

**SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DEFINITIVO ED ESECUTIVO
DELL'INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN
SICUREZZA DEL MANUFATTO DELLA BOTTE DEL CANALE EMISSARIO DEL
PADULE DI BIENTINA - VICOPISANO (PI)**

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

Codice Identificativo Gara (C.I.G.): 932184128C

Codice Unico Progetto (CUP): D85F22000500002

Art. 1 Oggetto

Le prestazioni da eseguirsi a cura del soggetto affidatario ai sensi dell'articolo 24, comma 1, del D. Lgs. n. 50/2016, consistono nella progettazione definitiva ed esecutiva, nel coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e nella pianificazione ed esecuzione delle indagini conoscitive di supporto alla progettazione, meglio specificate nell'All.1 al presente Capitolato, riguardanti l'intervento di "Manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza del manufatto della Botte del Canale Emissario del Padule di Bientina" (di seguito denominato "manufatto").

Il servizio di progettazione oggetto del presente affidamento prevede la definizione dello stato di consistenza del manufatto in oggetto attraverso l'esecuzione di specifiche attività di monitoraggio e di prove di controllo sulle murature del manufatto e sui terreni di fondazione, descritte in dettaglio nell'Allegato Computo metrico, l'individuazione da parte dell'affidatario delle soluzioni progettuali che saranno ritenute necessarie per la relativa messa in sicurezza statica e la salvaguardia della funzionalità idraulica, e lo sviluppo di una proposta di intervento di livello definitivo ed esecutivo e di opere da realizzare che fornisca la soluzione di intervento ritenuta più opportuna per la messa in sicurezza del manufatto. Il progetto definitivo, ai sensi dell'art.23 comma 4 del D.lgs. 50/2016, dovrà essere completo di tutti gli elementi del progetto preliminare di cui agli artt. da 17 a 23 del DPR 207/2010.

Il presente Capitolato speciale descrittivo e prestazionale (di seguito "Capitolato") fornisce le indicazioni tecniche da seguire durante lo svolgimento delle prestazioni richieste, come meglio specificato negli articoli che seguono.

Art. 2 - Durata dell'incarico

La durata complessiva dell'incarico è di **330** giorni naturali e consecutivi, decorrenti dall'ordine di esecuzione del responsabile del procedimento, suddivisi come riportato di seguito:

- Per la predisposizione e l'invio alla Stazione Appaltante del programma esecutivo delle

indagini conoscitive da eseguire per la caratterizzazione geometrica, chimico-fisica e meccanica degli elementi in muratura componenti il manufatto e geotecnica del terreno circostante con cui lo stesso manufatto interagisce nell'ambito del relativo volume significativo: 20 giorni naturali e consecutivi dall'ordine di avvio dell'esecuzione della prestazione da parte del RUP.

- Per l'esecuzione dei rilievi geometrici, delle indagini geognostiche, delle prove sperimentali in situ e in laboratorio sulle murature, finalizzate alla corretta definizione dei valori maggiormente rappresentativi e/o cautelativi dei parametri fisici e meccanici caratterizzanti i materiali costituenti il manufatto e il terreno circostante interagente con l'opera (entro un volume ritenuto significativo), per l'installazione del sistema automatico di monitoraggio nel tempo degli eventuali cedimenti in atto e la raccolta del primo insieme di dati necessari alla progettazione dell'intervento: 120 gg naturali e consecutivi.

- Per la progettazione definitiva, compreso il monitoraggio nel tempo degli eventuali cedimenti in atto: 100 gg naturali e consecutivi.

- Per la progettazione esecutiva e il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione: 90 gg naturali e consecutivi dalla data di invio del verbale della Conferenza dei Servizi Decisoria sul Progetto Definitivo della quale dovranno essere recepite le relative prescrizioni per la redazione del Progetto Esecutivo.

I suddetti termini saranno interrotti solo con atto scritto (sospensione) motivato da parte della Stazione Appaltante sulla base di espresse previsioni normative, da eventuali provvedimenti dell'autorità amministrativa, oppure a seguito di specifica richiesta da parte dell'Affidatario in relazione a specifiche sopraggiunte esigenze di carattere tecnico connesse allo svolgimento dei servizi medesimi. Il termine di cui trattasi pertanto resta sospeso a partire dalla data del verbale di sospensione e riprende a decorrere dall'emissione del verbale di ripresa o altro ordine scritto della Stazione Appaltante.

Art. 3 - Gruppo di lavoro e personale per l'esecuzione del servizio

Il numero di professionisti richiesti per l'espletamento delle prestazioni oggetto dell'appalto è di almeno n. 5 unità, comprendenti le seguenti figure professionali, che costituiranno il gruppo di lavoro:

- n. 1 coordinatore del gruppo di progettazione – ingegnere
- n. 1 progettista geotecnico – ingegnere
- n. 1 progettista geologo
- n. 1 progettista strutturale – ingegnere
- n. 1 coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione

Non è possibile indicare uno stesso soggetto quale responsabile contemporaneamente di più prestazioni specialistiche; è possibile indicare, per una stessa prestazione specialistica, più soggetti responsabili. Non è ammessa coincidenza tra le figure indicate.

Le attività oggetto del presente Capitolato devono essere eseguite dall'affidatario mediante le figure professionali abilitate e nominativamente indicate nella documentazione di gara.

Art. 4 - Descrizione delle prestazioni

Il progetto dovrà essere sviluppato a livello definitivo ed esecutivo. Il progetto definitivo dovrà contenere anche tutti gli elementi previsti per il progetto preliminare, come previsto dal comma 4 dell'art 23 del D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50.

Le prestazioni professionali richieste dovranno essere sviluppate con i contenuti di cui agli articoli da 17 a 43 del DPR 207/2010.

Le relazioni specialistiche e le relative tavole grafiche esplicative devono essere sottoscritte da professionisti in possesso dei necessari requisiti tecnico-professionali definiti dalle specifiche normative di settore.

Oltre a quanto espressamente previsto dalle norme, si precisano i seguenti elementi:

- I rilievi e le indagini conoscitive sulla struttura e sulle murature del manufatto dovranno essere descritti in modo completo ed esaustivo in una **relazione tecnica dei rilievi geometrici e delle indagini conoscitive parte integrante della documentazione progettuale**. I risultati ottenuti dalle prove diagnostiche e di misura eseguite sulle murature e dai monitoraggi condotti dovranno essere convenientemente descritti nell'elaborato, evidenziandone gli aspetti più significativi. Tutti i risultati diretti ottenuti dalle prove, i relativi certificati, gli output di lettura e di misura ottenuti mediante la strumentazione di prova dovranno essere allegati alla relazione, secondo le indicazioni contenute nell'Allegato 1.
- Gli elaborati progettuali del **progetto definitivo** dovranno essere sviluppati secondo i contenuti minimi disciplinati dagli articoli dal 21 al 32 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e in particolare dovranno prevedere almeno i seguenti elaborati:

- 1) Relazione generale
- 2) Relazioni specialistiche:
 - Relazione geologica
 - Relazione geotecnica
 - Relazione sulle strutture

- 3) Elaborati grafici tecnici: corografia, planimetrie, piante, prospetti e sezioni in stato attuale, sovrapposto e di progetto, fasi costruttive delle opere, viabilità, interferenze
- 4) Rilievo plano-altimetrico e batimetrico dei manufatti e dei terreni circostanti l'area di intervento per un intorno ritenuto significativo
- 5) Computo metrico estimativo
- 6) Quadro tecnico economico
- 7) Quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera
- 8) Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza
- 9) Cronoprogramma dei lavori
- 10) Piano particellare d'esproprio
- 11) Elenco prezzi ed eventuale analisi
- 12) Computo metrico estimativo
- 13) Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici.

- Gli elaborati progettuali del **progetto esecutivo** dovranno essere sviluppati secondo i contenuti minimi disciplinati dagli articoli dal 33 al 43 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e in particolare dovranno prevedere almeno i seguenti elaborati, comprensivi per completezza documentale anche degli elaborati del progetto definitivo che non necessitano di aggiornamento:

- 1) Relazione generale
- 2) Relazioni specialistiche:
 - Relazione geotecnica
 - Relazione geologica
 - Relazione sulle strutture
 - Relazione paesaggistica
 - Relazione censimento e progetto di risoluzione delle interferenze
- 3) Calcoli esecutivi delle opere, delle strutture e degli impianti
- 4) Elaborati grafici tecnici sviluppati a dettaglio esecutivo: corografia, planimetrie, piante, prospetti e sezioni in stato attuale, sovrapposto e di progetto; particolari costruttivi; fasi costruttive delle opere; viabilità; interferenze
- 5) Rilievo plano-altimetrico e dei manufatti
- 6) Piano di Sicurezza e Coordinamento e verifica del rischio da ordigni residuati bellici
- 7) Cronoprogramma dei lavori

- 8) Piano particellare d'esproprio
- 9) Elenco prezzi ed eventuale analisi
- 10) Computo metrico estimativo
- 11) Quadro tecnico economico
- 12) Quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera
- 13) Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
- 14) Schema di contratto
- 15) Capitolato speciale d'appalto
- 16) Lista delle categorie.

Gli elaborati di progetto dovranno inoltre tenere conto delle indicazioni riportate di seguito.

- a) **Specifiche disposizioni contenute nel presente Capitolato.** Gli elaborati progettuali oltre a dover rispettare i contenuti minimi indicati nelle normative vigenti in materia, dovranno tenere conto delle specifiche disposizioni contenute all'interno del presente documento ed alle eventuali disposizioni impartite dalla Stazione Appaltante.
- a) **Rilievo plano-altimetrico dei manufatti e di un significativo intorno dell'area di intervento.** Dovrà essere eseguito un rilievo plano-altimetrico e batimetrico dell'area oggetto d'intervento per l'inserimento delle opere esistenti e di quelle di progetto nel contesto territoriale in cui si colloca il manufatto e in cui si andrà a realizzare l'intervento proposto, con il dettaglio richiesto da un livello di progettazione definitivo ed esecutivo.
- b) **Programma delle indagini conoscitive.** Il programma illustrante le quantità e le specifiche tecniche delle indagini conoscitive da eseguire sulle murature e sul terreno circostante per la definizione dei valori maggiormente rappresentativi e/o cautelativi dei parametri fisici e meccanici caratterizzanti i materiali componenti il manufatto e gli strati di terreno di fondazione interagenti con l'opera (in un volume ritenuto significativo), dovrà essere predisposto sulla base delle indicazioni, delle specifiche tecniche e delle relative quantità contenute nell'Allegato 1 del presente capitolato e nel relativo Computo Metrico Estimativo, che ne definisce i requisiti e i contenuti minimi richiesti. Il programma di indagine potrà essere motivatamente integrato dall'affidatario, per tipologia di indagine e quantità, interamente a suo carico senza che questi però abbia nulla a pretendere. Il programma di indagini conoscitive dovrà essere preventivamente sottoposto all'approvazione del RUP, che provvederà ad

autorizzarne le eventuali modifiche proposte dall'affidatario e la relativa esecuzione. Le determinazioni fisico-meccaniche di laboratorio geotecnico da eseguire sui campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi geognostici, dovranno essere effettuate esclusivamente presso laboratori dotati della certificazione ministeriale per l'esecuzione delle prove di laboratorio di cui alla Circolare 8 settembre 2010, n. 7618/STC "Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce di cui all'articolo 59 del decreto del Presidente della Repubblica n. 380/2001. 10A13001)" (GU Serie Generale n.257 del 03-11-2010), in corso di validità.

- c) **Modellazione strutturale.** La progettazione degli interventi proposti dovrà essere supportata da un'adeguata modellazione strutturale, parimenti effettuata dal progettista affidatario del servizio. La modellazione strutturale dovrà basarsi sui risultati dei rilievi e delle indagini conoscitive sulle murature e sui terreni di fondazione, di cui al precedente punto b) e dovrà permettere di verificare lo stato di consistenza del manufatto e di valutare inoltre l'efficacia degli interventi proposti attraverso il confronto tra il comportamento dell'opera nella situazione attuale e in quella di progetto, con riferimento alle possibili condizioni di esercizio attese. Gli strumenti e le metodologie adottate per la modellazione dovranno essere ricompresi fra quelli riconosciuti come validi dalla comunità tecnico-scientifica e dovranno essere esplicitamente approvati dalla Stazione Appaltante. In particolare, la modellazione strutturale dovrà tenere conto in modo appropriato delle interazioni terreno-struttura e fluido-struttura che possono intercorrere fra il manufatto, il terreno circostante e i corsi d'acqua interessati dall'intervento. I files di input della modellazione strutturale e quelli di calcolo (tabulati, immagini e video) del programma che sarà utilizzato per effettuare la verifica del manufatto nello stato attuale e di progetto, dovranno essere allegati alla documentazione che dovrà essere consegnata in formato elettronico alla Stazione Appaltante.
- d) **Opere di consolidamento.** Nel capitolato speciale d'appalto dovrà essere definita la corretta modalità di realizzazione delle opere di consolidamento che saranno ritenute necessarie nell'ambito dell'intervento di manutenzione straordinaria e di messa in sicurezza del manufatto. Dovranno inoltre essere indicati i controlli di qualità da prevedere in corso d'opera durante i relativi lavori di realizzazione, per la verifica della corretta esecuzione delle stesse. Le opere di consolidamento dovranno essere limitate a quelle strettamente necessarie e dovranno in ogni caso essere realizzate preservando al massimo grado la originaria struttura in muratura del manufatto, con

riferimento sia all'integrità delle sue parti, sia alla funzione idraulico-strutturale che questo assolve.

- e) **Relazione paesaggistica.** Il documento dovrà recepire le indicazioni e le prescrizioni che saranno fornite all'affidatario del presente servizio di progettazione da parte della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le Province di Pisa e Livorno, ai sensi dell'art. 21 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" al fine dell'ottenimento della relativa approvazione in sede di conferenza dei servizi autorizzatoria. A tal fine l'affidatario dovrà provvedere a contattare preventivamente i competenti uffici al fine dell'ottenimento dei relativi atti di assenso alla realizzazione dell'intervento proposto in sede di conferenza decisoria .
- f) **Risoluzione delle interferenze con pubblici servizi.** In merito alla verifica nei confronti di eventuali interferenze è necessario procedere a livello di progetto definitivo al censimento e al controllo delle stesse con gli Enti gestori. L'Affidatario dovrà interfacciarsi con i vari Enti gestori, Società e Istituzioni coinvolti a vario titolo per la definizione della soluzione progettuale per eliminare l'interferenza. Per ogni interferenza è necessaria la specifica progettazione della risoluzione, con definizione dei relativi costi e tempi di esecuzione. Dovranno essere prodotti i seguenti elaborati:
- planimetria con individuazione di tutte le interferenze, contenente i risultati della ricerca e del censimento;
 - relazione illustrativa della risoluzione delle singole interferenze;
 - progetto dell'intervento di risoluzione della singola interferenza: per ogni sottoservizio interferente dovranno essere redatti degli specifici progetti di risoluzione dell'interferenza stessa.
- g) **Viabilità in fase di esecuzione lavori.** Dovrà essere redatto un apposito elaborato che evidenzia i percorsi previsti per l'accesso al cantiere, comprese le eventuali modifiche alla viabilità ordinaria.
- h) **Valutazione del rischio relativo ad ordigni bellici inesplosi.** Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione dovrà provvedere ad una attenta valutazione del rischio relativo alla possibile presenza di ordigni bellici inesplosi, dedicando ad essa un apposito capitolo del Piano di Sicurezza e Coordinamento. Dovrà essere effettuata una ricerca storico documentale in relazione al periodo bellico e in relazione ad eventuali interventi antropici già eseguiti nell'area di interesse nel dopoguerra. Inoltre, dovrà essere effettuata una analisi strumentale, con indagini di tipo magnetico e/o elettromagnetico i cui esiti dovranno essere correlati alle

lavorazioni di scavo previste per la realizzazione dell'opera ed alla presenza di preesistenze antropiche.

- i) **Coerenza fra elaborati strutturali e relazioni geologica e geotecnica.** Gli elaborati strutturali dovranno recepire i contenuti e le indicazioni delle relazioni geologica e geotecnica, con particolare riferimento alle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area di intervento. Fra gli elaborati strutturali e le relazioni geologica e geotecnica vi dovrà essere piena conformità e congruenza relativamente alle soluzioni progettuali proposte dal progettista strutturale ed il progettista geologo dovranno interfacciarsi al fine di predisporre un progetto organico:
- per l'individuazione e la valutazione delle situazioni di particolare criticità o significatività, da sottoporre a verifica geotecnica in relazione alle soluzioni progettuali proposte;
 - per la definizione e l'analisi di specifiche situazioni da sottoporre a verifica in relazione al contesto geologico e geotecnico;
 - per la corretta definizione dei valori maggiormente rappresentativi e/o cautelativi dei parametri geotecnici, da determinarsi mediante l'esecuzione di indagini geognostiche e prove di laboratorio.
- j) **L'elenco prezzi unitari** dovrà essere redatto secondo i criteri previsti dalla normativa nazionale e regionale in materia, utilizzando il prezzario della Regione Toscana valido per l'anno in corso. Per eventuali voci mancanti il relativo prezzo dovrà essere determinato mediante opportune analisi di mercato che il progettista incaricato dovrà descrivere in un apposito elaborato che raccolga le singole schede di analisi riguardanti ciascun prezzo determinato.
- k) Il **Computo metrico estimativo** dovrà essere predisposto anche in formato editabile in LibreOffice.
- l) **Il Capitolato Speciale e lo schema di contratto** dovranno essere redatti sulla base degli schemi adottati della Stazione Appaltante, che da questa saranno forniti in formato editabile per la specifica tipologia di affidamento da bandire.
- m) **La lista delle categorie, nel formato predisposto dalla Stazione Appaltante**, al fine del caricamento della gara dei lavori su START dovrà essere prodotta sulla base del file editabile inviato della stazione appaltante.
- n) **Il Piano particellare d'esproprio.** Nel caso in cui l'intervento comporti qualsiasi modifica nella situazione catastale, quali ad esempio l'esproprio o l'occupazione temporanea di altre proprietà, o l'imposizione di servitù, l'affidatario dovrà

redigere il Piano Particellare di Esproprio ai sensi dell'art. 31 del DPR 207/2010 e presentare almeno i contenuti elencati di seguito:

n.1) Relazione tecnico descrittiva. Il progettista deve produrre una relazione in cui viene specificato il criterio di stima utilizzato ed i parametri che hanno portato alla quantificazione del valore unitario di mercato. Inoltre, dovrà essere allegata tutta la documentazione presa in esame per la valutazione finale (ad esempio, contratti di compravendita, analisi di mercato tramite agenzie immobiliari, ecc.).

n.2) Mappe e visure catastali. Dovranno essere prodotte le mappe catastali che individuano le aree di esproprio o di occupazione temporanea e le visure catastali delle particelle interessate da esproprio e da occupazione temporanea, aggiornate alla data di produzione degli elaborati, nonché l'elenco dei proprietari iscritti nei registri catastali.

n.3) Planimetria catastale. Il progettista dovrà lavorare su una mappa catastale digitalizzata aggiornata, mosaicando i diversi fogli nella maniera più appropriata, sovrapponendola ad un rilievo topografico dello stato attuale, georeferenziandolo ai punti topografici di riferimento; alla planimetria risultante sovrapporrà l'elaborato progettuale, ancorando anch'esso ai punti fiduciali e ad eventuali punti trigonometrici. Dovrà essere data evidenza di eventuali difformità riscontrate tra lo stato dei luoghi e quanto risultate dalle mappe catastali. Sulla tavola grafica suddetta, il progettista dovrà individuare esattamente le aree oggetto di esproprio e di occupazione temporanea oltre che tutti i terreni interessati da eventuale imposizione di servitù sia essa di passo, di allagamento, di elettrodotto o di quant'altro previsto dal progetto definitivo/esecutivo, evidenziato il tutto con campiture di diverso colore.

n.4) Documentazione fotografica. Il progettista dovrà allegare idonea documentazione fotografica delle aree oggetto di esproprio ed occupazione temporanea, al fine di consentire agli uffici dell'autorità espropriante una corretta individuazione delle stesse.

n.5) Il piano particellare. Il piano parcellare dovrà obbligatoriamente essere corredato da una tabella riepilogativa in formato LibreOffice e Pdf contenente quanto di seguito indicato:

- *elenco dei soggetti espropriati* con indicazione della data di nascita, del codice fiscale e della quota di proprietà (indicare anche l'eventuale presenza di usufruttuari, livellari ecc...);
- *dati catastali del bene oggetto di esproprio* (Comune catastale, foglio, particella e nel caso di Ente Urbano anche l'eventuale subalterno);

- qualità catastale del bene e superficie catastale;
- superficie effettiva di esproprio;
- superficie di occupazione temporanea di beni NON soggetti ad esproprio (con indicazione dei mesi previsti di effettiva occupazione);
- superficie di occupazione temporanea di beni soggetti ad esproprio (occupazione preordinata all'esproprio);
- superficie effettiva di asservimento se presente;
- individuazione urbanistica dei terreni specificando se i terreni oggetto di esproprio e di occupazione temporanea ricadono all'interno di aree edificabili o non edificabili (agricole). In caso di esproprio di un'area non edificabile, prevedere nel sempre la presenza di proprietario coltivatore diretto o imprenditore agricolo a titolo principale in modo da conteggiare nell'indennità finale anche quella aggiuntiva, pari al Valore Agricolo Medio corrispondente al tipo di coltura effettivamente praticata così come previsto dall'Art. 40 comma 4 del DPR 327/2001.
- valore unitario di mercato (€/mq);
- valore agricolo medio (VAM);
- calcolo dell'indennità effettiva di esproprio;
- calcolo dell'indennità effettiva di occupazione temporanea di beni non soggetti ad esproprio;
- calcolo dell'indennità effettiva di occupazione temporanea di beni soggetti ad esproprio (occupazione preordinata);
- calcolo dell'indennità di asservimento;
- calcolo dell'indennità aggiuntiva coltivatore diretto – IAP – affittuario;
- calcolo dell'indennità complessiva (esproprio + occ. Temporanea + occ. Preordinata + ind. Aggiuntiva + indennità di asservimento)
- Devono inoltre essere indicate nel riepilogo del piano particellare, le seguenti spese:
 - spese notarili (in caso di assenza dell'ufficiale rogante della Regione Toscana);
 - spese di registrazione;
 - spese di trascrizione;
 - spese per la redazione dei tipi di frazionamento;
 - imprevisti ed arrotondamenti.

Dovrà inoltre essere fornito alla Stazione appaltante un file editabile riepilogativo del piano

particellare d'esproprio con tutti i dati richiesti sopra elencati, da redigere sulla base di uno schema che sarà fornito dalla Stazione appaltante.

Gli incarichi conferiti devono essere espletati nel pieno e puntuale rispetto delle disposizioni contenute nel D.Lgs. n. 81/2008, nel D.Lgs. n. 50/2016, nel D.P.R. n. 207/2010, nel Capo III della L.R. n. 38/2007.

Art. 5 - Modalità di svolgimento dell'incarico

1. Le prestazioni oggetto del presente appalto prendono avvio con ordine di esecuzione del responsabile del procedimento.
2. Il responsabile del procedimento impartisce le istruzioni occorrenti a garantire la regolarità dell'esecuzione del servizio, in conformità al D.M. n. 49 del 2018 e alle Linee Guida Anac n.3.
3. Le prestazioni richieste nel presente Capitolato, di natura intellettuale, e nel relativo Allegato 1, sono infungibili e rigorosamente personali. Ai professionisti incaricati, pertanto, è fatto divieto assoluto di cedere ad altri, in tutto o in parte, l'esecuzione delle prestazioni oggetto del presente appalto, potendosi valere solo eccezionalmente e sotto la propria direzione e piena responsabilità, ai sensi dell'art. 2232 del Codice Civile, di ausiliari qualora la collaborazione di questi non sia incompatibile con l'oggetto della prestazione e ne sia informata la Stazione appaltante.
4. I professionisti incaricati sono obbligati ad utilizzare la diligenza richiesta dall'attività esercitata ex art. 1176, comma 2, c.c., a osservare il canone di buona fede ex art. 1375 c.c. e all'osservanza delle norme di cui agli articoli 2222 c.c. e seguenti. Limitatamente a quanto non diversamente stabilito dal presente Capitolato, tali soggetti sono altresì obbligati all'osservanza della deontologia professionale e di ogni altra normativa vigente in materia correlata all'oggetto dell'incarico.
5. L'Aggiudicatario deve, per quanto necessario, rapportarsi con il responsabile del procedimento, il quale provvederà, nell'ambito delle proprie competenze, a fornire le indicazioni da seguire nello svolgimento delle attività. Le condizioni di svolgimento delle prestazioni elencate nel presente Capitolato, oltre quelle definite dalla normativa vigente, sono integrate da quanto risultante dall'offerta tecnica dell'Aggiudicatario (senza alcun compenso aggiuntivo).
6. I professionisti devono eseguire quanto affidato secondo i migliori criteri per la tutela e il conseguimento del pubblico interesse, con l'obbligo specifico di non interferire con il normale funzionamento degli uffici dell'Amministrazione e non aggravare gli adempimenti

e le procedure che competono a questi ultimi. In particolare, le attività oggetto del presente appalto dovranno essere espletate in modo da non comportare rallentamenti e/o ritardi.

7. Resta a carico dei professionisti ogni onere strumentale e organizzativo necessario per l'espletamento delle prestazioni professionali oggetto di incarico, rimanendo essi organicamente esterni ed indipendenti dagli Uffici e dagli organi dell'Amministrazione.

8. I professionisti dovranno verificare, durante l'elaborazione del progetto, che siano soddisfatte eventuali indicazioni da parte degli Enti territorialmente competenti e nel rispetto degli esiti della conferenza dei servizi.

9. I professionisti sono tenuti a riferire periodicamente al responsabile del procedimento sullo stato di attuazione dell'incarico e sulle metodologie seguite, a semplice richiesta del responsabile del procedimento, a far presente allo stesso, problemi, evenienze o emergenze che si verificano nella conduzione delle prestazioni definite dall'incarico e a partecipare a riunioni collegiali concernenti l'incarico affidato, indette dal responsabile del procedimento, dall'Amministrazione o da altro ente competente.

10. Il progettista incaricato è tenuto inoltre a:

- fornire le richieste delucidazioni tecniche al responsabile unico del procedimento durante lo svolgimento dell'incarico ogni qual volta sarà da questi ritenuto necessario;
- partecipare obbligatoriamente agli incontri che saranno organizzati dal responsabile unico del procedimento per il coordinamento e la supervisione di tutti gli aspetti tecnici del progetto;
- partecipare obbligatoriamente alla Conferenza dei servizi che si svolge per l'acquisizione dei pareri necessari alla approvazione del progetto;
- in caso di richiesta da parte del RUP, illustrare i contenuti del progetto negli incontri pubblici eventualmente promossi dall'Amministrazione al fine di divulgare i contenuti del progetto;
- redigere tutte le modifiche al progetto richieste in fase di Verifica del progetto, ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. n. 50/2016, al fine del completamento con esito positivo della procedura e della conseguente validazione;
- redigere tutte le modifiche al progetto richieste in sede di Conferenza dei Servizi e/o dagli Enti Competenti a rilasciare parere/autorizzazione al progetto;
- provvedere alla redazione dei documenti progettuali da allegare al deposito al Settore Sismica della Regione Toscana al fine della verifica dell'ufficio del rispetto della normativa sismica.

Art. 6 - Attività di controllo e verifica di conformità

Lo stato di avanzamento delle attività oggetto della prestazione, compresa l'esecuzione dei rilievi e delle indagini conoscitive (monitoraggi, prove sui materiali e le strutture) e, verrà verificato con la frequenza stabilita dal responsabile del procedimento, mediante riunioni congiunte appositamente convocate dal responsabile del procedimento stesso, da tenersi presso la sede dell'Amministrazione affidataria,. A tali riunioni parteciperanno il responsabile del procedimento con i suoi collaboratori e l'Aggiudicatario con il gruppo di lavoro. Di tali riunioni saranno redatti appositi verbali, sottoscritti dalle parti. L'Aggiudicatario non potrà chiedere ulteriore compenso per la partecipazione a dette riunioni e per tutti gli oneri ad esse connesse.

Ai sensi dell'art. 102 del D. Lgs. 50/2016, si procederà a verifica di conformità, volta a certificare che l'oggetto del contratto in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative sia stato realizzato ed eseguito dall'Aggiudicatario nel rispetto delle previsioni contrattuali, del presente Capitolato e alle condizioni offerte in sede di aggiudicazione o affidamento.

La Stazione Appaltante effettua la verifica di conformità in corso di esecuzione al fine di accertare che la relativa prestazione è stata effettuata, in termini di quantità e qualità, nel rispetto delle prescrizioni previste nel presente Capitolato e negli altri documenti ivi richiamati. La comunicazione dell'esito positivo di verifica di conformità in corso di esecuzione assume valenza di certificato di pagamento.

Al termine della fase di rilievi e indagini conoscitive la Stazione Appaltante provvederà a verificare che le indagini effettuate e l'insieme dei dati ottenuti siano conformi alle previsioni del Capitolato e alle indicazioni contenute nell'Allegato 1. Se ritenuto necessario, il RUP potrà provvedere a proporre, qualora lo ritenga opportuno, o ad autorizzare, in caso di richiesta da parte dell'Affidatario, un eventuale integrazione delle indagini che si rendesse necessaria alla luce dei risultati ottenuti sulla base di quanto già realizzato: per quanto riguarda sia le tipologie, sia le quantità e le somme a disposizione per la relativa esecuzione, si veda il successivo articolo 8 del Capitolato.

Il certificato di verifica di conformità in corso di esecuzione per il livello di progettazione definitivo deve essere rilasciato a seguito dell'esito positivo della verifica progettuale ex art. 26 del Dlgs 50/2016.

La verifica di conformità definitiva è avviata entro quindici giorni dall'esito positivo della verifica ex art. 26 del progetto esecutivo e deve essere conclusa entro 30 giorni. All'esito dell'attività di verifica il soggetto incaricato dalla Stazione Appaltante rilascia il certificato di verifica di conformità e lo trasmette per l'accettazione all'Aggiudicatario, il quale deve

firmarlo nel termine di quindici giorni dal ricevimento. All'atto della firma l'Aggiudicatario può aggiungere le contestazioni che ritiene opportune. Successivamente all'emissione del certificato di verifica di conformità, si procede al pagamento del saldo delle prestazioni eseguite.

Art. 7 – Compenso professionale

Il corrispettivo definitivo verrà determinato all'aggiudicazione dell'appalto, in seguito al ribasso formulato in sede di gara.

Nel corrispettivo dell'Aggiudicatario sono comprese le spese sostenute per:

- tutte le modifiche progettuali necessarie per rispondere alla richiesta di integrazioni, risolvere le osservazioni e ottemperare alle prescrizioni richieste a vario titolo in conferenza dei servizi, dagli enti autorizzatori;
- gli adeguamenti progettuali che si rendano necessari a seguito di rapporti di verifica intermedi o di esito negativo della verifica progettuale o di mancata validazione del progetto;
- ispezioni ipotecarie e catastali ed eventuali acquisizioni di mappe catastali;
- la redazione e la consegna di n. 1 (una) copia cartacea debitamente sottoscritta dei progetti, oltre alle ulteriori copie cartacee eventualmente necessarie a fini autorizzativi, n. 1 (una) copia del quaderno riassuntivo degli elaborati grafici in formato A3, oltre n. 2 (due) copie su due supporti informatici (pen drive USB) di tutti i documenti prodotti in formato pdf firmati digitalmente in forma PAdES grafica, oltre tutti i files dei documenti in formato editabile compreso il modello di calcolo idraulico.
- i viaggi e le missioni, anche con mezzi propri, necessari all'esecuzione delle prestazioni, nei tempi e nei modi indicati nel presente Capitolato;
- i necessari contatti da tenersi con Enti, Organi, Uffici locali, gestori di servizi e sottoservizi;
- l'uso di attrezzature, software e mezzi di calcolo;
- la collaborazione con altri professionisti, consulenti esterni o studi tecnici di cui l'Aggiudicatario dovesse avvalersi nell'espletamento dell'incarico.

Art. 8 - Consegna degli elaborati

La documentazione progettuale richiesta all'art.4 dovrà essere prodotta in n. 1 copia cartacea firmata e n. 1 copia di un quaderno riassuntivo degli elaborati grafici in formato A3.

Oltre alla copia cartacea, il soggetto affidatario dovrà consegnare all'Amministrazione due

copie complete di tutti gli elaborati su n. 2 supporti informatici pen drive USB:

- in formato editabile;
- in formato PDF;
- in formato PDF firmato digitalmente nel formato PAdES (firma grafica).

Dovranno essere consegnati su supporto informatico tutti i files, sia di input che di output, che saranno predisposti con i programmi che saranno utilizzati dall'affidatario del servizio per l'esecuzione della modellazione, il calcolo e la verifica geotecnica e strutturale dell'intervento in progetto.

Gli elaborati grafici dovranno essere in formato .DWG o .DXF oltre che in .PDF. Gli elaborati alfanumerici dovranno essere restituiti in formato compatibile con il programma LibreOffice o equivalente. I files contenenti i dati grezzi dovranno essere restituiti in formato compatibile con il programma Qgis.

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DEFINITIVO ED ESECUTIVO
DELL'INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN
SICUREZZA DEL MANUFATTO DELLA BOTTE DEL CANALE EMISSARIO DEL
PADULE DI BIENTINA - VICOPISANO (PI)

Indagini conoscitive, rilievi, prove fisiche, meccaniche, geofisiche e geognostiche sui materiali del manufatto e sui terreni di fondazione

Il presente documento descrive in dettaglio le le specifiche e i requisiti tecnici delle indagini conoscitive che dovranno essere eseguite di supporto alla progettazione dell'intervento di manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza del manufatto della Botte del Canale Emissario del Padule di Bientina e che dovranno comprendere almeno le prove e i rilievi elencati di seguito, che quindi devono essere intesi come livelli minimi delle prestazioni richieste. Eventuali modifiche al programma di dettaglio delle indagini potranno essere motivatamente proposte dal soggetto affidatario del servizio di progettazione il quale, prima della relativa realizzazione dovrà ottenere l'approvazione dalla Stazione Appaltante.

Le indagini sulle strutture murarie dovranno essere eseguite operando all'interno di entrambe le gallerie che compongono il manufatto mediante il supporto di un mezzo natante o di piattaforma galleggiante. In ciascuna delle due gallerie dovranno essere individuate, d'intesa con la Stazione Appaltante, almeno due lesioni ritenute maggiormente significative nell'intorno delle quali effettuare le indagini.

Tutti i risultati diretti dei rilievi e delle indagini conoscitive, così come le elaborazioni su tali dati, dovranno essere consegnati alla Stazione Appaltante in formato digitale nelle forme indicate. I file, raccolti su un supporto pen-drive, saranno memorizzati almeno in formato ASCII, DXF e DWG.

I rilievi saranno inoltre sintetizzati in elaborati grafici - planimetrici, consegnati sia in formato digitale che cartaceo. I risultati significativi delle indagini conoscitive saranno riportati in una "Relazione tecnica dei rilievi geometrici e delle indagini conoscitive" redatta a cura del soggetto affidatario e che dovrà contenere la descrizione sintetica delle metodologie adottate per ciascuna prova e i risultati ottenuti. I risultati diretti di tutte le prove sperimentali, ad eccezione del monitoraggio temporale dei possibili cedimenti, saranno consegnati anche in forma cartacea, come allegato alla relazione tecnica delle indagini.

Per quanto riguarda l'allestimento degli apprestamenti temporanei e le modalità d'esecuzione delle attività all'interno delle gallerie, si precisa che l'interno delle gallerie è da considerarsi alla stregua di un ambiente confinato, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 14 settembre 2011, n. 177.

Le determinazioni fisico-meccaniche di laboratorio geotecnico dovranno essere effettuate esclusivamente presso laboratori dotati della certificazione ministeriale per l'esecuzione delle prove di laboratorio di cui alla Circolare 8 settembre 2010, n. 7618/STC "Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce di cui all'articolo 59 del decreto del Presidente della Repubblica n. 380/2001. 10A13001)" (GU Serie Generale n.257 del 03-11-2010), in corso di validità.

Elenco dei rilievi e delle prove e delle indagini sperimentali sugli elementi murari

Denominazione	Descrizione	U.M.	Numero o quantità
Rilievi topografici, batimetrici e laserscanner			
Rilievo topografico o laser scanner delle superfici esterne e batimetrico dell'alveo	<p>Rilievo plano-altimetrico dell'esterno del manufatto e di un significativo intorno di questo, comprensivo delle golene e degli argini. Dovrà essere eseguito mediante strumentazione GPS RTK2 o con strumentazione laser scanner con classe 1 o classe 3a, finestra di scansione massima 360°). La strumentazione utilizzata dovrà garantire un'accuratezza inferiore o uguale a 2 mm su una distanza di 20 m. Il rilievo dovrà essere collegato al rilievo delle superfici d'intradosso delle gallerie di seguito descritto. Dovrà anche essere eseguito un rilievo batimetrico (mediante ecoscandaglio single-beam o multi-beam) del fondo del fiume Arno in corrispondenza del manufatto e nei tratti adiacenti, a monte e a valle di questo (su una fascia di almeno 100 metri di larghezza).</p> <p>La densità dei punti intermedi da rilevare dovrà essere tale da rappresentare adeguatamente le variazioni del profilo del terreno. In ogni caso, la densità dei punti dovrà essere tale da definire l'andamento del profilo del terreno con almeno un punto ogni 50 cm di variazione altimetrica.</p> <p>L'ecoscandaglio single-beam dovrà essere di tipo elettronico atto al rilevamento idrografico, con una frequenza minima di 200 KHZ, una accuratezza di 10 cm / 0,1% di profondità ed un range di misura da 0,30 m fino a 75 m.</p> <p>Il rilievo e la nuvola dei punti dovranno essere restituiti con modalità che assicurino la compatibilità con il software QGIS attraverso l'elaborazione in formato CAD di planimetrie, sezioni longitudinali in asse alle due gallerie e sezioni trasversali (una ogni 25 m). Il sistema di riferimento piano per le coordinate sarà ETRF2000, le quote saranno determinate con riferimento al l.m.m. (rete IGM95).</p>	A corpo	1
Rilievo topografico e con laser scanner dell'intradosso delle gallerie	<p>Il rilievo con laser scanner (classe 1 o classe 3a, finestra di scansione massima 360° sull'orizzontale e 300° in verticale) sarà esteso a tutta la superficie dell'intradosso di entrambe le gallerie aventi lunghezza di 255 metri e 4 metri di diametro, e ai loro paramenti esterni in corrispondenza delle due estremità di monte e di valle. La strumentazione utilizzata dovrà garantire un'accuratezza di 2 mm su una distanza di 20 m e dovrà essere in grado di acquisire almeno 900'000 punti al secondo e dovrà permettere il rilievo fino ad una distanza minima di 300 m. Nel caso di laser scanner mobile, il sistema sarà integrato da un sensore inerziale IMU/GPS con precisione minima di 3' per qualsiasi valore dell'inclinazione, che misura la posizione e l'orientamento della piattaforma mobile.</p> <p>La nuvola di punti ottenuta dal rilievo dovrà essere convenientemente agganciata a punti di riferimento posti all'esterno delle gallerie in modo da essere collegata al rilievo planimetrico delle superfici esterne di cui al punto precedente. Per la georeferenziazione del rilievo saranno definiti almeno quattro punti stabili di riferimento per ciascuna galleria opportunamente materializzati con chiodi di tipo topografico infissi su strutture stabili, anche appositamente realizzate.</p> <p>Il sistema di riferimento piano per le coordinate sarà ETRF2000, le quote saranno determinate con riferimento al l.m.m. (rete IGM95).</p> <p>Dovranno essere rilevate: le coordinate spaziali dei punti (rilievo rangometrico), i coefficienti di riflettanza dei materiali presenti sulle superfici (rilievo riflettometrico) e la caratterizzazione grafica RBG delle stesse superfici (rilevamento fotografico digitale).</p> <p>Il rilievo dovrà essere restituito con modalità che assicurino la compatibilità con il software QGIS. Il rilievo dovrà inoltre essere consegnato nel formato "rcp" di Autodesk per importazione e gestione della nuvola di punti direttamente in ambiente CAD.</p> <p>In corrispondenza delle lesioni ritenute maggiormente significative sarà inoltre eseguito un rilievo accurato del quadro fessurativo visibile sulle murature, anche attraverso l'acquisizione di documentazione fotografica ad alta risoluzione.</p> <p>In corrispondenza di almeno due sezioni in ciascuna galleria dovrà essere eseguito un rilievo manuale anche del profilo del fondo delle gallerie.</p> <p>I dati acquisiti in fase di rilievo dovranno essere restituiti su piattaforma CAD attraverso l'elaborazione di planimetrie riportanti il "marker" dei punti battuti con le</p>	A corpo	1

	relative quote altimetriche, di sezioni longitudinali in asse alle due gallerie, e sezioni trasversali (una ogni 25 m).	
Prove di controllo sulle murature		
Video-endoscopie	<p>Le video-endoscopie delle murature saranno condotte previa esecuzione di un foro di piccolo diametro (16 - 20 mm) nello spessore dell'elemento murario interessato dalle indagini. Il foro sarà eseguito con trapano a mano, avendo cura di limitare quanto più possibile le vibrazioni negli elementi di muratura e il relativo danneggiamento. Successivamente si procederà all'introduzione nel foro così ottenuto di una sonda munita di microcamera in sommità (boroscopio oppure endoscopio flessibile) dotata di luci a LED e di videocamera che permetta la raccolta di video e fotografie illustranti la reale composizione e struttura interna della muratura.</p> <p>Le indagini dovranno essere convenientemente distribuite sull'intradosso delle due gallerie in modo da verificare direttamente lo spessore degli elementi murari indagati sui piedritti, in calotta e sull'arco rovescio. La lunghezza massima prevista è indicativamente stimata fra 1,5 m e 2 m.</p> <p>Tre video-endoscopie dovranno essere eseguite in corrispondenza delle lesioni più importanti che saranno indicate dalla Stazione Appaltante e dovranno consentire la verifica dell'estensione e le caratteristiche interne della lesione e il suo sviluppo nello spessore della muratura.</p> <p>Terminate le video-endoscopie, i fori saranno sigillati con malta a ritiro compensato. Nessuna video-endoscopia sarà eseguita nelle volte delle gallerie.</p>	cad 6
Estrazione di campioni cilindrici	<p>Estrazione di campioni cilindrici dalle murature interne delle gallerie mediante carotatrice ad acqua di piccolo diametro, circa 50 mm. Le operazioni di estrazione saranno condotte a partire dall'intradosso delle gallerie sui piedritti laterali e se possibile anche in corrispondenza dell'arco rovescio. La profondità del carotaggio sarà in ogni caso e se possibile pari allo spessore della parete muraria 3/4 metri.</p> <p>Sono previsti in totale n. 5 carotaggi, di cui due carotaggi dovranno essere eseguiti in tratti della muratura che non presentino segni evidenti di degrado o danneggiamento. Gli altri due carotaggi saranno invece eseguiti in porzioni degradate della muratura.</p> <p>Un ulteriore carotaggio sarà eseguito sul fondo delle gallerie per verificare in almeno un punto lo spessore della fondazione. Nessun carotaggio sarà eseguito nelle volte delle gallerie.</p> <p>I materiali estratti dal tubo carotiere dovranno essere collocati in apposite cassette catalogatrici per la relativa conservazione e trasporto in laboratorio per l'esecuzione delle successive determinazioni previste.</p> <p>Terminati i carotaggi, i fori saranno sigillati con laterizi di composizione e caratteristiche simili per quanto possibile a quelli originali e malta a ritiro compensato.</p>	cad 5
Indagini chimico-fisiche	<p>Prove chimico-fisiche in laboratorio su campioni di materiale lapideo, di laterizio e di malta ricavati dai campioni cilindrici estratti dalle murature delle gallerie. Le prove chimico-fisiche dovranno comprendere l'esecuzione su malta, laterizi o inerte lapideo di:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) n. 4 analisi petrografiche al microscopio ottico su sezione sottile; 2) n. 2 analisi mineralogiche in diffrattometria di raggi x sui provini di laterizio; 3) n. 1 analisi in microsonda EDS su provino di malta 	A corpo
Prova con martinetto piatto singolo	<p>La prova con martinetto piatto singolo prevede l'esecuzione di un taglio ad andamento circa orizzontale nella muratura, della lunghezza di circa 35 cm e dello spessore di qualche millimetro, mediante disco metallico provvisto di utensili diamantati. Nel taglio è inserito un martinetto piatto, (di forma semicircolare, spessore circa 3 mm, dimensione nel verso della profondità della muratura almeno 25 cm) che è messo gradualmente in pressione misurando, contemporaneamente, gli spostamenti relativi fra tre coppie di punti posti da parti opposte rispetto al taglio a una distanza di 200 mm. Gli spostamenti relativi sono misurati mediante un comparatore meccanico centesimale. La misura degli spostamenti al crescere della pressione nel martinetto permette di valutare l'intensità della compressione presente nella muratura.</p>	cad 2

Prova con martinetto piatto doppio	Nelle posizioni in cui sono state effettuate le prove con martinetto piatto singolo si pratica un secondo taglio, parallelo al primo, nel quale si inserisce un secondo martinetto piatto. I due martinetti sono messi in pressione, avendo cura che il valore della pressione sia lo stesso in entrambi i martinetti; contemporaneamente si misurano con un comparatore meccanico centesimale gli spostamenti relativi fra tre coppie di punti posti in direzione verticale nella porzione di muratura compresa fra i due martinetti, a una distanza di 400 mm, e una coppia di punti in direzione trasversale, al centro della porzione interessata, a distanza di 400 mm. Sono eseguiti cicli di carico con valori di sollecitazione gradualmente crescenti fino al raggiungimento del limite del comportamento elastico della muratura.	cad	1
Prove di rottura a compressione	Prove di rottura a compressione eseguite in laboratorio su provini di materiale lapideo o di laterizio ricavati dai campioni cilindrici estratti dalle murature delle gallerie. Le prove avranno come scopo la valutazione dei principali parametri meccanici quali la resistenza a compressione del materiale o il suo modulo elastico. I campioni saranno preparati e sottoposti alle prove meccaniche secondo la UNI EN 12504-1:2021, per quanto applicabile.	cad	3
INDAGINI GEOFISICHE			
Tomografica geoelettrica in golena	Esecuzione di tomografia elettrica in golena con configurazione Wenner e Dipolo-dipolo e con intervallo elettrodo di 1 m e profondità di indagine di almeno 20 m per l'investigazione della stratigrafia dei terreni di fondazione e per la definizione geometrica delle strutture sepolte. Le stese dovranno essere disposte ortogonalmente all'asse della struttura sepolta per una lunghezza di almeno 50 metri ciascuna e con posizionamento spaziale mediante strumentazione GPS	ml	300 ml
Tomografica geoelettrica in alveo	Esecuzione di tomografia elettrica in alveo con configurazione Wenner e Dipolo-dipolo e con intervallo elettrodo di 1 m e profondità di indagine di almeno 20 m trainata da natante a basso pescaggio in grado di operare con battenti d'acqua inferiori a 0,5 metri, per l'investigazione della stratigrafia dei sedimenti dell'alveo e la definizione geometrica delle strutture sepolte. Le stese dovranno essere disposte ortogonalmente all'asse della struttura sepolta per una lunghezza di almeno 50 metri ciascuna e con posizionamento spaziale mediante strumentazione GPS	ml	250 ml
Indagine georadar	Indagine con georadar con sistema Biantenna dell'intradosso delle gallerie per rilevare indirettamente lo spessore delle murature, eseguita facendo scorrere sulla superficie da indagare un'antenna a doppia frequenza 400 – 900 MHz, o valori idonei per la determinazione dello spessore delle murature e l'individuazione di eventuali anomalie. Le misure dirette dello spessore ottenute dalle video-endoscopie e dai carotaggi saranno utilizzate per tarare convenientemente le letture fornite dal georadar. Le indagini con georadar interesseranno almeno due tratti in ciascuna delle due gallerie. La posizione dei radargrammi all'interno della galleria dovrà comunque essere preventivamente concordata, anche per ciò che riguarda le posizioni in cui effettuare la taratura della strumentazione e le frequenze da utilizzare.	ml	100 m
MONITORAGGI STRUTTURALI			
Monitoraggio	Monitoraggio della durata di un anno dell'evoluzione nel tempo del quadro fessurativo presente in corrispondenza di quattro lesioni ritenute maggiormente significative mediante l'installazione di un sistema elettronico per la misura automatica degli spostamenti relativi. Su due lesioni passanti saranno individuati due punti di misura. In ogni punto di misura saranno collocati tre trasduttori induttivi di spostamento, aventi una precisione almeno del centesimo di millimetro, disposti secondo tre direzioni mutualmente ortogonali, una delle quali ortogonale alla superficie della muratura, oltre a una	A corpo	1

	<p>termo-resistenza per la misura della temperatura. Su due lesioni non passanti sarà individuato un unico punto di misura in cui saranno collocati due trasduttori induttivi nel piano della muratura.</p> <p>Ciascun trasduttore dovrà avere un'estensione del campo di misura almeno pari a 10 mm e una precisione totale pari almeno a $\pm 0,3\%$ FS.</p> <p>I risultati delle misure effettuate automaticamente dagli strumenti saranno trasmessi in forma digitale a un dispositivo elettronico (data logger) che provvederà a registrarli per tutta la durata del monitoraggio. Il sistema dovrà permettere un'acquisizione delle letture dagli strumenti almeno ogni ora per tutto il periodo di monitoraggio. L'unità di condizionamento ed elaborazione dei segnali analogici dovrà essere munita di opportuni filtri passa basso HW con frequenze di taglio al di sotto di 1 kHz per eliminazione dei disturbi EMC e dovrà consentire la visualizzazione da remoto tramite browser web, eventualmente tramite centralina esterna dotata di connettività Wi-Fi, Ethernet e 4G, in grado di gestire il numero di sensori previsto.</p>	
--	---	--

Indagini Geognostiche, Prove Penetrometriche e Analisi di Laboratorio Geotecnico

Denominazione	Descrizione	U.M.	Numero o quantità
Sondaggi a carotaggio continuo	Devono essere eseguite n.2 verticali di sondaggio da ubicare in corrispondenza della sinistra e della destra idraulica del fiume. Ciascun sondaggio deve essere esteso fino al raggiungimento della profondità ad almeno pari a 40 m. I sondaggi vengono effettuati con un tubo carotiere semplice e/o doppio, diametro 101 mm, dotato di corona widia e/o diamantata, con avanzamento per rotazione e acqua per l'infissione dei rivestimenti. Di ogni verticale dovrà essere definita la stratigrafia tramite l'esame del materiale raccolto nelle cassette catalogatrici e dei campioni indisturbati estratti, analizzati in laboratorio. Il materiale di sondaggio estratto deve essere riposto in apposite cassette catalogatrici da conservare e consegnare alla SA nel luogo che verrà da questa indicato. Il foro di sondaggio deve essere soggetto a stabilizzazione mediante tubi di rivestimento. Una volta completata la perforazione i fori di sondaggio risultati dovranno essere riempiti con il materiale derivante dalla perforazione opportunamente additivato mediante malta cementizia per impedire le infiltrazioni d'acqua. Per il campionamento geotecnico dovranno essere utilizzati campionatori Osterberg.	ml	80
Prelievo campioni di terreno	Si procederà al prelievo di 7 campioni indisturbati per ciascun sondaggio per un totale di 14 campioni. I campioni indisturbati, opportunamente sigillati e conservati, verranno trasportati al laboratorio geotecnico per le successive determinazioni fisiche e meccaniche previste. È necessario prelevare campioni indisturbati da ogni singolo strato di terreno che influenza il comportamento della struttura (volume significativo), compatibilmente con la natura dei terreni ed impiegando un campionatore Tipo Osterberg a pareti sottili spinto a pressione. Il campione deve essere conservato nella stessa fustella di prelievo, ripulito all'estremità, sigillato ermeticamente con paraffina e munito di etichetta identificativa. La profondità di prelievo è prevista per ogni intervallo di 5 metri di profondità.	cad.	14
CPTU	Esecuzione di n. sei prove penetrometriche statiche continue con penetrometro statico da 20 Kn munito di punta elettrica e di piezocono con misurazione della resistenza alla punta, dell'attrito laterale sul manicotto, ogni 2 cm, nonché la misura della pressione neutra. La penetrazione della batteria deve avvenire a velocità costante pari a 2 cm/s. Le dimensioni del penetrometro devono rispettare le norme ISO22476-12. Ciascuna prova deve essere estesa fino a una profondità di 30 metri. Devono essere eseguite n. 3 prove in sinistra e n. 3 prove in destra idraulica del fiume. I risultati ottenuti dovranno essere utilizzati per l'elaborazione dei valori più attendibili secondo le metodologie più diffuse e comunemente accettate per la determinazione dei principali parametri geotecnici di ciascun intervallo di terreno attraversato, quali interpretazione stratigrafica, angolo di attrito, coesione non drenata, densità relativa, modulo elastico drenato e non	ml	180

	drenato, peso di volume, percentuale di addensamento, modulo edometrico, etc.		
Prove di laboratorio sui campioni di terreno	<p>Per ogni campione e per un totale di n. 14 campioni, devono essere effettuate le prove di classificazione e di caratterizzazione fisica per la determinazione dei valori dei parametri indice principali quali granulometria, limiti di consistenza, umidità, peso di volume. Su n. 12 campioni verranno inoltre effettuate le prove di consolidazione edometrica, su altri n. 6 campioni si procederà alla determinazione delle proprietà meccaniche mediante l'esecuzione di prove di taglio in cella triassiale sia non consolidata non drenata UU, sia consolidata isotropicamente e non drenata CIU. Le determinazioni di laboratorio dovranno essere effettuate presso laboratori dotati della certificazione ministeriale per l'esecuzione delle prove di laboratorio di cui alla Circolare 8 settembre 2010, n. 7618/STC "Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce di cui all'articolo 59 del decreto del Presidente della Repubblica n. 380/2001. 10A13001)" (GU Serie Generale n.257 del 03-11-2010)</p>	cad	14

Num Ord.	Rif. Art. Codice Prezziario Regionale	Indicazione della Prestazione	Voce	Descrizione voce	U.M.	Quantità
Rilievi topografici , batimetrici e laserscanner						
1	np	RILIEVI TOPOGRAFICI	Rilievo plano-altimetrico dell'esterno del manufatto e di un significativo intorno dell'area di intervento, comprensivo degli argini. del piano campagna sovrastante le due gallerie, delle due imboccature con i relativi manufatti esterni	da eseguire mediante impiego di stazione totale e di laser scanner	hA	10,0
2	np	RILIEVI BATIMETRICI	Rilievo batimetrico mediante ecoscandaglio single-beam o multi-beam del fondo del fiume Arno in corrispondenza del manufatto e nei tratti adiacenti per una fascia di idonea ampiezza da estendere a monte e a valle dello stesso	da eseguire con mezzo natante di dimensioni adeguate ad operare in condizione di acque basse (0,5 mt min)	hA	10,0
3	np	RILIEVI LASERSCANNER	Rilievo laser scanner (classe 1 o classe 3a, finestra di scansione massima 360°) che sarà esteso a tutta la superficie di intradosso di entrambe le gallerie e ai loro paramenti esterni in corrispondenza delle estremità. La strumentazione utilizzata dovrà garantire un'accuratezza di 2 mm su una distanza di 20 m. Nel caso di laser scanner mobile, il sistema sarà integrato da un sensore inerziale IMU/GPS, che misura la posizione e l'orientamento della piattaforma mobile	da eseguire con mezzo natante all'interno delle due gallerie parzialmente allagate con battente d'acqua 1,5 metri, aventi diametro di 4 metri, per una lunghezza complessiva di 500 metri lineari	a corpo	1,0
Prove di controllo sulle murature						
4	np	VIDEO-ENDOSCOPIE	Esecuzione riprese video per la verifica dello stato di consistenza e della struttura interna della muratura previa realizzazione di un foro di piccolo diametro (16 - 20 mm) nell'elemento murario	da eseguire previa realizzazione di foro del diametro di 16-20 mm e della lunghezza massima di 1,5/2,0 metri e successiva sigillatura con malta a ritiro compensato	cad	6,0
5	np	ESTRAZIONE DI CAMPIONI CILINDRICI	Estrazione di campioni cilindrici dalle murature verticali delle gallerie mediante carotatrice ad acqua di piccolo diametro, circa 50 mm. Le operazioni di estrazione saranno condotte dall'interno delle gallerie. La profondità del carotaggio sarà in ogni caso pari allo spessore della parete muraria	Da eseguire nei tratti della muratura senza e con segni evidenti di degrado o danneggiamento. Un ulteriore carotaggio sarà eseguito se possibile sul fondo delle gallerie per verificare in almeno un punto lo spessore della fondazione. Successiva sigillatura con malta a ritiro compensato	cad	4,0
6	np	INDAGINI CHIMICO-FISICHE	Prove chimico-fisiche in laboratorio per la caratterizzazione delle murature da eseguire su provini di materiale lapideo, di laterizio e di malta ricavati dai campioni cilindrici estratti dalle pareti interne delle gallerie	dovranno comprendere almeno 4 analisi petrografiche al microscopio ottico su sezione sottile, 2 analisi mineralogiche in diffrattometria di raggi x sui provini di laterizio e un'analisi in microsonda EDS su provino di malta.	a corpo	1,0
7	np	PROVE DI RESISTENZA MECCANICA IN SITU	Prova con martinetto piatto singolo per la misura degli spostamenti al crescere della pressione nel martinetto al fine di valutare l'intensità dello stato di sollecitazione tensionale cui è sottoposta la muratura	misura degli spostamenti al crescere della pressione nel martinetto	cad	2,0
8	np	PROVE DI RESISTENZA MECCANICA IN SITU	Prova con martinetto doppio per la misura degli spostamenti al crescere della pressione nel martinetto al fine di valutare l'intensità dello stato di sollecitazione tensionale cui è sottoposta la muratura fino al raggiungimento del limite del comportamento elastico	misura degli spostamenti al crescere della pressione nel martinetto	cad	1,0
9	np	PROVE DI RESISTENZA MECCANICA IN LABORATORIO	Prove di rottura in laboratorio a compressione secondo la norma UNI EN 12504-1:2021 su provini di materiale lapideo o di laterizio ricavati dai campioni cilindrici estratti dalle murature delle gallerie.	per la valutazione dei principali parametri meccanici quali la resistenza a compressione del materiale o del suo modulo elastico.	cad	3,0
TOS22_18.W01 INDAGINI GEOGNOSTICHE						
I prezzi sono relativi ai cantieri presenti nella tipologia a cui appartiene il lavoro svolto. Sono compresi: approntamento dell'area di cantiere, trasporto dell'attrezzatura tra la sede dell'impresa e il sito d'indagine, viaggio del personale tecnico e della mano d'opera di cantiere, installazione dell'attrezzatura per l'esecuzione di sondaggi geognostici, per l'esecuzione di prove penetrometriche e per le indagini geofisiche, E' compreso altresì l'onere dello spostamento da una postazione alla successiva, ad esclusione dei casi in cui è prevista una specifica voce per la movimentazione e il posizionamento dell'attrezzatura di prova all'interno dell'area di indagine e l'approvvigionamento dell'acqua necessaria alla perforazione.						
10	TOS22_18.W01.003.001	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri semplici Ø 101 mm, in terreni a granulometria fine, quali argille, limi, limi sabbiosi e rocce tenere (tufi, calcareniti, sabbie cementate), anche in frana, in terreni asciutti o bagnati o in presenza di acqua fluente, compreso l'utilizzo del rivestimento provvisorio del foro (diametro 127 mm)	per profondità comprese tra m 0 e m 20 p.c.	ml	24,0
*è compresa la fornitura di acqua e di tutto quanto occorre alla esecuzione della lavorazione a regola d'arte						
11	TOS22_18.W01.003.002	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri semplici Ø 101 mm, in terreni a granulometria fine, quali argille, limi, limi sabbiosi e rocce tenere (tufi, calcareniti, sabbie cementate), anche in frana, in terreni asciutti o bagnati o in presenza di acqua fluente, compreso l'utilizzo del rivestimento provvisorio del foro (diametro 127 mm)	per profondità comprese tra m 20 e m 40 p.c.	ml	40,0
12	TOS22_18.W01.003.003	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri semplici Ø 101 mm, in terreni a granulometria fine, quali argille, limi, limi sabbiosi e rocce tenere (tufi, calcareniti, sabbie cementate), anche in frana, in terreni asciutti o bagnati o in presenza di acqua fluente, compreso l'utilizzo del rivestimento provvisorio del foro (diametro 127 mm)	per profondità comprese tra m 40 e m 60 p.c.	ml	20,0
13	TOS22_18.W01.005.001	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri semplici Ø 101 mm e con recuperi compatibili con la natura e le caratteristiche dei materiali attraversati, in terreni a granulometria grossolana costituiti da ghiaie, ghiaie sabbiose, ciottoli e in rocce dure, anche in frana, in terreni asciutti o bagnati o in presenza di acqua fluente, compreso l'utilizzo del rivestimento provvisorio del foro (diametro 127 mm.)	per profondità comprese tra m 0 e m 20 p.c.	ml	15,0
14	TOS22_18.W01.006.001	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Sovrapprezzo per uso di carotieri doppi e tripli Ø 101 mm durante l'esecuzione di sondaggi a rotazione	T2	ml	15,0

Num Ord.	Rif. Art. Codice Prezziario Regionale	Indicazione della Prestazione	Voce	Descrizione voce	U.M.	Quantità
15	TOS22_18.W01.007.001	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Sovraprezzo	per uso di corone diamantate durante l'esecuzione di sondaggi a rotazione	ml	15,0
16	TOS22_18.W01.017.001	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Prelievo di campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni, nel corso di sondaggi a rotazione, impiegando campionatore a pistone (tipo Osterberg) o rotativo (tipo Danison e Mazier), compresa la fornitura della fustella, la sua sigillatura, l'imballaggio ed il trasporto al laboratorio geotecnico designato;	per ogni prelievo campionatore a pistone (tipo Osterberg) per profondità comprese tra m 0 e m 20 p.c.	cad	8,0
17	TOS22_18.W01.017.002	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Prelievo di campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni, nel corso di sondaggi a rotazione, impiegando campionatore a pistone (tipo Osterberg) o rotativo (tipo Danison e Mazier), compresa la fornitura della fustella, la sua sigillatura, l'imballaggio ed il trasporto al laboratorio geotecnico designato;	per ogni prelievo campionatore a pistone (tipo Osterberg) per profondità comprese tra m 20 e m 40 p.c.	cad	6,0
18	TOS22_18.W01.023.001	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Fornitura di cassette catalogatrici	in legno, metallo o plastica, di dimensioni di circa 0,50 x 1,00 m, munite di scomparti e adatte alla conservazione di 5 m di carotaggio	cad	21,0
19	TOS22_18.W01.021.001	SONDAGGI GEOGNOSTICI	Riempimento di fori di sondaggio	con materiale proveniente dalle perforazioni, opportunamente additivato con malta idraulica e cementizio in modo da impedire infiltrazioni di acqua nel sottosuolo, per profondità misurate dal piano campagna, fino a 60 ml	ml	99,0
TOS22_18.W05 PROVE PENETROMETRICHE						
21	TOS22_18.W05.005.003	PROVE PENETROMETRICHE -PP	Prova penetrometrica statica	con piezocono (CPTU), compresa la memorizzazione e l'elaborazione dei dati in forma digitale, e la restituzione dei risultati sia su supporto magnetico sia in forma di tabelle e grafici	ml	180,0
22	TOS22_18.W05.025.002	PROVE PENETROMETRICHE -PP	Movimentazione e posizionamento dell'attrezzatura	per la prova penetrometrica statica (CPT, CPTe, CPTU) per ogni movimentazione e posizionamento compreso il primo e l'ultimo, all'interno dell'area di indagine	cad	5,0
TOS19_18.W09 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO						
23	TOS19_18.W09.001.001	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	APERTURA CAMPIONE - le voci 001, 002, 003 comprendono la conservazione per sei mesi e le spese di smaltimento	Apertura campione in fustella e descrizione geotecnica	cad	14,0
24	TOS19_18.W09.001.005	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	APERTURA CAMPIONE - le voci 001, 002, 003 comprendono la conservazione per sei mesi e le spese di smaltimento	Fotografia del campione	cad	14,0
25	TOS19_18.W09.003.001	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE	Determinazione del contenuto d'acqua naturale (wn)	cad	14,0
26	TOS19_18.W09.003.002	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE	Determinazione del peso di volume naturale	cad	14,0
27	TOS19_18.W09.003.003	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE	Determinazione dei limiti di Atterberg (LL, LP)	cad	14,0
28	TOS19_18.W09.002.001	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	GRANULOMETRIE	Preparazione del campione, quartatura, prelavaggio al setaccio 200 ASTM, su campione fino a 5 kg	cad	14,0
29	TOS19_18.W09.002.003	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	GRANULOMETRIE	Analisi granulometrica per setacciatura, per ogni vaglio	cad	84,0

*da eseguire con numero minimo di vagli di 6

Num Ord.	Rif. Art. Codice Prezziario Regionale	Indicazione della Prestazione	Voce	Descrizione voce	U.M.	Quantità
30	TOS19_18.W09.002.004	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	GRANULOMETRIE	Analisi granulometrica per sedimentazione, esclusa la determinazione del peso specifico dei granuli	cad	14,0
31	TOS19_18.W09.004.006	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	DETERMINAZIONI FISICO MECCANICHE	Prova triassiale non consolidata non drenata, con saturazione preliminare, eseguite su 3 provini di 38 mm di diametro (TX UU)	cad	6,0
32	TOS19_18.W09.004.007	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	DETERMINAZIONI FISICO MECCANICHE	Prova triassiale consolidata non drenata, con saturazione preliminare, eseguite su 3 provini di 38 mm di diametro (TX CIU)	cad	6,0
33	TOS19_18.W09.004.009	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	DETERMINAZIONI FISICO MECCANICHE	Prova edometrica ad incrementi di carico controllati mantenuti 24 ore, con pressione massima di 3.2 MPa, con 8 incrementi in fase di carico e 4 in fase di scarico, compresa determinazione Cv e k su 2 gradini di carico, esclusa la determinazione del peso specifico dei granuli (ED IL)	cad	12,0
TOS22_18.W08 INDAGINI GEOFISICHE						
34	TOS22_18.W08.002.014	INDAGINI GEOFISICHE -IG	Rilievi elettrici con Tecnica Tomografica per caratterizzazione elettrica e dimensionale di elevato dettaglio delle strutture presenti lungo sezioni bidimensionali, effettuati con strumentazioni specifiche a controllo automatico dei cicli di misura. Elaborazione tomografica con software di inversione bidimensionale (2D).	con configurazione Wenner e Dipolo-dipolo, intervallo elettrodo di 1 m e profondità di indagine di almeno 20 m.	ml	300,0
35	np	INDAGINI GEOFISICHE -IG	Rilievi elettrici in alveo eseguito con natante con Tecnica Tomografica per caratterizzazione elettrica e dimensionale di dettaglio delle strutture sommerse presenti lungo sezioni bidimensionali, effettuati con strumentazioni specifiche a controllo automatico dei cicli di misura. Elaborazione tomografica con software di inversione bidimensionale (2D)	con configurazione Wenner e Dipolo-dipolo, intervallo elettrodo di 1 m e profondità di indagine di almeno 20 m	ml	250,0
36	np	INDAGINI GEOFISICHE	Prospezione georadar con sistema biantenna dell'intradosso delle gallerie per il rilievo indiretto dello spessore delle murature e della relativa composizione e struttura. Le misure dirette dello spessore ottenute dalle video-endoscopie e dai carotaggi saranno utilizzate per tarare convenientemente le letture fornite dal georadar. Le indagini con georadar interesseranno almeno due tratti in ciascuna delle due gallerie.	CON SISTEMA BIAN TENNA - per totali inferiori a 250 ml	ml	200,0
37	TOS22_18.W08.006.001	INDAGINI GEOFISICHE	Esecuzione prova sismica attiva MASW per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh.	Si prevedono almeno 5 energizzazioni con idonei sistemi, registrazione con almeno 24 geofoni verticali e una lunghezza minima stendimento 48 m.	cad	1,0
MONITORAGGI STRUTTURALI						
38	np	MONITORAGGIO STRUTTURALE	Monitoraggio della durata di un anno dell'evoluzione nel tempo del quadro fessurativo presente all'interno delle gallerie in corrispondenza di quattro lesioni ritenute maggiormente rappresentative e significative mediante l'installazione di un sistema elettronico per la misura automatica degli spostamenti relativi.	Su due lesioni passanti saranno individuati due punti di misura. In ogni punto di misura saranno collocati tre trasduttori induttivi di spostamento, aventi una precisione almeno del centesimo di millimetro, disposti secondo tre direzioni mutualmente ortogonali, una delle quali ortogonale alla superficie della muratura, oltre a una termo-resistenza per la misura della temperatura. Su due lesioni non passanti sarà individuato un unico punto di misura in cui saranno collocati due trasduttori induttivi nel piano della muratura.	a corpo	1,0
SICUREZZA						
39	np	COSTI E ONERI DELLA SICUREZZA	Per tutto quanto necessario per la sicurezza ai fini della predisposizione di tutti gli apprestamenti e della documentazione (PSC) di legge per la realizzazione del piano di indagine previsto nel presente computo metrico. N.B. si precisa che le attività previste nel presente computo metrico, la cui relativa esecuzione avverrà all'interno delle gallerie, sono da considerare a tutti gli effetti come attività svolte in ambiente confinato ai sensi del DPR 177/2011 e di questo se ne dovrà tenere conto per la sicurezza nella definizione delle misure e delle procedure da adottare nel PSC e dei DPI che sarà ritenuto necessario far utilizzare.		a corpo	1,0