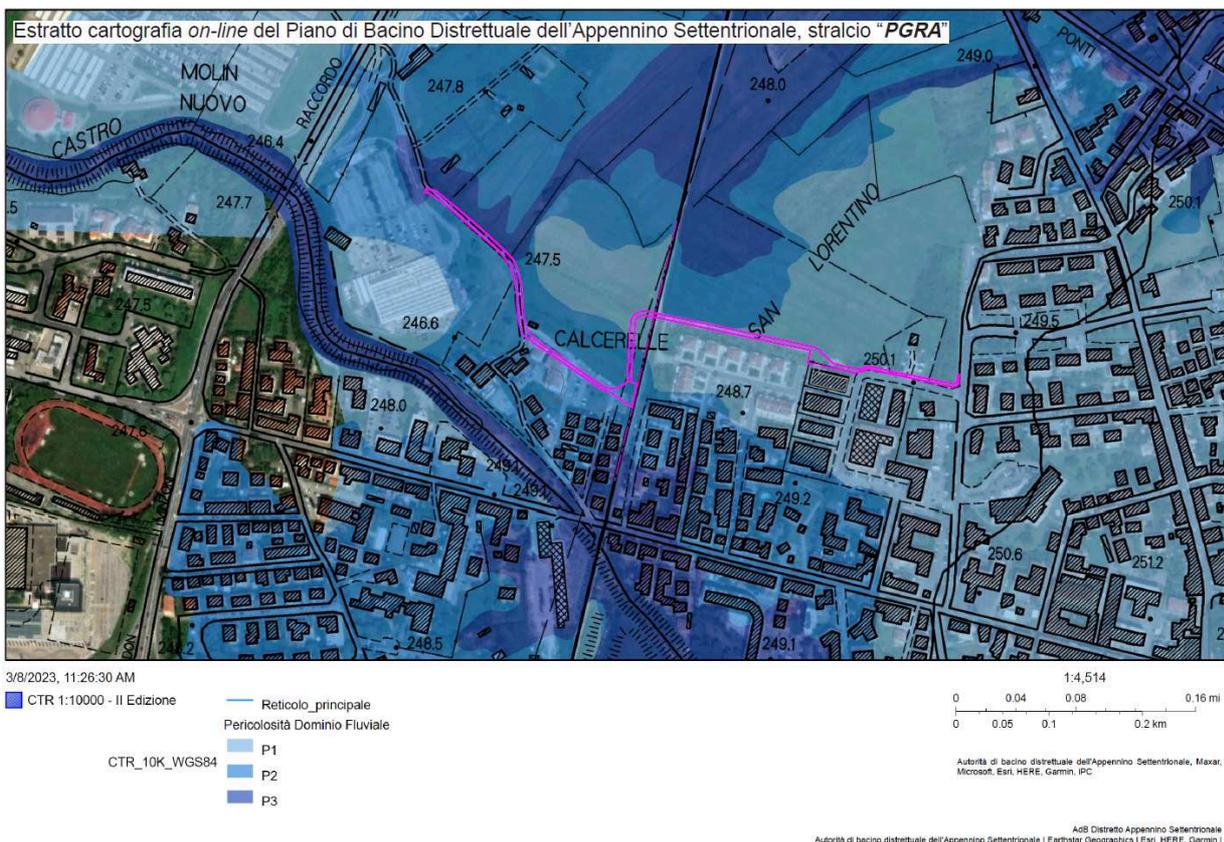
gestita da LFI Arezzo-Stia. Nello sviluppo del percorso i raggi di curvatura in progetto non sono mai inferiori a 9.0 m. La sezione trasversale della pista ha un pendenza unica del 2% per garantire il deflusso e lo smaltimento delle acque che scendono dagli argini e convogliarle nei fossati esistenti dei campi agricoli, mantenendo in questo modo inalterato l'attuale sistema di regimazione idraulica. In corrispondenza dei margini di corsia è stata indicata la segnaletica orizzontale.

### 3 FATTIBILITÀ GEOLOGICA, IDRAULICA, E SISMICA

Il settore interessato dalla realizzazione della pista ciclo-pedonale, a NO del centro abitato di Arezzo, si sviluppa lungo un tracciato parallelo, o parzialmente sovrapposto, alla viabilità esistente compresa tra l'area parcheggio del centro commerciale OBI (ad Ovest) e l'innesto di Via Genova su Via Romagna (ad Est), per una distanza complessiva di ca. 800 m, delimitando il comparto urbano edificato (a Sud) da zone ad uso prevalentemente agricolo (verso Nord).

L'area non rientra tra quelle comprese nello stralcio "Rischio Idraulico", adottato con DPCM 5/11/99 e s.m.i. (PRI), del Piano di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Considerando la cartografia dello stralcio PGRA del medesimo Piano di Bacino, redatta a livello di dettaglio (scala 1:10.000), si evidenzia che il tracciato della pista ciclo-pedonale attraversa settori inquadrati nelle **classi P1 – pericolosità da alluvione bassa** (corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno > 200 anni) e **P2 – pericolosità da alluvione media** (corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni), mentre per un breve tratto all'estremità occidentale interessa un comparto ricadente nella **classe P3 – pericolosità di alluvione elevata** (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale di 30 anni). Sulla base di tali aspetti dovranno essere rispettate le indicazioni riportate all'Art. 7 ("Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme") e all'Art. 9 ("Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Norme") della disciplina di piano.



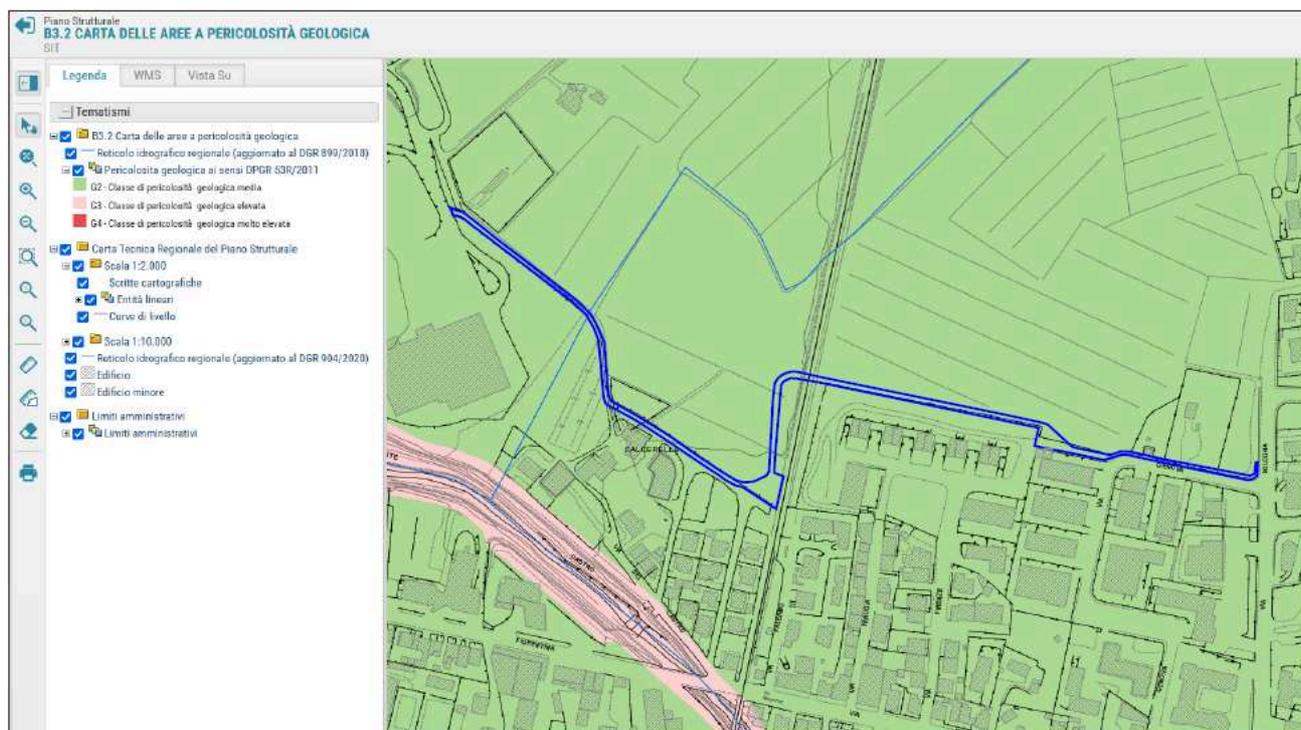
Sulla base di quanto sopra esposto, e considerando l'intersezione del tracciato con un rio senza denominazione tributario del vicino Torrente Castro, entrambi riportati nella cartografia del Reticolo Idrografico della Regione Toscana (LR 79/2012, agg. DCR 103/2022), si osserva che il settore in esame rientra nell'ambito delle prescrizioni e indicazioni della L.R. n. 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 (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."

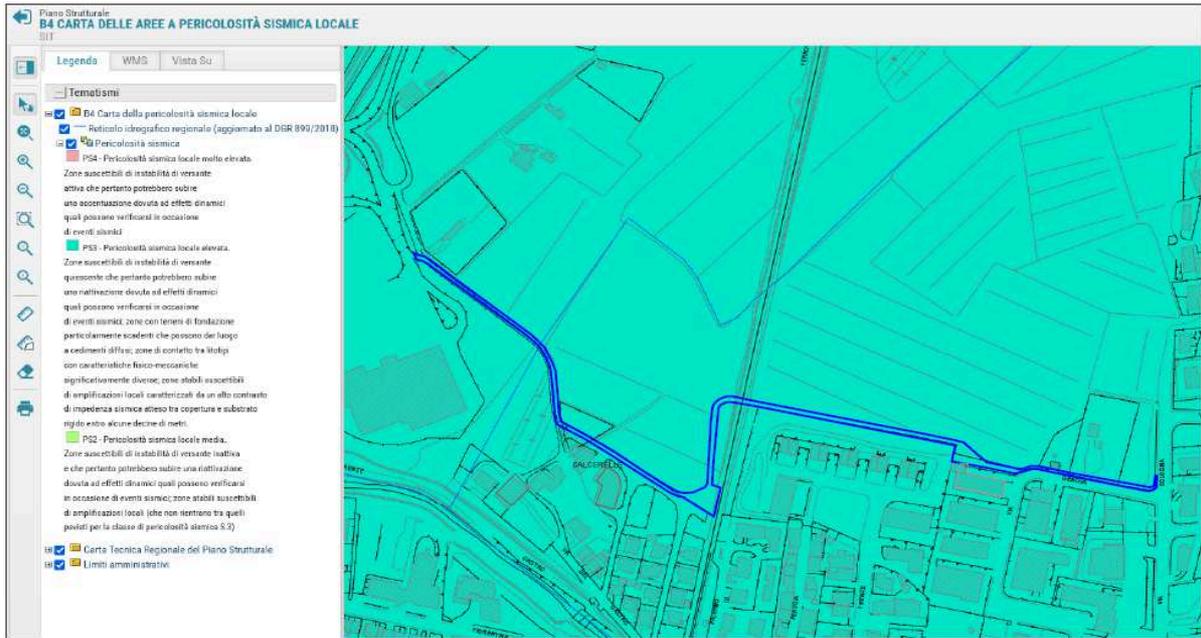
Il Comune di Arezzo con deliberazione del Consiglio comunale n. 134 del 30 settembre 2021 ha approvato, ai sensi dell'articolo 19 della legge regionale n. 65/2014, il nuovo piano strutturale e il primo piano operativo.

La riclassificazione sismica regionale di cui alla Deliberazione G.R.T. n. 421 del 26/05/2014 inserisce il territorio comunale di Arezzo nella zona **2**.

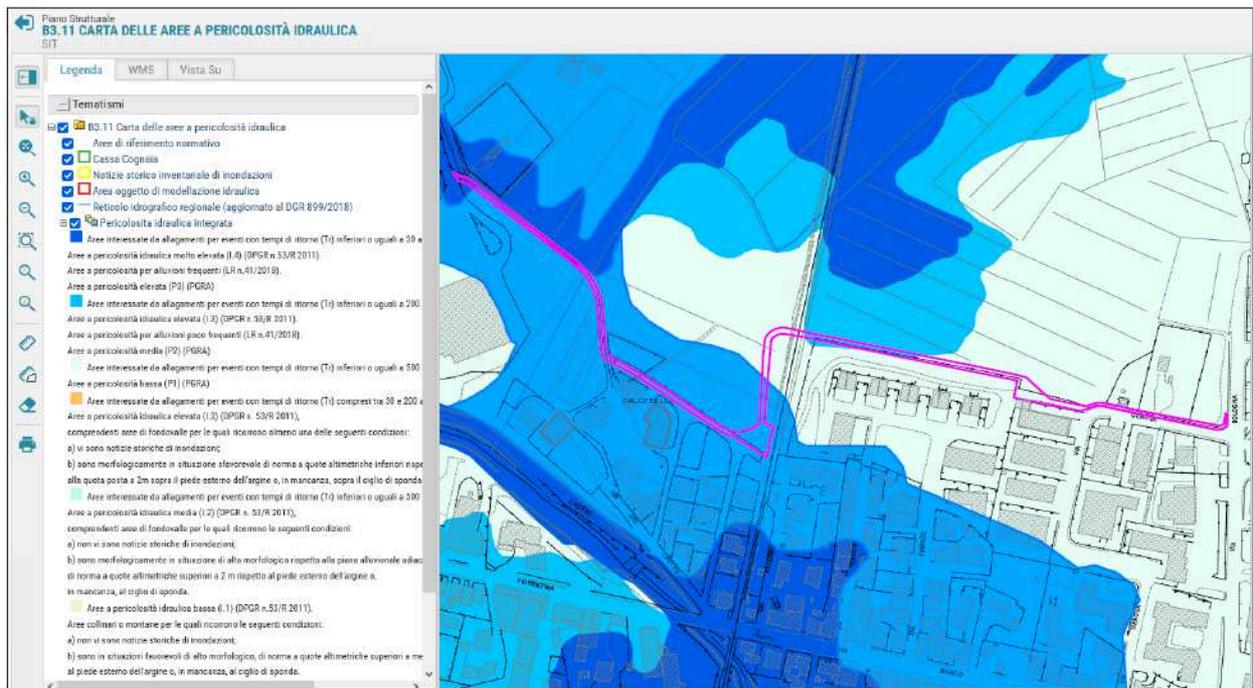
L'area non è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923.

Nel contesto degli studi di supporto al nuovo Piano Strutturale è stata resa disponibile una cartografia interattiva dalla cui consultazione si osserva che il tracciato della pista ciclo-pedonale in progetto interessa un comparto ricadente nella classe di pericolosità **G.2 - media** per gli aspetti geologici, e **S.3 - elevata** per le problematiche correlate alla risposta sismica locale.



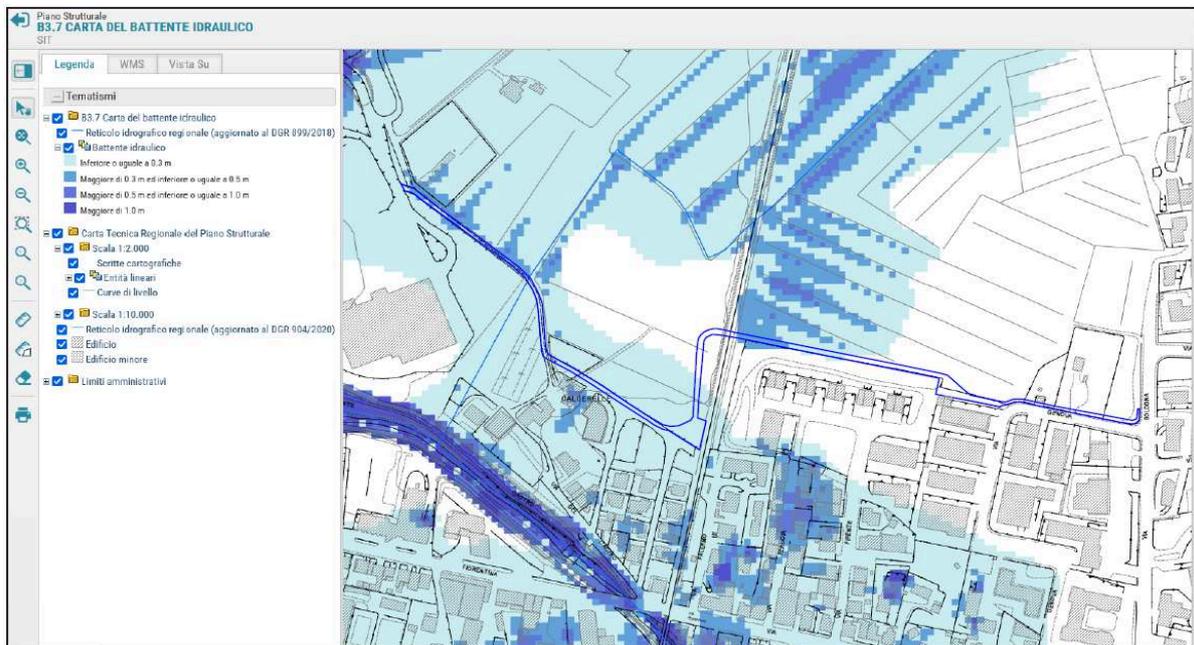
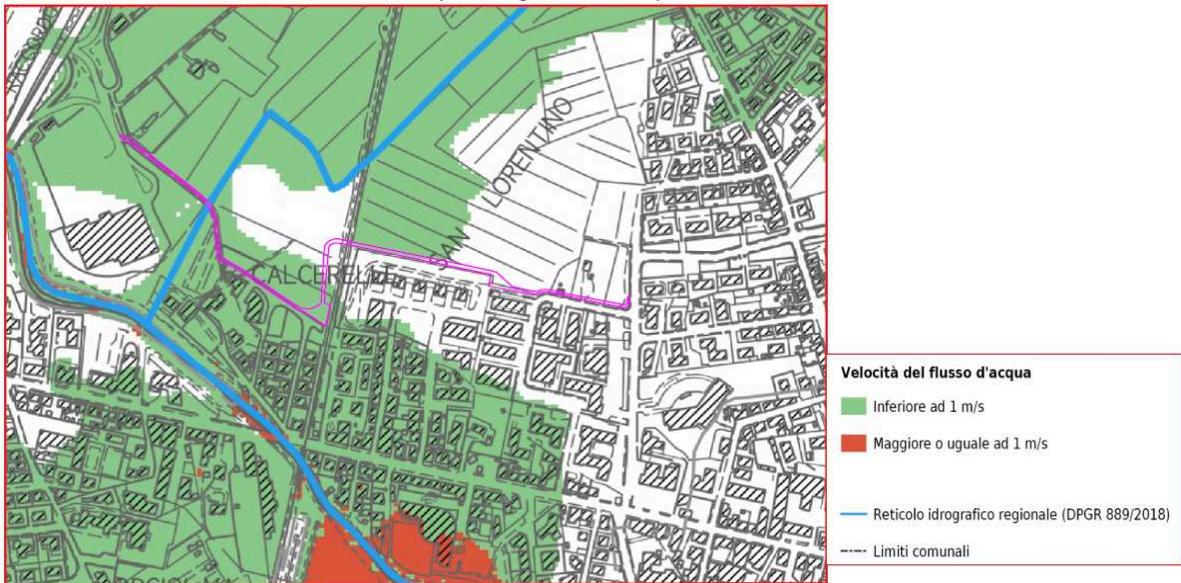


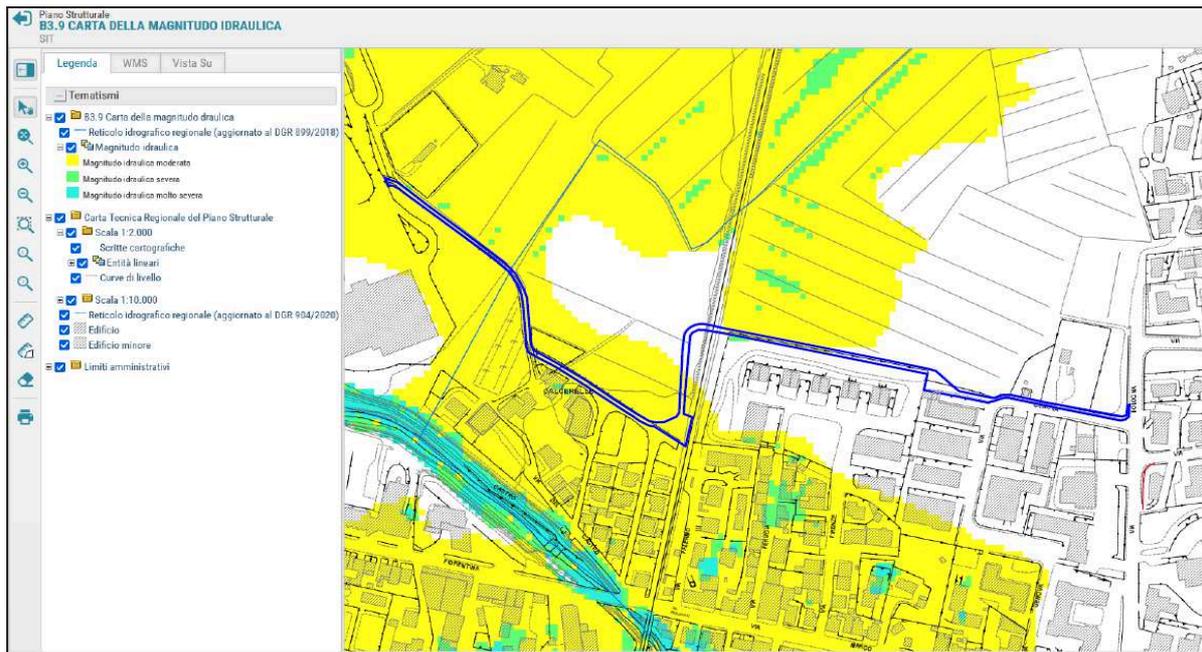
Per quanto concerne il contesto idraulico, nel medesimo ambito normativo comunale, si riscontra che il tracciato attraversa comparti ricadenti nella classe definita "aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno inferiori o uguali a 500 anni; aree a pericolosità bassa (P1, PGRA)", e nella **classe I.3 – elevata**; all'estremità Ovest viene interessato un settore in **classe I.4 – molto elevata**.



Oltre a quanto sopra delineato, negli stessi Strumenti Urbanistici comunali è disponibile la cartografia derivante dagli studi idraulici di dettaglio relativi alle velocità idrauliche, quote di battente e magnitudo idraulica.

Secondo tali studi il tracciato comprende parzialmente aree caratterizzate da: velocità del flusso d'acqua < 1 m/s, battente compreso tra 0 e 0,5 m e magnitudo moderata.





Dalle valutazioni sopra delineate, considerando che il settore risulta compreso negli "ambiti a bassa e media trasformabilità e del territorio rurale", sono stati consultati gli abachi riportati nella *Relazione geologica della fattibilità degli interventi* redatta nell'ambito del Piano Operativo comunale.

Sulla base di tali informazioni e della tipologia di intervento è possibile attribuire **la Fattibilità 2 con normali vincoli in relazione agli aspetti geologici, e fattibilità 3 per quanto riguarda gli aspetti sismici. Di fatto saranno necessari in fase esecutiva approfondimenti di indagini geotecniche e sismiche previste dal D.P.G.R. 1/R 2022.**

In merito alle problematiche idrauliche, come anticipato, il sito di progetto è soggetto alla Legge Regionale 24 luglio 2018 n°41.

Secondo tale normativa e sulla base dei dati idraulici disponibili, l'area rientra parzialmente nelle **classi di pericolosità per alluvione poco frequente e frequente, e magnitudo moderata.**

L'intervento risulta fattibile alle condizioni espresse dall'art.13 commi 2, 3, 4 e comma 6 lettera a della L.R. 41/2018 sotto riportato:

"Art. 13 Infrastrutture lineari o a rete

.....

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.*

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:*

a) *itinerari ciclopedonali, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio 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. ”*

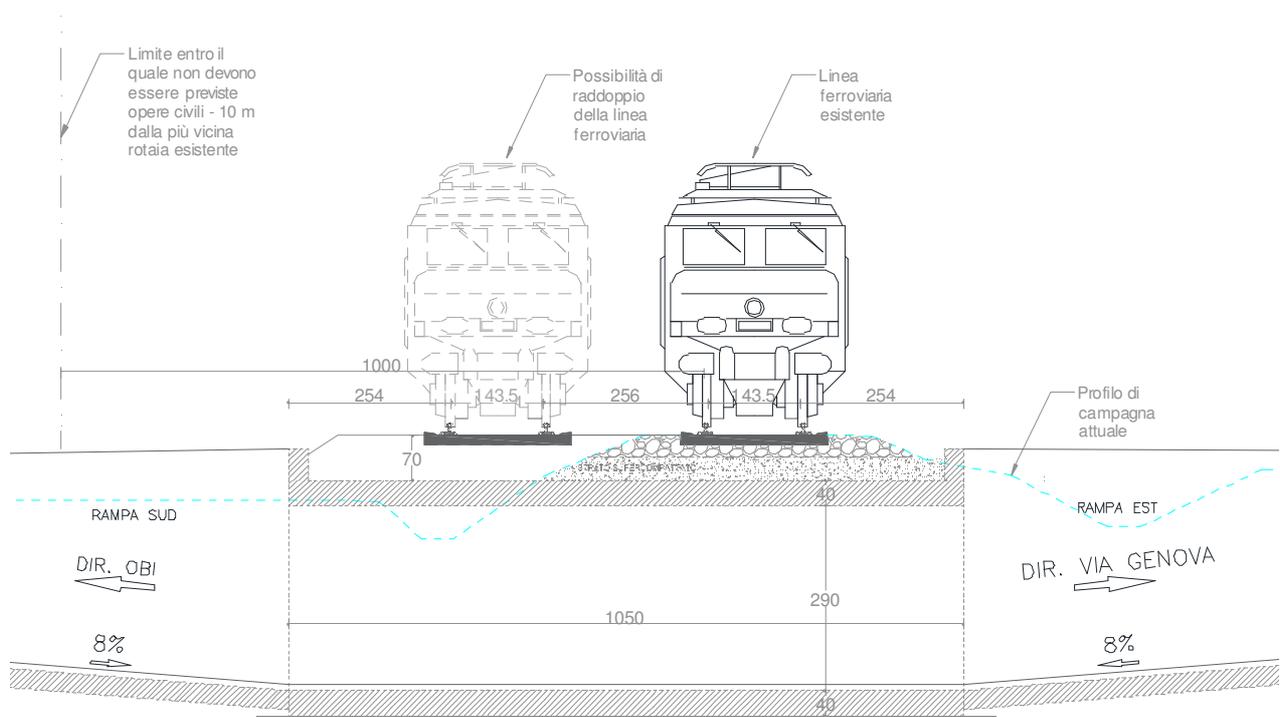
## 4 SOTTOPASSO FERROVIARIO

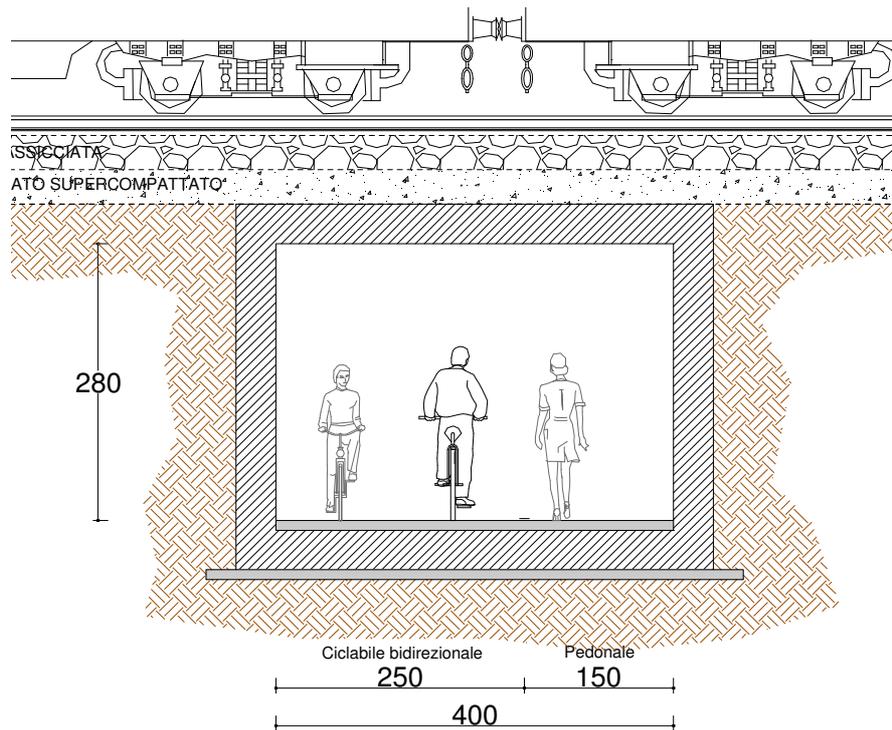
Dal punto di vista strutturale l'opera d'arte principale è la realizzazione del sottopasso ferroviario della linea Arezzo-Stia di competenza a L.F.I., fulcro del percorso ciclo pedonale di collegamento alle due macro aree fra il centro commerciale OBI e Via Bologna. L'opera risulta necessaria per sotto passare la linea ferroviaria composta da un solo binario e il cui estradosso del manufatto da realizzare si imposta a circa -90 cm dal piano ferroviario di scorrimento.

Oltre alla canna del sottopasso dovranno essere realizzate le rampe di accesso che saranno in trincea su entrambi i lati del sottopasso, con pendenza mai superiore all' 8% per garantire la percorribilità a tutti gli utenti e ai portatori di Handicap. Il percorso ciclo-pedonale nel punto del sottopasso compie una curva di 90°, in quanto si deve ricollegare il percorso ciclabile proveniente da Est da via Bologna, con il percorso sul lato opposto alla linea ferroviaria che si sviluppa in direzione sud verso via Genova.

### 4.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Geometricamente il tombino in c.a. è uno scatolare in cemento armato con una larghezza utile di 4,00 m al filo interno delle pareti (2,50 m di corsia destinata alla ciclabile e 1,50 m di percorso destinato al pedonale), altezza interna utile di 2,80 m, con uno sviluppo longitudinale dell'asse del sottopasso di 10,50 m. Infine costituiscono la sezione chiusa del tombino, il solettone di base, la soletta superiore e le pareti verticali, tutte dello spessore di 40 cm.





Usciti dal sottopasso essendo la sezione di pista sempre in trincea, il percorso sarà realizzato interamente dentro uno scatolare a cielo aperto. Per contenere la sezione di ingombro la struttura avrà una forma di C rovescia e seguirà la livelletta della pista. Le opere di contenimento della rampa dal lato del Centro Commerciale OBI si svilupperanno quindi per una lunghezza di 41,30 ml oltre a circa 4,50 m fuori terra per una lunghezza totale della livelletta pari a 45,80 m. Sul lato di via Genova le opere di contenimento della rampa si svilupperanno quindi per una lunghezza di 46,30 ml oltre a circa 4,70 m fuori terra per una lunghezza totale della livelletta pari a 51 m.

#### **4.2 INTERFERENZA CON LA LINEA FERROVIARIA**

La linea ferroviaria sottopassata è la linea in concessione alla società regionale La Ferroviaria Italiana S.p.a. (L.F.I.) che collega Arezzo con la parte settentrionale della sua provincia fino alla città di Stia. La linea allo stato attuale è ad un binario a traffico ferroviario alternato, elettrificata con pali che portano cavi aerei.

Il punto di passaggio del sottovia ha tenuto in considerazione la posizione longitudinale dei pali che sostengono la linea elettrica della ferrovia, allo scopo di evitarne lo spostamento che avrebbe comportato uno sforzo economico rilevante. Infatti la posizione dell'attraversamento è posizionata a circa 20 ml dal palo posto a nord e più vicino.

La progettazione del sottopasso e le distanze che il percorso ciclabile deve mantenere tengono in considerazione della possibilità del raddoppio della linea ferroviaria. A tale scopo le

dimensioni longitudinali del sotto passo, ovvero la sua lunghezza, saranno quelle minime per il passaggio di due binari pari a 10,50 ml.

Infine la distanza minima per poter edificare una qualsiasi opera permanente dall'attuale linea ferroviaria deve essere considerata pari a 10 ml dal più vicino binario attualmente presente.

La linea ferroviaria Arezzo-Stia durante le ore notturne non è in esercizio (non c'è passaggio di treni) tutti i giorni dalle ore 21 della sera alle ore 5 del mattino successivo e nelle 24 ore della domenica. Pertanto tutte le attività di montaggio delle opere provvisorie sulla piattaforma ferroviaria dovranno essere eseguite in questi orari, allo scopo di non interrompere il traffico ferroviario. Nel restante arco temporale in cui è previsto il passaggio dei treni, la società L.F.I. metterà a disposizione una figura personale detta "Agente di scorta" che supervisionerà i lavori e regolerà le eventuali interferenze tra i lavori di esecuzione del sottopasso e la piattaforma ferroviaria.

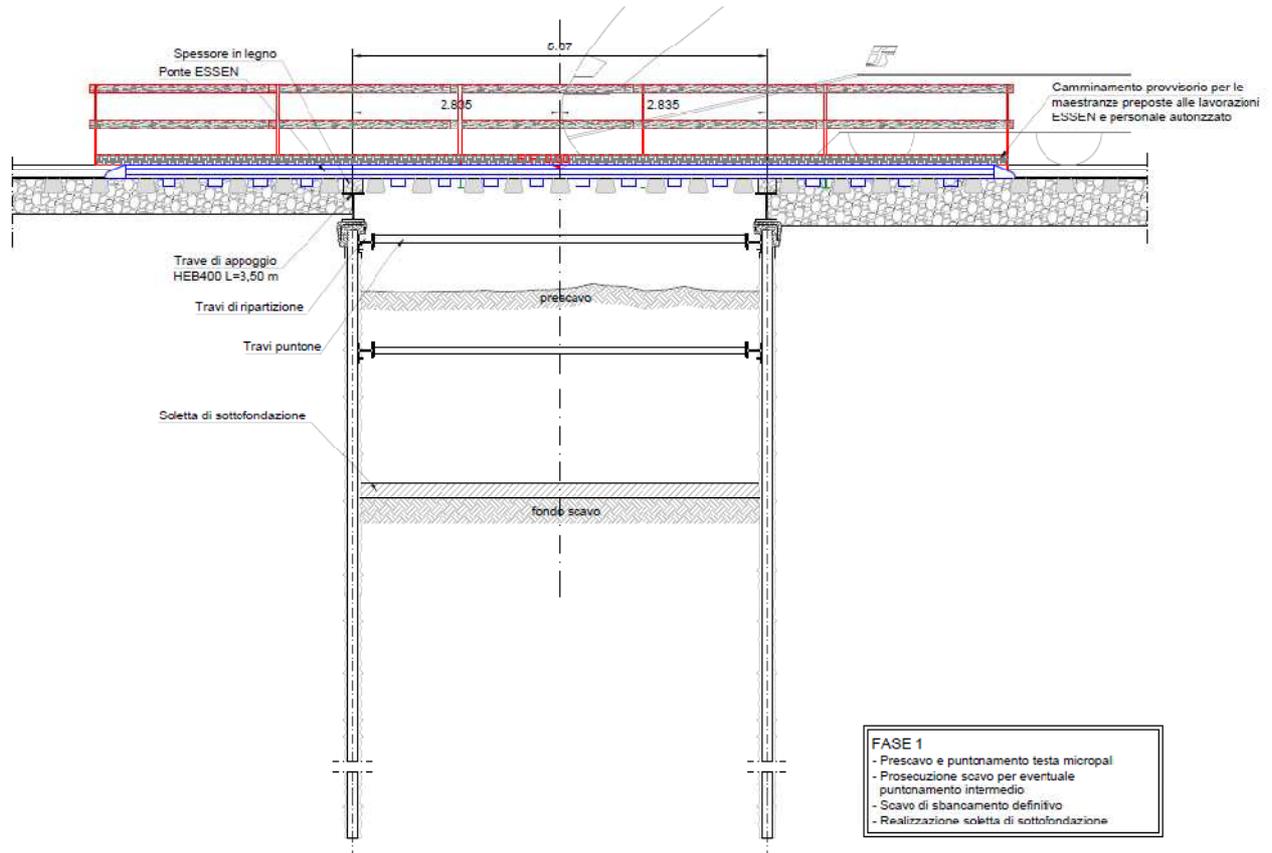
Di comune accordo con i tecnici della concessionaria L.F.I., il progetto di esecuzione del sottopasso e delle relative opere provvisorie non prevede interruzione del traffico ferroviario e tutte l'esecuzione delle opere saranno concordate e disciplinate prima dell'avvio dei lavori perseguendo tale obiettivo.

#### **4.3 FASI COSTRUTTIVE DEL SOTTOPASSO**

La costruzione del sottopasso ferroviario sarà realizzata con getti di calcestruzzo in opera, previa la realizzazione di opere provvisorie a sostegno della linea ferroviaria allo scopo di non interrompere il traffico ferroviario.

Il sostegno della linea viene garantito mediante l'installazione di una tecnologia brevettata detta "*Ponte Essen*", che consiste nell'installare travi in acciaio del tipo Heb400 su appositi cordolo in cemento armato, il quale è fondato su una batteria di micropali che fungono anche da contenimento del rilevato ferroviario nel momento in cui vengono fatti gli scavi per la realizzazione in opera del tombino in c.a..

L'attività propedeutica inizia con la realizzazione dei due lati delle paratie di pali, eseguite nel periodo di interruzione del traffico ferroviario come precedentemente descritto. Successivamente viene scavato e realizzato il cordolo di testa delle paratie e montato il Ponte Essen. Una volta maturati i tempi dei getti, la prima fase iniziano le operazioni di scavo e puntellamento della testa dei micropali, prosecuzione scavo per eventuale con eventuale puntellamento intermedio e scavo di sbancamento definitivo a quota magrone con il getto della soletta di sottofondazione.



La fase due prevede la realizzazione della soletta di base e parte dei piedritti del nuovo manufatto in c.a. e il relativo puntellamento dei piedritti (non si considera la fase di regolarizzazione del getto in quanto manterremo a distanza la paratia per permettere la cassetatura delle pareti verticali).

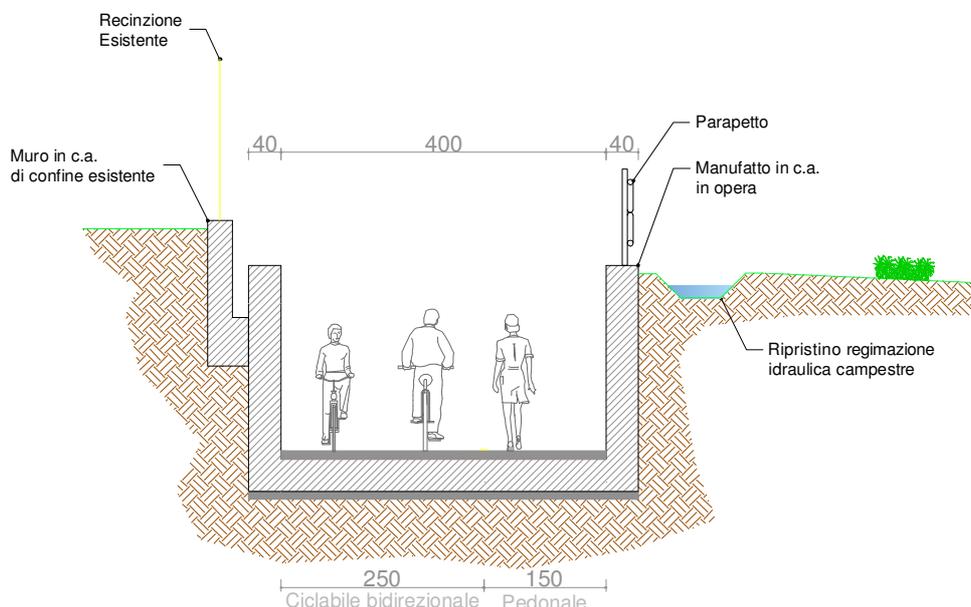
La fase tre prevede il completamento del nuovo manufatto in c.a. con la realizzazione della soletta superiore e la rimozione dei puntoni provvisori.

Così facendo tutte le operazioni di scavo e le operazioni di costruzione del manufatto non implicheranno alcuna interferenza con l'esercizio dei traffici ferroviari e potrà essere mantenuta la circolazione di tutti i treni, con il solo limite di diminuzione cautelativa della velocità. Al termine di tali operazioni verranno rimosse le apparecchiature di sostegno dei binari e si provvederà ad eseguire le opere di completamento.

Terminate le operazioni di realizzazione del tombino ferroviario, saranno costruite le rampe di accesso al sottopasso, in pratica dovranno essere realizzati i muri di sostegno del terreno della trincea. Le rampe avranno una pendenza massima dell'8% e ogni 10 m avranno un piano di 1,50 m per permettere il riposo ai portatori di handicap; lo sviluppo delle rampe sarà pertanto di 45,8 m per la rampa sud lato OBI e uno sviluppo di 46,30 m per la rampa est lato via Bologna. Allo scopo di limitare gli ingombri degli scavi e delle parti espropriate, si è pensato di realizzare la fondazione senza la parte di monte, realizzando un unico corpo fra muri di sostegno e fondazione con una

forma a C rovescia. Tutte le opere saranno in cemento armato gettato in opera, progettate secondo le attuali normative sismiche e in fase di esecuzione si dovranno seguire tutti gli opportuni controlli sui materiali messo in opera previsti dalla normativa vigente.

Le rampe saranno eseguite con scavo a larga sezione lungo l'asse delle rampe.



Per la costruzione delle opere da realizzare, scatolare e rampe, si dovrà tenere in considerazione nel calcolo degli indennizzi di esproprio anche una quota pro-capite per occupazioni temporanee delle aree di cantiere e delle viabilità di cantiere, necessarie per le manovre dei mezzi e per la costruzione del sottopasso. Aree che saranno occupate solo per i tempi strettamente necessari alla costruzione e che saranno ripristinate a fine dei lavori tenendo di conto nel quadro economico anche di tale sistemazione.

#### **4.4 VINCOLI CON L.F.I.**

La realizzazione dell'opera di attraversamento della linea ferroviaria comporterà a livello di esecuzione prima dell'avvio dei lavori, la costituzione e stipula di una Convenzione fra la concessionaria L.F.I. e l'Amministrazione comunale di Arezzo.

Tale si rende necessaria allo scopo di regolamentare tutte le procedure e rapporti con l'Amministrazione in fase di esecuzione dei lavori, le procedure propedeutiche per l'avvio degli stessi nonché proprio la regolamentazione dei lavori nell'interferenza con il traffico ferroviario. Essa stabilirà eventuali oneri di interruzione del traffico ferroviario, il costo dell'agente di scorta ovvero del personale L.F.I. che supervisionerà l'esecuzione dei lavori del sottopasso, nonché normerà la manutenzione dell'opera nel corso della sua vita utile.

## **5 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA PER PISTA CICLABILE**

Il presente progetto prevede la progettazione della fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione dell'illuminazione pubblica della pista ciclabile tra il Centro Commerciale OBI e via Bologna ad Arezzo, compreso l'illuminazione del sotto-attraversamento della linea ferroviaria Arezzo-Stia - PNRR - Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.1 CUP B11B21002300005".

Gli impianti di illuminazione pubblica per la pista ciclabile saranno completamente all'aperto, con caratteristiche altimetriche di tipo pianeggianti.

La classificazione degli ambienti e destinazione d'uso, prevede ambiente

*Esterno*: luogo bagnato con grado di protezione per la componentistica elettrica richiesto, minimo IP55.

I carichi elettrici rilevanti ai fini della presente documentazione di progetto sono rappresentati da:

Corpi illuminanti a servizio dell'impianto di illuminazione pubblica per pista ciclabile.

### **5.1 RIFERIMENTO DI NORME TECNICHE PER IMPIANTI E COMPONENTI**

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data dell'esecuzione dei lavori. In particolare un breve elenco non esaustivo delle norme a cui l'intervento deve essere conforme, sono:

- Legge Regionale 21 marzo 2000, n°37 "Norme "per la progettazione dell'inquinamento luminoso" con misure minime di protezione e prevenzione progettuale dall'inquinamento luminoso degli Osservatori Astronomici.
- Le prescrizioni Provinciali relative agli impianti di illuminazione stradale;
- Il regolamento e le prescrizioni Comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera.

Fra le norme CEI di riferimento, si elencano le seguenti:

CEI 64-8/1 e varianti	"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali".
CEI 64-8/2 e varianti	"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 2: Definizioni".
CEI 64-8/3 e varianti	"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 3: Caratteristiche generali".
CEI 64-8/4 e varianti	"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza".

CEI 64-8/5 e varianti	“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici“.
CEI 64-8/6 e varianti	“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 6: Verifiche“.
CEI 64-14 ed. II	“Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori“.
CEI 64-17	“Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri“.

Norme U.N.I. – U.N.E.C. per quanto si riferisce ai materiali unificati ed in particolare le 37118 per i cavidotti e le 35017 e 30023 per il calcolo e l'impiego dei conduttori.

#### **Norme UNI per Illuminazione Pubblica:**

UNI 11630: 2016 "Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico";

UNI 11248: 2016 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche";

UNI EN 13201-2: 2016 "Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali";

UNI 10819: "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";

UNI 12665: 2018 "Luce e illuminazione Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici";

UNI EN 40: "Pali per illuminazione pubblica".

#### **ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE DEGLI AMBIENTI ESTERNI, ANALISI DEI RISCHI E CATEGORIE DI RIFERIMENTO**

Le caratteristiche dell'impianto di illuminazione sono state individuate basandosi sulla Norma UNI 11248 relativa agli impianti di illuminazione stradale, piste ciclabili e le leggi regionali sull'inquinamento luminoso. In base ai dati forniti dalla Committenza, la norma UNI 11248 attribuisce alle strade oggetto della seguente opera progettuale le seguenti classi:

- una strada bianca esistente, dal Centro Commerciale OBI, che s'innesta nell'antistante area a parcheggio del Centro Commerciale, fino al raggiungimento di una piccola zona urbanizzata a destinazione residenziale di recente realizzazione, posta sul retro dell'OBI – **Categoria Pista ciclabile P1 verifica illuminamento “orizzontale” con  $15 \leq E_{medio} < 22,5$  lux ed  $E_{min} \geq 3$  lux**
- la pista ciclabile proseguirà utilizzando porzione della carreggiata della viabilità esistente antistante la piccola zona urbanizzata residenziale denominata “calcerelle” e la successiva area con parcheggi. In questo tratto la pista sarà su asfalto, per una larghezza di 2,50 m ed essendo già dotata di illuminazione pubblica sarà esclusa dall'inserimento di ulteriore illuminazione.

- il progetto della pista prevede che la stessa svolti verso nord e continui il percorso parallelamente lungo la ferrovia, per poi superare la stessa con sotto-attraversamento e continuare verso est fino a raggiungere via Genova. Questo tratto di pista prevede un sotto-attraversamento ferroviario. In questo tratto, la pista ciclabile, sempre della larghezza di 2,50 ml., sarà affiancata anche da un percorso pedonale completamente accessibile ai soggetti con disabilità. **Categoria Pista ciclabile P1 verifica illuminamento “orizzontale” con  $15 \leq E_{medio} < 22,5 \text{ lux}$  ed  $E_{min} \geq 3 \text{ lux}$**
- L'ultima parte della pista di progetto si svilupperà lungo un breve tratto di via Genova, non prevederà il percorso pedonale affiancato, ma solo la pista ciclabile, che si inserirà tra la il bordo della carreggiata carrabile e l'attiguo marciapiede. In questo tratto la pista sarà su asfalto, e sulla carreggiata esistente già dotata di illuminazione pubblica.

## **5.2 CRITERI**

A partire dal 2015, sono stati introdotti gradualmente alcuni cambiamenti relativi alle normative di progetto: attualmente per gli impianti di I.P. è necessario attenersi alla nuova norma 13201 2:2016 con il relativo regolamento di attuazione 11248 11:2016 e alla legge regionale per la lotta contro l'inquinamento luminoso che passa dalla 17/00 alla nuova 31/2015; pertanto, l'opera dovrà essere eseguita con apparecchi a Led con i quali, grazie agli aggiornamenti relativi all'efficientamento energetico, si ottengono risultati migliorativi con una potenza inferiore. Per il contenimento dell'inquinamento luminoso gli apparecchi dovranno essere del tipo chiuso con vetro piano con ottica e Led completamente alloggiati all'interno dell'apparecchio per limitare al massimo ogni emissione luminosa verso l'alto. Per il risparmio energetico dovranno essere utilizzati Led ad alta efficienza luminosa con elevato rapporto Lm/W. Gli apparecchi dovranno montare Led a luce bianco neutro con temperatura di colore prossima ai 4000 K e dovranno superare i requisiti minimi previsti nel Decreto 23 12 2013 per gli apparecchi di illuminazione.

## **5.3 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI**

L'esecuzione degli impianti, vista la tipologia degli ambienti presenti, risulta essere la seguente.

La distribuzione esterna a servizio del nuovo impianto di illuminazione pubblica sarà realizzata con tubazione posata in tubo flessibile in HD-PE per posa interrata (a doppia parete) con pozzetti in cls rompitratta, ispezionabili ogni venti metri circa e allacciandosi alla distribuzione interrata esistente dei vari lotti.

## **5.4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI**

Per effettuare il dimensionamento dell'impianto elettrico, nei suoi componenti principali, si sono applicati i seguenti criteri fondamentali:

- Tensione nominale dei circuiti: 400/230V
- Massima caduta di tensione lungo le condutture: < 5% (Vn)
- Portate dei cavi: Tab. CEI-UNEL 35024/1

Tab. CEI-UNEL 35024/2

- Per le canalizzazioni:
  - Per le tubazioni interrate il diametro interno dei tubi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti.
  - Per le tubazioni a vista il diametro interno dei tubi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti.
  - Nei quadri elettrici lo spazio utile lasciato libero deve essere pari almeno al 25% dello spazio totale.
- Sezioni minime dei conduttori impiegati:
  - 1 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e comando
  - 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione
- PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE: I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8 cap. IV. In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopraindicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle Norme CEI 23-3, 23-18 e 17-5. Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose, secondo la relazione  $I^2 t \leq K^2 S^2$  (Norma CEI 64-8). Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

## **QUADRI ELETTRICI**

I quadri dovranno essere dotati di tutte le apparecchiature necessarie per fornire il quadro completo e a regola d'arte, inoltre dovranno essere dotati di regolare certificazione secondo la CEI 23-51 o CEI 61439-2.

Tutti i quadri dovranno essere conformi alle indicazioni della norma CEI 23-51 o CEI 61439-2 e corredati di targhetta con i seguenti dati:

- nome del quadro
- nome del costruttore
- data e numero di costruzione
- numero dello schema di riferimento
- tensione nominale
- massima corrente distribuibile
- corrente di corto circuito

In particolare il nuovo quadro elettrico sarà installato in prossimità della cabina elettrica di e-distribuzione su via Genova.

## **CAVI E CONDUTTURE**

Le sezioni dei conduttori sono state scelte in funzione della corrente nominale del carico alimentato, del dispositivo di protezione installato a monte, dell'eventuale coefficiente di riduzione per tenere conto di problemi di stipamento nelle tubazioni e della caduta di tensione massima ammissibile che, come stabilisce la norma 64.8 per gli impianti di illuminazione pubblica, in condizioni ordinarie di funzionamento non deve mai superare il 5% della tensione nominale nel punto di consegna.

I conduttori da porre in opera dovranno possedere caratteristiche di “non propagazione dell'incendio”, in conformità alla norma CEI 20-22 e CPR UE 305/11 e in base alle modalità di posa, individuate nell'ambiente in esame, s'impiegheranno i seguenti tipi:

- posa interrata: FG16OR16 0,6/1kV;
- posa in tubazione flessibile: FS17.

## **ILLUMINAZIONE ORDINARIA**

La quantità dei corpi illuminanti e la loro posizione sarà definita sulla base di un calcolo illuminotecnico che permetta di rispettare le norme citate precedentemente.

I corpi illuminanti che si andranno ad installare avranno le seguenti caratteristiche tecniche e saranno installati su palo conico:

- Corpo illuminante di dimensioni indicative 587x294x94 – peso kg.6,3, alimentazione 700mA, flusso luminoso 2658 lumen, potenza 19,5W, Neutral White 4000K, Classe II - IP66 - Alimentazione 230V.
- Palo conico di lamiera diritto zincato, H.tot.mt.4,50 (fuori terra 4 m), spessore mm.4, compreso accessorio per fissaggio corpo illuminante lato ciclabile, completi di lavorazioni

standard: foro ingresso cavi, piastrina di messa a terra, asola per morsettiera e morsettiera con portella.

Il corpo illuminante sarà dotato di sensore con funzione di mezzanotte virtuale in modo da avere una riduzione del flusso luminoso di circa il 30% nelle ore dalle 24 alle 6 del mattino. In modo da ottimizzare i consumi elettrici.

## **COMANDO ILLUMINAZIONE ESTERNA**

Le linee a servizio dell'illuminazione esterna, saranno comandate con interruttore orario astronomico e selettori a 3 posizioni (AUT – 0 – MAN).

I selettori avranno le seguenti funzioni:

**AUT** (automatico): l'illuminazione esterna si accende e spegne tramite orologio astronomico;

**0** (zero): l'illuminazione esterna rimane sempre spenta;

**MAN** (manuale): l'illuminazione esterna viene accesa in caso di necessità manualmente rimanendo sempre accesa finché non si decide di spegnerla manualmente impostando il selettore su “zero” o “automatico”.

## **IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

L'impianto di messa dovrà essere rispondente alle Norme CEI 64-8/n (e successive varianti ed integrazioni), realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche. I collettori di terra principali saranno alloggiati nei Quadri di illuminazione pubblica (Q1 e Q2). A detto collettore dovranno obbligatoriamente collegarsi i seguenti conduttori: tutti i conduttori provenienti dalla distribuzione dell'impianto di terra esterno (dai dispersori). Inoltre l'impianto di terra dovrà essere collegato con l'impianto di pubblica illuminazione che si realizzerà nella urbanizzazione da cui si preleverà l'alimentazione. All'impianto di terra si dovranno collegare i pali di sostegno dei corpi illuminati. Ogni palo sarà collegato all'impianto di terra tramite corda isolata in PVC giallo-verde di sezione 16mm<sup>2</sup>; a sua volta l'impianto di terra sarà collegato ai picchetti di terra in acciaio zincato di dimensioni 50x5x2000m. I collegamenti dovranno essere eseguiti a regola d'arte evitando di mettere a contatto materiale con eccessiva differenza di potenziale elettrochimico.

La corda dorsale di terra, dovrà essere ispezionabile solo nei collegamenti di derivazione principale dell'impianto di terra e risultare saldamente collegata a tutti i dispersori mediante bulloneria in acciaio inox.

La continuità dei conduttori di protezione non dovrà mai essere interrotta salvo che per l'effettuazione delle verifiche di resistenza di terra e di continuità dei conduttori di protezione.

Poiché il sistema di alimentazione è un TT, la resistenza di terra dovrà avere un valore tale da essere coordinata con il dispositivo di protezione automatico secondo la seguente formula:

$$R_a \leq \frac{50}{I_a}$$

dove:

$R_a$  = somma della resistenza dei dispersori e dei conduttori di protezione;

$I_a$  = corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione.

In questo caso la corrente coincide con la  $I_{dn}$  del dispositivo di protezione differenziale.

Una volta effettuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante il coordinamento tra l'impianto di terra medesimo ed i vari interruttori con relè differenziali.

La sezione dei conduttori di protezione dovrà seguire i dettami indicata dalla CEI 64/8.

## **6 QUADRO ECONOMICO**

### **6.1 IMPORTO DEI LAVORI**

L'importo complessivo dei lavori oggetto dell'intervento viene così ripartito:

#### **A) LAVORI**

Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta € 594.245,64

#### **B) ONERI SICUREZZA**

Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta € 38.803,27

#### **C) SOMME A DISPOSIZIONE**

Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta € 256.205,18

di cui:

- Indagini € 13.600,00
- Spese Tecniche e Incentivi € 102.760,43
- Allacciamenti e interferenze € 4.000,00
- Accantonamenti e Imprevisti € 14.244,56
- Contributo Anac € 410,00
- IVA e imposte € 88.204,28
- Accertamenti di laboratorio e oneri di discarica € 13.280,86
- Espropri € 17.205,05
- Convenzioni € 2.500,00

**IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA (A+B+C): € 889.254,09**

Il dettaglio del Quadro Economico è riportato nell'allegato 06-ST-EC-DA-01-00.

### **6.2 QUALIFICA ESECUTORE**

L'intervento stimato prevede una qualifica dell'esecutore per una categoria di opere classificate in classe generale OG3 per un importo pari a **€ 633.048,91** iva e oneri esclusi.

### **6.3 CLASSI DI PROGETTAZIONE**

Le opere in progetto prevedono la suddivisione delle classi di servizio progettuale come segue:

- Parte Architettonica:
  - INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITA' – Viabilità Ordinaria **V.02** – per € 223.579,74

- Parte Strutturale:
  - STRUTTURE – Opere infrastrutturali puntuali **S.03** – per € 310.747,55
- Parte Impiantistica:
  - IMPIANTI – Impianti elettrici e speciali a servizio delle costruzioni - Singole apparecchiature per laboratori e impianti pilota **IA.04** – per € 59.918,35

#### 6.4 OPERE DA FINANZIARE

Nel corso della progettazione di fattibilità si sono avviati i contatti con i tecnici della società L.F.I. allo scopo di valutare gli oneri e gli obblighi da rispettare per l'esecuzione delle opere. I tecnici hanno messo a disposizione i preventivi richiesti alla ditta ESSEN che possiede i brevetti per le opere provvisorie di sostegno alla ferrovia e che sono stati conteggiati nel Q.E. di progetto. Sono emerse però durante i tavoli di incontro l'esigenza di dover prevedere la canna del sottopasso della lunghezza idonea a sopprimere ad un futuro raddoppio della linea ferroviaria, la necessità di contabilizzare degli oneri di sicurezza aggiuntivi e soprattutto sono state computate nel presente lavoro le opere propedeutiche alla costruzione del by-pass ESSEN.

Inoltre vengono proposte delle migliorie al progetto come la fattibilità di prevedere anche per il tratto bianco in prossimità del centro commerciale OBI, l'illuminazione della strada esistente che verrà adibita al percorso che permetta la percorribilità anche nelle ore notturne.

Tali oneri aggiuntivi non potevano essere previsti in sede di studio della fattibilità, ma che per si rendono necessari proprio all'esecuzione del sottopasso imponendo la necessità di dover attingere ad un ri-finanziamento del progetto che per il quadro economico comporta un aggravio contabilizzato pari a **100.000 €**.

DESCRIZIONE LAVORI		IMPORTO PARZIALE	IMPORTO TOTALE
<b>E</b>	<b>OPERE DA FINANZIARE</b>		
E.1	Importo opere fuori computo		
E.1.1	Opere per illuminazione tratto strada bianca verso OBI	€ 9 864,84	
E.1.2	Completamento Opere provvisorie necessarie per sostegno ferrovia di cui IVA (10%) - E.1.1+E1.2	€ 93 510,07 € 10 337,49	
	<b>TOTALE PARZIALE</b>		113 712,40
C.4.1	Recupero somme a disposizione	-€ 14 244,56	-14 244,559
E.2	Arrotondamenti	€ 532,16	532,160
<b>E</b>	<b>IMPORTO TOTALE OPERE DA FINANZIARE</b>		<b>€ 100 000,00</b>