

Proponente:



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



ENTE NAZIONALE PER L'AVIAZIONE CIVILE



Toscana Aeroporti S.p.A.

via del Termine, 11  
50127 FIRENZE (ITALIA)

Rif.: Aeroporto Pisa  
Tel: 050\849 111 - Fax: 050\598097

PH Progettazione e Manutenzione Aeroporto Pisa: Ing. Pasquale Tirotta  
Responsabile di Commessa e Project Manager: Ing. Federico Cecchetti

Studi Ambientali e Coordinamento Attività Specialistiche



MANCINO  
studiotecnico

MANCINO STUDIO TECNICO  
(head) via Filippo Corridoni, 5 - 56125 - Pisa  
(executive) via di Tegulaia, 3/C - 56121 - Ospedaletto Pisa

Tel./Fax: 050\988 355  
w: www.MancinoStudioTecnico.TK

Dott. Arch. Marco Mancino  
Pianificatore Territoriale - O.A. - PI n.1060



Procedimento:

Verifica di assoggettabilità a V.I.A.  
art. 20 D.lgs. 152/2006 ss.mm.ii.

MASTERPLAN 2014-2028  
Aeroporto Internazionale G. Galilei - Pisa

Oggetto: Integrazioni volontarie al procedimento

QUADRO PROGETTUALE

Titolo:

Relazione impatto vibrazioni  
fase di cantiere

Scala:

Cod. Elab.: 24\_AMB\_PRO\_R02\_INT

| REV.           | DATA     | FILE                   | OGGETTO    | Elaborato N°: |
|----------------|----------|------------------------|------------|---------------|
| 00             | Lug. 15  | 24_AMB_PRO_R02_INT.pdf | Emiss.     | 02            |
|                |          |                        |            |               |
|                |          |                        |            |               |
|                |          |                        |            |               |
| Cod. progetto: | Redatto: | Verificato:            | Approvato: |               |
| ...            | MM       | MM                     | FC         |               |

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PREMESSA</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3. CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DEL CONTESTO</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>3.1. STATO ATTUALE</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3.2. CARATTERIZZAZIONE VIBRAZIONALE PRELIMINARE STATO ANTE OPERAM</b> | <b>7</b>  |
| <b>4. IMPATTI POTENZIALMENTE GENERABILI</b>                              | <b>8</b>  |
| <b>4.1. DISTANZA SORGENTE - RICETTORE</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>5. MISURE DI MITIGAZIONE</b>  | <b>11</b> |

## 1. PREMESSA

La presente relazione di sintesi riguarda il tema dell'impatto dovuto alle vibrazioni indotte dalle attività di cantiere, sia ad integrazione di quanto indicato al p.to 2.d.7 della nota della Regione Toscana indirizzata all'Autorità Competente MATTM di richiesta di integrazioni al procedimento<sup>1</sup>, sia con riferimento a quanto contenuto all'interno dello Studio Preliminare Ambientale (elaborato 01\_AMB\_SPA\_R) in merito alla cantierizzazione delle opere previste dal Masterplan 2014-2028 dell'Aeroporto G. Galilei di Pisa.

Con riferimento alla nota della Regione Toscana, all'interno dello Studio Preliminare Ambientale (pag. 97) si specifica che sono state riepilogate, nella "Matrice di valutazione degli impatti relativi alle attività di cantiere", le tipologie di impatto maggiormente rilevanti associate alle specifiche previsioni in analisi, mentre la tabella successiva "Potenziali impatti connessi con l'apertura di un cantiere" (pag. 99) è stata inserita in quanto finalizzata a fornire un quadro complessivo, valido generalmente per ogni cantiere di cui si intendano analizzare gli impatti ambientali, che includesse la concatenazione tra fattori causali (primari/secondari), effetti di disturbo generato e componenti ambientali interessate.

Con l'occasione del chiarimento reso in precedenza, si è comunque ritenuto opportuno fornire ulteriori elementi di analisi per caratterizzare in modo maggiormente completo la tematica.

Per questo motivo, nella trattazione seguente saranno inseriti i riferimenti normativi che riguardano il fenomeno dell'impatto dovuto alle vibrazioni in fase di cantiere ed una caratterizzazione preliminare del contesto entro cui si svolgeranno le fasi operative, con particolare riferimento all'edificato presente in prossimità delle future aree di intervento.

Seguiranno infine alcune considerazioni preliminari relativamente alle possibili fattispecie di impatto ed alle relative misure di mitigazione.

---

<sup>1</sup> "2.d.2. Per quanto riguarda le vibrazioni, si rileva che al capitolo 6.2 la tabella relativa agli impatti provocati dal cantiere (a pag. 97 del documento "Studio Preliminare ambientale") non prende in considerazione la produzione di vibrazioni che invece è segnalata come potenziale impatto nella tabella successiva (a pag. 99). Si ritiene opportuno pertanto chiedere al Proponente di approfondire maggiormente questo aspetto, al fine di evidenziare se effettivamente il cantiere previsto potrà essere responsabile della diffusione di significative vibrazioni interessanti anche l'abitato circostante."

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme che regolamentano i valori limite di esposizione delle strutture alle vibrazioni sono le seguenti:

- ISO 4688:2009

Lo scopo della norma ISO 4688 è delineare una metodologia di prova e di analisi del segnale anche tramite una dettagliata classificazione delle diverse tipologie di edifici sulla base della struttura, delle fondazioni ed del terreno, nonché del "grado di tollerabilità" alle vibrazioni della struttura.

- DIN 4150-3 : Le Vibrazioni nelle Costruzioni: effetti sui manufatti

La norma DIN 4150-3 è invece il riferimento per quanto riguarda i limiti - soglia di vibrazioni a cui può essere sottoposto un edificio. La norma stabilisce una procedura per la determinazione e la valutazione degli effetti indotti dalle vibrazioni sui manufatti ed indica i valori a cui fare riferimento per evitare l'insorgenza di danni nei manufatti in termini di riduzione del valore d'uso.

La norma DIN 4150-3 indica, nella appendice B, anche i provvedimenti da eseguire per ridurre o annullare il fenomeno delle vibrazioni alla sorgente. Miglioramento e manutenzione della carreggiata, manutenzione dei binari etc.. per quanto riguarda il traffico veicolare, equilibratura di impianti, inserimento di elementi elastici su macchinari in rotazione per vibrazioni indotte da attrezzature interne agli edifici ed infine utilizzo di smorzatori, utilizzo di modalità costruttive con minori vibrazioni per attività costruttive limitrofe agli edifici e strutture investite da sollecitazioni simiche.

- UNI 9614 : "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"

La Norma UNI 9614 disciplina le condizioni di benessere fisico degli occupanti delle abitazioni soggette a vibrazioni. La norma prescrive la valutazione delle accelerazioni rispetto ad un valore di riferimento secondo i tre assi di propagazione. Al fine della valutazione del superamento dei limiti di soglia indicati si considerano livelli di vibrazione continui, non continui o impulsivi.

- UNI 9916 : "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"

La norma UNI 9916 fornisce una guida relativa ai metodi di misura, di trattamento dei dati, di valutazione dei fenomeni vibratorii in modo da permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici. La norma classifica le definizioni di danno secondo la seguente terminologia: Danno di soglia; Danno minore; Danno Maggiore ad ognuno dei quali è legato un fenomeno più o meno intenso di dissesto del manufatto.

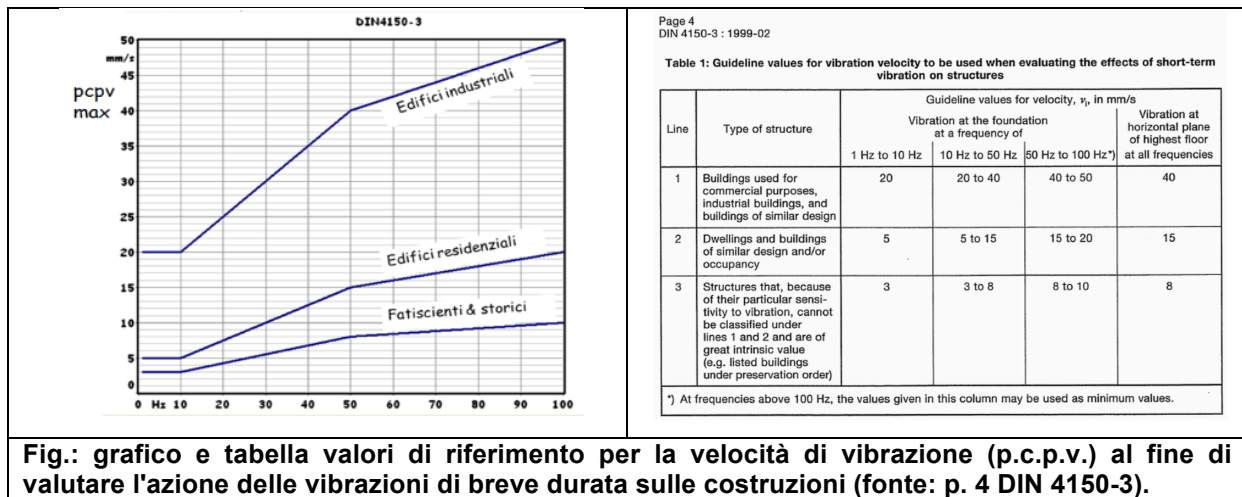
Altre norme legate ai fenomeni delle vibrazioni sono:

- UNI 10985 Relativa a Ponti e Viadotti
- UNI 9942 relativa a Gallerie e Ferrotranviarie

### 3. CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DEL CONTESTO

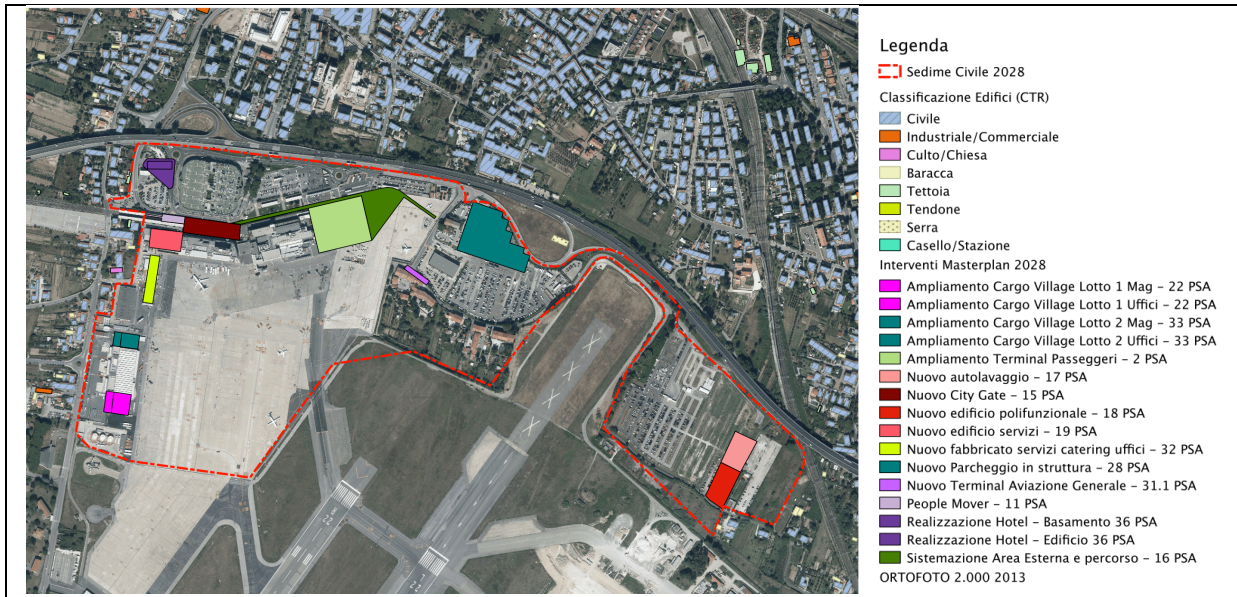
#### 3.1. STATO ATTUALE

In relazione alla sensibilità alle vibrazioni dei ricettori presenti, si può fare riferimento alle classi stabilite, sulla base della mera destinazione d'uso dell'immobile, in conformità con la Norma DIN 4150-3, a prescindere da considerazioni di dettaglio, derivanti da rilievo per singolo fabbricato e relative a stato di conservazione e/o tipologia costruttiva.

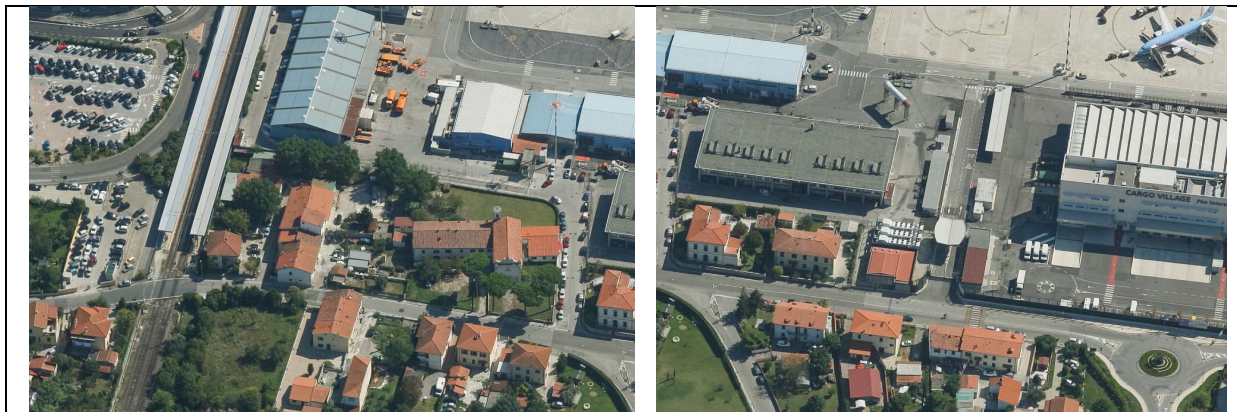


**Fig.: grafico e tabella valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni (fonte: p. 4 DIN 4150-3).**

La tipologia edilizia prevalente, in adiacenza all'aeroporto, è rappresentata da edifici di tipo residenziale in media a 2 piani fuori terra, localizzati in prevalenza in fregio a via Asmara e via S. Agostino e disposti secondo la planimetria di seguito inserita.



**Fig.: tipologia di fabbricati (secondo la classificazione codici CTR 10k) presenti in prossimità delle aree oggetto di previsioni del Masterplan 2014-2028 su ortofoto anno 2013**



**Fig.: tipologie edilizie presenti in via S. Agostino (sx) e via Asmara (dx) in prossimità della aree aerortuali.**

Non sono invece presenti ricettori quali edifici di pregio storico monumentale.

Ulteriori elementi di caratterizzazione del contesto, soprattutto relativamente al litotipo sul quale poggiano le fondazioni degli edifici esistenti, sono necessariamente da ricondurre a specifiche campagne di analisi sulla litologia del substrato geologico e relative caratteristiche fisico-meccaniche.

### 3.2. CARATTERIZZAZIONE VIBRAZIONALE PRELIMINARE STATO ANTE OPERAM

Il contesto di inserimento delle opere previste dal Masterplan 2014-2028 si caratterizza già per un carico emissivo di tipo vibrazionale principalmente legato al traffico stradale, composto da veicoli leggeri e da veicoli pesanti di attraversamento del tratto in viadotto della SGC Fi-Pi-Li a nord delle aree landside.

Le attività aeroportuali, secondo quanto accertato anche tramite le misurazioni effettuate con riferimento alla norma UNI 9614, in fase di redazione dello Studio di Impatto Ambientale per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del Masterplan 2002-2010, in diverse condizioni (atterraggio/decollo) e con diversi tipi di aeromobili (ATR, 737, BA 146), non risultano rilevanti ai fini della caratterizzazione del contesto emissivo di tipo vibrazionale.

Di seguito si riportano le conclusioni dello Studio di Impatto Ambientale relativamente alla tematica: *"Anche assumendo un'esposizione ai livelli massimi riscontrati e ponendosi nelle peggiori delle condizioni, il livello di vibrazioni presenti non risulta essere superiore alle raccomandazioni della norma UNI 9614 presa come riferimento<sup>2</sup>".*

---

<sup>2</sup> SIA Masterplan 2002-2010, cap. 4.2.8 Vibrazioni



#### 4. IMPATTI POTENZIALMENTE GENERABILI

Gli impatti dovuti alle vibrazioni in fase di cantiere possono derivare da emissioni dirette di vibrazioni nel corso delle lavorazioni e da emissioni di rumore a bassa frequenza. Le emissioni dirette di vibrazioni sono principalmente correlate all'utilizzo di mezzi d'opera e attrezzature di superficie quali rulli vibranti, vibrocompattatori, martelli pneumatici, soprattutto operative durante le fasi di:

- Demolizioni;
- Scavi di fondazione;
- Costruzione edifici;
- Sistemazione esterna e viabilità.

Le emissioni di rumore a bassa frequenza delle macchine operatrici, utilizzate nelle aree di cantiere, quali betoniere, escavatori, dumper, ecc. possono determinare principalmente effetti temporanei di risonanza sui vetri, sui pannelli lignei delle porte e sulle suppellettili.

Le sorgenti vibrazionali più significative, dal punto di vista emissivo, possono essere pertanto ricondotte in primis all'impiego di rulli vibrocompattatori per la compattazione del terreno.

Ulteriori attrezzature che possono rendere un contributo in termini di emissione di vibrazioni, anche sulla base dell'analisi del relativo spettro, sono le seguenti.

- Demolitore idraulico (presenta vibrazioni a componente verticale più rilevanti);
- Scalpello da perforazione (presenta un insieme di impulsi e di vibrazioni continue presenti soprattutto durante la rotazione);
- Vibroinfissore

Il potenziale impatto delle attività correlate con l'utilizzo dei mezzi è sostanzialmente determinato dalla geometria sorgente-ricettore, dal mezzo geolitologico e dal mezzo utilizzato. In presenza di caratteristiche geolitologiche simili nell'area di lavoro e a parità di attrezzatura utilizzata, l'impatto vibroacustico dipende dalla distanza del fronte in fase di lavorazione dalle fondazioni degli edifici.

#### 4.1. DISTANZA SORGENTE - RICETTORE

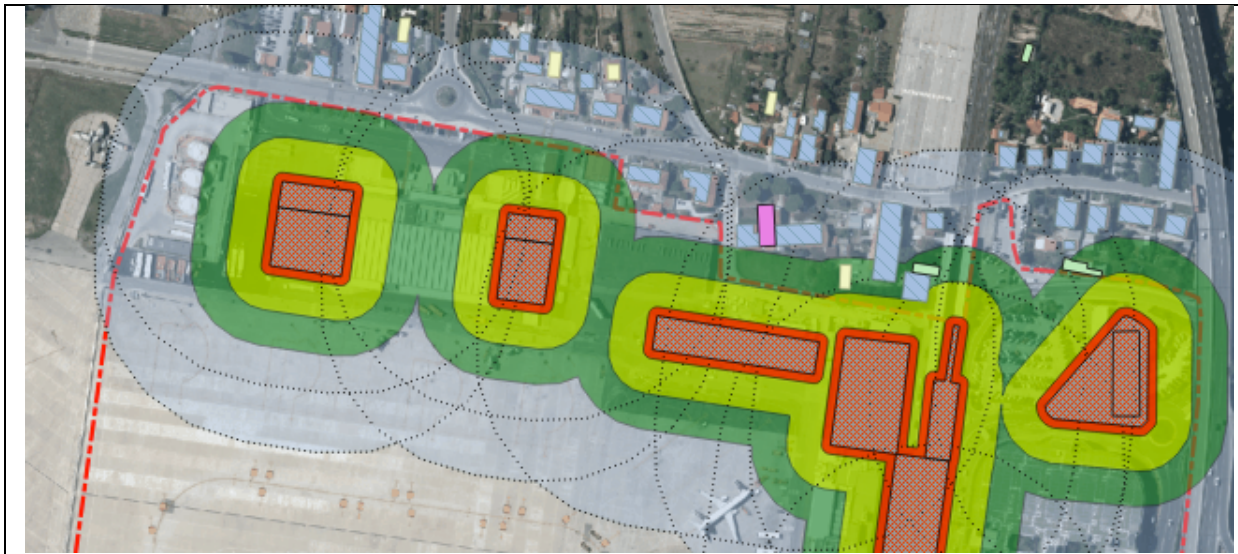
Come in precedenza delineato, in linea di principio le attività previste durante le fasi di cantiere presentano delle operazioni potenzialmente disturbanti dal punto di vista dell'emissione di vibrazioni.

E' comunque da considerare che la presenza di fenomeni dissipativi, caratteristici dei substrati geolitologici di riferimento, determina la necessità di valutare la distanza tra sorgente e ricettore per apprezzare il progressivo effetto di riduzione delle vibrazioni.

Per una valutazione preliminare delle caratteristiche degli edifici posti in prossimità delle sorgenti emmissive rappresentate dalle aree di intervento, sono state elaborate le seguenti cartografie di proiezione di buffer a determinate distanze (5, 25, 45 e 100 m).



**Fig.: individuazione fasce buffer (rosso: 5 m - giallo: 25 m - verde: 45 m - azzurro 100m) da ogni intervento previsto dal Masterplan 2014-2028 e tipologia di fabbricati (secondo la classificazione codici CTR 10k) su ortofoto anno 2013**



**Fig.: dettaglio via Asmara delle fasce buffer (rosso: 5 m - giallo: 25 m - verde: 45 m - azzurro 100m) da ogni intervento previsto dal Masterplan 2014-2028 e tipologia di fabbricati (secondo la classificazione codici CTR 10k) su ortofoto anno 2013**

Come indicato nelle precedenti figure, sono presenti solo alcuni edifici all'interno della fascia dei 100m, che non risultano quindi esposti a significativi livelli di impatto dovuto alle vibrazioni indotti dalle attività di cantiere. A questa distanza dalla sorgente, infatti, i fenomeni dissipativi possono ridurre il livello dell'emissione di vibrazioni fino a due ordini di grandezza rispetto al punto sorgente, che rimane, in ogni caso, interno al sedime aeroportuale.

E' da specificare che la proiezione al suolo dei differenti buffers non tiene conto della tipologia di intervento, che potrebbe riguardare la realizzazione di ma riguarda tutti gli interventi previsti.

L'impatto dovuto alle vibrazioni si conferma, per la tipologia di opera e per la distanza sorgenti-ricettori non rilevante dal punto di vista ambientale, come già indicato all'interno dello Studio Preliminare Ambientale.

## 5. MISURE DI MITIGAZIONE

Tenendo conto della caratterizzazione preliminare del contesto, degli impatti potenzialmente generabili, anche con riferimento alle distanze relative sorgente-ricettore, di seguito sono individuate le principali misure di mitigazione finalizzate alla riduzione degli impatti residui da applicare in fase di costruzione.

Le misure sono principalmente riferibili e coerenti con la norma DIN 4150-3 (Appendix B.1.5 Measures against vibration generated by construction work):

- adozione di accortezze operative quali, in particolare, la scelta dell'utilizzo del palo trivellato quale tecnologia per le opere di fondazione in alternativa all'utilizzo del palo battuto;
- impostazione delle lavorazioni tramite martello pneumatico e/o rullo solo ad alta frequenza (es.30-33 Hz) in modo che questa sia lontana dalla frequenza di risposta delle strutture poste in prossimità.

In caso siano comunque previste lavorazioni caratterizzate da attività particolarmente invasive dal punto di vista delle vibrazioni indotte, potrà essere data preventiva comunicazione ai cittadini residenti in prossimità delle aree interessate e svolta un'analisi di maggiore dettaglio, da impostare in accordo con gli Enti di controllo.

Le misure di mitigazione in precedenza indicate sono state già messe in opera in fase di realizzazione dell'edificio Cargo Village che, per la specifica localizzazione in fregio a via Asmara ha necessitato, durante la fase dei lavori, di particolari accorgimenti per limitare l'impatto vibrazionale nei confronti dei recettori posti in prossimità.

L'utilizzo di pali trivellati in luogo dei pali battuti, in fase di realizzazione delle opere di fondazione, ha permesso di limitare notevolmente l'impatto vibrazionale tanto che non si sono originate criticità durante le lavorazioni.