



*Presidenza
del Consiglio dei Ministri*

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO PER LA
REALIZZAZIONE DELLA LINEA 2 DELLA METROPOLITANA
DELLA CITTÀ DI TORINO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

**LOTTO 2 (CPV 71310000-4) – SERVIZI DI INGEGNERIA PER LA GESTIONE DEL MONITORAGGIO
GEOTECNICO-STRUTTURALE DELLE PRE-ESISTENZE ESEGUITO DA ALTRO OPERATORE**

ALLEGATO 8

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

CUP: C71F20000020005

CIG: B7DEADDE9D

Il RUP

Ing. Barbara SALZA

Il Commissario Straordinario

Prof. Ing. Bernardino CHIAIA

Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato	Visto/DEC
0	30/06/2025	P. De Martini	F. Rizzo	F. Azzarone	P. De Martini



INDICE

1.	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO	3
1.1	Caratteristiche generali del piano di monitoraggio delle preesistenze del PD	3
1.1.1	Indice di vulnerabilità e censimento delle strutture esistenti da monitorare.....	3
1.1.2	Edifici sottoposti a vincoli della Soprintendenza (Edifici Sensibili).....	6
1.1.3	Monitoraggio delle strutture esistenti previsto nel PD	11
1.2	Progetto Esecutivo del monitoraggio strutturale	14
2.	OGGETTO DEL SERVIZIO	17
3.	DESCRIZIONE DEL SERVIZIO	18
4.	DOCUMENTAZIONE TECNICA	27
5.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	28
6.	STRUMENTAZIONE (Attività MON-BASE 4 e MON-OPZIONE 4)	29
6.1	Fessurimetri	29
6.2	Rilievo strumentale con Laser Scanner.....	30



1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO

1.1 Caratteristiche generali del piano di monitoraggio delle preesistenze del PD

La realizzazione di opere in sotterraneo in ambito urbano in genere comporta degli effetti indotti sulle preesistenze nell'intorno delle opere in costruzione dovute alle tecniche di scavo. A tale scopo si introduce convenzionalmente un'area di influenza denominata ZOI (Zona di influenza), che è definita come quell'area entro la quale la costruzione delle opere civili possa indurre deformazioni sulle pre-esistenze ed è finalizzata al controllo degli edifici potenzialmente a rischio (l'area entro cui eseguire il cosiddetto Building Condition Survey – BCS). Questa area è generalmente estesa a cavallo dell'asse dell'opera, per le gallerie di linea, ed a distanza predefinita dal bordo delle altre opere che raggiungono la superficie come rappresentato nella figura seguente.

Nello sviluppo del Progetto Definitivo della Linea 2 della Metropolitana di Torino pertanto è stato eseguito il controllo di tutte le strutture esistenti che ricadono nella ZOI di cui sopra.



Figura 1. Esempio di ZOI per il BCS.

Nell'ambito di questa indagine legata al BCS (Building Condition Survey – BCS), sono stati individuati 336 edifici che sono potenzialmente a rischio. Per ciascun edificio è stata eseguita un'indagine dello stato di consistenza dei fabbricati ed è stata redatta una "Scheda di rilevamento dei fabbricati".

La valutazione degli immobili è stata condotta prendendo visione delle parti comuni dei fabbricati e raccogliendo informazioni relative alla storia degli edifici, interrogando a seconda dei casi e quali fonti di informazione, i proprietari dell'immobile, gli amministratori o loro referenti, direttamente i progettisti o i costruttori degli edifici in corso di costruzione/ristrutturazione.

1.1.1 Indice di vulnerabilità e censimento delle strutture esistenti da monitorare

Per caratterizzare le condizioni degli edifici esistenti prima dell'inizio dello scavo, è stato necessario eseguire un calcolo della vulnerabilità per gli edifici potenzialmente interessati. La condizione iniziale dell'edificio è espressa attraverso l'indice di vulnerabilità (I_v), che viene calcolato dalle informazioni raccolte durante il Building Condition Survey (BCS) e attraverso l'esperienza ingegneristica. Valori di indici alti indicano che un edificio è più sensibile alle deformazioni imposte.



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

L'indice di vulnerabilità (I_v) dipende dal comportamento strutturale dell'edificio, dall'orientamento e dalla sua posizione, dal suo comportamento funzionale, dalle sue caratteristiche estetiche e dalle sue condizioni generali. Lo scopo principale del calcolo dell'Indice di Vulnerabilità è identificare tutti gli edifici che sono sensibili o in cattive condizioni al fine di fornire un adeguato schema di monitoraggio e/o manutenzione degli edifici durante la costruzione del tunnel o delle opere di linea.

L'indice di vulnerabilità viene classificato secondo 5 categorie (utilizzando una scala da 1 a 100) come segue:

Tabella 1 – Indice e grado di vulnerabilità

INDICE DI VULNERABILITÀ	GRADO DI VULNERABILITÀ
0-20	trascurabile
20-40	basso
40-60	lieve
60-80	moderato
80-100	alto

il presupposto è che un edificio con un alto indice di vulnerabilità subirà un danno maggiore di un edificio in buone condizioni con bassa vulnerabilità.

Poiché le condizioni degli edifici e delle strutture presenti lungo il tracciato sono relativamente buone, non sono stati identificati edifici con un I_v al di sopra di 75, e quindi, gli unici edifici considerati "sensibili" sono quelli catalogati come edifici protetti, edifici patrimonio culturale, edifici pubblici, stazioni di servizio, scuole, ospedali, ecc.

Convenzionalmente, l'indice di vulnerabilità viene correlato con le «Categorie di danno» che associano a ciascuna categoria dei limiti di cedimento e distorsione dell'edificio (Classificazione di Burland 1977).

Tabella 2 - Relazione tra categorie e tipo di danno [Burland et al. (1977)]

CATEGORIA DI DANNO	TIPO DI DANNO
0 Trascurabile	Estetica
1 Molto lieve	Estetica
2 Lieve	Estetica
3 Moderato	Funzionale
4 - 5 Grave a molto grave	Di Servizio & Strutturale

Al fine della definizione dei livelli di soglia ammissibile dei cedimenti degli edifici, si presuppone che le deformazioni indotte sugli edifici non causino danni di natura strutturale o che possa in qualche modo ledere la funzionalità degli impianti presenti, ovvero si accetta che l'edificio subisca al massimo un livello di danno definito 'Molto Lieve' (categoria 1).

Per l'individuazione degli edifici e delle strutture a rischio nell'ambito del progetto della Linea 2 della metro, sono stati applicati i criteri di danno definiti nella Tabella seguente:



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

Tabella 3 - Criteri di danno per edifici e strutture

PARAMETRI DI CONTROLLO	EDIFICI NORMALI ($I_{V<75}$)	EDIFICI SENSIBILI
Cedimenti totali S_{max}	$\leq 10\text{mm}$	$\leq 5\text{mm}$
Distorsione angolare $1/\beta$	$1/\beta \leq 1/500$	$1/\beta \leq 1/1000$
Deformazione lungo l'edificio ϵ	$\epsilon \leq 0.075$	$\epsilon \leq 0.038$

Questi limiti sono riferiti alla categoria di danno molto lievi (categoria 1). Pertanto, in funzione delle analisi effettuate lungo la linea (analisi di subsidenza) sono state definite diverse tipologie di mitigazione dei cedimenti indotti. In particolare, per tutti gli edifici che rientrano nella categoria di danno atteso 0 e 1, non sono previste opere di presidio degli edifici ma è previsto un sistema di monitoraggio di tipo leggero (vedi anche i paragrafi successivi sui monitoraggi). Invece, per gli edifici che rientrano nelle categorie 2 e 4 e per la maggior parte gli edifici sensibili, sono previste delle misure di mitigazione specifiche (in genere interventi di consolidamento e presidio degli edifici) ed un sistema di monitoraggio più fitto, come descritto nei paragrafi successivi. Il diagramma di flusso riportato di seguito riassume il processo progettuale che ha portato alla definizione degli interventi di mitigazione previsti in progetto.

Tabella 4 - Numero di edifici per ciascuna categoria di danno atteso. Ipotizzando un $V_L = 1.0\%$.

	Trascurabile	Molto lieve	Lieve	Moderato	Grave a Molto grave	
	0	1	2	3	4	Total
n edifici	75	41	104	10	1	231

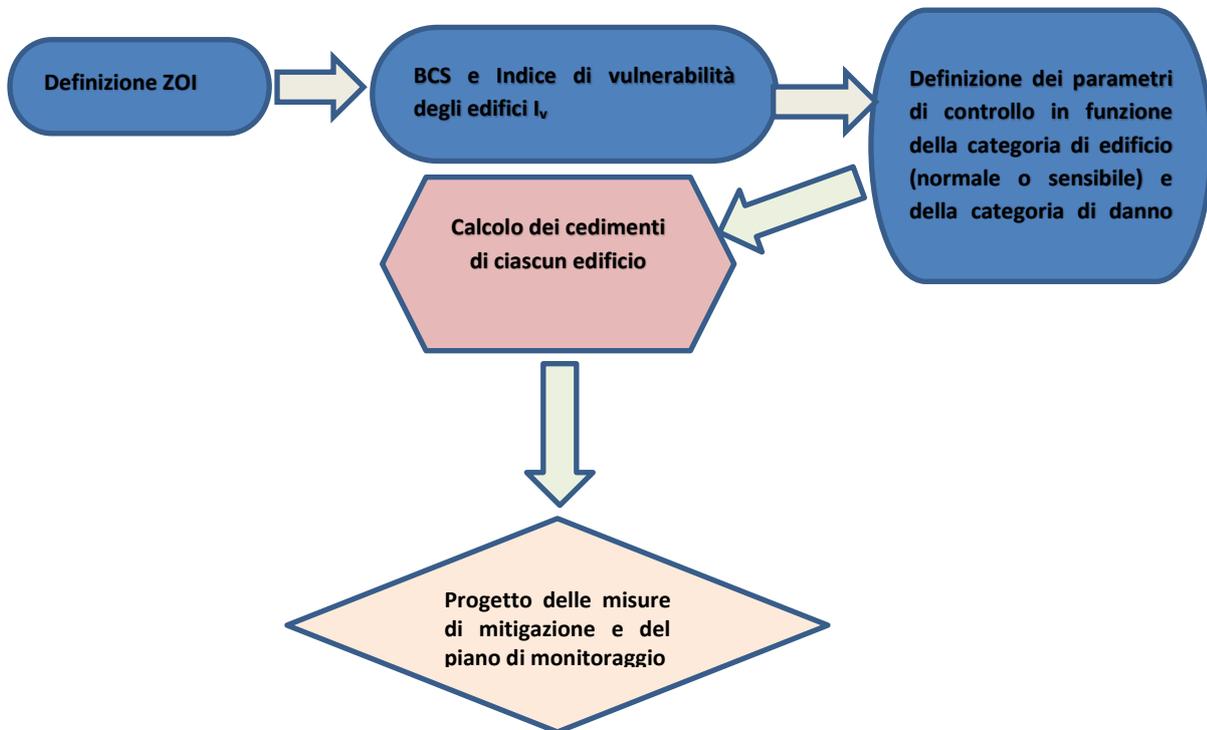


Figura 2. Diagramma di flusso per l'analisi di rischio danneggiamenti, il progetto delle misure di mitigazione e del monitoraggio

1.1.2 Edifici sottoposti a vincoli della Soprintendenza (Edifici Sensibili)

Tra i 336 edifici individuati all'interno della ZOI e censiti con le schede di Rilevamento, sono stati individuati, lungo il tracciato, anche 44 edifici sottoposti a vincolo dalla Soprintendenza (categoria dei beni culturali tutelati dall'art.10 D.Lgs. 42/2004). Si riporta di seguito l'elenco di questi edifici.

Tale elenco di edifici sottoposti a vincolo è stato reperito sul Geoportale del Comune di Torino (sezione "Vincoli e prescrizioni sovraordinate" - "Beni culturali art.10 D. Lgs. 42/2004"), aggiornato ad agosto 2021. Si ricorda, inoltre, che gli immobili aventi più di 70 anni e di autore non vivente, di proprietà pubblica o di persone giuridiche private non aventi fini di lucro, (es. Onlus, Diocesi, parrocchie, Associazioni etc.), sono sottoposti a tutela anche se non inseriti nell'elenco, almeno fino a quando non venga effettuata la verifica prevista dall'art. 12 del D.Lgs. 42/2004.



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

Tabella 5. Elenco degli edifici sottoposti a vincoli culturali interferenti con la Linea e sigle delle schede di rilevamento di riferimento.

Descrizione edificio	Indirizzo	Sigla degli edifici
Scuola dell'infanzia Borgo Crocetta	Corso Duca degli Abruzzi 50	CBPO02
Scuola primaria di I grado "Michele Coppino"	Via Cristoforo Colombo 36	CBPO01
Fabbricato Ex FS 2 - Ex Magazzino del Ferro	Via Paolo Sacchi dal 29 al 39	PAPN22/PAPN23
Edificio uso promiscuo Poste Italiane - Ferrovie dello Stato	Via Nizza da 8 a 12 bis	PAPN24
(Palazzo delle Poste a Porta Nuova)		PAPN32
Piazza inclusa area dei portici e spazio tra pavimento e volta, incluso tratto di C.so Vittorio compreso tra Via Sacchi e Via Nizza e la parte di queste con termini la stazione di Porta Nuova, portici compresi	Piazza Carlo Felice	RM02
Edificio (Facciata e portici) (ora Hotel Ligure)	Piazza Carlo Felice 85	RM04
Casa	Piazza Carlo Felice 35	RM08
Palazzo Cavour	Via Cavour 8	PNCA15
Palazzo Bricherasio	Via Giuseppe Luigi Lagrange 20 e 20 bis	PNCA20
Fabbricato	Via Giovanni Giolitti 2 bis	PNCA26
Palazzo già dei Marchesi Turinetti di Prisco	Via Giovanni Giolitti 1	PNCA25
Palazzo Ceriana-Mayneri	Via Giuseppe Luigi Lagrange 5, 7, 9	PNCA23, PNCA29, PNCA38
Palazzo Birago di Borgaro	Via Carlo Alberto 16	PNCA33
Palazzo Campana - già monastero del Complesso di San Filippo Neri	Via Carlo Alberto 10	PNCA43
Chiesa di S. Filippo, Oratorio di S. Filippo e Congregazione dell'Oratorio di S. Filippo Neri	Via Maria Vittoria 5-7	PNCA41/PNCA42
Casa	Via Cesare Battisti 17 (e limitrofi)	CAMO01, CAMO02, CAMO03, CAMO04, CAMO09, CAMO10
Palazzo	Via Po 4	CAMO05/CAMO06
Palazzo dell'Università	Via Po 13, 15, 17, 19	CAMO12, CAMO13, CAMO14
Complesso della Cavallerizza, Accademia Militare e pertinenze	Via Giuseppe Verdi 7, 9	CAMO16/CAMO17
Ex Accademia Militare ora Palazzo degli Archivi	Via Giuseppe Verdi 3, 5	CAMO15/CAMO23
Ex Smalterie Ballada	Corso Verona 14	VRNO10/VRNO11
Edifici facenti parte dell'Ex Nebiolo- ex Fonderie Subalpine	Via Bologna 55	VRNO37
Complesso dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale	Via Bologna 148	NOBO006, NOBO21, NOBO20
Magazzino di Artiglieria e Difesa Chimica, già Lanificio	Via Bologna 190	BOCI05
Fratelli Piacenza		BOCI06
Complesso Docks Dora	Via Valprato 68	GCRE04

L'elaborato cartografico MTL2T1A0DAMBGENT011 riporta gli edifici sottoposti a vincolo elencati nella tabella soprastante e il tracciato della Linea 2 da cui emergono le interferenze principali come riportato anche dagli stralci evidenziati di seguito:



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

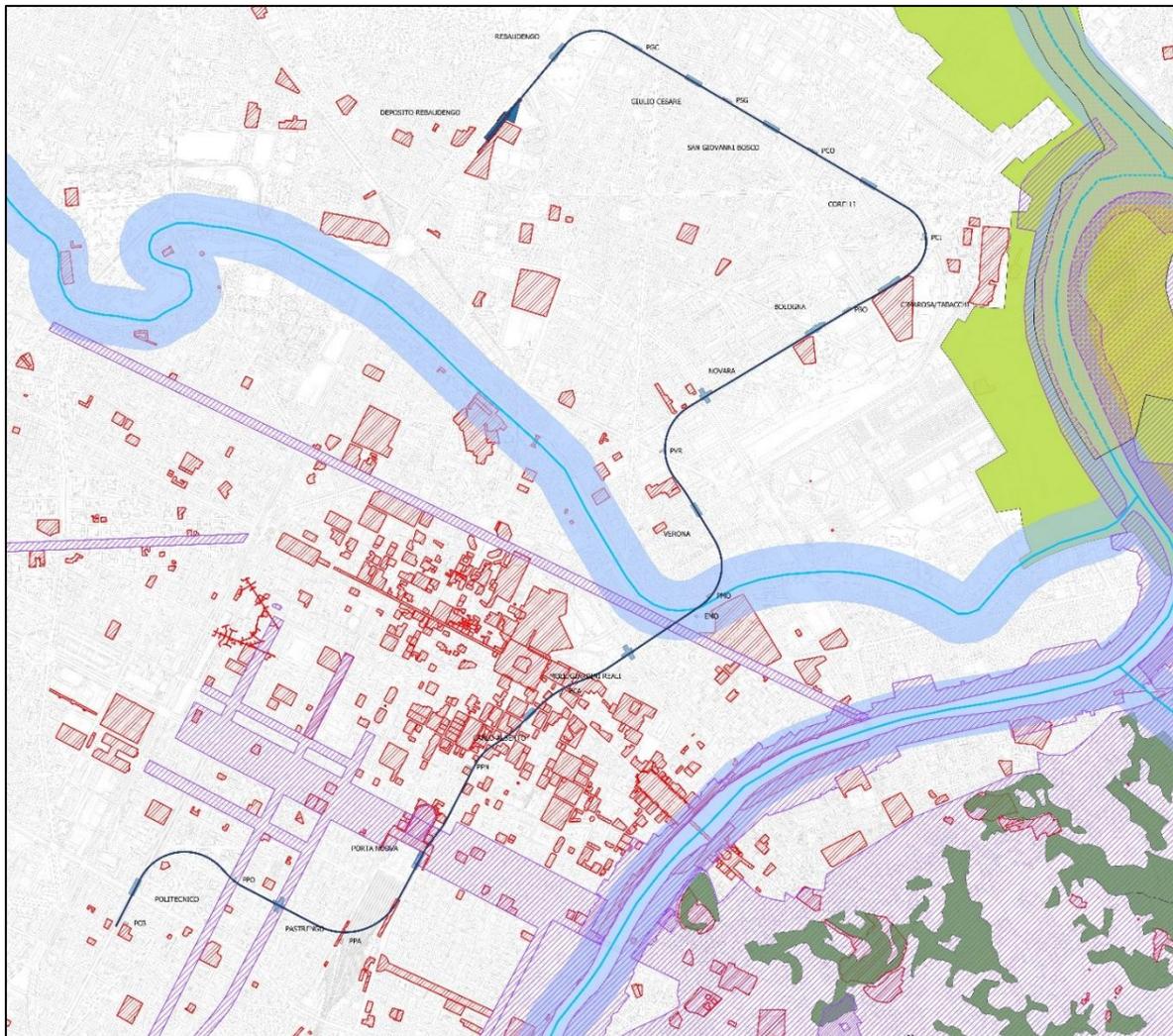


Figura 3. Carta dei vincoli paesaggistici e culturali

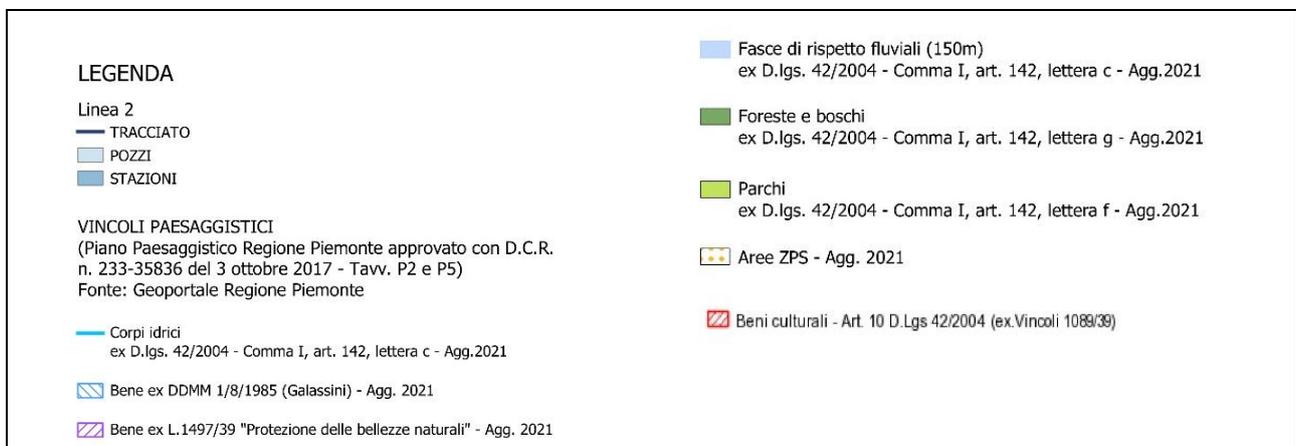


Figura 4. Legenda Carta dei vincoli paesaggistici e culturali



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

Si riportano di seguito le finestre di dettaglio evidenziate nella precedente immagine: in esse vengono indicati gli edifici sottoposti a vincoli culturali interferiti.

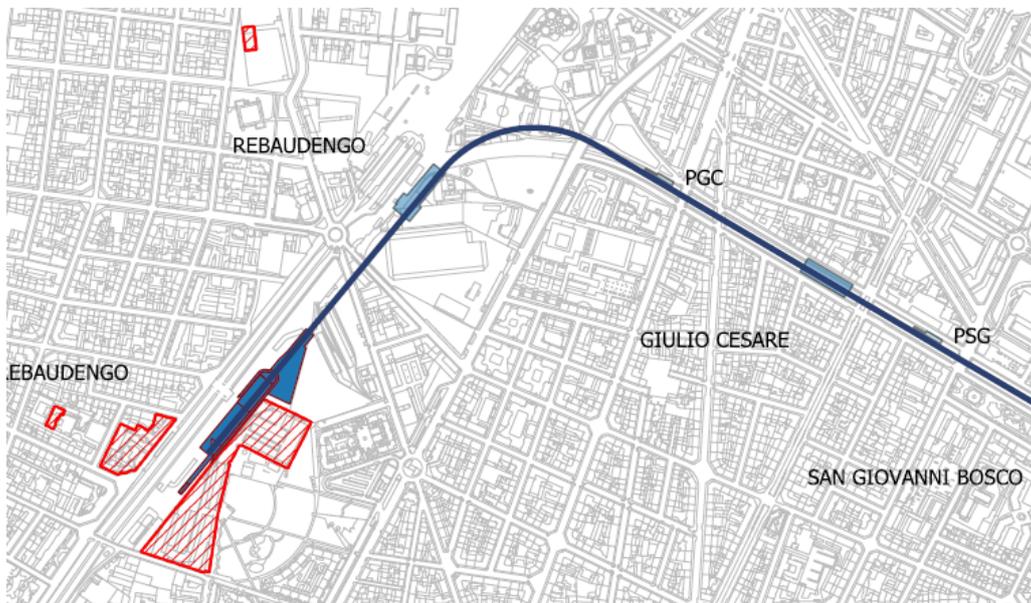


Figura 5. Posizione degli edifici sottoposti a vincoli culturali (retino rosso) – Zoom 1

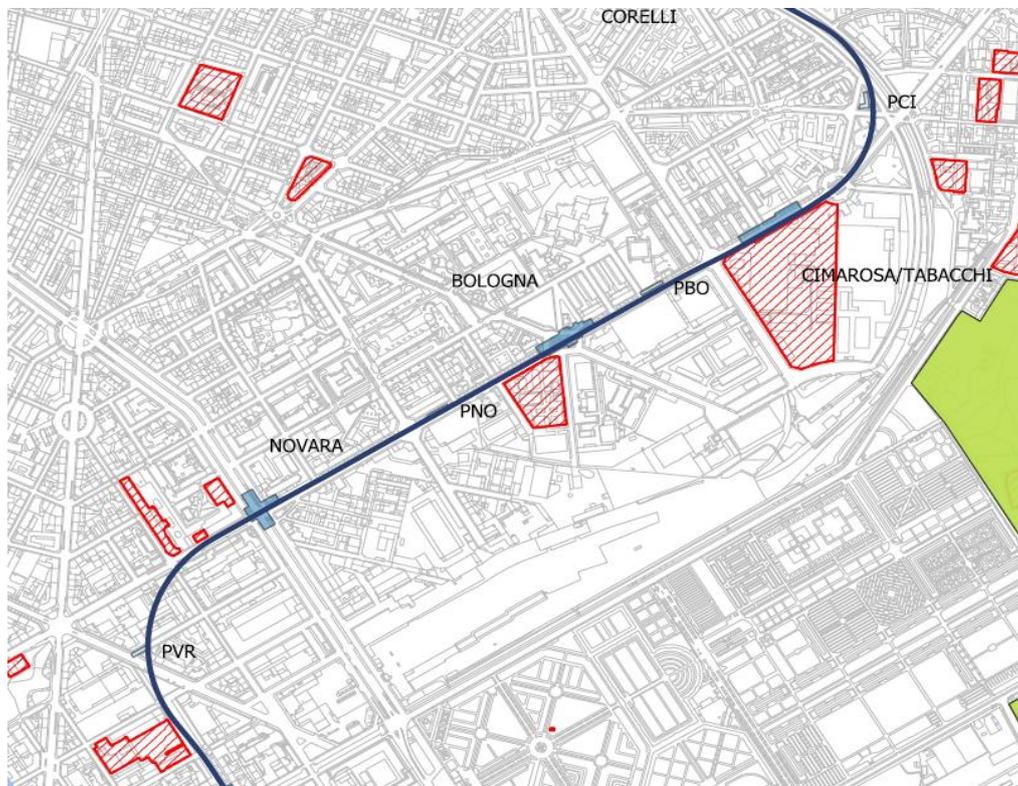


Figura 6. Posizione degli edifici sottoposti a vincoli culturali (retino rosso) – Zoom 2



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

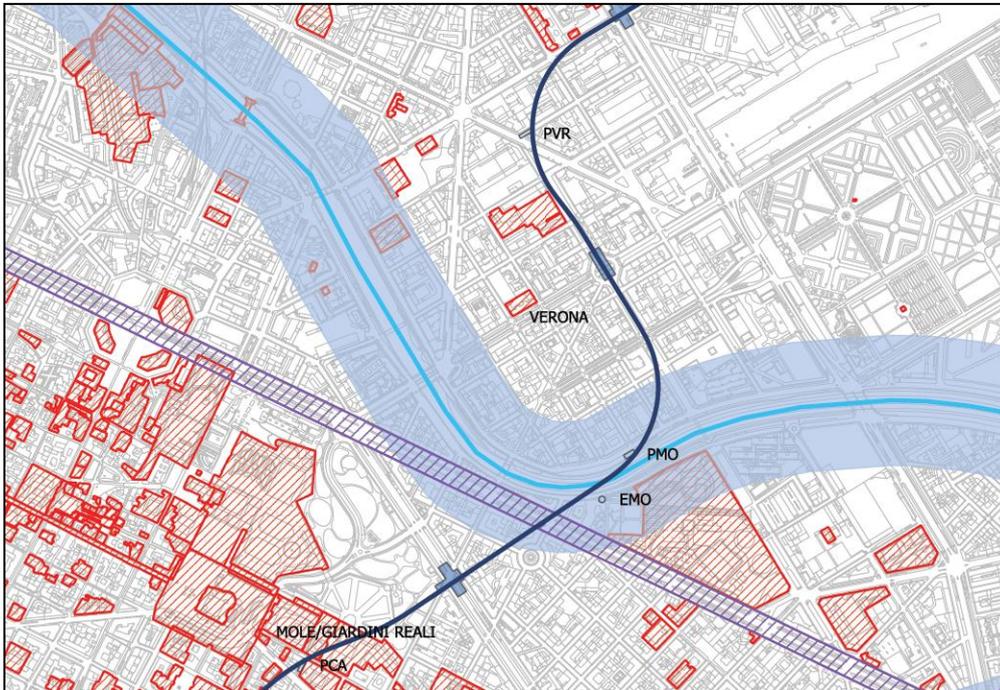


Figura 7. Posizione degli edifici sottoposti a vincoli culturali (retino rosso) – Zoom 3

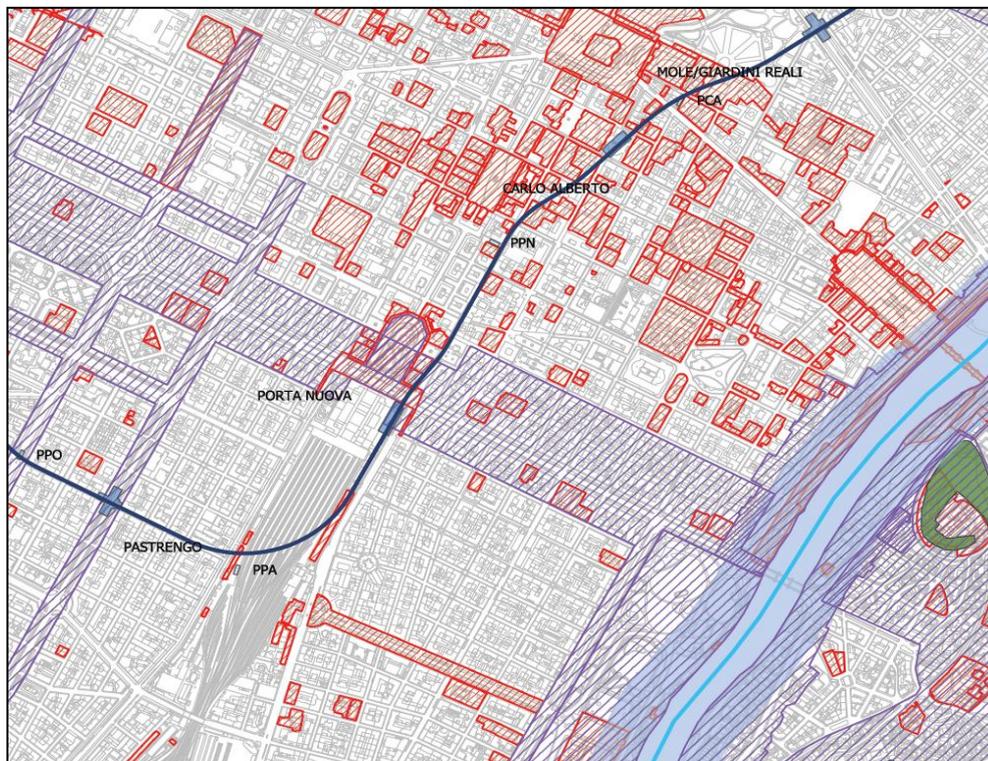


Figura 8. Posizione degli edifici sottoposti a vincoli culturali (retino rosso) – Zoom 4



Figura 9. Posizione degli edifici sottoposti a vincoli culturali (retino rosso) – Zoom 5

1.1.3 Monitoraggio delle strutture esistenti previsto nel PD

Obiettivo del monitoraggio degli edifici e dei manufatti esistenti o delle opere infrastrutturali, come la galleria della Linea 1 lungo Corso Vittorio in prossimità della Stazione Porta Nuova, è, in via primaria, la salvaguardia degli stessi durante l'esecuzione dei lavori e il controllo degli spostamenti e delle vibrazioni, così come di eventuali fessure.

In generale, gli edifici interessati dai lavori di costruzione della Metropolitana possono essere suddivisi in:

- Edifici sottoattraversati dalla linea e quelli considerati di primario interesse.
- Edifici prospicienti i cantieri delle stazioni e dei pozzi, e gli edifici che, per ragioni di carattere strutturale, storico o di destinazione d'uso, costituiscono motivo di significativo interesse.
- Edifici che lungo la linea, pur non presentandosi critici come ubicazione rispetto al tracciato della metropolitana, possono essere di potenziale interesse per ragioni di carattere strutturale, storico o di destinazione d'uso;
- Edifici con ubicazione non critica rispetto al tracciato della metropolitana e non di particolare interesse (strutturale, storico, ecc.).

Gli schemi di monitoraggio proposti in fase di progetto definitivo prevedono la predisposizione di controlli della situazione deformativa sui manufatti esistenti e sulla superficie del terreno attraverso:

- punti di livellazione superficiale (CPL) opportunamente disposti per ogni fabbricato lungo il tracciato;



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

- punti di controllo topografico (CTC e L) sulle pareti dei fabbricati presenti lungo il tracciato (gli strumenti L vanno posizionati sulle pareti del fabbricato a circa 1m di altezza da piano campagna, mentre gli strumenti CTC in corrispondenza delle pareti dei piani superiori).
- La posa in opera di basi F_5 per deformometro elettrico, al fine di valutare l'eventuale influenza dello scavo sulle fessure eventualmente presenti negli edifici.
- La posa in opera di fessurimetri fissi F_{SE} , al fine di valutare l'eventuale influenza dello scavo su quelle eventuali fessure poste in punti dell'edificio difficilmente accessibili, voglia per quota o per altra ragione.
- La posa in opera di clinometri CL al fine di valutare gli effetti degli interventi di consolidamento sugli edifici e gli effetti deformativi, in particolare le rotazioni delle facciate) per edifici di interesse storico e/o artistico, per edifici con stato di consistenza cattivo o lesionati, posti a distanza ravvicinata alle zone di scavo.
- posa in opera di vibrometro trassiale T in corrispondenza degli edifici, al fine di misurare l'entità eventuale delle vibrazioni cui possono essere sottoposti durante le fasi di scavo.

Essenzialmente si andranno a misurare:

- Le deformazioni;
- La variazione nell'apertura delle fessure se già presenti;
- Le rotazioni della facciata nel proprio asse o nel piano ad essa perpendicolare;
- Le vibrazioni.

In merito ai fessurimetri, essi saranno individuati in numero e posizione appena prima dell'avvio della costruzione a seguito di sopralluoghi mirati e dei testimoniali di stato che saranno redatti a cura dell'Appaltatore.

Gli schemi proposti e la localizzazione degli strumenti sono indicati negli elaborati progettuali della cartella 10 del Progetto Definitivo validato a cui si rimanda.

Nel caso di edifici di altezza superiore a 5 piani fuori terra, edifici sensibili, edifici con un quadro fessurativo importante o vincolati dalla Soprintendenza ai beni culturali ai sensi del D.Lgs 42/2004, è stata prevista l'applicazione di un sistema di monitoraggio più fitto (Tipo 2, secondo la definizione di Progetto descritta negli elaborati di cui alla cartella 10), in modo da poter valutare tempestivamente qualsiasi condizione critica per l'edificio.

Gli schemi proposti e la localizzazione degli strumenti per gli edifici vincolati dalla Soprintendenza sono indicati nella figura sottostante.

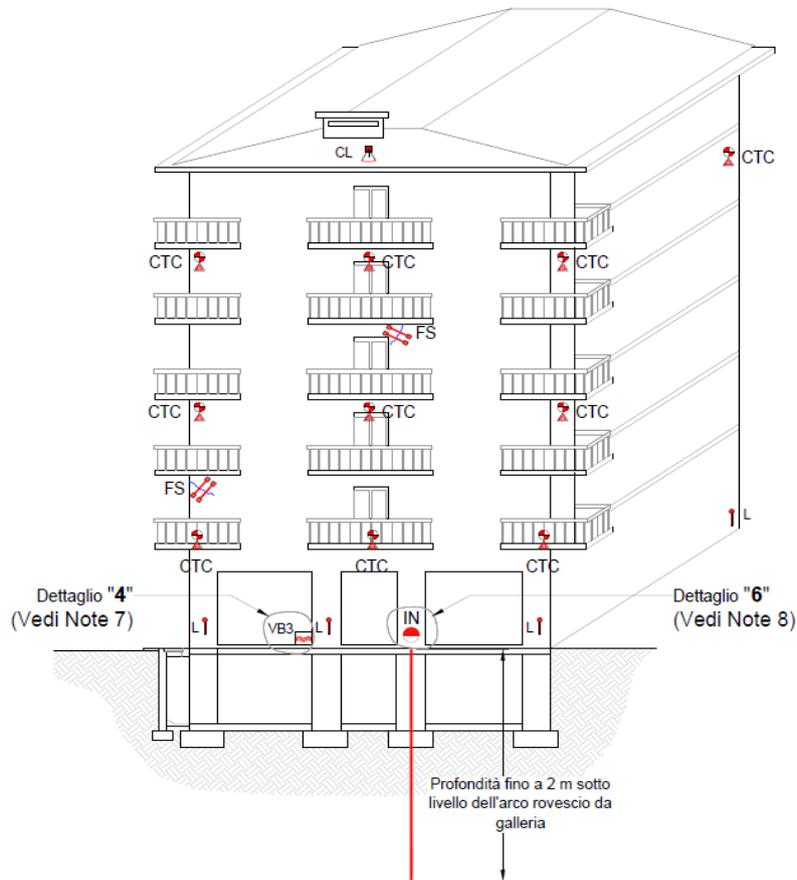


Figura 10. Schema di monitoraggio per edifici vincolati dalla Soprintendenza e per gli edifici più vulnerabili

Come buona prassi il monitoraggio dovrà essere gestito in un'ottica di analisi e gestione del rischio e pertanto in sede di Progettazione Esecutiva dovranno essere definite le soglie di attenzione ed allarme in base ai risultati dei calcoli sviluppati nell'ultima fase di Progetto. Indicativamente si ritiene opportuno utilizzare percentuali del 70% e 100% dei valori nominali di calcolo rispettivamente per la soglia di attenzione ed allarme.

Nel caso in cui venga raggiunta la prima soglia le letture di monitoraggio verranno intensificate mentre, al raggiungimento della seconda, verranno attivate le contromisure che il Progetto Esecutivo dovrà definire.

In accoppiamento con le sezioni di livellazione superficiale previste per lo scavo della galleria, dei pozzi e delle stazioni, la strumentazione in opera dovrà permettere la definizione del quadro deformativo generale nell'intorno degli scavi e, in particolare, la zona di influenza degli scavi e la tipologia del profilo di subsidenza indotto.

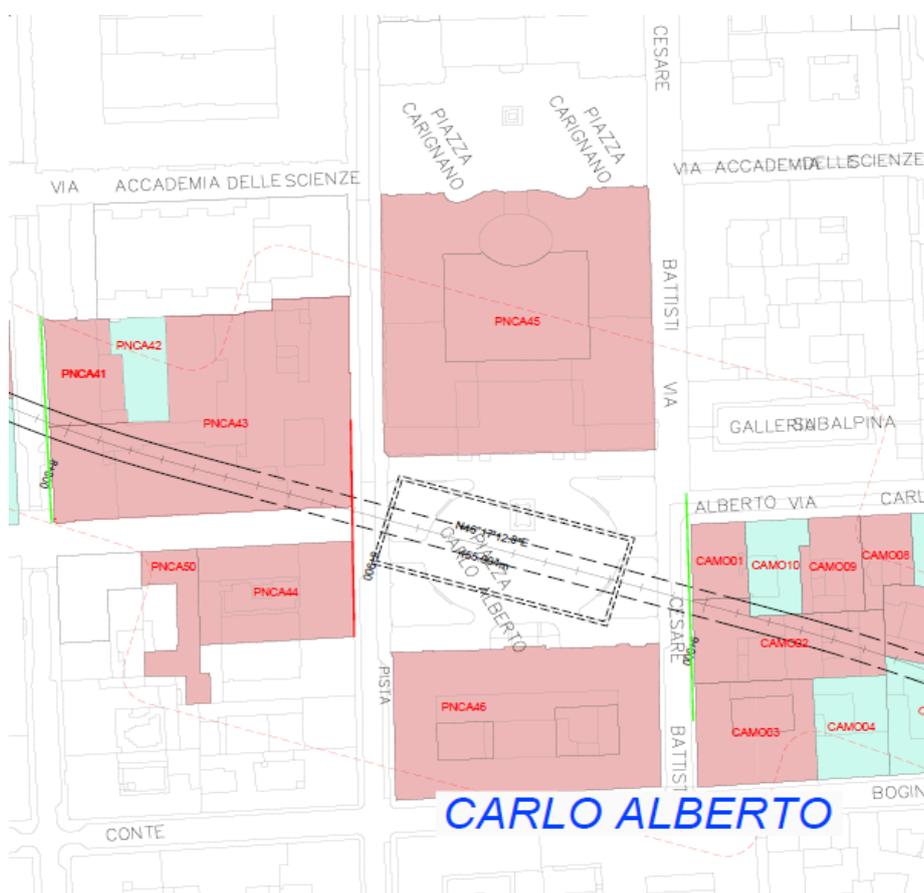


Figura 11. Stralci planimetrici riportante gli edifici con monitoraggio di Tipo 2 (in rosa)

1.2 Progetto Esecutivo del monitoraggio strutturale

Il monitoraggio geotecnico-strutturale è un processo complesso che comprende osservazione, misurazione e raccolta di dati relativi a fenomeni deformativi che si possono verificare durante la realizzazione di un'opera in sotterraneo in ambiente urbano. I suddetti fenomeni deformativi dipendono in maniera considerevole dalle variabilità locali della situazione geologico/geotecnica e, soprattutto, dalle reali modalità esecutive adottate.

Per quanto sopra l'Appaltatore delle opere civili dovrà sviluppare il **Progetto Esecutivo** del monitoraggio delle strutture da realizzare e delle strutture esistenti, e, durante le fasi realizzative della Linea, dovrà mettere in opera un adeguato sistema di monitoraggio che possa permettere il confronto della situazione teorico/progettuale con le reali situazioni che possono instaurarsi sia durante le operazioni di scavo che sul medio termine.

Il monitoraggio delle strutture esistenti e in fase di costruzione dovrà permettere:

- La verifica dell'efficacia delle soluzioni progettuali prescelte, in ragione della variabilità locale della geologia, attuando misure sullo stato deformativo e tensionale delle strutture.
- La misura della situazione deformativa del terreno determinata in corrispondenza dell'asse della galleria della metropolitana e nella zona circostante di influenza, nonché a tergo delle paratie di diaframmi e/o pali e/o micropali per le zone di influenza degli scavi delle stazioni e dei pozzi.



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

- La verifica della situazione deformativa sui fabbricati presenti nell'area di influenza degli scavi.

Le attività di monitoraggio dovranno poi permettere la validazione dei parametri utilizzati per la definizione dei metodi di stabilizzazione degli scavi al fine di avallare le scelte effettuate oppure effettuare le necessarie modifiche in corso d'opera. Questo metodo permette, quindi, di garantire la gestione degli imprevisti legati allo scavo. A tal fine è necessario predefinire dei valori di soglia (di attenzione e di allarme) dei parametri chiave, la cui comparazione con i risultati del monitoraggio dovrà permettere, se necessario, l'applicazione di opportune contromisure assicurando la sicurezza dello scavo, delle persone e delle strutture circostanti.

Il progetto esecutivo di un sistema di monitoraggio dovrà comprendere i seguenti elementi:

- Definizione dei parametri chiave del monitoraggio.
- Definizione delle sezioni tipo di monitoraggio e della tipologia di strumentazione da mettere in opera sulle strutture esistenti.
- Localizzazione dei manufatti su cui applicare le strumentazioni.
- Definizione della frequenza delle letture.
- Definizione dei valori (limiti) di attenzione e allarme per le grandezze monitorate.
- Definizione delle contromisure da attuare in caso di superamento dei valori di allarme definiti.

In funzione delle informazioni derivanti dalle attività di progettazione/calcolo, devono essere previsti sistemi atti a monitorare i seguenti parametri:

- Tensioni, deformazioni e spostamenti nelle strutture sotterranee in costruzione.
- Deformazione sulla superficie del suolo e in profondità.
- Spostamenti sia degli edifici sia di altri manufatti esistenti.

I parametri di controllo possono essere suddivisi in funzione della tipologia di opera da monitorare:

Strutture sotterranee in costruzione:

- Deformazioni e convergenze della galleria.
- Sollecitazioni nei conci di rivestimento della galleria scavata con TBM o nel rivestimento definitivo della galleria policentrica realizzata con metodo tradizionale.
- Deformazioni e spostamenti delle paratie delle stazioni.
- Sollecitazioni delle paratie delle stazioni.
- Sollecitazioni negli elementi orizzontali (provvisori e/o permanenti) nelle stazioni e della galleria di linea.

Strutture esistenti:

- Cedimenti del terreno nelle vicinanze della struttura.
- Cedimenti e rotazioni delle strutture poste nelle vicinanze dell'opera.
- Vibrazioni delle strutture.
- Monitoraggio di eventuali fessure esistenti nelle strutture.

Occorre ricordare come le grandezze sopra descritte siano fra di loro interdipendenti, motivo per il quale la variazione anomala di un parametro potrebbe essere addebitata ad una causa che provoca anche la modifica delle altre grandezze. I parametri ricavati devono, quindi, essere tra loro correlati al fine di permettere la rapida comprensione del fenomeno fisico e della risposta della struttura allo scavo in modo da verificare



*Presidenza
del Consiglio dei Ministri*

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO PER LA
REALIZZAZIONE DELLA LINEA 2 DELLA METROPOLITANA
DELLA CITTÀ DI TORINO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

tempestivamente anche le eventuali situazioni di rischio per i manufatti esistenti e le relative contromisure da adottare.



*Presidenza
del Consiglio dei Ministri*

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO PER LA
REALIZZAZIONE DELLA LINEA 2 DELLA METROPOLITANA
DELLA CITTÀ DI TORINO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

2. OGGETTO DEL SERVIZIO

Oggetto del servizio è l'affidamento dell'attività di supporto al Commissario per la gestione del monitoraggio geotecnico-strutturale della Linea 2 della Metropolitana di Torino - Tratta "Rebaudengo-Politecnico". In particolare, l'attività comprende la verifica/supervisione dei monitoraggi geotecnici-strutturali in fase di progettazione esecutiva e in corso d'opera delle pre-esistenze ricadenti all'interno della potenziale zona di influenza degli scavi per la realizzazione dell'intervento.

Nei capitoli seguenti sono dettagliate le attività necessitate.

Tutte le attività dovranno essere eseguite in stretto coordinamento con le figure di riferimento/strutture di supporto indicate dal Commissario Straordinario ed in particolare al Responsabile Unico del Progetto (di seguito RUP) ed al Direttore dell'Esecuzione del Contratto del Servizio (di seguito DEC).



3. DESCRIZIONE DEL SERVIZIO

Il servizio in oggetto riguarda l'affidamento di attività di supporto al Commissario per la verifica/supervisione dei monitoraggi geotecnici-strutturali in fase di progettazione esecutiva e in corso d'opera. In particolare, il servizio riguarda i monitoraggi delle pre-esistenze lungo la linea e ha la finalità di supportare il Commissario Straordinario nelle verifiche della progettazione esecutiva del piano di monitoraggio e, in corso d'opera, nell'interpretazione dei risultati derivanti dal piano di monitoraggio geotecnico-strutturale installato dall'Appaltatore delle opere civili.

Il servizio è articolato in una "parte base" ed una "parte opzionale".

Si precisa che tutta la documentazione prodotta dall'Affidatario nell'ambito della prestazione oggetto del presente affidamento dovrà essere redatta in lingua italiana. In caso sia autorizzata da parte del Commissario Straordinario la produzione di documenti in lingua diversa da quella italiana, l'Affidatario dovrà assicurare un servizio di traduzione certificata.

È obbligo dell'Affidatario di favorire proattivamente la massima efficienza ed efficacia in tutti gli ambiti procedurali e da parte di tutti i soggetti coinvolti, adottando una visione di insieme e un modus operandi improntato alla semplificazione delle procedure, alla tempestività delle scelte, alla chiarezza nello scambio di informazioni, alla prevenzione dei possibili contenziosi, alla gestione in parallelo dei processi operativi, all'adattamento del procedimento agli imprevisti e all'operatività in progress, secondo i criteri di "best option" e di "best planning".

Ai fini del raggiungimento dell'obiettivo, l'Affidatario ha altresì il compito di monitorare il contesto normativo nazionale e UE di riferimento e, se del caso, proporre disposizioni e soluzioni di maggior efficacia nel rispetto della normativa applicabile all'intervento oggetto della sua prestazione.

Sono compresi negli obblighi dell'Affidatario tutte le prestazioni necessarie, a norma delle leggi e regolamenti in materia, per il raggiungimento degli obiettivi intermedi, nonché del risultato finale di messa in esercizio della linea 2 della Metropolitana di Torino per le parti ad oggi finanziate, anche se per il loro espletamento fosse necessaria la collaborazione di professionalità diverse e/o l'effettuazione di operazioni di qualsiasi natura, intendendosi queste tutte a carico dell'Affidatario in quanto da considerarsi comprese nei corrispettivi come determinati all'esito dell'aggiudicazione.

3.1 Parte base – Supporto monitoraggi geotecnici-strutturali (GEO-STR)

La parte del servizio qualificata come "parte base" consiste nell'espletamento delle attività di controllo qualità e supporto tecnico al Commissario Straordinario, al RUP e al DEC, riguardanti il progetto del Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova" che attualmente ha copertura finanziaria.

Nel dettaglio, le attività della c.d. "parte base", si articolano come segue:

1. MON-BASE – 1 – Attività propedeutiche per la tratta funzionale "Rebaudengo-Politecnico".
2. MON-BASE – 2 – Attività di supporto per la verifica/supervisione della progettazione esecutiva del monitoraggio geotecnico/strutturale delle pre-esistenze per il Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova".
3. MON-BASE – 3 – Attività di supporto per l'interpretazione dei risultati del monitoraggio geotecnico/strutturale in corso d'opera delle pre-esistenze per il Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova".



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

4. MON-BASE – 4 - Esecuzione in corso d'opera di monitoraggi aggiuntivi indipendenti sulle pre-esistenze per il Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova".
5. MON-BASE - 5 - Elaborazione di relazioni di back-analysis delle pre-esistenze nell'intorno delle opere di linea e puntuali per il Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova".

Gli elaborati progettuali saranno redatti in conformità alle specifiche di editing ed a template per le relazioni e note di calcolo, che saranno forniti da Infra.To nell'ambito dei servizi.

Il servizio sarà svolto sulla base del presente capitolato, dei documenti di gara e delle indicazioni impartite dal Commissario Straordinario, nonché sulla base dell'offerta tecnica risultata aggiudicataria.

L'Affidatario inoltre è tenuto a mettere a disposizione del Commissario Straordinario i Gruppi di Lavoro come di seguito descritto (vedi **Paragrafo 3.3**).

3.1.1 MON-BASE – 1 – Attività propedeutiche per la tratta funzionale "Rebaudengo-Politecnico"

Le attività dell'Affidatario saranno avviate con l'esame di tutta la documentazione tecnica (ivi inclusa la proposta di rimodulazione degli interventi ai sensi dell'art. 32bis co. 1 della L. 56 del 29/04/2024) e amministrativa relativa al Progetto Definitivo della tratta funzionale "Rebaudengo-Politecnico", messa a disposizione dal Commissario Straordinario. Al termine della disamina, l'Affidatario dovrà redigere una relazione riepilogativa dei rilievi emersi. Seguirà la definizione di linee guida e di raccomandazioni che l'Affidatario riterrà necessario integrare per la redazione del Progetto Esecutivo del piano di monitoraggio da parte dell'Appaltatore delle opere civili. In questa fase potrà essere richiesta la predisposizione da parte dell'Affidatario di documentazione integrativa rispetto a quella messa a disposizione dal Commissario Straordinario.

A titolo esemplificativo e non esaustivo l'attività consiste in:

- a) Analisi dei documenti disponibili, con particolare riferimento al piano di monitoraggio geotecnico e strutturale predisposto sia per le pre-esistenze che per le opere da realizzare, articolata nella comprensione della tipologia di servizio richiesto e verifica dell'adeguatezza e completezza del Progetto Definitivo, che, dopo la rimodulazione descritta del CSA-Parte B "Generale", sarà posta a base gara d'Appalto opere civili;
- b) proposta di ottimizzazioni e soluzioni di maggior efficacia nel rispetto della normativa applicabile all'intervento in oggetto;
- c) eventuale redazione di ulteriore documentazione aggiuntiva o integrativa di quella esistente, ritenuta necessaria al completamento della documentazione di base gara d'Appalto delle opere civili;
- d) redazione di linee guida, prescrizioni e raccomandazioni per la progettazione esecutiva del piano di monitoraggio da parte dell'Appaltatore delle opere civili e durante le lavorazioni;
- e) supporto nella redazione del disciplinare di gara con definizione dei requisiti di partecipazione, dei criteri di valutazione delle offerte tecniche e delle tempistiche, anche in coordinamento con le figure di supporto individuate dal Commissario Straordinario per le tematiche attinenti all'oggetto del servizio.



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

3.1.2 MON-BASE – 2 – Attività di supporto per la verifica/supervisione della progettazione esecutiva del monitoraggio geotecnico-strutturale delle pre-esistenze per il Lotto funzionale 1 “Rebaudengo-Porta Nuova”.

L’Affidatario dovrà fornire supporto al Commissario Straordinario nella verifica/supervisione della fase di progettazione esecutiva del monitoraggio geotecnico-strutturale delle pre-esistenze, redatto dall’Appaltatore delle opere civili.

A titolo esemplificativo e non esaustivo l’attività, che sarà relativa al Lotto funzionale 1 “Rebaudengo-Porta Nuova” consiste in:

- a) riunioni di coordinamento periodiche, con frequenza bisettimanale (fatte salve ulteriori indicazioni fornite dal Commissario) con il progettista esecutivo dell’Appaltatore delle opere civili e con la Struttura di Supporto del Commissario Straordinario, per tutta la durata di sviluppo del progetto esecutivo;
- b) definizione, in sinergia con il progettista esecutivo dell’Appaltatore delle opere civili e con il Commissario Straordinario, di:
 - o parametri chiave del monitoraggio strutturale e geotecnico
 - o sezioni tipo di monitoraggio e della tipologia di strumentazione
 - o frequenza delle letture

da applicare alle opere in progetto e alle pre-esistenze individuate (edifici, manufatti, pubblici servizi, ecc...) secondo i criteri di vulnerabilità descritti al **Paragrafo 1.1.1**;

- c) analisi dei documenti di progetto esecutivo redatti dall’Appaltatore delle opere civili e definizione, in sinergia con il progettista esecutivo dell’Appaltatore delle opere civili e con il Commissario Straordinario, delle soglie di attenzione ed allarme per le grandezze monitorate da applicare alle opere in progetto e alle pre-esistenze individuate;
- d) definizione, in sinergia con il progettista esecutivo dell’Appaltatore delle opere civili e con il Commissario Straordinario, delle contromisure da attuare in caso di superamento dei valori di allarme definiti e delle strategie di contingenza;
- e) verifica dei documenti di progetto esecutivo del piano di monitoraggio delle pre-esistenze sviluppato dall’Appaltatore delle opere civili e redazione di report specifici di verifica e controllo; la validazione dei risultati sarà fatta, se necessario, anche con modellazione numerica e/o empirica indipendente;
- f) proporre, in coordinamento con il Commissario Straordinario, al progettista esecutivo ottimizzazioni e soluzioni di maggior efficacia, secondo il concetto di “Best practice” nel rispetto della normativa applicabile all’intervento in oggetto;

Le suddette attività saranno espletate in itinere con lo sviluppo del Progetto Esecutivo e si protrarranno fino alla Validazione dello stesso da parte del RUP.

3.1.3 MON-BASE – 3 – Attività di supporto per l’interpretazione dei risultati del monitoraggio geotecnico/strutturale in corso d’opera delle pre-esistenze per il Lotto funzionale 1 “Rebaudengo-Porta Nuova”

L’attività consiste nell’analisi e nell’interpretazione dei dati di monitoraggio della strumentazione applicata dall’Appaltatore sulle pre-esistenze in corso d’opera e include anche la redazione della documentazione tecnica di interpretazione dei dati di monitoraggio con cadenza mensile.



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

Il dettaglio dell'espletamento dell'attività comprende:

- a) Analisi della documentazione acquisita inerente al piano di monitoraggio redatto in fase di PE approvato;
- b) Sopralluogo in campo per la verifica della strumentazione installata sui manufatti esistenti e della rispondenza della suddetta strumentazione al piano di monitoraggio;
- c) Attività di verifica della strumentazione che consiste in:
 1. verifica dell'adeguatezza tecnologica della strumentazione installata in corso d'opera (c.d. *best-practices*). In particolare, all'Affidatario è richiesto di fornire supporto tecnico, e redazione di apposita documentazione tecnica attestante l'adeguatezza verificata;
 2. verifica del perfetto funzionamento della strumentazione installata con il controllo della corretta trasmissione dei dati alla piattaforma informatica predisposta dall'Appaltatore per l'acquisizione, la validazione, l'elaborazione, la comparazione, la pubblicazione e la trasmissione dei dati geotecnici e strutturali;
- d) Raccolta dati di monitoraggio e redazione di report mensili per l'interpretazione dei dati del monitoraggio geotecnico-strutturale delle pre-esistenze; Il report dovrà anche contenere delle analisi predittive sull'evoluzione dei parametri chiave monitorati in correlazione con l'avanzamento degli scavi;
- e) Eventuale partecipazione a tavoli tecnici tra Appaltatore delle opere civili, DL e Commissario in caso di superamento delle soglie di "attenzione" ed "allarme".

3.1.4 MON-BASE – 4 – Esecuzione in corso d'opera di monitoraggi aggiuntivi indipendenti sulle pre-esistenze per il Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova"

In corso d'opera, il Commissario Straordinario o la DL, potranno richiedere l'esecuzione di monitoraggi aggiuntivi ed indipendenti, su specifiche pre-esistenze, fino ad un massimo di 10, in contraddittorio con l'Appaltatore delle opere civili. Le attività previste per questo servizio riguardano:

- a) Selezione delle pre-esistenze da monitorare e definizione, in sinergia con il Commissario Straordinario, della tipologia di strumentazione che dovrà avere caratteristiche "leggere" e "flessibili", in modo da poter essere attivata tempestivamente e per la durata indicata dal Commissario o dalla DL. L'intervento di monitoraggio oggetto della presente attività è costituito da:
 - Rilievo 3D con laser scanner terrestre, che permette di avere il rilievo spaziale della struttura indagata e permette di valutare nel tempo, con rilievi successivi, l'eventuale evoluzione deformativa e fessurativa della struttura con precisione millimetrica, evidenziando se ci sono delle anomalie e dove sono localizzate. Il rilievo della struttura sarà caratterizzato da una lettura di zero e da un massimo di 9 rilievi successivi la cui frequenza e durata saranno concordate con il Commissario e DL nella fase di avvio dell'attività e correlate alle effettive esigenze.
 - Fessurimetri fissi di tipo elettrico ad acquisizione automatica dei dati, fino ad un **massimo di 10 strumenti**. I fessurimetri verranno installati su eventuali fessure di nuova formazione che si siano formate in corso d'opera sulla struttura selezionata dal Commissario. Anche in questo caso il monitoraggio avrà una durata massima di 1 mese, salvo diverse indicazioni da parte del Commissario o della DL. La strumentazione dovrà avere caratteristiche di connettività tali da poter essere compatibile e collegata con la piattaforma di acquisizione dei dati di monitoraggio



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

e con le specifiche tecniche indicate nel Capitolato Speciale d'Appalto. Tali caratteristiche saranno verificate con l'Affidatario prima dell'avvio dell'attività.

- Per la valutazione dei costi unitari inerenti le suddette attività si sono considerati anche gli oneri per gli eventuali apprestamenti di sicurezza che l'operatore dovrà predisporre per l'esecuzione delle rilevazioni in sito.
 - Tutti gli strumenti utilizzati per l'esecuzione dei monitoraggi addizionali indipendenti sono da intendersi come presi a noleggio. Per le caratteristiche tecniche della strumentazione, si rimanda al successivo **Paragrafo 6**.
- b) Definizione delle soglie di attenzione ed allarme per le grandezze monitorate da applicare ai manufatti individuati;
- c) Note tecniche riepilogative, con frequenza settimanale o secondo le esigenze formulate dal Commissario/DL, degli eventuali fenomeni deformativi osservati e loro evoluzioni nel tempo;
- d) Redazione della relazione tecnica illustrativa ed interpretativa dei dati acquisiti con giudizio finale al termine dell'intervento di monitoraggio previsto;
- e) Partecipazione a tavoli tecnici tra Appaltatore delle opere civili, DL e Commissario in caso di superamento delle soglie di "attenzione" ed "allarme".

3.1.5 MON-BASE - 5 – Elaborazione di relazioni di back-analysis delle pre-esistenze nell'intorno delle opere di linea e puntuali per il Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova".

In corso d'opera, il Commissario Straordinario o la DL, potranno richiedere l'elaborazione di back-analysis delle pre-esistenze nell'intorno dell'infrastruttura (stazioni, pozzi, manufatti e gallerie) relativi al Lotto funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova". Lo svolgimento della **back-analysis** (detta anche "analisi a ritroso") consiste in una procedura iterativa di calibrazione volta all'ottenimento dei parametri geotecnici che meglio consentono la ricostruzione degli eventi misurati con il monitoraggio geotecnico e strutturale di edifici attigui o ricadenti nel bacino di subsidenza dell'opera di nuova realizzazione afferente alla Linea 2. Questa procedura consiste nel modellare gli edifici attigui oggetto di back-analysis attraverso software agli elementi finiti che consentano di valutare l'iterazione terreno-struttura. A titolo esemplificativo ma non esaustivo, una relazione di back-analysis si articola nelle seguenti parti:

- raccolta delle informazioni necessarie per le analisi (i dati di monitoraggio e le subsidenze misurate);
- analisi dei dati geotecnici e definizione di un modello geotecnico;
- modellazione free field dell'opera da nuova realizzazione relativa alla linea 2. Le analisi tridimensionali, da eseguirsi con Plaxis 3D o similari, saranno richieste, per indagare delle situazioni complesse;
- modellazione disaccoppiata degli edifici oggetto di studio con modelli FEM;
- calibrazione dei parametri geotecnici e dei dati macchina (pressione al fronte, Volume perso, etc...) nel caso della TBM;
- Confronto dei risultati con i dati di monitoraggio/subsidenze misurati e, in generale, con la risposta tenso-deformativa della pre-esistenza da analizzare;



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

- Raccomandazioni su eventuali contromisure finalizzate a mitigare le risposte tenso-deformative anomale e/o definizione di nuove soglie di attenzione/allarme per l'aggiornamento del piano di monitoraggio.

Per il Lotto Funzionale 1 "Rebaudengo-Porta Nuova" potrà essere richiesto un certo numero di elaborazioni fino a un massimo di **n. 10 relazioni di back-analysis**.

3.2 Attività opzionali

Le attività opzionali oggetto del presente incarico potranno essere attivate anche singolarmente e disgiuntamente a discrezione esclusiva del Commissario Straordinario. Queste attività consistono nell'espletamento delle attività di controllo qualità, supporto tecnico e verifica progettuale, già applicate per le Attività base ed estese al Lotto funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico" in caso nuovi finanziamenti pubblici stanziati nel prossimo futuro.

Le attività opzionali sono di seguito elencate:

1. MON-OPZIONE - 1 - Elaborazione di relazioni di back-analysis delle pre-esistenze nell'intorno delle opere di linea e puntuali per il Lotto funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico".
2. MON-OPZIONE – 2 – Attività di supporto per la verifica/supervisione della progettazione esecutiva del monitoraggio Geotecnico/Strutturale delle pre-esistenze per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico";
3. MON-OPZIONE – 3 – Attività di supporto per l'interpretazione mensile dei risultati del monitoraggio geotecnico-strutturale in corso d'opera delle pre-esistenze per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico";
4. MON-OPZIONE- 4 - Esecuzione in corso d'opera di monitoraggi addizionali indipendenti sulle pre-esistenze per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico".

3.2.1 MON-OPZIONE - 1 – Elaborazione di relazioni di back-analysis delle pre-esistenze nell'intorno delle opere di linea e puntuali per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico"

A seguito della rimodulazione in lotti funzionali, la cui proposta è illustrata nel "CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B - PARTE GENERALE", sarà richiesto all'Affidatario di condurre le attività di supporto descritte nel precedente **Paragrafo 3.1.5** ma applicate al Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico".

Per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico" potrà essere richiesto un certo numero di elaborazioni fino a un massimo di n. 4 analisi da eseguire su manufatti e/o parti d'opera della Linea e sugli edifici prospicienti selezionati dal Commissario. Anche in questo caso, l'attività si intende a misura con le analisi richieste da attivare singolarmente su richiesta del Commissario.

3.2.2 MON-OPZIONE – 2 – Attività di supporto per la verifica/supervisione della progettazione esecutiva del monitoraggio geotecnico-strutturale delle pre-esistenze per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico"

A seguito della rimodulazione in lotti funzionali, la cui proposta è illustrata nel "CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B - PARTE GENERALE", sarà richiesto all'Affidatario di condurre le attività di supporto descritte nel precedente **Paragrafo 3.1.2** ma applicate al Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico".



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

3.2.3 MON-OPZIONE – 3 – Attività di supporto per l'interpretazione mensile dei risultati del monitoraggio geotecnico-strutturale in corso d'opera delle pre-esistenze per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico"

A seguito della rimodulazione in lotti funzionali, la cui proposta è illustrata nel "CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B - PARTE GENERALE", sarà richiesto all'Affidatario di condurre le attività di supporto descritte nel precedente **Paragrafo 3.1.3** ma applicate al Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico".

3.2.4 MON-OPZIONE – 4 – Esecuzione in corso d'opera di monitoraggi addizionali indipendenti sulle pre-esistenze per il Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico"

A seguito della rimodulazione in lotti funzionali, la cui proposta è illustrata nel "CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B - PARTE GENERALE", sarà richiesto all'Affidatario di condurre le attività di supporto descritte nel precedente **Paragrafo 3.1.4** ma applicate al Lotto Funzionale 2 "Porta Nuova-Politecnico". Nello specifico è previsto il monitoraggio indipendente fino ad un massimo di 4 manufatti selezionati dal Commissario.

3.3 Gruppo di lavoro e Coordinamento

l'Affidatario deve costituire e disporre per la durata del contratto di un Gruppo di lavoro composto da esperti aventi i requisiti professionali e le competenze tecniche necessarie alle attività da svolgere, oltre a un minimo livello di esperienza documentata. Il gruppo di lavoro non può essere modificato né nel numero complessivo dei componenti né nella persona dei singoli componenti senza il preventivo assenso del Commissario.

Inoltre, le attività del gruppo devono essere concordate e condivise con il Commissario.

Il gruppo sarà gestito da un referente generale, che costituisce il trade union tra i vari soggetti coinvolti nel monitoraggio Strutturale-Geotecnico (Commissario, DL, Appaltatore opere civili); è, inoltre, sua esclusiva prerogativa quella della produzione di relazioni di sintesi, di rendicontazione e di caratterizzazione dell'avanzamento del piano monitoraggio Strutturale-Geotecnico predisposto dall'Appaltatore e delle sue risultanze da sottoporre mensilmente all'attenzione del Commissario. Tra le sue mansioni figura quella della nomina del personale specializzato per le attività richieste. Il responsabile, inoltre, ha il compito di:

- predisporre e garantire il rispetto del programma temporale delle attività richieste e degli eventuali aggiornamenti;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle eventuali indagini e rilievi in campo;
- coordinare le attività di progettazione;
- verificare, attraverso controlli periodici programmati, il corretto svolgimento delle attività di monitoraggio;
- proporre eventuali aggiustamenti e integrazioni necessarie ai monitoraggi previsti;
- assicurare il coordinamento tra gli specialisti settoriali, tutte le volte che le problematiche da affrontare coinvolgano diversi componenti e/o fattori geotecnici/strutturali;
- definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di monitoraggio e misure di salvaguardia, qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni critiche;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

- verificare il corretto inserimento dei dati e dei risultati delle elaborazioni nel sistema informativo di raccolta dei dati di monitoraggio (Piattaforma informatica di condivisione dei dati di monitoraggio).

Il Gruppo di lavoro dovrà contenere al proprio interno una squadra di esperti nelle varie discipline che consentiranno di effettuare attività di elaborazione, valutazione, confronto e validazione dei risultati per poter interpretare i processi di causa-effetto. Di seguito si riportano le seguenti professionalità specialistiche minime:

- 1) Coordinatore del servizio
- 2) Esperto di scavi di gallerie tradizionali/TBM e di opere in sotterraneo in ambito urbano
- 3) Esperto di monitoraggio Strutturale/Geotecnico e vibrazioni
- 4) Strutturista esperto di edifici civili
- 5) Supporto operativo alle figure professionali coinvolte

Gli anni di esperienza sono da computare successivamente alla data di conseguimento del diploma di laurea. Ai fini del calcolo si precisa che, nel caso in cui il soggetto abbia svolto nello stesso arco temporale più esperienze, il periodo in cui il soggetto ha svolto contemporaneamente le due o più esperienze viene computato una sola volta.

All'interno del gruppo di lavoro proposto, ogni singolo componente non può rivestire più di una figura professionale.

I componenti del gruppo di lavoro dovranno avere comunque adeguate competenze informatiche, perfetta conoscenza della lingua italiana. I requisiti devono essere posseduti alla data di presentazione dell'offerta e il mancato rispetto di tali requisiti costituisce motivo di esclusione dalla gara. L'eventuale sostituzione di componenti del Gruppo di lavoro, previa richiesta motivata e inoltrata con congruo anticipo alla Committenza/Commissario, è ammessa e autorizzabile solo se i sostituti presentano un curriculum analogo o più qualificato rispetto a quello delle professionalità sostituite, la sostituzione non dovrà in ogni caso pregiudicare lo svolgimento delle attività previste per il servizio o la dilazione della prestazione del servizio stesso.

Il Commissario Straordinario si riserva di valutare la proposta dell'Affidatario e di approvare/non approvare a suo insindacabile giudizio la sostituzione.

Il Committente avrà, in caso di insoddisfazione dell'operato del personale suddetto, il diritto di ottenerne l'allontanamento senza l'obbligo di specificare il motivo e senza che l'Affidatario possa di conseguenza chiedere oneri di sorta.

Il Gruppo di Lavoro dovrà essere composto da un numero di figure professionali sufficiente a adempiere agli obblighi contrattuali, con un numero minimo di 3 unità oltre al Coordinatore responsabile, ma comunque in numero adeguato all'attività di supporto prevista.

Si fa presente che il Gruppo di Lavoro o parte del team dovrà presentarsi in cantiere o presso l'ufficio della DL, in caso di emergenza, entro 2 ore dalla chiamata.

Per la gestione e il coordinamento con i progettisti si richiede la presenza continuativa presso la sede del commissario, in Corso Inghilterra n. 7 a Torino, per un minimo di 2 giorni a settimana.

3.3.1 Tempi di esecuzione

I tempi di esecuzione delle diverse attività elencate nella tabella precedente risultano i seguenti:

Attività di base



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

- MON-BASE-1: 50 giorni n.c.
- MON-BASE-2: 240 giorni n.c.
- MON-BASE-3: 1440 giorni n.c.
- MON-BASE-4: 1440 giorni n.c.
- MON-BASE-5: 1890 giorni n.c.

Attività opzionali

- MON-OPZIONE-1: 1080 giorni n.c.
- MON- OPZIONE-2: 210 giorni n.c.
- MON- OPZIONE-3: 1080 giorni n.c.
- MON- OPZIONE-4: 1080 giorni n.c.

Per maggior dettagli si rimanda al cronoprogramma allegato alla documentazione tecnica.

Alla consegna della documentazione da parte dell'Affidatario dei servizi, seguirà una fase di verifica da parte del Commissario Straordinario, della durata di dieci giorni, al termine della quale saranno trasmessi all'Affidatario i relativi rilievi emersi. Tali rilievi dovranno essere recepiti dall'Affidatario entro i successivi cinque giorni, cui farà seguito l'emissione finale degli elaborati oggetto dell'attività.



4. DOCUMENTAZIONE TECNICA

La documentazione tecnica consta degli elaborati progettuali disponibili in dataroom appositamente allestita, il cui accesso è garantito ai sensi del Disciplinare par. 2.1 e di seguito elencati:

- a) Progetto di Fattibilità tecnico economica (Città di Torino 2019) FTE conforme al D.lgs. 50/2016 dell'intera linea 2 e relativi prolungamenti nord e sud;
- b) Revisione del Progetto di Fattibilità tecnico economica conforme al D.lgs. 50/2016 della tratta stralcio "Politecnico-Rebaudengo" del 2021;
- c) Progetto Definitivo conforme al D.lgs. 50/2016 (validato dal RUP nel dicembre 2023) per la tratta 1 "Politecnico-Rebaudengo".

All'interno della documentazione progettuale soprariportata (lettera "c") è possibile visionare gli elaborati relativi al piano di monitoraggio delle pre-esistenze (cartella 10) a cui si rimanda per ulteriori chiarimenti e approfondimenti. Detto progetto è stato sottoposto a validazione dall'Organismo accreditato RTP costituito tra ITS CONTROLLI TECNICI SPA (Mandataria) e SOCOTEC CONSTRUCTION SAS (Mandante). All'esito dell'iter procedimentale, è stato validato il Progetto Definitivo dell'Intervento da parte del RUP della Città di Torino in data 22 dicembre 2023.

Si precisa infine che la documentazione progettuale che sarà oggetto della gara delle Opere Civili conterà nell'emissione del PFTE conforme al D.Lgs. 36/2023 e s.m.i. per Appalto Integrato, la quale, a partire dal Progetto Definitivo di cui alla lettera c), sarà adeguata al fine di includere le modifiche introdotte nell'ambito della rimodulazione descritta nel Capitolato Speciale – Parte B – GENERALE; tale PFTE è attualmente in corso di elaborazione ed una volta approvato sarà messo a disposizione dell'Affidatario. A tal proposito, si precisa altresì che l'attività MON-BASE-1 sarà svolta dall'Affidatario del presente servizio basandosi sia sulla documentazione di cui al Progetto Definitivo (lettera c)) che sul PFTE ex D.Lgs. 36/2023 e s.m.i..



*Presidenza
del Consiglio dei Ministri*

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO PER LA
REALIZZAZIONE DELLA LINEA 2 DELLA METROPOLITANA
DELLA CITTÀ DI TORINO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

5. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

È obbligo dell'aggiudicatario eseguire il servizio a regola d'arte nel rispetto delle normative nazionali e sovranazionali vigenti e applicabili, tenendo altresì conto delle innovazioni intervenute in fase di esecuzione.



6. STRUMENTAZIONE (Attività MON-BASE 4 e MON-OPZIONE 4)

I sistemi utilizzati dall' Affidatario dovranno essere composti da strumenti e apparecchiature che abbiano un elevato grado di affidabilità. Il livello di affidabilità dovrà comunque essere documentabile e dimostrabile da parte del fornitore a garanzia del buon funzionamento dei sistemi stessi.

Apparecchiature di recente produzione potranno essere proposte purché documentate con test di durata e di affidabilità eseguiti in laboratori ufficialmente riconosciuti e che siano quindi in grado di fornire certezze sul loro funzionamento a lungo termine.

La determinazione del singolo fenomeno fisico dovrà avvenire, per quanto possibile, per mezzo di tecniche di misura e di sensori che seguano gli standard industriali più correnti.

L'affidabilità sopra richiesta sarà raggiunta con materiali che garantiscano la massima durata nel tempo e la cui installazione consenta comunque di eseguire controlli incrociati utilizzando diverse tipologie di sensori che misurino in modo diretto od indiretto, lo stesso fenomeno fisico. Lo scopo di quanto sopra è quello di mantenere in efficienza un numero di sensori ampiamente sufficiente a costituire un sistema di monitoraggio affidabile in fase di esercizio.

La scelta della tipologia di strumentazione e sensori dovrà essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

La strumentazione utilizzata dovrà rispondere alle caratteristiche di accuratezza e campo di misura riportate negli elaborati di progetto.

Ciascuno strumento dovrà essere corredato di opportuna scheda che ne contenga le principali caratteristiche (marca, tipo, caratteristiche meccaniche ed elettriche) e dovrà essere evidenziata anche una sigla coerente con gli elaborati grafici di progetto che individui, senza possibilità di errore e di incertezza, il singolo strumento. Tale sigla dovrà essere indicata con chiarezza ed in modo indelebile anche sul corpo dello strumento stesso (o con apposita targhetta), in modo tale che sia visibile facilmente in caso di controlli ed in occasione di manutenzioni.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche minime delle strumentazioni che l'Affidatario dovrà verificare all'atto dell'utilizzo.

6.1 Fessurimetri

Per il monitoraggio delle fessure esistenti, verranno utilizzati dei fessurimetri fissi di tipo elettrico ad acquisizione automatica dei dati. I fessurimetri sono costituiti da un contenitore stagno cilindrico contenente un trasduttore elettrico di spostamento da fissare mediante supporto a tassello da un lato della fessura, da un cavo elettrico in kevlar con prolunghe e snodi, atto a realizzare il collegamento dello strumento all'unità di lettura e da un riscontro metallico di congiunzione del trasduttore con un secondo ancoraggio a tassello, da installare sull'altro lato della frattura.

Le caratteristiche tecniche dovranno essere:

- fondo scala: 5÷10 cm;
- risoluzione: 0.1 mm;
- segnale elettrico: 4-20 MA.

All'estremità dell'astina devono essere presenti due snodi multidirezionali che consentano la compensazione di eventuali movimenti fuori asse.

Per il montaggio di questo tipo di strumenti si dovrà procedere nel seguente modo:



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

- appoggiare a cavallo della fessura i tasselli di ancoraggio, allineando il fessurimetro secondo la direzione presunta di spostamento, e definire quindi le posizioni dei fori da realizzare mediante trapano;
- eseguire la perforazione sul muro di diametro adeguato ai tasselli;
- inserire i tasselli nei fori realizzati e serrare i dadi fino al perfetto ancoraggio dei tasselli;
- effettuare una lettura di controllo: in fase di installazione è possibile regolare la posizione dell'astina del trasduttore in modo da ottenere una misura di riferimento prestabilita.

La strumentazione utilizzata dovrà garantire la risoluzione minima (± 0.01 mm).

Ad ogni lettura si dovrà provvedere al rilievo della temperatura esterna ed all'esecuzione di due misure (diretta e inversa) per ogni coppia di basi.

I dati di misura dovranno essere restituiti sia sotto forma di letture strumentali che elaborati in forma tabellare e di grafico spostamento-tempo, temperatura-tempo.

6.2 Rilievo strumentale con Laser Scanner

Il laser scanner dovrà avere caratteristiche tali da milioni di punti di un oggetto tridimensionale con altissima velocità ed elevata precisione.

La scansione laser, quindi, dovrà produrre come risultato una nuvola di punti tridimensionale contenente i milioni di punti misurati che riproducono l'oggetto reale. Ciascun punto contiene le informazioni che ne descrivono la posizione nello spazio (coordinate X, Y e Z) e il colore (componenti RGB).

Il rilievo laser scanner consentirà quindi di misurare e registrare in forma digitale tridimensionale lo stato di fatto di un'opera di qualsiasi complessità e dimensione in modo:

- a) Completo dal punto di vista geometrico e dimensionale.
- b) Veloce, poiché il laser scanner può misurare fino a 1 milione di punti al secondo.
- c) Preciso, poiché la nuvola di punti tridimensionale riproduce lo stato di fatto dell'opera con precisione millimetrica.

Per il rilievo laser scanner è richiesta la produzione di una documentazione as-built tridimensionale completa che contiene tutte le informazioni geometriche e dimensionali dell'opera. Tramite rilievi ripetuti nel tempo sarà possibile poi rilevare l'eventuale evoluzione deformativa e fessurativa della struttura lungo il suo sviluppo con precisione millimetrica, evidenziare se ci sono delle criticità e dove sono localizzate.

La nuvola di punti prodotta da un rilievo laser scanner dovrà essere importata nei tradizionali software CAD e Building Information Modelling - BIM per eseguire tutti i tipi di visualizzazione, misurazione, modellazione e progettazione.

Prima di avviare la scansione per ottenere la già citata "nuvola di punti" l'operatore dovrà impostare i parametri della stessa. Infatti, la velocità e il passo delle rotazioni possono essere impostate dall'operatore, il quale agendo su questi parametri determina la risoluzione della scansione, cioè la densità della griglia di punti rilevati ad una certa distanza, e la qualità del dato acquisito, tipicamente più alta per rotazioni più lente. I due parametri determinano quindi anche la durata della scansione che può variare da circa trenta secondi fino a varie decine di minuti per scansioni complete a 360°.

Durante l'acquisizione lo strumento dovrà archiviare, per ciascun punto rilevato, la distanza calcolata e gli angoli orizzontale e verticale in base alla posizione del corpo e dello specchio. Oltre a queste informazioni,



verrà acquisito anche il valore di riflettanza della superficie colpita dal laser che sarà tanto più alto quanto la superficie tenderà al colore bianco.

È richiesta inoltre l'installazione di una fotocamera digitale integrata che, dopo la fase di acquisizione dei dati geometrici, viene utilizzata attraverso procedure automatiche per l'acquisizione di immagini dello spazio rilevato. Le foto così acquisite saranno successivamente mosaicate dai software di elaborazione dei dati e applicate alle nuvole di punti per arricchirle delle informazioni di colore.

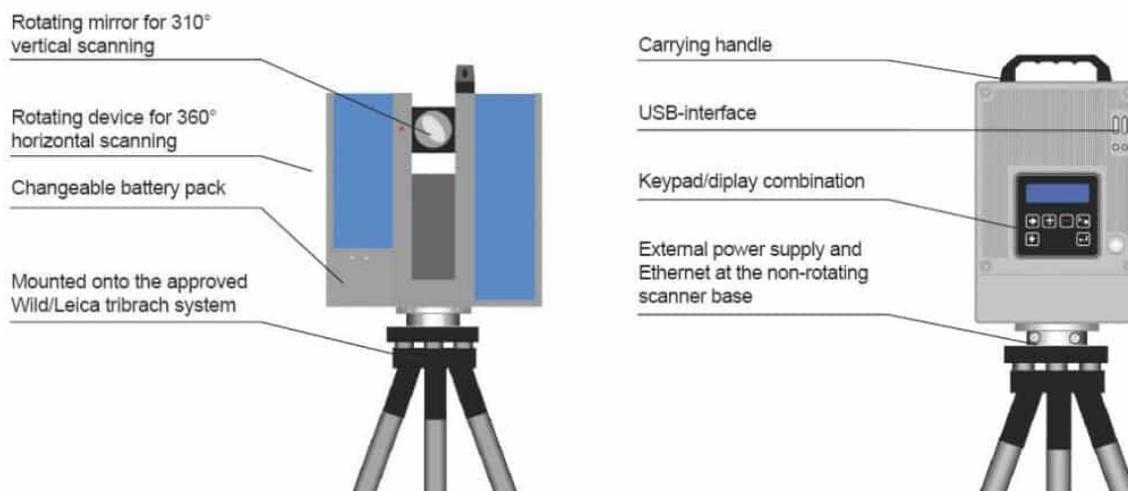


Figura 12. Strumentazione per rilievo con laser scanner

Il rilievo delle pre-esistenze lungo linea dovrà essere espletato secondo le seguenti fasi:

1) Acquisizione dei dati: il rilievo strumentale dovrà essere effettuato tramite laser scanner, stazione totale per rete topografica e rilievo fotogrammetrico con macchina fotografica calibrata. Le scansioni dovranno essere eseguite con le seguenti modalità:

- scansioni a terra;
- scansioni in quota, le quote dovranno essere determinate in modo da ottenere una perfetta rappresentazione del manufatto. L'eventuale piattaforma aerea per l'esecuzione delle scansioni in quota dovrà essere fornita dall' Affidatario.

I requisiti da raggiungere saranno:

- Una risoluzione ottenuta impostando una distanza minima tra due punti di 1 cm;
- Una accuratezza della procedura di registrazione delle scansioni, ovvero gli scarti stimati tra i target identificati nelle scansioni e le loro coordinate note, di 2 cm (RMSE).

2) Elaborazione dei dati: elaborazione della nuvola di punti in formato importabile in Autocad.

3) Restituzione grafica: la restituzione finale consisterà nella consegna di:

- prodotti vettoriale
- rappresentazioni bidimensionali
- prodotto raster
- ortofoto (finalizzato alla rappresentazione del materiale e al rilievo del degrado).



*Presidenza
del Consiglio dei Ministri*

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO PER LA
REALIZZAZIONE DELLA LINEA 2 DELLA METROPOLITANA
DELLA CITTÀ DI TORINO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B LOTTO 2 (CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

Gli elaborati richiesti sono i seguenti:

- tutti i prospetti esterni
- particolari /dettagli decorativi/strutturali

Le scale di rappresentazione saranno comunque non inferiore alla scala 1:100 e 1:20 per le parti che dovranno essere oggetto di particolari e 1:50 per zone di difficile lettura grafica.

Gli elaborati sopra descritti saranno consegnati in formato digitale .dwg.

Le nuvole di punti saranno consegnate in formato importabile in Autocad, le fotografie sia in formato .tiff che .jpeg.