



Comune di Castel Maggiore

“PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA DEL SOTTOPASSO
DI VIA CHIESA”

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Codice: S19184-PP-RT-001-0

REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO
0	02/10/2020	MN	CC
1			
2			

APPROVATO
GF



INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	CONTESTO DI INSERIMENTO DELL'OPERA E PRINCIPALI VINCOLI	5
2.1.	CONTESTO DI INSERIMENTO DELL'OPERA	5
2.2.	PRINCIPALI VINCOLI DI INSERIMENTO	5
3.	ALTERNATIVE PROGETTUALI E SOLUZIONE SCELTA	7
3.1.	SOLUZIONE 1 – SOTTOPASSO CARRABILE A DOPPIO SENSO	7
3.1.1.	DESCRIZIONE	7
3.1.2.	PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 1	8
3.2.	SOLUZIONE 2 - SOTTOPASSO CARRABILE A SENSO UNICO	9
3.2.1.	PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 2	11
3.3.	SOLUZIONE 3 – SOTTOPASSO CICLO-PEDONALE	12
3.3.1.	DESCRIZIONE	12
3.3.2.	PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 3	13
3.4.	SOLUZIONE 4 – SOVRAPPASSO PEDONALE	14
3.4.1.	PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 4	16
3.5.	SCELTA DELLA SOLUZIONE	16
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PROGETTO, SOTTOPASSO CICLO-PEDONALE	18
5.	CONCLUSIONI	21

FIGURE

FIGURA 1.1:	UBICAZIONE DEL SOTTOPASSO DI VIA CHIESA.	3
FIGURA 2-1:	STRALCIO PLANIMETRICO DELLA SOLUZIONE 1 (CARRABILE A DOPPIO SENSO).	7
FIGURA 2-2:	SEZIONE SOTTOVIA DELLA SOLUZIONE 1 (CARRABILE A DOPPIO SENSO).....	8
FIGURA 2-3:	STRALCIO PLANIMETRICO DELLA SOLUZIONE 2 (CARRABILE A SENSO UNICO).....	10
FIGURA 2-4:	SEZIONE SOTTOVIA DELLA SOLUZIONE 2 (CARRABILE A SENSO UNICO).	11
FIGURA 2-5:	STRALCIO PLANIMETRICO DELLA SOLUZIONE 3 (SOTTOPASSO CICLO-PEDONALE).	13
FIGURA 2-6:	SEZIONE SOTTOVIA DELLA SOLUZIONE 3 (SOTTOPASSO CICLO-PEDONALE).....	13
FIGURA 2-7:	STRALCIO PLANIMETRICO DELLA SOLUZIONE 4 (SOVRAPPASSO PEDONALE).....	15
FIGURA 2-8:	PROFILO DELLA SOLUZIONE 4 (SOVRAPPASSO PEDONALE).	15
FIGURA 2-9:	SEZIONE RAMPE DI ACCESSO E PASSERELLA PEDONALE.	16

1. PREMESSA

La presente relazione è redatta nell'ambito dell'incarico conferito alla ENSER SRL per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica del sottopasso di Via Chiesa sito nel Comune di Castelfranco, Provincia di Bologna.

Si tratta di un'opera che sottopassa la linea ferroviaria in corrispondenza di via della Chiesa (Figura 1.1).

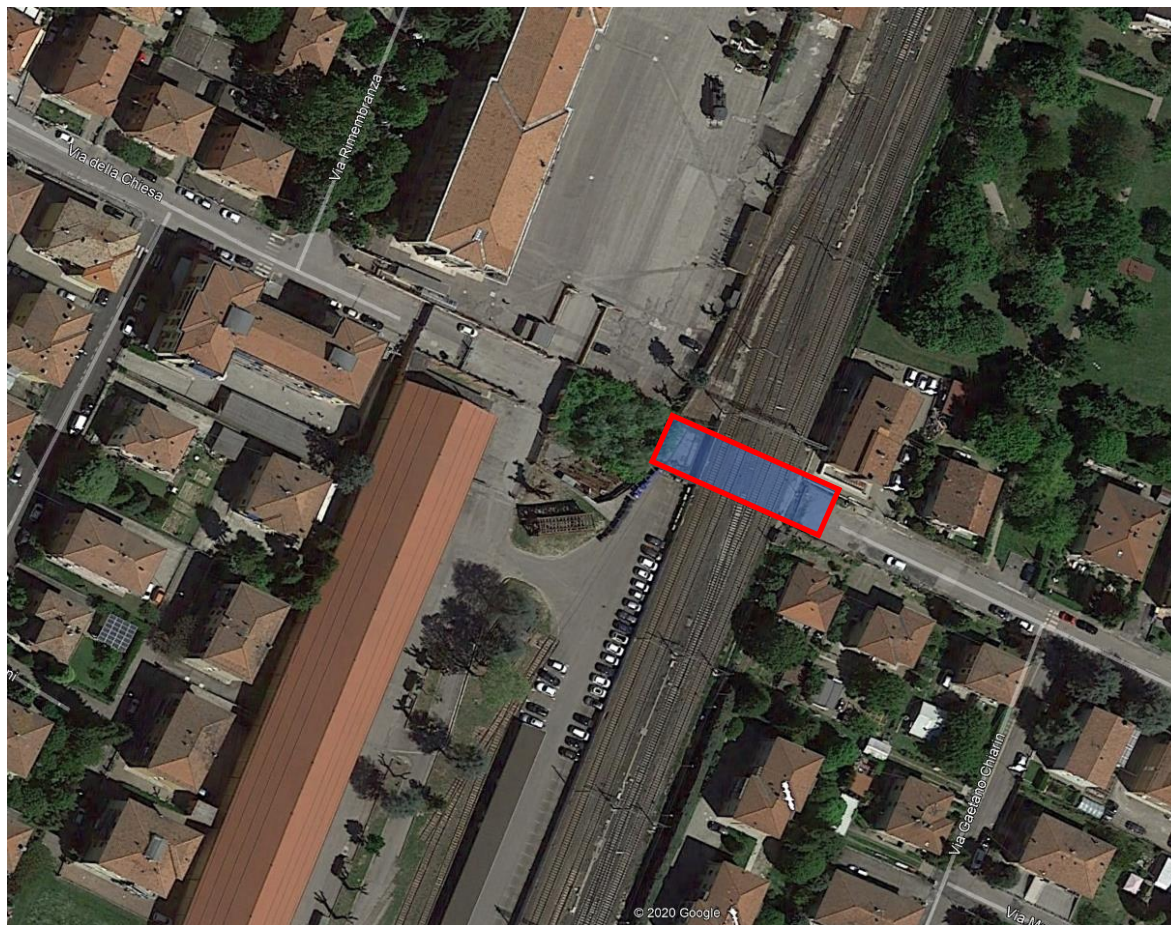


Figura 1.1: Ubicazione del sottopasso di via Chiesa.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto era già stato avviato un cantiere nell'aprile del 2008; a seguito di problematiche durante lo svolgimento dei lavori, gli stessi erano stati interrotti nel nell'aprile del 2009. Al momento quindi l'area è interessata anche dalla presenza di opere (sostanzialmente micropali, cordoli e putrelle, in parte interrati) derivanti dal precedente cantiere.

Come descritto nel seguito, è stata valutata la fattibilità dal punto di vista della geometria del tracciato e sono state analizzate le relative problematiche di:

- Un sottopasso carrabile a doppio senso di marcia;
- Un sottopasso carrabile a senso unico;
- Un sottopasso ciclo-pedonale;
- Una passerella ciclo-pedonale.



Tenuto conto delle problematiche delle altre soluzioni e condividendone la scelta con il Comune, è stata sviluppata la soluzione del sottopasso ciclo-pedonale.

Nel seguito del presente documento di riportano:

- descrizione delle soluzioni analizzate e delle relative problematiche geometriche e funzionali;
- descrizione di dettaglio della soluzione scelta e indicazione degli approfondimenti da sviluppare nelle successive fasi progettuali.

2. CONTESTO DI INSERIMENTO DELL'OPERA E PRINCIPALI VINCOLI

2.1. CONTESTO DI INSERIMENTO DELL'OPERA

Come anticipato in premessa, l'opera in progetto consiste nell'attraversamento in sottovia della linea ferroviaria Bologna-Padova, atto a ricollegare i tratti est ed ovest di via della Chiesa, in Comune di Castel Maggiore (BO).

La strada risulta attualmente interrotta dalla ferrovia stessa. Il lato est serve un comparto esclusivamente residenziale. Ad ovest si trovano abitazioni e la caserma "Col. G. Cordero Lanza di Montezemolo". Quest'ultima si sviluppa parallelamente alla ferrovia sia a nord, sia a sud di via della Chiesa che in corrispondenza dell'area militare risulta interdetta ed occupata dal polmone di ingresso della caserma.

Il progetto di fattibilità tecnico-economica prende in considerazione sia soluzioni carrabili, sia soluzioni ciclo-pedonali o esclusivamente pedonali. Attualmente, il collegamento carrabile tra i comparti residenziali sui due lati della ferrovia è garantito dal sottopasso esistente in via Matteotti, 250 m circa a Nord dell'area di intervento.

2.2. PRINCIPALI VINCOLI DI INSERIMENTO

Oltre alla ferrovia attraversata, il progetto dell'opera deve considerare i seguenti vincoli di inserimento:

- **ACCESSI CARRABILI SUL LATO EST:** sul lato Est di via della Chiesa sono presenti 5 accessi carrabili privati, due lato nord e tre lato sud. Di questi, solo uno può essere riposizionato su via Gaetano Chiarini.
- **AREA DI SOSTA E PERCORSO CICLABILE:** sempre nel tratto est di via della Chiesa, ed in particolare sul lato nord, sono presenti una piccola area di sosta (3 posti auto) e l'imbocco di un percorso ciclo-pedonale.
- **OPERE PROVVISORIALI ESISTENTI:** in sito sono presenti opere provvisorie connesse ai lavori di realizzazione di un sottopasso analogo a quello in progetto, interrotti nel 2009. In particolare, sul lato est sono presenti berlinesi di micropali con cordolo sommitale, completamente interrati, mentre a ovest, sono completamente realizzate ed ancora visibile le berlinesi di micropali perimetrali della camera di spinta del monolite mai realizzato, puntellate da profili metallici. L'area della camera di spinta è oggi una proprietà comunale interclusa tra area militare e ferrovia.
- **CASERMA COL. G. CORDERO LANZA DI MONTEZEMOLO:** la Caserma occupa parzialmente via della Chiesa col polmone di ingresso, che funge anche da collegamento tra la caserma vera e propria, a nord, e l'area ferroviaria militare a sud. Tale collegamento dovrebbe essere mantenuto anche nel progetto.
- **ACCESSI CARRABILI E VIA RIMEMBRANZE SU TRATTO OVEST:** appena oltre l'area militare, sul tratto ovest, via della Chiesa è intercettata da via delle Rimebranze, sul lato nord, mentre a sud sono presenti accessi carrabili privati.
- **FOGNATURA ESISTENTE:** lungo via della Chiesa è presente una fognatura interrata di grande dimensioni. Sul lato ovest si conforma come un ONI 100x150. In corrispondenza della camera

di spinta è presente un pozzetto di ispezione con boccaporto, in corrispondenza del quale la sezione cambia in un DN 1300 in cls, con cui viene attraversata la linea ferroviaria, fino a raggiungere sul lato est una camera interrata di dimensioni interne 2.5x 6 m ca., con boccaporto di ispezione. In uscita dalla camera, la fognatura assume le caratteristiche di un condotto vigentino, che prosegue lungo via della Chiesa verso il recapito.

Si precisa che le opere esistenti derivanti dal precedente cantiere sono state solo parzialmente rilevate durante il rilievo effettuato nello scorso maggio; in particolare sono state rilevate le sole opere provvisorie della vecchia camera di spinta lato ovest ancora direttamente osservabili. Non sono state rilevate invece le opere interrate e i sottoservizi (in particolare la fognatura di grosse dimensioni citata); la loro posizione è stata determinata, con inevitabili incertezze, dai disegni della perizia di variante dei lavori avviati nel 2008. Considerato l'impatto in termini di interferenza che le vecchie opere provvisorie e la fognatura di grosse dimensioni interrata hanno sul sottopasso in progetto, **nelle successive fasi progettuali si dovrà procedere con il rilievo di tali opere e oggetti.** Parallelamente occorrerà rilevare anche la posizione plano-altimetrica dei binari.

3. ALTERNATIVE PROGETTUALI E SOLUZIONE SCELTA

Nel presente paragrafo si descrivono le soluzioni analizzate e se ne illustrano le principali problematiche dal punto di vista geometrico e funzionale.

3.1. SOLUZIONE 1 – SOTTOPASSO CARRABILE A DOPPIO SENSO

3.1.1. DESCRIZIONE

La soluzione carrabile a doppio senso prevede due rampe con pendenza del 10 % in approccio ad un sottovia scatolare di dimensioni interne 10.5x4.5 m. La pendenza del 10 % è la massima ammissibile da D.M. 05/11/2001 per strade di categoria F urbana.

La sezione trasversale prevede due corsie carrabili da 2.75 m, una per ogni senso di marcia, con banchine da 0.5 m (categoria F urbana da D.M. 05/11/2001). Profili redirettivi delimitano la carreggiata. Oltre questi, in posizione rialzata, sono collocati marciapiedi da 1.5 m delimitati da parapetto. Il franco verticale è limitato a 3.5 m sulla carreggiata stradale, a causa dei vicoli di inserimento, mentre per i marciapiedi è pari a 2.5 m. Non sono previste corsie ciclabili dedicate.

Sulle rampe, per garantire almeno l'accesso pedonale alle proprietà che affacciano su via della Chiesa, i marciapiedi sono a piano campagna. La perdita di quota per il sottopasso ferroviario con un franco di 2.5 m è ottenuta mediante scale.



Figura 1-2: stralcio planimetrico della soluzione 1 (carrabile a doppio senso).

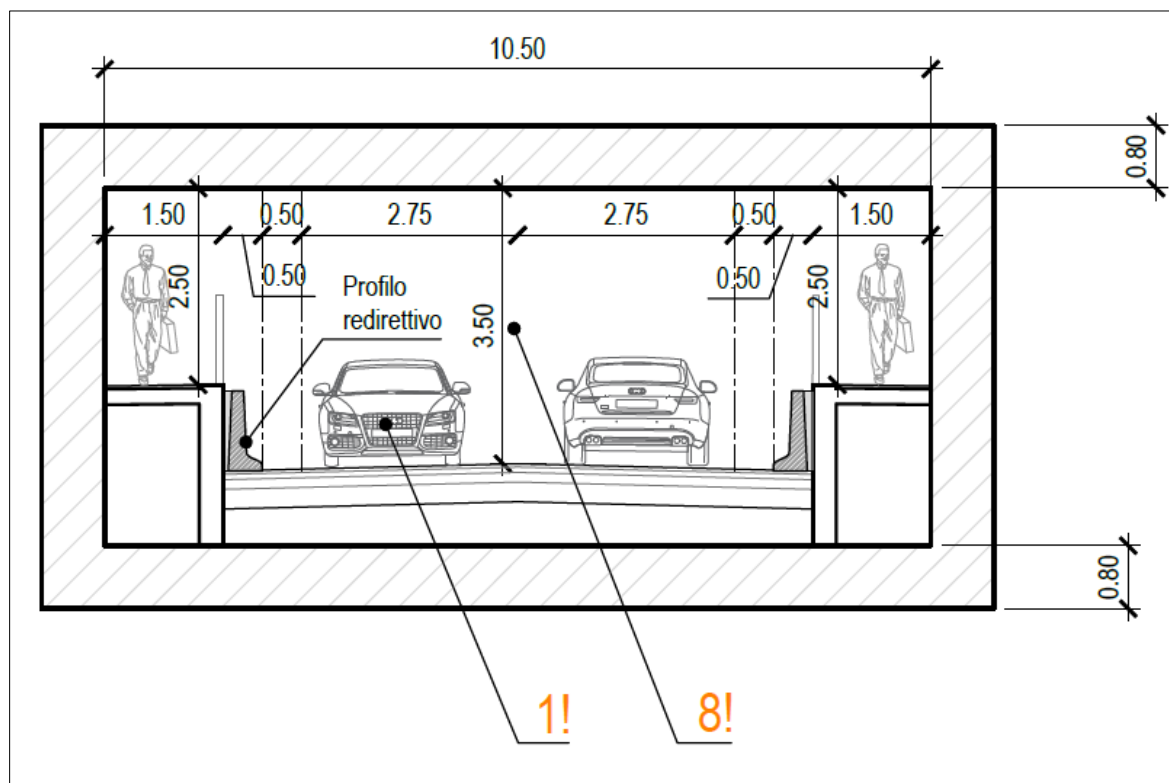


Figura 1-3: sezione sottovia della soluzione 1 (carrabile a doppio senso).

3.1.2. PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 1

La soluzione di sottopasso carrabile a doppio senso presenta svariate problematiche di seguito sinteticamente descritte.

- 1) Spazio insufficiente per corsie ciclabili riservate o in sede propria. Marciapiede in sede propria, velocipedi in promiscuo su carreggiata stradale.
- 2) Rampe stradali con pendenza del 10%, ammessa per la cat. F urbana ma eccessiva per i ciclisti, sebbene ammessa anche dal D.M. 557 del 30/11/1999 per le corsie ciclabili In approccio alle opere d'arte.
- 3) Chiusura di 7 accessi carrabili: 2 lato caserma, dei quali solo 1 ripristinabile in altra posizione (da verificare), e 5 per altrettante proprietà private sul lato est, dei quali 1 solo ripristinabile in altra posizione.
- 4) Interferenza con la fognatura esistente. La fattibilità dello spostamento di tale fognatura è da verificare e sarebbe comunque possibile solo entro le proprietà private civili e militare a lato dell'opera.
- 5) Soppressione della piccola area di parcheggio sul lato est di via della Chiesa, poiché all'interno del raccordo convesso.
- 6) Per garantire almeno l'accesso pedonale alle proprietà prospicienti il sottopasso, i due marciapiedi dovrebbero essere mantenuti per buona parte del loro sviluppo a piano campagna. Di conseguenza, la perdita di quota per il sottopasso ferroviario con un franco di 2.5 m dovrebbe essere ottenuta mediante scale. L'accessibilità in sedia a rotelle sarebbe ottenuta tramite servoscala, ammesso per adeguamenti o per superare differenze di quota non superiori a 4 m (art. 8.1.13 del D.M. 14 GIUGNO 1989 n. 236).

- 7) Sul lato est, il raccordo altimetrico al termine della rampa al 10 % (massimo da normativa) richiede una modesta riprofilatura della zona di intersezione con via Gaetano Chiarini. In alternativa, occorrerebbe andare in deroga sulla pendenza massima della rampa
- 8) Occorre deroga sul franco minimo libero verticale, che dovrà passare da 5.00 m a 3.50 m. Tale valore di franco risulterebbe inferiore rispetto ai 4 m (4.3 m per autobus e filobus) definiti come altezza massima dei veicoli dall'Art. 61 del CdS, e pertanto comporterebbe una limitazione di traffico e l'installazione di controsagome in corrispondenza degli imbocchi.
- 9) La larghezza disponibile impone, per la realizzazione delle opere di sostegno degli scavi, l'occupazione temporanea delle proprietà private confinanti nonché l'esproprio di piccole porzioni delle stesse ed il rifacimento delle recinzioni.
- 10) Separazione delle aree demaniali (militari) a nord ed a sud della strada. Quella a sud perderebbe l'accesso da via della Chiesa.

3.2. SOLUZIONE 2 - SOTTOPASSO CARRABILE A SENSO UNICO

La soluzione carrabile a senso unico prevede due rampe carrabili con pendenza del 10 % e due ciclabili con pendenza del 7 %, in approccio ad un sottovia scatolare di dimensioni interne 10.5x4.5 m. La pendenza del 10 % è la massima ammissibile da D.M. 05/11/2001 per strade di categoria F urbana. Quella del 7 % per le corsie ciclabili è inferiore al massimo normativo, ma ritenuta il valore massimo per un'agevole percorrenza da parte di tutti i tipi di utenza.

La sezione trasversale prevede una corsia carrabile a senso unico da 3 m, con banchine da 0.5 m. Profili redirettivi delimitano la carreggiata. Oltre questi, in posizione rialzata, sono collocati i percorsi dedicati alle utenze pedonale e ciclabile. Sul lato nord si prevede un marciapiede da 1.5 m, delimitato da parapetto. Sul lato sud, è previsto un percorso, sempre rialzato rispetto alla carreggiata stradale, di larghezza complessiva pari a 4 m, che ospita una pista ciclabile a doppio senso da 2.5 m ed un marciapiede da 1.5 m. Il franco verticale è limitato a 3.5 m sulla carreggiata stradale, a causa dei vicoli di inserimento, mentre per i marciapiedi e per la pista è pari a 2.5 m.

Sulle rampe, per garantire almeno l'accesso pedonale alle proprietà che affacciano su via della Chiesa, i marciapiedi sono a piano campagna. La perdita di quota per il sottopasso ferroviario con un franco di 2.5 m è ottenuta mediante scale.



Figura 1-4: stralcio planimetrico della soluzione 2 (carrabile a senso unico).

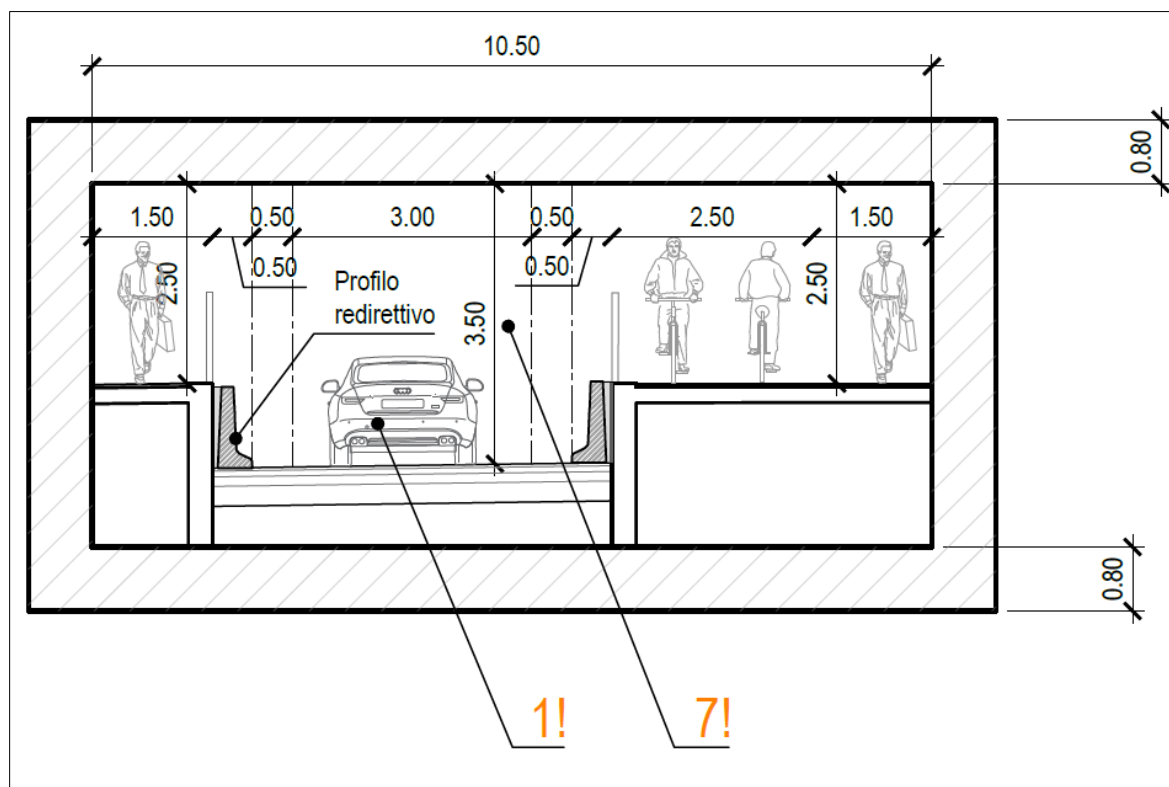


Figura 1-5: sezione sottovia della soluzione 2 (carrabile a senso unico).

3.2.1. PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 2

La soluzione di sottopasso carrabile a senso unico presenta svariate problematiche di seguito sinteticamente descritte:

- 1) Larghezza corsia a senso unico in deroga rispetto al D.M. 05/11/2001: larghezza complessiva di corsia più banchine pari a 4 m invece che 5.5 m (minimo per strada a senso unico con unica corsia).
- 2) Chiusura di 7 accessi carrabili: 2 lato caserma, dei quali solo 1 ripristinabile in altra posizione (da verificare), e 5 per altrettante proprietà private sul lato est, dei quali 1 solo ripristinabile in altra posizione.
- 3) Interferenza con la fognatura esistente. La fattibilità dello spostamento di tale fognatura è da verificare e sarebbe comunque possibile solo entro le proprietà private civili e militare a lato dell'opera.
- 4) Soppressione della piccola area di parcheggio sul lato est di via della Chiesa, poiché all'interno del raccordo convesso.
- 5) Per garantire almeno l'accesso pedonale alle proprietà prospicienti il sottopasso, i due marciapiedi dovrebbero essere mantenuti per buona parte del loro sviluppo a piano campagna. Di conseguenza, la perdita di quota per il sottopasso ferroviario con un franco di 2.5 m dovrebbe essere ottenuta mediante scale. L'accessibilità in sedia a rotelle sarebbe ottenuta tramite servoscala, ammesso per adeguamenti o per superare differenze di quota non superiori a 4 m (art. 8.1.13 del D.M. 14 GIUGNO 1989 n. 236).
- 6) Sul lato est, il raccordo altimetrico al termine della rampa al 10 % (massimo da normativa) richiede una modesta riprofilatura della zona di intersezione con via Gaetano Chiarini. In alternativa, occorrerebbe andare in deroga sulla pendenza massima della rampa

- 7) Occorre deroga sul franco minimo libero verticale, che dovrà passare da 5.00 m a 3.50 m. Tale valore di franco risulterebbe inferiore rispetto ai 4 m (4.3 m per autobus e filobus) definiti come altezza massima dei veicoli dall'Art. 61 del CdS, e pertanto comporterebbe una limitazione di traffico e l'installazione di controsagome in corrispondenza degli imbocchi.
- 8) La larghezza disponibile impone, per la realizzazione delle opere di sostegno degli scavi, l'occupazione temporanea delle proprietà private confinanti nonché l'esproprio di piccole porzioni delle stesse ed il rifacimento delle recinzioni.
- 9) Separazione delle aree demaniali (militari) a nord ed a sud della strada. Quella a sud perderebbe l'accesso da via della Chiesa.

3.3. SOLUZIONE 3 – SOTTOPASSO CICLO-PEDONALE

3.3.1. DESCRIZIONE

La soluzione ciclo-pedonale prevede due rampe ciclabili con pendenza del 7 % in approccio ad un sottovia scatolare di dimensioni interne 4.2x3.5 m. La pendenza del 7 % per le corsie ciclabili è inferiore al massimo normativo, ma ritenuta il valore massimo per un'agevole percorrenza da parte di tutti i tipi di utenza.

Sul solo lato ovest, alla pista ciclabile è affiancata una pista pedonale costituita da rampe con pendenza del 7.5 %, intercalate da pianerottoli da 1.5 m, conformemente a quanto prescritto dal D.M. 14 giugno 1989 n.236 in materia di abbattimento delle barriere architettoniche. Sul lato est, invece, i vincoli di inserimento impongono che l'accesso pedonale sia realizzato mediante scale e l'abbattimento delle barriere architettoniche sia ottenuto mediante l'impiego di servoscala, ammesso dal D.M. 14 GIUGNO 1989 n. 236 per adeguamenti o per superare differenze di quota non superiori a 4 m (art. 8.1.13).

La sezione trasversale in sottovia prevede quindi due corsie ciclabili da 1.25 m, una per ciascun verso di marcia, ed un marciapiede da 1.5 m, rialzato rispetto alla pista di circa 30 cm e dotato di parapetto. Il franco verticale minimo in corrispondenza della pista è incrementato dai 2.50 m minimi a 2.80 m, per consentire l'accesso straordinario da parte di ambulanze. In corrispondenza del marciapiede il franco minimo è invece pari a 2.50 m.

La soluzione prevede la parziale copertura dei tratti di sottovia esterni allo scatolare mediante solette in c.c.a., allo scopo di ripristinare l'accessibilità da parte dei frontisti, sul lato est, e la continuità dell'area militare, sul lato ovest.



Figura 1-6: stralcio planimetrico della soluzione 3 (sottopasso ciclo-pedonale).

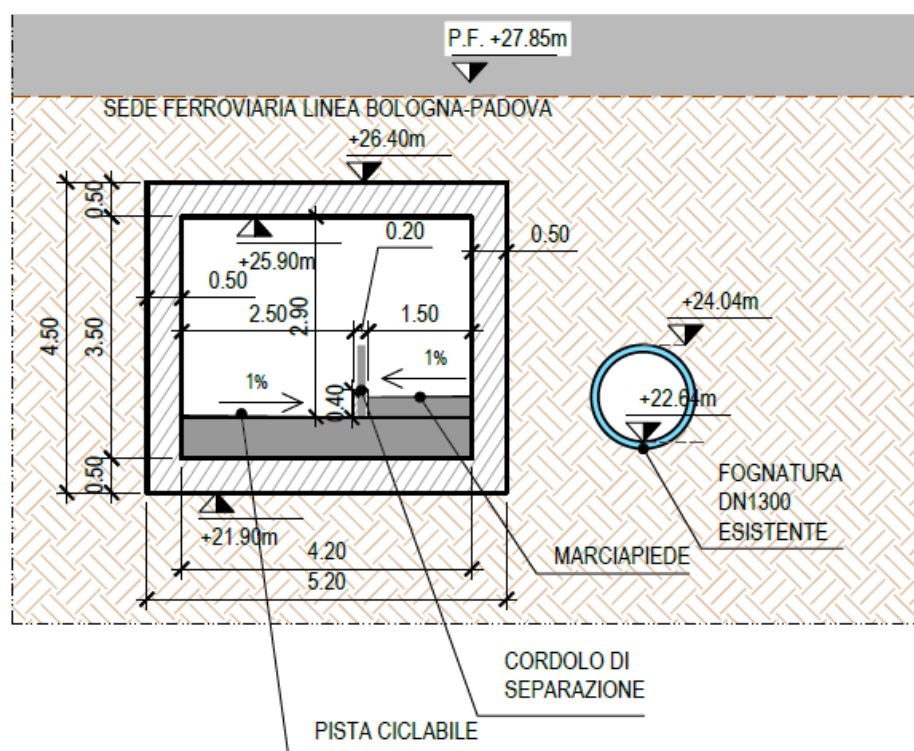


Figura 1-7: sezione sottovia della soluzione 3 (sottopasso ciclo-pedonale).

3.3.2. PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 3

La soluzione di sottopasso ciclo-pedonale presenta svariate problematiche di seguito sinteticamente descritte.

- 1) Chiusura di n. 1 accesso carrabile privato sul lato est di via della Chiesa e suo ripristino su via Chiarini.
- 2) Spostamento dell'accesso principale all'area militare e del relativo polmone di sicurezza su via delle Rimembranze. Arretramento della recinzione della caserma Montezemolo, per consentire le manovre dei mezzi pesanti, e conseguente spostamento del secondo polmone di sicurezza.
- 3) Sul lato est, l'accessibilità in sedia a rotelle è garantita solo per mezzo di servoscala. Non è possibile realizzare una rampa di larghezza sufficiente ad ospitare percorso ciclabile e pedonale, senza interferire con la fognatura esistente. Da D.M. 14 GIUGNO 1989 n. 236, il servoscala è ammesso per adeguamenti o per superare differenze di quota non superiori a 4 m (art. 8.1.13).
- 4) La larghezza disponibile impone, per la realizzazione delle opere di sostegno degli scavi, l'occupazione temporanea delle proprietà private confinanti nonché l'esproprio di piccole porzioni delle stesse ed il rifacimento delle recinzioni.

3.4. SOLUZIONE 4 – SOVRAPPASSO PEDONALE

La soluzione di sovrappasso pedonale è concepita allo scopo di minimizzare l'impatto e le interferenze nei confronti dei numerosi vincoli esistenti.

Proprio questi non consentono l'inserimento di rampe ciclabili di lunghezza sufficiente al sovrappasso. L'opera prevede quindi una passerella metallica di luce pari a 35 m e larghezza 3 m sulla ferrovia. Il franco libero tra piano del ferro ed intradosso della struttura è in ogni punto superiore a 6.90 m, valore minimo definito dai manuali di progettazione RFI.

Il franco pedonale sulla passerella è invece pari a 3 m.

La passerella è sorretta da pile in c.c.a. posizionate a lato della ferrovia.

L'accesso è garantito per mezzo di vani scala metallici, con rampe pedonali di larghezza 2 m affiancate su entrambi i lati da rampe funzionali all'accompagnamento a mano delle biciclette. L'abbattimento delle barriere architettoniche è ottenuto, sia sul lato est, sia sul lato ovest, mediante ascensori.



Figura 1-8: stralcio planimetrico della soluzione 4 (sovrappasso pedonale).

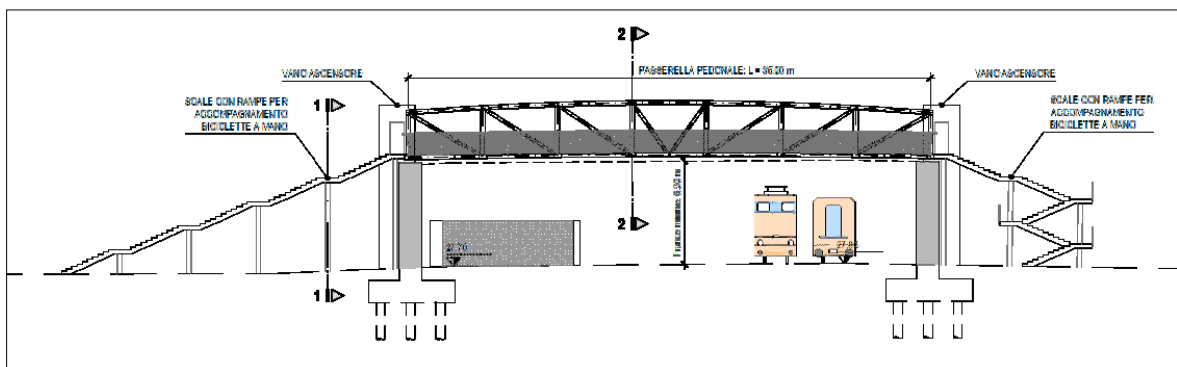


Figura 1-9: profilo della soluzione 4 (sovrappasso pedonale).

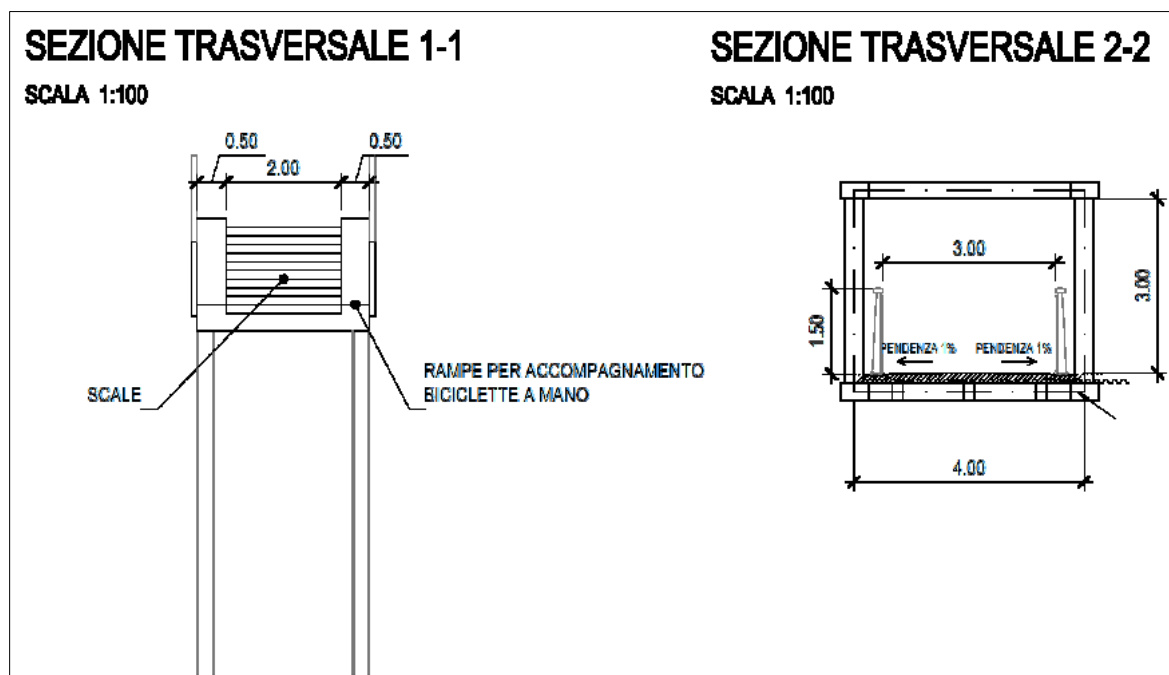


Figura 1-10: sezione rampe di accesso e passerella pedonale.

3.4.1. PROBLEMATICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLA SOLUZIONE 4

La soluzione di sovrappasso pedonale presenta le problematiche di seguito sinteticamente descritte.

- 1) In accordo al D.M. 14 giugno 1989 n.236, non viene considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m ottenuto esclusivamente mediante rampe inclinate poste in successione. Pertanto, l'abbattimento delle barriere architettoniche è possibile solo mediante l'installazione di ascensori.
- 2) Rampe ciclabili alla pendenza massima ammissibile (10 %) richiederebbero uno sviluppo di 75 m, inferiore ai 60 circa disponibili su entrambi i lati. Soluzioni a rampe parallele implicherebbero un non rispetto dei raggi di curvatura e non permetterebbero il mantenimento di tutti gli accessi, occupando larga parte della carreggiata. Risulta fattibile una soluzione esclusivamente pedonale, con scale dotate di scivoli per l'accompagnamento dei cicli a mano.
- 3) Spostamento dell'accesso principale all'area militare e del relativo polmone di sicurezza su via delle Rimembranze. Arretramento della recinzione della caserma Montezemolo, per consentire le manovre dei mezzi pesanti, e conseguente spostamento del secondo polmone di sicurezza.
- 4) Lato caserma, il percorso ciclo-pedonale di approccio alla passerella dovrebbe essere in promiscuo con i veicoli a motore autorizzati all'accesso ai due passi carrai che su di esso affacciano.

3.5. SCELTA DELLA SOLUZIONE

La seguente tabella riporta la sintesi delle principali problematiche geometriche e funzionali descritte in precedenza:

SOLUZIONE	DESCRIZIONE	STRADA A NORMA	ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE	CICLABILE IN SEDE PROPRIA	MANTENIMENTO O RIPRISTINO ACCESSI	COMPATIBILITÀ CON FOGNATURA	RIPRISTINO CONTINUITÀ DELL'AREA DEMANIALE	NOTE
1	Sottopasso carrabile a doppio senso	Deroga su franco verticale	Con servoscala	No	Chiusura di 7 accessi, 2 riposizionabili.	No	No	La chiusura degli accessi e l'interferenza con la fognatura sembrano limiti non superabili.
2	Sottopasso ciclo-pedonale + carrabile a senso unico	Deroga su franco verticale e larghezza corsia a senso unico	Con servoscala	Sì	Chiusura di 7 accessi, 2 riposizionabili.	No	No	La chiusura degli accessi e l'interferenza con la fognatura sembrano limiti non superabili.
3	Sottopasso ciclo-pedonale	Assente	Con servoscala	Sì	Spostamento di 1 accesso ad est e dell'accesso alla caserma, ad ovest	Sì	Sì	
4	Passerella pedonale	Assente	Con ascensore	No	Sì	Sì	Sì	Cicli condotti a mano, non è consentito il passaggio dell'ambulanza

In base a quanto illustrato l'unica soluzione sostanzialmente percorribile dal punto di vista geometrico e funzionale sembra essere il sottopasso ciclo-pedonale; d'accordo con l'Amministrazione Comunale è stata approfondita tale soluzione.

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PROGETTO, SOTTOPASSO CICLO-PEDONALE

Come descritto nel precedente paragrafo, la sezione trasversale del sottopasso ciclo-pedonale prevede due corsie ciclabili da 1.25 m di larghezza, una per ciascun senso di marcia, ed un marciapiede da 1.5 m, rialzato rispetto alla pista di circa 30 cm e dotato di parapetto.

Nel tratto di sottoattraversamento della linea ferroviaria, strutturalmente l'opera è costituita da uno scatolare in c.c.a. di dimensioni interne nette di 4.20m x 3.50m; lo spessore di pareti, soletta di copertura e platea è di 0.50m (le dimensioni esterne risultano quindi di 5.20m x 4.50m).

La lunghezza dell'opera è di 36m e verrà realizzata tramite l'infissione di 2 monoliti gettati in opera.

Il ricoprimento minimo, cioè la distanza tra la quota del piano ferro e l'estradosso della soletta superiore, è di circa 1.20 m.

Con riferimento ai risultati delle indagini geognostiche e alle valutazioni circa il potenziale di liquefazione riportate nella relazione geologica, si prevede il consolidamento delle sabbie che si trovano alla profondità da circa 12m a circa 19m da piano campagna tramite colonne di jet grouting di 0.60m di diametro ed uguale interasse disposte secondo una maglia quadrata di 3m di lato.

L'esecuzione in opera degli scatolari avverrà all'interno della camera di spinta, sul lato ovest, che sarà costituita da diaframmi di 0.60m di spessore e lunghezza di 21m e da una platea di fondo di 0.60m di spessore. I diaframmi, inizialmente continui sul perimetro della camera di spinta, saranno parzialmente demoliti per consentire l'infissione dello scatolare e il raccordo con il tratto di opera al di fuori del perimetro dei diaframmi. Le parti di diaframmi da demolire saranno armate con barre in vetroresina, più facilmente tagliabili rispetto alle tradizionali barre d'acciaio.

Preliminarmente all'infissione dell'opera, si procederà alla posa delle strutture provvisorie di sostegno dei binari del tipo "ESSEN".

Si prevede il consolidamento del fronte di scavo tramite barre in vetroresina disposte secondo una maglia quadrata di 1m di lato.

L'infissione del monolite avverrà attraverso idonea strumentazione oleodinamica e monitoraggio al continuo delle operazioni. Lo scavo del terreno avverrà a foro cieco dall'interno del manufatto, con asportazione del materiale da tergo.

A causa delle piccole tolleranze consentite, occorrerà un continuo controllo della posizione del monolite durante l'avanzamento, da ottenersi attraverso un preciso sistema di rilevamento topografico in modo da poter intervenire sulle modalità di scavo e sui dispositivi oleodinamici d'infissione, per correggere eventuali errori di traiettoria.

La camera di arrivo è anch'essa costituita da diaframmi di 0.60m di spessore e 21m di lunghezza e da una platea di 0.60m di spessore.

Per mantenere il collegamento carrabile tra le due aree militari a confine con il sottopasso sul lato ovest e per consentire l'accesso carrabile alle proprietà private sul lato est, sia la camera di spinta sia quella di arrivo sono previste parzialmente coperte con una soletta di 0.40m di spessore.

Su entrambi i lati, est e ovest, al di fuori del perimetro dei diaframmi, strutturalmente l'opera è costituita da una sezione a U.

Sarà inoltre necessaria la demolizione e rimozione di parte delle opere provvisorie realizzate nel corso del precedente cantiere, sulle quali si ritiene di non poter fare affidamento.

Si riportano di seguito alcune considerazioni circa le motivazioni che hanno determinato alcune scelte progettuali.

- Consolidamento delle sabbie con colonne di jet grouting

Come riportato nella relazione geologica, *il banco sabbioso restituisce un potenziale di liquefazione medio alto ed i cedimenti sono sostanziali*. In relazione a questa possibile problematica, cautelativamente è stato previsto il consolidamento dello strato sabbioso in oggetto con colonne di jet grouting.

In corrispondenza delle camere di spinta e di arrivo, il consolidamento è dato dai diaframmi.

La realizzazione delle colonne è prevista dalla sede ferroviaria con le inevitabili difficoltà operative del caso.

Si ritiene che nelle successive fasi progettuali la possibile liquefazione delle sabbie sia una questione da approfondire sotto due aspetti principali. Il primo riguarda un approfondimento della valutazione del potenziale di liquefazione attraverso un'integrazione di indagine geognostica (ad esempio con prove di taglio ciclico, triassiale ciclica, ecc.) e, in funzione dei risultati di queste, analisi numeriche di dettaglio. Se confermato il potenziale di liquefazione delle sabbie, occorre analizzare il problema e valutare la necessità dei consolidamenti insieme ai tecnici RFI, non solo perché gli interventi sarebbero eseguiti dalla sede ferroviaria (interventi in linea generale possibili ma con tempi di preavviso dell'ordine di anni, in modo da consentire la pianificazione delle necessarie interruzioni alla circolazione ferroviaria), ma anche in relazione all'effettiva utilità e opportunità dei consolidamenti. Il problema della liquefazione e dei conseguenti cedimenti infatti non è ovviamente localizzato in corrispondenza del sottopasso ma interessa anche le aree nell'intorno, con la conseguenza che, per la stessa linea ferroviaria, un eventuale consolidamento localizzato potrebbe determinare un "punto" rigido, ovvero una discontinuità per la linea.

- Diaframmi perimetrali di 0.60m di spessore e 21m di lunghezza

Considerato che lo scavo avverrà sotto il livello di falda, la scelta dei diaframmi quale opera continua perimetrale (invece di opere puntuali quali micropali) per il sostentamento del fronte di scavo deriva dalla necessità di avere una barriera sostanzialmente impermeabile.

Durante i lavori inoltre sarà necessario prevedere l'abbattimento del livello di falda all'interno del perimetro di scavo tramite impianto di well point così da evitare il problema del sollevamento del fondo scavo. I diaframmi devono essere prolungati fino a superare le sabbie profonde (da qui la necessità della lunghezza di 21m) in modo da confinare l'effetto dell'abbassamento della falda tramite well point all'interno dello scavo; se invece i diaframmi non superassero le sabbie, l'effetto del well point si risentirebbe a decine di metri di distanza con ripercussioni (cedimenti) sui fabbricati vicini.



E' inoltre prevista la realizzazione di puntelli in sommità e intermedi in modo da contenere le deformazioni dei diaframmi durante le operazioni di scavo e quindi minimizzare gli effetti sui fabbricati vicini.

Tenuto conto che la lunghezza dei diaframmi è determinata da necessità idrauliche, si prevede di armarli solo per la lunghezza necessaria ai fini strutturali e geotecnici per il sostentamento del fronte di scavo (12m circa).

5. CONCLUSIONI

Il presente documento ha per oggetto il sottopasso ciclo-pedonale di Via Chiesa sito nel Comune di Castel Maggiore, Provincia di Bologna.

Si tratta di un'opera che sottopassa la linea ferroviaria in corrispondenza di via della Chiesa.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto era già stato avviato un cantiere nell'aprile del 2008; a seguito di problematiche durante lo svolgimento dei lavori, gli stessi erano stati interrotti nel nell'aprile del 2009. Al momento quindi l'area è interessata anche dalla presenza di opere (sostanzialmente micropali, cordoli e putrelle, in parte interrati) derivanti dal precedente cantiere, che interferiscono con la nuova opera e che dovranno in parte essere demolite.

E' stata valutata la fattibilità dal punto di vista della geometria del tracciato e sono state analizzate le relative problematiche di:

- Un sottopasso carrabile a doppio senso di marcia;
- Un sottopasso carrabile a senso unico;
- Un sottopasso ciclo-pedonale;
- Una passerella ciclo-pedonale.

Tenuto conto delle problematiche delle altre soluzioni e condividendone la scelta con il Comune, è stata sviluppata la soluzione del sottopasso ciclo-pedonale.

La soluzione ciclo-pedonale prevede due rampe ciclabili con pendenza del 7 % in approccio ad un sottovia scatolare di dimensioni interne 4.2x3.5 m. La pendenza del 7 % per le corsie ciclabili è inferiore al massimo normativo, ma ritenuta il valore massimo per un'agevole percorrenza da parte di tutti i tipi di utenza.

Sul solo lato ovest, alla pista ciclabile è affiancata una pista pedonale costituita da rampe con pendenza del 7.5 %, intercalate da pianerottoli da 1.5 m, conformemente a quanto prescritto dal D.M. 14 giugno 1989 n.236 in materia di abbattimento delle barriere architettoniche. Sul lato est, invece, i vincoli di inserimento impongono che l'accesso pedonale sia realizzato mediante scale e l'abbattimento delle barriere architettoniche sia ottenuto mediante l'impiego di servoscala, ammesso dal D.M. 14 GIUGNO 1989 n. 236 per adeguamenti o per superare differenze di quota non superiori a 4 m (art. 8.1.13).

La sezione trasversale in sottovia prevede quindi due corsie ciclabili da 1.25 m, una per ciascun verso di marcia, ed un marciapiede da 1.5 m, rialzato rispetto alla pista di circa 30 cm e dotato di parapetto. Il franco verticale minimo in corrispondenza della pista è incrementato dai 2.50 m minimi a 2.80 m, per consentire l'accesso straordinario da parte di ambulanze. In corrispondenza del marciapiede il franco minimo è invece di 2.50 m.

La soluzione prevede la parziale copertura dei tratti di sottovia esterni allo scatolare mediante solette in c.c.a., allo scopo di ripristinare l'accessibilità da parte dei frontisti, sul lato est, e la continuità dell'area militare, sul lato ovest.

Nell'ambito delle successive fasi progettuali, si ritiene necessario:

- Effettuare il rilievo delle opere esistenti derivanti dal precedente cantiere e dei sottoservizi: le opere esistenti sono state solo parzialmente rilevate (sono state rilevate le sole opere provvisorie della vecchia camera di spinta lato ovest ancora direttamente osservabili),

mentre non sono state rilevate le opere che sono state rinterrate; la loro posizione è stata determinata, con inevitabili incertezze, dai disegni della perizia di variante dei lavori avviati nel 2008. Considerato l'impatto in termini di interferenza che le vecchie opere provvisorie e la fognatura di grosse dimensioni interrata hanno sul sottopasso in progetto, nelle successive fasi progettuali si ritiene che dovranno essere rilevate;

- Effettuare il rilievo della posizione plano-altimetrica dei binari interessati dal sottopasso;
- Approfondire il tema del potenziale di liquefazione delle sabbie attraverso una campagna di indagini geognostiche integrativa e analisi numeriche di dettaglio;
- Coinvolgere i tecnici di RFI per ottenere l'autorizzazione per l'esecuzione dell'opera previa approfondimento di alcuni temi quali le modalità di sostentamento dei binari e, se confermato, il consolidamento delle sabbie potenzialmente liquefacibili.