



CEFPAS

Centro per la formazione permanente
e l'aggiornamento del personale del
Servizio sanitario

"Accordo quadro ex art. 33 della Direttiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 Febbraio 2014 sugli appalti pubblici per i Lavori di Riqualficazione funzionale, energetica, architettonica, paesaggistica, ambientale, adeguamento alla normativa vigente e servizi connessi degli immobili e delle aree di proprietà e/o assegnate e/o in uso al CEFPAS Centro per la Formazione Permanente e l'Aggiornamento del Personale del Servizio Sanitario della Regione Siciliana"

PROGETTO PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRUTTURALI E PROVE DI LABORATORIO PRESSO GLI EDIFICI DEL CEFPAS - CALTANISSETTA

www.cefpas.it



CIG: _____ - CUP: G38I21000310009

Elaborato	C.05
Scala	1: _____
Data	09.09.2021

ELABORATI ECONOMICI

C.05 CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Progetto: Struttura tecnica di progettazione e Direzione dei Lavori

Dirigente: Arch. PhD **Mario Li Castri**

Progettisti: Ing. **Alfredo Ragolia**



Il RUP:

Ing. Alfredo Ragolia



Dott. Ing. ALFREDO RAGOLIA

Il direttore del centro:

Ing. Roberto Sanfilippo

	N°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Revisioni			PRIMA EMISSIONE			

CEFPAS

**CENTRO PER LA FORMAZIONE PERMANENTE E
L'AGGIORNAMENTO DEL PERSONALE DEL SERVIZIO
SANITARIO
Caltanissetta**

ELABORATO C.02

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

OGGETTO

Accordo Quadro ex art. 33 della direttiva 2014/24/UE del parlamento Europeo e del consiglio del 26 febbraio 2014 sugli appalti pubblici per i Lavori di Riqualificazione funzionale, energetica, architettonica, paesaggistica, ambientale, adeguamento alla normativa vigente e servizi connessi degli immobili e delle aree di proprietà e/o assegnate e/o in uso al CEFPAS Centro per la Formazione Permanente e l'Aggiornamento del Personale del Servizio Sanitario della Regione Siciliana.

PROGETTO PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRUTTURALI E PROVE DI LABORATORIO PRESSO GLI EDIFICI DEL CEFPAS - CALTANISSETTA

COMMITTENTE

CEFPAS Centro per la Formazione Permanente e l'Aggiornamento del Personale del Servizio Sanitario

Il Progettista
Ing. Alfredo Ragolia



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alfredo Ragolia".

**PROGETTO DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRUTTURALI E PROVE DI
LABORATORIO DEGLI EDIFICI DEL CEFAS SITI IN CALTANISSETTA**

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

**INDAGINI GEOTECNICHE GEOGNOSTICHE STRUTTURALI
E PROVE DI LABORATORIO**

IMPRESA:

PROGETTISTA:

VISTO:

DATA:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO 1° PARTE

Art. 1 Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto le indagini geotecniche, geognostiche, strutturali e le prove di laboratorio da eseguirsi sugli edifici del CEFPAS, siti in Caltanissetta, via G. Mulè.

Tale servizio è comprensivo dell'esecuzione dei saggi e delle indagini geognostiche, classificabili, per l'appunto, prevalentemente come "servizio" compresi i ripristini strutturali e delle finiture, oltre all'esecuzione di analisi ed indagini tecniche, il tutto come meglio dettagliato nel presente Capitolato Speciale di Appalto.

Art. 2 Disciplina normativa dell'appalto

L'appalto, di servizi è soggetto alle norme e condizioni previste dal Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (di seguito denominato "nuovo codice") e s.m.i., applicabile sia ai lavori che ai servizi, dalle disposizioni previste dal presente Capitolato Speciale, oltre che, per quanto non regolato dalle clausole e disposizioni suddette, dalle norme del Codice Civile e dalle altre disposizioni di legge nazionali vigenti in materia di contratti, nonché dalle leggi nazionali e comunitarie vigenti nella materia oggetto dell'Appalto.

Costituiscono parte integrante del Contratto, oltre al presente "Capitolato speciale d'Appalto", i seguenti documenti:

- elaborati grafici progettuali;
- relazione tecnica;
- l'elenco dei prezzi unitari;
- il piano di sicurezza e di coordinamento art. 100 del d.lgs. 81/08 e s.m.i. (quando previsto), il piano di sicurezza sostitutivo e il piano operativo di sicurezza;
- computo metrico estimativo delle opere relative alla sicurezza non soggette a ribasso;
- il programma integrato dei lavori;
- il DUVRI;
- il fascicolo conforme all'art. 91 comma 1 lettera b) del d.lgs. 81/08 e s.m.i.;
- l'offerta presentata dall'Appaltatore.

Sono esclusi dal contratto tutti gli elaborati progettuali non espressamente indicati.

L'Appaltatore dichiara di accettare le condizioni contenute nel Contratto e di disporre dei mezzi tecnici e finanziari necessari per assolvere agli impegni che ne derivano.

L'Appaltatore dichiara inoltre di aver preso visione dell'area di lavoro e dei disegni di progetto e di essere perfettamente edotto di tutte le condizioni tecniche ed economiche necessarie per una corretta valutazione dell'Appalto.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal codice civile (e non escluse da altre norme del presente capitolato) o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto.

Per quanto non sia in contrasto con le condizioni stabilite dal presente Capitolato e dal contratto, l'esecuzione dell'appalto è soggetta, nell'ordine, all'osservanza delle seguenti disposizioni:

- a) Decreto Legislativo 11 Aprile 2006, n. 166 (come recepita dalla Regione Siciliana)
- b) Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs.106/2006, emanato con D.P.R. 5/10/2010, n. 207 e s.m.i. limitatamente alle parti non abrogate;
- c) Capitolato Generale di Appalto, adottato con D.M. LL.PP. 19 aprile 2000, n. 45;
- d) D.Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.
- e) DPR 207/2010 nelle parti ancora vigenti;
- f) NTC 2018 (DM 17.01.2019) e relativa Circolare Esplicativa (Circ. 21.01.2019, n. 7 C.S.LL.PP);
- g) D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii.;

Dovranno altresì osservarsi o porsi a riferimento:

- h) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari Ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori e/o servizi e forniture;
- i) Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari emanate e vigenti, per i rispettivi ambiti territoriali, nella Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere e/o servizi e forniture oggetto dell'appalto;
- j) Le norme emanate dal C.N.R., le norme U.N.I., le norme C.E.I., le tabelle CEI-UNEL, i testi citati nel presente Capitolato e le determinazioni dell'Autorità di Vigilanza sui Lavori Pubblici.

Per assicurare la tracciabilità dei flussi finanziari e prevenire infiltrazioni criminali l'impresa aggiudicataria ha inoltre l'obbligo, ai sensi dell'art.3 della L. 13 agosto 2010 n°136, di utilizzare conti correnti bancari o postali dedicati anche non in via esclusiva alle commesse pubbliche.

L'impresa aggiudicataria ha l'obbligo di indicare un numero di conto corrente sul quale gli enti appaltanti fanno confluire tutte le somme relative all'appalto, compresi i pagamenti delle retribuzioni al personale da effettuarsi esclusivamente a mezzo di bonifico bancario o postale.

Ai sensi del comma 7 dell'art.3 della L. 136/2010 l'impresa aggiudicataria deve comunicare alla stazione appaltante gli estremi dei C/C dedicati anche in via non esclusiva, entro 7 giorni dalla loro accensione o in caso di c/c. già esistente, dalla loro prima utilizzazione in operazione finanziarie relative ad una commessa pubblica nello stesso termine, le

generalità e il C.F delle persone delegate ad operare su di essi. Il mancato rispetto del suddetto obbligo comporta la risoluzione per inadempimenti contrattuali.

Nell'esecuzione contrattuale l'affidatario dell'appalto è tenuto a rispettare tutte le disposizioni vigenti in materia strutturale anche se emanate successivamente alla partecipazione alla gara.

Art. 3 Indicazione sommaria dei servizi e lavori

I servizi e i lavori occorrenti per l'esecuzione dell'opera indicata all'art. 1 possono così riassumersi:

- indagini strutturali di singoli elementi costruttivi, indagini e prove geologiche e geotecniche, da eseguirsi presso gli edifici con restituzione di laboratorio, produzione di elaborati tecnici di riepilogo, sia grafico che descrittivo.
- lavori finalizzati a mettere a vista le strutture da indagare e di ripristino strutturale e delle finiture delle porzioni di edificio e/o struttura investigate;
- restituzione su supporto CAD e sulle planimetrie fornite dal centro, dei risultati ottenuti, con distinta sistema intelaiato (travi, pilastri, pareti a taglio), di fondazione, di tipo geometrico e quantificazione e disposizione armature.

Servizi e lavori da svolgere nel territorio comunale di Caltanissetta.

È esplicito patto contrattuale che tutti i lavori previsti nel presente appalto debbano essere eseguiti con moderni e perfezionati mezzi meccanici, di tale produttività e numero da assicurare la tempestiva ultimazione dell'opera, eseguita a perfetta regola d'arte, entro il tempo stabilito dal presente Capitolato.

È consentita la lavorazione a mano per quei lavori la cui entità o qualità non consenta l'uso delle macchine. L'appaltatore dovrà detenere idonea attrezzatura mobile (OS20b) per l'esecuzione dei sondaggi geognostici e prove in situ.

Le prove in laboratorio previste dal DM 14.09.2005 devono essere eseguite dai laboratori ufficiali o dai laboratori in concessione di cui all'art.59 del DPR 380/2001.

In particolare:

1. i laboratori ufficiali elencati all'art. 59, comma 1 del DPR 6 giugno 2001, n. 380 s.m.i.
2. i laboratori autorizzati con Decreto del Ministro per le infrastrutture e i trasporti ai sensi e per gli effetti dell'art. 59, comma 2 del citato DPR 6 giugno 2001, n. 380 s.m.i.

I soggetti giuridici suindicati dovranno essere iscritti (in possesso di certificazione) "Circolare 08 settembre 2010, n. 7618 / STC Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce, nei settori: "A" "B" dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture ai sensi del D.M. 14.01.2008".

Art. 4 Forma e ammontare dell'Appalto

L'appalto è per un ammontare globale a base d'asta pari ad € **212.696,02** di cui € 207.607,11 per lavori e servizi a base d'asta e € 5.088,91 per opere provvisoriale di sicurezza.

Con riferimento all'importo dei servizi e dei lavori, la distribuzione relativa alle varie categorie d'indagini da seguire è riassunta nel seguente prospetto:

N°	CATEGORIA	IMPORTI	
PER SERVIZI E LAVORI			
A -	Per indagini geognostiche (categoria OS20-B)	€	34.046,43
B -	Per indagini strutturali (categoria S.03)	€	178.649,59
C -	Oneri della sicurezza inclusi in A e B	€	5.088,91
TOTALE IMPORTO SERVIZI + LAVORI		€	212.696,02

Le cifre del precedente quadro, che indicano gli importi presuntivi delle diverse categorie di lavoro a misura soggetti a ribasso d'asta, potranno variare tanto in più quanto in meno per effetto di variazioni nelle rispettive qualità, e ciò tanto in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni a seguito di modifiche, aggiunte o soppressioni di alcune categorie previste e d'esecuzione di altre non previste.

Ai sensi dell'art. 23 comma 16 del DLgs n. 50/2016, nel testo attualmente vigente, il costo della manodopera ammonta a € **67.087,15** con incidenza della manodopera pari al **38,85 % sull'importo netto** dei lavori, detto importo sarà soggetto a ribasso d'asta.

L'importo d'appalto di cui sopra comprende:

1. **Indagini geognostiche** ricadenti in categoria OS20-B, in quantità e tipologia così come previsto dal computo metrico estimativo, incluso la preparazione nonché l'espletamento di eventuali pratiche amministrative presso gli Enti preposti;
2. **Indagini strutturali, prove in situ e di laboratorio**, ricadenti in categoria S.03, così come previste dal computo metrico estimativo, comunque nella misura tale da raggiungere un livello di conoscenza **LC2**, così come definito nel

D.M. Infrastrutture 17.01.2018 e relativa Circ. Min. n. 7/2019;

- 3. Opere edili di supporto** alle attività necessarie per l'espletamento delle indagini, ricadenti in categoria OG1, in particolare per demolizioni e ripristini dei luoghi e delle strutture a seguito delle prove, in quantità e tipologia così come previsto dal computo metrico estimativo (e già ricomprese nelle singole voci di prezzo);

- 4. Oneri della sicurezza** in quantità e tipologia così come previsto dal computo metrico estimativo.

Indagini che comunque dovranno garantire la caratterizzazione del suolo e modellazione geologica così come definito nel D.M. Infrastrutture 17.01.2018 e relativa Circ. Min. n.7/2019.

È ricompresa in appalto, la restituzione su supporto CAD e sulle planimetrie fornite dal centro, dei risultati ottenuti, con distinta sistema intelaiato (travi, pilastri, pareti a taglio), di fondazione, di tipo geometrico e quantificazione e disposizione armature

Art.4a - Funzioni, compiti e responsabilità del committente

Il Committente è il soggetto per conto del quale viene realizzata l'intera opera, titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto.

Al Committente, fatte salve le attività delegate attraverso la nomina di un Responsabile dei Lavori incaricato ai sensi dell'art. 89 del d.lgs. 81/08 e s.m.i., compete, con le conseguenti responsabilità di:

- nominare il Direttore dei Lavori ed eventuali Assistenti coadiutori;
- nominare il Collaudatore delle opere;
- nominare il Responsabile dei Lavori (nel caso in cui intenda avvalersi di tale figura);
- nominare il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori nei casi previsti dall'art. 90 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.;
- verificare le competenze professionali dei Progettisti, del Direttore dei Lavori ed eventuali coadiutori, dei Collaudatori e dei Coordinatori in fase di Progettazione ed Esecuzione;
- provvedere a comunicare all'Impresa appaltatrice i nominativi dei Coordinatori in materia di sicurezza e salute per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori; tali nominativi sono indicati nel cartello di cantiere;
- sostituire, nei casi in cui lo ritenga necessario, i Coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori;
- chiedere alle imprese esecutrici il certificato di iscrizione alla CCIAA e il DURC, documento unico di regolarità contributiva. Chiede inoltre alle imprese esecutrici una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo applicato ai lavoratori dipendenti;
- chiedere all'Appaltatore di attestare l'idoneità tecnico-professionale delle imprese e dei lavoratori autonomi a cui intende affidare dei lavori in subappalto, esibendo i documenti di cui all'allegato XVII del d.lgs. 81/08 e s.m.i.;
- trasmettere all'organo di vigilanza territorialmente competente la notifica preliminare di cui all'art. 99 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.;
- richiedere a opera ultimata all'Appaltatore la certificazione della corretta posa in opera delle soluzioni tecniche conformi elaborate in sede di progetto al fine del rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici di cui al D.P.C.M. 5 dicembre 1997 e le risultanze delle misure fonometriche effettuate dall'Appaltatore stesso.

Al fine di permettere la pianificazione dell'esecuzione in condizioni di sicurezza dei lavori o delle fasi di lavoro che si devono svolgere simultaneamente o successivamente tra loro, il Committente o il Responsabile dei Lavori prevede nel progetto la durata di tali lavori o fasi di lavoro.

Nel caso in cui il Committente nomini un Responsabile dei Lavori, non viene esonerato dalle responsabilità connesse alla verifica degli adempimenti in materia di igiene e sicurezza. Nello svolgere tali obblighi il Committente deve instaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con il Responsabile dei lavori, l'Appaltatore e i coordinatori per la sicurezza.

Art.4b - Direzione dei lavori

Il Committente dichiara di aver istituito un ufficio di direzione dei lavori per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dell'intervento costituito da un *Direttore dei Lavori* o *Direttore dell'esecuzione del contratto*.

In particolare, il Committente dichiara:

di aver affidato l'incarico della Direzione dell'esecuzione del contratto al dott. Ing. Alfredo Ragolia iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Caltanissetta al n. 1182.

Il Committente dichiara inoltre di riconoscere l'operato della Direzione dell'esecuzione del contratto quale Suo rappresentante, per tutto quanto attiene all'esecuzione dell'Appalto.

Art.4c - Funzioni, compiti e responsabilità del direttore dei lavori

Il *Direttore dell'esecuzione del contratto* è un ausiliario del Committente e ne assume la rappresentanza in un ambito strettamente tecnico vigilando sulla buona esecuzione delle opere e sulla loro corrispondenza al progetto e alle norme contrattuali con funzione, per l'Appaltatore, di interlocutore esclusivo relativamente agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il *Direttore dell'esecuzione* del contratto ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione di quanto svolto

dall'ufficio della direzione dei lavori ed in particolare relativamente alle attività dei suoi assistenti con funzione di Direttore Operativo e di Ispettore di cantiere.

In particolare, il *Direttore dell'esecuzione del contratto* è tenuto a:

- attestare, all'atto dell'inizio dei lavori, la disponibilità delle aree e degli immobili interessati dai lavori, l'assenza di impedimenti sopravvenuti rispetto agli accertamenti effettuati prima dell'approvazione del progetto e la realizzabilità del progetto stesso, anche in relazione alle caratteristiche ambientali e a quanto altro occorre per la corretta esecuzione dei lavori;
- fissare il giorno e il luogo per la consegna dei lavori all'Appaltatore, redigere il verbale di consegna dei lavori e verificarne la rispondenza con l'effettivo stato dei luoghi. Il *Direttore dell'esecuzione del contratto* verifica altresì la rispondenza tra il progetto esecutivo e l'effettivo stato dei luoghi e, in caso di differenze riscontrate, ne riferisce immediatamente al Committente o al Responsabile dei Lavori;
- vigilare perché i lavori siano eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità al progetto, al contratto ed al programma dei lavori, verificandone lo stato e richiamando formalmente l'Appaltatore al rispetto delle disposizioni contrattuali in caso di difformità o negligenza;
- effettuare controlli, quando lo ritenga necessario, sulla quantità e qualità dei materiali impiegati ed approvvigionati, avendone la specifica responsabilità dell'accettazione degli stessi;
- trasmettere tempestivamente, durante il corso dei lavori, ulteriori elementi particolari di progetto necessari al regolare ed ordinato andamento dei lavori;
- dare le necessarie istruzioni nel caso che l'Appaltatore abbia a rilevare omissioni, inesattezze o discordanze nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;
- coordinare l'avanzamento delle opere, la consegna e la posa in opera delle forniture e l'installazione degli impianti affidati dal Committente ad altre Ditte in conformità al programma dei lavori;
- fare osservare, per quanto di sua competenza, le prescrizioni vigenti in materia di costruzioni in conglomerato cementizio armato ed in acciaio;
- ordinare le eventuali sospensioni e riprese dei lavori;
- redigere tutti i documenti di sua competenza in relazione allo svolgimento dei lavori;
- disporre le eventuali variazioni o addizioni al progetto previa approvazione del Committente, vigilare sulla messa in pristino di varianti arbitrarie apportate dall'Appaltatore e sull'attuazione delle variazioni ordinate dal Committente;
- redigere in contraddittorio con l'Appaltatore, il verbale di ultimazione dei lavori ed il verbale di verifica provvisoria dei lavori ultimati;
- redigere la relazione finale sull'andamento dei lavori e sullo stato delle opere, comprendente il giudizio sulle riserve e la proposta di liquidazione;
- svolgere l'alto controllo della contabilizzazione delle opere e redigere i documenti contabili di sua competenza;

Il *Direttore dell'esecuzione del contratto* si assume ogni responsabilità civile e penale per i vizi e le difformità dell'opera derivanti dall'omissione dei doveri di alta sorveglianza dei lavori, funzionali alla realizzazione dell'opera in conformità al progetto.

Art. 4d - Funzioni, compiti e responsabilità del coordinatore in materia di sicurezza per la progettazione

Il Coordinatore della Sicurezza per la Progettazione, designato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori (artt. 91 e 98 d.lgs. 81/08 e s.m.i.), deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 98 dello stesso decreto. Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- la redazione del piano di Sicurezza e Coordinamento ai sensi dell'art. 100 d.lgs. 81/08b e s.m.i.;
- la predisposizione di un fascicolo adattato alle caratteristiche dell'opera con le informazioni utili ai fini della prevenzione e protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, che dovrà essere considerato anche all'atto di eventuali lavori successivi sull'opera.

Art. 4h - Funzioni, compiti e responsabilità del coordinatore in materia di sicurezza per l'esecuzione dei lavori

Il Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, designato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori (art. 90 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.), è il soggetto incaricato dell'esecuzione dei compiti di cui all'art. 92 del d.lgs. 81/08 e s.m.i. e deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 98 dello stesso decreto.

Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- la verifica, tramite opportune azioni di coordinamento e di controllo, dell'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizioni loro pertinenti contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;
- la verifica dell'idoneità del Piano Operativo di Sicurezza, da considerare come piano complementare e di dettaglio del Piano di Sicurezza e Coordinamento assicurandone la coerenza con quest'ultimo e adeguare il Piano di Sicurezza e Coordinamento ed i fascicoli informativi in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, nonché verificare che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi Piani Operativi di Sicurezza;
- l'organizzazione tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi, della cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;
- la verifica di quanto previsto dagli accordi tra le parti sociali al fine di assicurare il coordinamento tra i rappresentanti

- per la sicurezza al fine di migliorare le condizioni di sicurezza nel cantiere;
- segnalare e proporre al Committente od al Responsabile dei Lavori, previa contestazione scritta alle imprese ed ai lavoratori autonomi interessati, in caso di gravi inosservanze delle norme di sicurezza, la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere o la risoluzione del contratto. Qualora il Committente o il Responsabile dei lavori non adotti alcun provvedimento in merito alla segnalazione, senza fornire idonea motivazione, il coordinatore per l'esecuzione provvede a dare comunicazione dell'inadempienza all'ASL territorialmente competente e alla Direzione provinciale del lavoro;
- la sospensione, in caso di pericolo grave ed imminente, delle singole lavorazioni fino alla comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

Nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese, anche non contemporanea, il coordinatore per l'esecuzione, redige anche il piano di Sicurezza e di Coordinamento di cui all'art. 100 d.lgs. 81/08 e s.m.i. e predispone il fascicolo, di cui all'articolo 91, comma 1, lettere a) e b) del d.lgs. 81/08 e s.m.i..

Art. 5 Descrizione del servizio e delle sue fasi

Lo svolgimento dell'incarico sarà articolato, sinteticamente, in *quattro fasi*:

- **Fase 1:** esecuzione di prove in situ sui materiali da costruzione dei fabbricati relativi agli immobili del CEFPAS, esecuzione di prove in situ, esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche sui terreni di fondazione, prospezioni geofisiche, compresa la documentazione fotografica dei vari punti di prova. Prove di carico sui solai. Indagini georadar.
- **Fase 2:** esecuzione ripristini strutturali e delle finiture edili delle aree interessate dalle prove eseguite nella fase 1 interventi, compreso il rinterro delle porzioni di terreno scavate, il ripristino dell'intonaco interno e/o esterno rimosso, il ripristino di tamponature perimetrali o tramezzi interni che dovessero subire danneggiamenti durante le operazioni di prova.
- **Fase 3:** esecuzione prove di laboratorio sui materiali da costruzione e sui campioni di terreno prelevati, con dettaglio dei risultati ottenuti e report puntuale delle caratteristiche di resistenza dei materiali presenti.
- **Fase 4:** redazione del report e dei certificati per ciascuna prova distruttiva e non distruttiva eseguite, le armature rilevate, la geometria degli elementi strutturali investigati, la stratigrafia del solaio e delle tamponature di solaio investigate, piante con l'ubicazione delle prove eseguite, con allegata documentazione fotografica. Restituzione grafica, planoaltimetrica, degli organismi strutturali rilevati mediante cad (formati .dwg e .dxf)

Art. 5.1 Sondaggi geognostici e prove in situ

I macchinari di perforazione devono essere di potenza adeguata ed attrezzati per le prestazioni da eseguire. Qualora l'attrezzatura installata nel cantiere di perforazione non fosse ritenuta idonea allo scopo, la Stazione Appaltante ha facoltà di richiederne l'immediata sostituzione, sospendendo le indagini sino a sostituzione avvenuta, senza che l'impresa possa vantare alcun ulteriore compenso. Le perforazioni dovranno essere eseguite in quei punti preventivamente indicati dalla stazione appaltante, in base al programma di indagine. L'ubicazione dei punti di perforazione sarà fissata dall'Amministrazione appaltante e rimarrà comunque facoltà della stessa variarla in funzione delle maggiori conoscenze che si avranno durante la fase esecutiva delle indagini, senza che l'impresa possa vantare alcun ulteriore compenso. Installazione di macchinari di perforazione in luoghi diversi da quelli concordati comporteranno la reinstallazione dei macchinari ed il riperforamento dei terreni attraversati nel luogo diverso da quello stabilito; ciò senza che l'impresa possa vantare alcun ulteriore compenso. Tutte le attrezzature necessarie per lo svolgimento del programma dovranno necessariamente essere presenti in cantiere dal giorno di inizio delle indagini. Il sondaggio, una volta ultimato, verrà riempito con materiale di risulta, ovvero con miscele cementizie, se esplicitamente richiesto dalla Stazione Appaltante.

Art. 5.2 Sondaggi geotecnici

Le perforazioni finalizzate all'esecuzione di sondaggi geotecnici sono caratterizzate dalle seguenti modalità esecutive:

- carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, al fine di ricostruire il profilo stratigrafico mediante l'esame dei campioni estratti o "carote";
- prelievo di campioni indisturbati di terreno per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche;
- prove in situ per la determinazione delle proprietà geotecniche;
- campionamento e rilievo del livello delle acque superficiali e sotterranee;
- descrizione stratigrafica in chiave geologica e geotecnica;
- annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno.

Il dettaglio delle modalità esecutive, l'ubicazione e la profondità dei singoli sondaggi, le prove di laboratorio sui campioni indisturbati, le prove in situ e le relative quote sono precisate su disposizione della direzione dei lavori, nel programma delle indagini.

Devono in ogni caso essere rispettate le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione emanate con decreto del Ministero dei lavori pubblici dell'11 marzo 1988. Per perforazioni superiori a 30 m dovrà essere compilata, a norma della legge n. 464 del 4 agosto 1984, una dettagliata relazione, corredata dalla relativa documentazione, sui dati geologici e geofisici acquisiti.

Art. 5.3 Pozzetti d'ispezione

Nei punti indicati dalla D.LL. l'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire dei pozzetti di ispezione, a mano o a mezzo attrezzatura meccanica adeguata, per il raggiungimento di profondità fissate dal progetto. Di ciascuno di essi l'Appaltatore dovrà fornire un elaborato con grafici che indichino l'ubicazione, la dimensione planimetrica, la sezione litostratigrafica con le caratteristiche evidenziabili dal riconoscimento macroscopico dei livelli litologici, quali: lo stato di impregnazione idrica, il colore, la degradazione, la consistenza e dovrà approntare l'attrezzatura per il prelievo di campioni cilindrici o cubici.

Sino a quando non sarà intervenuto il sopralluogo della D.LL., l'Appaltatore ha l'obbligo di tenere coperti gli scavi con travate e tavole di legno, e provvedendo alla delimitazione e segnalazione dell'area. Allorquando la D.LL. avrà accertata la buona fattura dello scavo ed effettuato le osservazioni opportune, l'Appaltatore procederà al ricolmamento del cavo.

Art. 5.4 Perforazioni per sondaggi geognostici e pozzi trivellati

L'Appaltatore è tenuto:

1. a non muovere l'attrezzatura dal foro ultimato senza precisa autorizzazione della Direzione dei Lavori ed ogni caso a non rimuoverla dal foro prima che la D.LL. abbia effettuato la misura della profondità di questo;
2. a fornire i canneggianti, gli attrezzi e gli strumenti necessari per la misurazione ed il controllo dei lavori, per studi particolari di dettaglio, per la redazione della contabilità e il successivo collaudo dei lavori;
3. a non approfondire il foro oltre la profondità preventivata senza precisa autorizzazione della D.LL.;
4. ad assumere a proprio carico le spese occorrenti per il prelievo, la spedizione e l'analisi dei materiali e delle terre che, a giudizio della D.LL., debbano essere eseguite da laboratori specializzati;
5. ad osservare le norme in vigore sulla Polizia Mineraria;
6. a provvedere all'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi, nonché l'esecuzione di opere provvisorie per lo scavo e la deviazione preventiva di esse dalla sede di cantiere;
7. a comunicare tempestivamente alla D.LL. lo stato di avanzamento dei sondaggi, precisando: la denominazione del sondaggio o pozzo trivellato e le coordinate di riferimento a due o più capisaldi indicati dalla D.LL. e comunque dovrà essere obbligatoriamente eseguito un rilievo topografico plano-altimetrico georeferenziato di tutti i pozzi e/o sondaggi eseguiti, completo delle relative planimetrie a curve di livello in scala opportuna e perfettamente leggibile; la data di inizio di ogni foro; i diametri del foro; la natura dei successive strati attraversati da ogni singolo foro e riscontrati, precisando tutte le variazioni, anche di pochi centimetri, la costituzione granulometrica e consistenza e le eventuali inclusioni; le eventuali perdite, ove venisse impiegata acqua nella perforazione, l'eventuale venuta d'acqua e tutte le caratteristiche delle falde acquifere incontrate; la profondità raggiunta giornalmente ed a fine foro; tutti i risultati delle prove in situ effettuate in corso di esecuzione; ogni altra indicazione necessaria affinché si abbia una sicura e precisa visione degli strati, della loro natura e della loro reciproca successione e giacitura;
8. a fornire in n°5 copie alla D.LL. i rapportini di perforazione, completi di una breve relazione redatta da un Geologo, comprendente tutti i profili rappresentanti in scala la stratigrafia rilevata nei fori, accompagnandoli con una planimetria, pure in scala.
9. I profili dei fori di sondaggio dovranno essere disegnati su appositi moduli divisi in colonne, nelle quali dovranno essere riportati i seguenti dati: spessore degli strati incontrati con il sondaggio; profondità progressiva; scala grafica; rappresentazione simbolica della natura e dei terreni incontrati; descrizione della natura dei terreni incontrati; diametro del foro; percentuali di carotaggio per ogni strato; livello freatico; grafici prove in foro, ecc.
10. A trasmettere alla D.LL. un rapporto riguardante i campioni, indisturbati ed informi, estratti nelle prese precedenti. Su tale rapporto per ogni campione dovranno essere riportati: la denominazione del foro da cui è stato estratto; la quota del prelievo; le modalità del prelievo; la natura del campione; la data del prelievo; la data di spedizione al laboratorio di prove prescritte;
11. A fornire almeno una fotografia in n°5 copie ciascuna, formato cm 13x18 di ogni zona ove vengono eseguiti i fori (oltre a quelle per ogni singolo sondaggio);
12. A provvedere: alla fornitura delle apposite cassette per la conservazione delle carote estratte mediante i sondaggi ed i necessari sacchetti di plastica; alla spedizione dei campioni ad un laboratorio di prove, secondo le istruzioni che verranno date dalla D.LL.; alla fornitura delle cassette per i campioni cubici, informi o indisturbati.

Art. 5.5 Prove in situ

Le prove in situ sono, in genere, collegate all'esecuzione di sondaggi meccanici del tipo a rotazione. La D.LL., in fase di consegna dei lavori, farà conoscere all'Impresa il programma di massima delle prove in situ, da effettuarsi nei fori di sondaggio e dal piano di campagna. In fase esecutiva, in relazione alle risultanze dei primi sondaggi, la D.LL. disporrà le prove da eseguire ed indicherà le profondità alle quali queste dovranno essere effettuate o, nel caso di prove svincolate dai sondaggi, le profondità da raggiungere.

L'Appaltatore dovrà approntare il materiale, il personale specializzato e la manovalanza per l'esecuzione delle prove secondo le modalità prescritte nel presente capitolato. Le risultanze delle prove in situ faranno parte integrante dei dati litostratigrafici, per cui l'Appaltatore alleggerà questi dati alle colonne stratigrafiche ed alla relazione riepilogativa ed illustrativa redatta da Geologo o da un Ingegnere.

Art. 5.6 Prove di laboratorio

L'Impresa dovrà provvedere al prelievo di campioni indisturbati, alle profondità indicate dalla Direzione dei Lavori. Con le modalità di conservazione prescritte nelle successive sezioni capitolari, l'Appaltatore ha l'obbligo di portare i campioni nei laboratori di analisi geotecniche di gradimento della Direzione dei Lavori. L'Appaltatore consegnerà alla D.LL. gli elaborati delle prove, in n°5 copie, entro i tempi tecnici compatibili con il tipo di prove da effettuare.

Art. 5.7 Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni dovrà essere effettuato con procedure operative e con carotieri adeguati al programma d'indagini previsto in progetto. Per i tratti di sondaggio in cui si richiede la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e la conoscenza delle sole caratteristiche fisiche dei terreni, è consentito il prelievo di campioni disturbati o a disturbo limitato, mediante l'impiego di normali campionatori, da infiggere a percussione o a pressioni, a seconda della natura litologia dei terreni stessi.

Per i tratti in cui, invece, oltre alle caratteristiche suddette, è richiesta la caratterizzazione meccanica, i campioni dovranno essere del tipo indisturbato, e prelevati con campionatori a pistone, infissi a pressione, o a rotazione a doppia parete con scarpa avanzata, a seconda che si tratti di terreni coerenti poco o molto consistenti. I campioni indisturbati dovranno avere dimensioni non inferiori a 80 mm di diametro e 500 mm di lunghezza.

Tutti i campioni prelevati da scavi o da fori di sondaggio, dovranno essere accompagnati da un'etichetta, da applicare al contenitore e non degradabile per umidità, in cui vengono indicati: committente, cantiere, scavo o foro, numero d'ordine del campione, profondità, orientamento e data di prelievo. Il prelievo di qualsiasi tipo di campione verrà compensato con l'applicazione del relativo prezzo d'elenco. Il prezzo comprende tutti gli oneri necessari all'estrazione e conservazione dei campioni, anche se qui non specificati, ed in particolare l'estrazione del campione, la fornitura dell'astuccio metallico necessario, perfettamente confezionato, la perfetta paraffinatura e sigillatura dell'astuccio e la conservazione del campione nell'astuccio. La successiva spedizione al laboratorio sarà effettuata a cura dell'Impresa.

Art. 5.8 Cassette

In fase d'esecuzione dei sondaggi diretti, le cassette per la conservazione della campionatura dovranno essere pronte in cantiere prima dei lavori. Esse dovranno essere costruite a regola d'arte e munite di coperchio e dovranno contenere l'intera campionatura dei sondaggi.

Ogni cassetta dovrà essere segnata sull'esterno del coperchio con il numero d'ordine del sondaggio e con le quote di prelievo cui il contenuto si riferisce, ed inoltre, dovrà essere divisa in scomparti di dimensioni opportune, tali che ognuno contenga una sola pila di campioni. All'inizio ed alla fine di ogni scomparto dovrà essere segnata la quota di prelievo della sezione del campione vicino.

Inoltre, se nella successione dei campioni dovesse manifestarsi una sensibile variazione della natura delle rocce costituenti, dovrà essere segnata, su apposito tassello di legno interposto, la quota in cui nel sondaggio è riscontrata tale variazione

Art. 5.9 Prove di compressione su carote di calcestruzzo

Le modalità di estrazione di carote sono riportate dalle UNI EN 12504-1, la quale prescrive che il diametro della carota estratta sia almeno pari a 3 volte il diametro massimo dell'aggregato.

L'operazione di carotaggio deve essere eseguita in modo tale da non compromettere i risultati della prova di compressione. A tal fine la norma prescrive di:

- utilizzare punte perfettamente cilindriche e ben affilate;
- fissare rigidamente la carotatrice evitando qualunque vibrazione;
- utilizzare abbondantemente l'acqua di raffreddamento.

È inoltre importante che la carota sia estratta:

- da una zona a bassa o nulla presenza di armature;
- lontano da giunti, nodi strutturali o altri punti singolari;
- lontano dagli spigoli;
- lontano dalle parti sommitali dei getti.

Art. 5.10 Prova di trazione su barre di acciaio

I campioni per effettuare la prova, devono essere prelevati e preparati conformemente alle prescrizioni delle norme europee relative ai diversi materiali e alle sezioni dei pezzi che si andranno a testare.

La norma UNI 551-61 indica come ricavare le provette dal materiale da esaminare. La UNI EN ISO 15630-1 indica descrive i metodi di prova sulle barre di acciaio. Il materiale da esaminare e la preparazione del campione devono avvenire in modo da non alterare le caratteristiche del materiale. Di regola il campione è ottenuto mediante lavorazione meccanica a freddo di un saggio prelevato da un prodotto colato, evitando che il materiale subisca riscaldamenti o incrudimenti, che modificherebbero le proprietà meccaniche originarie. Le provette lavorate non devono presentare tracce di utensile e rigature in quanto, per l'effetto intaglio, abbasserebbero i valori delle caratteristiche meccaniche.

Art. 5.11 Prova con martinetto piatto doppio sulla muratura (laddove richiesto dalla Direzione dei Lavori a tergo di preventivazione)

Per l'esecuzione della prova è richiesta la seguente strumentazione:

- Attrezzatura per eseguire il taglio: può essere un trapano a basso numero di giri, in modo da tagliare materiali soffici come la malta, nei giunti regolari, o una sega semicircolare con disco eccentrico nel caso in cui il taglio venga eseguito in murature di pietra a giunti irregolari;
- Aspirapolvere, spazzole ed altri utensili per pulire il taglio e rimuovere eventuali detriti;
- Martinetto piatto.

Il martinetto piatto deve avere uno spessore tale da poter essere inserito nel taglio o in un giunto di malta ripulito. Il martinetto piatto di metallo generalmente usato è costituito da un foglio di lamiera piegato a tasca e saldato su tre lati, che può essere gonfiato con olio, o altri fluidi previsti dal produttore della strumentazione, a pressione con un sistema di ingresso e uscita del fluido. Esso può avere varie forme compatibili con la muratura che deve essere provata. I martinetti piatti devono essere tutti calibrati per determinare le loro caratteristiche di corrispondenza: pressione- carico applicato. Al martinetto piatto vanno aggiunti spessori in acciaio della stessa forma da inserire nel taglio sopra o sotto il martinetto stesso, in modo da proteggere le superfici del martinetto da danni dovuti a vuoti o a superfici ruvide, ed impedire un eccessivo rigonfiamento del martinetto.

Il taglio può essere eseguito per la muratura di mattoni o per murature con giunti regolari in corrispondenza di un giunto di malta, con un trapano a basso numero di giri, ripulendo il giunto tagliato con la rimozione di tutta la malta e la polvere in modo che il martinetto sia direttamente a contatto con le superfici del taglio. Nel caso di muratura in pietra irregolare il taglio si deve eseguire anche nella pietra in modo che sia perfettamente orizzontale. successivamente il taglio dovrà essere ripulito.

I tagli devono essere paralleli ed allineati in verticale e distanti non più di 1,5 volte la lunghezza dei martinetti.

La procedura è effettuata seguendo le seguenti fasi:

1. Scegliere una zona di muratura che sia sufficientemente rappresentativa. Collocare i punti di misura, incollare le basette in metallo. La localizzazione e il tipo di strumentazione devono essere scelti per misurare le deformazioni su una lunghezza pari al 75-90 % della distanza compresa tra i martinetti. Le misure devono essere prese in più punti ed eventualmente mediate. Si raccomandano 4 punti di misura verticali ed uno orizzontale. Il primo e l'ultimo punto di misura verticale devono essere localizzati ad una distanza pari ad almeno $A/8$ dove A è la lunghezza del martinetto.
2. Si esegue quindi il taglio cercando di non disturbare la muratura circostante. I tagli devono essere paralleli, allineati in verticale e separati almeno da 5 corsi nel caso le altezze degli elementi componenti la muratura siano minori di 100 mm (murature in laterizi) o 3 corsi per altezze maggiori (murature in pietra). In ogni caso, la distanza tra i tagli deve essere compresa tra la lunghezza A del martinetto e $1,5 \cdot A$, ma non essere minore di 2,0 volte la dimensione media in direzione B del martinetto.
3. Si calcola l'area del taglio, misurando la larghezza e la profondità in vari punti (ogni 10-20mm).
4. Si inseriscono i martinetti ed eventualmente si inseriscono anche gli spessori in modo da regolarizzare i vuoti e le irregolarità interne.
5. Dopo aver preso le misure di partenza, la pressione è incrementata a passi pari a circa il 10% della pressione massima attesa e le deformazioni sono misurate dopo una breve pausa di assestamento ad ogni passo. Ad ogni incremento, si devono registrare sia la pressione dei martinetti che le deformazioni. Il rapporto tra l'incremento di pressione (dp) e l'incremento della deformazione (dem), deve essere accuratamente controllato in modo da interrompere la prova quando improvvisamente diminuisce, per non danneggiare la muratura. Un ulteriore controllo riguarda la deformazione orizzontale, il cui repentino incremento potrebbe indicare la propagazione di una fessurazione.
6. È consigliabile eseguire scarichi ad ogni passo, almeno fino a superare il valore di inizio del comportamento lineare.
7. Scaricare e rimuovere delicatamente il martinetto e chiudere il taglio con una malta appropriata che non si ritiri.

Art. 6 Opere escluse dall'appalto

Restano escluse dall'appalto le seguenti indagini o lavori integrativi che l'Amministrazione si riserva di affidare diversamente, senza che l'Appaltatore possa sollevare eccezioni o pretesa alcuna o richiedere particolari compensi: **NESSUNA ESCLUSIONE**

Art. 7 Condizioni di appalto

Per il fatto di accettare l'esecuzione dei lavori sopra descritti l'Appaltatore ammette e riconosce pienamente:

- a) di avere preso conoscenza delle indagini da eseguire, delle condizioni tutte del Capitolato Speciale e delle condizioni locali;
- b) di avere visitato le località interessate dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, e le condizioni del suolo su cui dovranno eseguirsi le indagini;
- c) di avere attentamente vagliato tutte le circostanze generali di tempo, di luogo e contrattuali relative all'appalto stesso ed ogni o qualsiasi possibilità contingente che possa influire sull'esecuzione delle indagini;
- d) di avere esaminato il progetto dettagliatamente;
- e) di avere giudicato, nell'effettuare l'offerta, i prezzi equi e remunerativi anche in considerazione degli elementi che influiscono sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti, delle opere di sicurezza ed attrezzature.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerati, a meno che tali nuovi elementi appartengano alla categoria delle cause di forza maggiore contemplate dal Codice Civile e non escluse da altre norme del presente capitolato o che si

riferiscano a condizioni soggette a revisioni per esplicita dichiarazione del presente capitolato speciale d'appalto.

Art. 8 Eccezioni dell'appaltatore

Nel caso in cui l'Appaltatore ritenga che le disposizioni impartite dalla D.LL. siano difformi dai patti contrattuali o che le modalità esecutive e gli oneri connessi all'esecuzione dei lavori siano più gravosi di quelli previsti nel presente capitolato, e tali da richiedere la formazione di un nuovo prezzo o la corresponsione di un particolare compenso, egli dovrà rappresentare le proprie eccezioni prima di dar corso all'ordine di servizio con il quale tali lavori siano stati disposti. Resta comunque stabilito che non saranno accolte richieste postume e che le eventuali riserve s'intenderanno prive di qualsiasi efficacia.

Art. 9 Predisposizione degli elaborati finali

Tutta la documentazione progettuale dovrà essere prodotta in forma cartacea (almeno 3 copie) e su supporto magnetico-ottico.

Tutti i files dovranno essere nei formati editabili compatibili con i software in uso degli uffici dell'Amministrazione (AutoCad, Microsoft Word ed Excel, ecc..), ed in formato di stampa pdf.

Art. 10 Immobili oggetto di verifica

Gli immobili oggetti di verifica sono costituiti dai "padiglioni" in numero pari a 14 presenti presso la Cittadella del CEFPAS, in uno all'ex casa per ferie e struttura alberghiera, alla palestra, così come descritto in Relazione Tecnica.

Art. 11 Durata dell'appalto

L'esecuzione delle prestazioni previste in appalto avrà la durata massima di 60 gg, con decorrenza dalla data di consegna del servizio.

Art. 12 Documentazione tecnica resa disponibile dal committente

L'indisponibilità di informazioni o la presenza di eventuali inesattezze negli elaborati e/o documentazioni messe a disposizione da parte del Committente non potrà in ogni caso costituire motivo per l'Affidatario di chiedere indennizzi o maggiorazioni del compenso contrattualmente pattuito.

Art. 13 Obblighi dell'affidatario

L'Affidatario ha l'obbligo di:

- eseguire i necessari sopralluoghi, rilievi e verifiche dei punti di prova;
- partecipare ad eventuali incontri di discussione circa le problematiche inerenti le verifiche tecniche convocati dal Direttore dell'esecuzione del contratto e/o dal RUP;
- rendersi disponibile a produrre, previa richiesta del Direttore dell'esecuzione del contratto, gli elaborati redatti o in corso di redazione sia in formato pdf, doc e/o dwg, nonché a partecipare agli incontri di verifica intermedia del regolare svolgimento del contratto che il Responsabile del Procedimento riterrà necessari al fine dell'ottenimento del miglior risultato;
- comunicare alla Direzione dei Lavori, prima dell'inizio dei lavori ed a mezzo lettera raccomandata, il nominativo ed il recapito del Capocantiere, specificando in tale lettera che "sono a tale nominativo conferiti i pieni poteri per quanto riguarda le comunicazioni relative all'andamento ed alle caratteristiche di esecuzione dei lavori, segnatamente per quelle contenute nei bollettini settimanali e nei rapportini". Detto rappresentante dovrà essere autorizzato, su richiesta della D.LL., a fare allontanare dalla zona delle indagini gli operai di non gradimento dell'Amministrazione appaltante o che stessero in contrasto con quanto dettato dal Decreto Legge 06.02.1982 n° 629, e successive modifiche ed integrazioni;
- conseguire a propria cura e spesa tutti i permessi e le licenze necessarie, nonché le autorizzazioni da parte di Enti pubblici o privati per l'accesso e l'occupazione delle aree di loro proprietà;
- provvedere a sua cura e spesa ad ogni occupazione temporanea sia delle aree direttamente interessate dai lavori (superfici di piazzole, di scavi, ecc.) sia delle aree adiacenti ed indirettamente interessate, e delle vie di accesso e delle aree di servizio (stradelle, vaschette, baracche, basi di pompe, tracciati di tubazioni);
- presentare alla D.LL. le polizze d'assicurazione sugli infortuni, nonché la prova di essere in regola con gli Istituti Assicurativi. In inadempienza non si darà luogo all'emissione di alcun certificato di pagamento;
- mettere a disposizione tutti gli attrezzi, mezzi e strumenti tecnici (ivi compresi tacheometro, livello, stadia, prisma, tutti di tipo moderno) nonché il personale d'ordine e tecnico necessari per le operazioni di consegna, verifica, misurazioni, rilevamenti e collaudo;
- curare la manutenzione delle vie e dei passaggi, anche privati, che fossero interessati dai lavori da eseguire;
- curare le segnalazioni diurne e notturne mediante appositi cartelli e fanali nei tratti interessati dai lavori ove abbia a svolgersi il traffico e ciò secondo le particolari disposizioni indicate dal nuovo codice stradale approvato con D.P.R. n° 193 del 15 luglio 1959 e relativo regolamento approvato con D.P.R. del 30 giugno 1956;

- provvedere a sua cura e spesa alla custodia del cantiere;
- fornire i mezzi di trasporto (automezzi e cavalcature) per i sopralluoghi ai lavori sia a scopo di studio che per l'esecuzione ed il controllo di misure, o per l'esame dei risultati raggiunti dalle indagini tanto per il personale della D.LL. quanto per i consulenti di questa;
- provvedere all'opportuna recinzione e segnalazione di tutte le superfici interessate dai lavori, cui, per il pericolo di franamenti o per la presenza di scavi, potrebbe essere pericolo l'avvicinarsi;
- curare in modo particolare l'armatura di tutti i cavi di qualunque genere e di qualunque sito, in modo che sia evitato il pericolo di franamenti;
- adottare nell'esecuzione di tutti i lavori i procedimenti e le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone comunque addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni ricadrà pertanto sull'Impresa, restandone sollevata l'Amministrazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza;
- assumere a proprio carico le spese per l'approntamento, la custodia e la pulizia dell'ufficio e del laboratorio, che la Direzione ritenga necessario istituire in cantiere, ed i salari e contributi assicurativi del personale addetto al laboratorio e del personale ausiliario d'ufficio, nonché le spese dei grafici, disegni, pubblicazioni, relative all'opera oggetto dell'appalto;
- eseguire lo smacchiamento, il taglio degli alberi e siepi e l'estirpazione delle ceppaie;
- consegnare all'Amministrazione appaltante qualunque reperto di valore storico od archeologico che fosse rinvenuto durante la campagna di sondaggi;
- accertare che nel sottosuolo interessato dalle indagini non siano presenti impianti idrici, elettrici e tecnologici in genere. La loro eventuale presenza imporrà all'Appaltante l'obbligo di mantenerli in perfetta efficienza e, pertanto, sarà a suo carico l'onere di ripristinarli.

Lo stato di avanzamento del programma di indagini e della progettazione a tutti i livelli verrà esaminato con una frequenza stabilita dal RUP, mediante riunioni congiunte, da tenersi presso la sede dell'Amministrazione, appositamente convocate dal RUP.

L'Aggiudicatario non potrà chiedere ulteriore compenso per la partecipazione a dette riunioni e per tutti gli oneri ad esse connesse.

La partecipazione a tali riunioni non solleva in alcun modo l'Aggiudicatario dalle integrazioni e revisioni derivanti dalla verifica della progettazione.

Restano a carico dell'Aggiudicatario, senza nessun onere per l'Amministrazione, tutte le modifiche che si renderanno necessarie per la conclusione di tale verifica.

L'Aggiudicatario dovrà rendersi disponibile a confronti periodici, secondo le modalità che verranno stabilite, anche in accordo con il RUP, senza che ciò comporti maggiori oneri per l'Amministrazione.

Si richiama l'attenzione sul fatto che negli edifici oggetto di verifica dovranno continuare a svolgersi le ordinarie attività cui sono destinati e quindi, le altre attività contrattuali dovranno essere preceduti da un programma approvato anche dal conduttore dell'edificio e svolte con modalità compatibili con il proseguimento della normale attività degli occupanti.

A garanzia dell'esigenza di riservatezza delle attività svolte presso gli immobili oggetto di verifica, l'Affidatario si obbliga a fornire i nominativi di tutto il personale, (professionisti, operai, collaboratori, ecc.) che a vario titolo avrà accesso presso i medesimi.

Nell'ipotesi in cui l'appaltatore affidi in subappalto parte delle prestazioni di cui al presente contratto, lo stesso è obbligato a fornire, altresì, i nominativi del personale del subappaltatore che avrà accesso presso i suddetti immobili.

Art. 14 Proprietà degli elaborati prodotti

Gli elaborati prodotti resteranno di proprietà piena ed assoluta dell'Amministrazione che potrà, a suo insindacabile giudizio, stabilirne le modalità ed i tempi di utilizzo.

Che si riserva di utilizzare tali elaborati nel modo e con i mezzi che riterrà più opportuni per altri scopi istituzionali, anche modificandoli, senza che possano essere sollevate eccezioni di sorta.

Art. 15 Modifiche del contratto durante il periodo di efficacia

Ai sensi dell'art. 106, comma 12, del D.Lgs 50/2016 la stazione appaltante, nel caso in cui in corso di esecuzione si renda necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza del quinto dell'importo del contratto, può imporre all'appaltatore l'esecuzione alle stesse condizioni previste nel contratto originario. In tal caso l'appaltatore non può far valere il diritto alla risoluzione del contratto e la perizia di variante o suppletiva è accompagnata da un atto di sottomissione che l'esecutore è tenuto a sottoscrivere in segno di accettazione o di motivato dissenso.

È fatta salva la facoltà della stazione appaltante di procedere a modifiche del contratto, ove si verificasse una delle ulteriori ipotesi previste dall'articolo 106 del codice e alle condizioni ivi prescritte.

Art. 16 Direttore dell'esecuzione del contratto

L'Amministrazione designerà al proprio interno un *Direttore dell'esecuzione del contratto* ai sensi dell'articolo 101 del "nuovo codice", incaricato di effettuare le verifiche di conformità, che si occuperà anche del controllo dei lavori in qualità

di Direttore dei Lavori.

L'Amministrazione ha la facoltà di designare Direttori Operativi collaboratori dell'ufficio di Direzione Lavori / di esecuzione del contratto.

Art. 17 Verifiche di conformità e pagamenti

Le prestazioni oggetto del presente capitolato sono soggette alle verifiche di conformità di cui all'art. 102 del "nuovo codice" al fine di accertarne la regolare esecuzione.

Le attività di verifica di conformità sono dirette a certificare che le prestazioni contrattuali siano state eseguite a regola d'arte sotto il profilo tecnico e funzionale, in conformità e nel rispetto delle condizioni, modalità, termini e prescrizioni del capitolato, nonché nel rispetto delle leggi di settore.

Ai fini della verifica di conformità si procederà a controlli e verifiche in contraddittorio con l'Affidatario.

Per gli immobili oggetto di intervento, si intendono maturate le spettanze secondo le seguenti fasi:

Anticipazione pari al 20 % dell'importo complessivo dei lavori.

Pagamento dei servizi relativi alle indagini strutturali e geognostiche e prove di laboratorio relativi al singolo fabbricato, dopo la consegna dei certificati e la predisposizione verbale di verifica di conformità in corso di esecuzione del Direttore dei lavori.

Il Direttore dell'esecuzione rilascia il certificato di verifica di conformità quando risulti che l'esecutore abbia completamente e regolarmente eseguito le prestazioni contrattuali e le prescrizioni eventualmente impartite.

In caso di esito negativo delle verifiche, potrà dichiarare risolto il contratto, ai sensi dell'art. 1456 c.c., fermo restando il diritto di far eseguire in tutto o in parte il servizio a terzi in danno dell'Affidatario ai sensi del successivo art. 19, e il diritto al risarcimento di tutti i danni subiti.

Successivamente all'emissione dell'ultimo certificato di verifica di conformità, si procede al pagamento del saldo delle prestazioni eseguite e allo svincolo della cauzione prestata dall'esecutore a garanzia del mancato o inesatto adempimento delle obbligazioni contrattuali.

Art. 18 Obblighi nei confronti dei lavoratori

L'Affidatario sarà obbligato all'osservanza di tutte le disposizioni legislative e regolamentari concernenti la contribuzione e le assicurazioni sociali vigenti, in quanto applicabili. Qualora a carico dell'Affidatario risulti, durante la vigenza contrattuale, una situazione di non correttezza contributiva previdenziale, il pagamento dei corrispettivi dovuti sarà effettuato dall'Amministrazione nel rispetto della normativa vigente.

L'Affidatario dovrà osservare le disposizioni di cui al D. Lgs. n. 81 del 2008 e s.m.i. in tema di miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro con particolare riferimento a quelle riguardanti i rischi da interferenza.

Art. 19 Garanzia e coperture assicurative

Art. 19.1. Cauzione provvisoria

L'offerta da presentare per l'affidamento dell'appalto sarà corredata da una cauzione provvisoria pari al 2% dell'importo dei lavori ⁽¹⁾, da prestarsi anche mediante fideiussione bancaria od assicurativa ⁽²⁾ o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'articolo 107 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie, a ciò autorizzati dal Ministero del tesoro, del bilancio e della programmazione economica, e dall'impegno del fideiussore a rilasciare la garanzia definitiva qualora l'offerente risultasse aggiudicatario.

La cauzione sarà svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto. Ai non aggiudicatari la cauzione sarà restituita entro trenta giorni dall'aggiudicazione.

Art. 19.2. Cauzione definitiva

L'Appaltatore per la sottoscrizione del contratto deve costituire una garanzia, denominata "garanzia definitiva" sotto forma fideiussione bancaria o assicurativa rilasciata dai soggetti di cui all'articolo 93, comma 3 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i, nella misura prevista al comma 1 dell'art. 103 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.

La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'Appaltatore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'Appaltatore. La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di verifica di conformità. La stazione appaltante può richiedere al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'Appaltatore.

1 Per le imprese alle quali venga rilasciata da organismi accreditati, ai sensi delle norme UNI CEI EN 45000, la certificazione di sistema di qualità conforme alle norme della serie UNI EN ISO 9000, ovvero la dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema, la cauzione è ridotta al 50%.

2 La fideiussione bancaria od assicurativa, provvisoria o definitiva che sia, dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante. La cauzione provvisoria, in particolare, prestata a mezzo fideiussione, dovrà prevedere per la stessa una validità di almeno 180 giorni dalla data di presentazione dell'offerta.

Alla garanzia di cui al presente articolo si applicano le riduzioni previste dall'articolo 93, comma 7, del D.Lgs. 50/2016 per la garanzia provvisoria.

La stazione appaltante ha il diritto di valersi della cauzione, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dell'appalto nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'Appaltatore e ha il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'Appaltatore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere o nei luoghi dove viene prestato il servizio.

La garanzia prevede espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta dell'Istituto.

La garanzia è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo dell'80 per cento dell'iniziale importo garantito.

L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione, o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione del servizio risultante dal relativo certificato. Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta della stazione appaltante, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'Appaltatore, degli stati di avanzamento o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. Sono nulle le pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

ART. 19.3. Garanzia e rata di saldo

Ai sensi dell'art. 103 comma 6 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i, il pagamento della rata di saldo è subordinato alla costituzione di una garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa pari all'importo della medesima rata di saldo maggiorato del tasso di interesse legale applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di collaudo e la definitività dello stesso.

ART. 19.4 Coperture assicurative – polizza rischi di esecuzione

L'Appaltatore è obbligato a costituire e consegnare alla stazione appaltante almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori anche una **polizza assicurativa che tenga indenne la stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione, per danni o distruzione, totale o parziale di impianti ed opere**, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione delle indagini, da qualsiasi causa determinati, anche da incendio, salvo quelli derivanti, azione di terzi o cause di forza maggiore e **che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione del servizio**, comprensiva di danni a cose dovuti a rimozione o franamento o cedimento del terreno di basi di appoggio o di sostegni in genere, allagamenti, sversamenti, infiltrazioni, ecc. sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio. La polizza di assicurazione deve essere stipulata nella forma "Contractors All Risks" (CAR) in conformità allo Schema Tipo 2.3 ed alle Schede Tecniche 2.3 e 2.3-bis (appendice di proroga e aggiornamento somma assicurata), allegate al DM AP del 12/3/2004 n. 123, con le seguenti somme assicurate e i seguenti massimali:

Sezione "A" – Somme assicurate alla stipula: importo totale contrattuale relativo alla componente lavori (€ 456.014,88) al netto del ribasso d'asta

Sezione "B" – massimale/sinistro alla stipula: 5% dell'importo totale contrattuale, nel rispetto del minimo e massimo previsto dalla normativa.

La polizza con le relative somme assicurate e massimali deve essere acquisita dalla stazione appaltante prima della stipula del contratto di appalto per una verifica della conformità alla normativa di riferimento.

La copertura assicurativa decorrerà dalla **data d'inizio effettivo del servizio e cesserà alla data di emissione del certificato di verifica di conformità.**

L'Appaltatore è tenuto ad aggiornare la somma assicurata inserendo gli importi relativi alle perizie suppletive e/o compensi per servizi aggiuntivi.

La garanzia sopra indicata prestata dall'Appaltatore copre, senza alcuna riserva, anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici.

Art. 20 Contabilizzazione e liquidazione delle prestazioni

Il corrispettivo è valutato a misura ed è comprensivo di qualsiasi onere, esso si intende fisso ed invariabile per tutta la durata del contratto.

I pagamenti sono disposti, previo accertamento da parte del Direttore dell'esecuzione del contratto, all'avvenuto completamento di tutte le attività riguardanti, rispettivamente, ciascun corpo di fabbrica, al netto del ribasso d'asta e delle ritenute di garanzia previste per legge, comprese quelle previste a tutela dei lavoratori di cui all'art. 30, comma 5 e 6, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. e comunque al raggiungimento di un importo pari al 30% di quello contrattuale.

Il pagamento di ciascuna rata è subordinato all'emissione del certificato di verifica di conformità in corso d'opera di cui al precedente articolo 14 ed ai sensi dell'art. 102 c.4.

Ciascun pagamento progressivo deve essere fatturato al netto delle ritenute di garanzia pari allo 0,50%. In occasione dell'ultima fattura verrà fatturato anche l'importo complessivo di tutte le trattenute di garanzia operate nel corso della vigenza contrattuale.

Le ritenute di garanzia di cui all'art. 30, comma 5, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., saranno svincolate solo in sede di liquidazione del saldo finale, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva, entro 30 giorni dalla richiesta del Responsabile del procedimento.

Ai sensi dell'art. 200 del DPR 207/2010, il conto finale verrà compilato dal Direttore dell'Esecuzione entro tre mesi dalla data di ultimazione del servizio, risultante dal relativo certificato, e sarà inviato al Responsabile del procedimento insieme alla propria relazione ed alla documentazione concernente l'appalto.

Il Responsabile del procedimento, esaminati i documenti, inviterà l'Appaltatore a sottoscrivere il conto finale entro 30 giorni dalla comunicazione.

La corresponsione del saldo ha luogo a seguito della emissione dell'ultima verifica di conformità che attesta la regolare esecuzione del servizio e dei lavori nel suo complesso.

Il pagamento delle fatture sarà effettuato esclusivamente mediante bonifico bancario o postale con accredito sul conto corrente dedicato, ai sensi dell'art. 3 comma 1 della Legge 13 agosto 2010 n. 136, indicato dall'Affidatario prima della stipula del contratto, comprese le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare su di esso, dietro presentazione di regolare fattura.

Ai sensi del d.m. n. 55 del 3 aprile 2013 e dell'art. 1, commi da 209 a 213 della l. 224/2007 – “Disposizioni in materia di fatturazione elettronica verso le Pubbliche Amministrazioni”, l'Appaltatore ha l'obbligo di produrre le fatture in formato elettronico e di trasmetterle tramite il Sistema di Interscambio (SdI), con le modalità che saranno esplicitate nel contratto. L'eventuale sostituzione della persona rappresentante l'Affidatario e di quella autorizzata a riscuotere e quietanzare, nonché ogni variazione in merito al conto corrente, rispetto alle relative indicazioni contenute nel contratto, devono essere notificate alla stazione appaltante entro 7 gg. dall'avvenuta variazione, inviando, se necessario, la dovuta documentazione. L'Affidatario assume tutti gli obblighi relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari di cui agli artt. 3 e ss. della legge 13 agosto 2010 n. 136.

I pagamenti di importi superiori ad € 10.000,00 sono subordinati alle verifiche previste ai sensi dell'art. 48 bis del DPR. N. 602/1973 e di DM 18.01.2008 n. 40 (regolamento di attuazione).

Sull'importo del corrispettivo spettante all'Affidatario sarà operata la detrazione delle somme eventualmente dovute a titolo di penale per inadempienze ovvero per ogni altro indennizzo o rimborso contrattualmente previsto.

Art. 21 Termini di pagamento degli acconti e del saldo, ritardi

I termini per i pagamenti in acconto e della rata di saldo dovranno essere:

- Per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo di appalto, non superiore a **45 giorni** a decorrere dalla maturazione di ogni acconto, a norma dell'art. 194 del DPR 207/2010 ed ai sensi del precedente art.18.
- Per il pagamento della rata di saldo, di svincolo della cauzione definitiva e di ogni altra ritenuta di garanzia prevista dalla normativa vigente di cui all'art.14 del presente capitolato, entro **90 giorni** dall'emissione del certificato di verifica di conformità ai sensi dell'art. 102, comma 4, del D.Lgs 50/2016 e del precedente art. 18, ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'Appaltatore, fermi restando gli adempimenti previsti dagli artt. 30 e 103 del D.Lgs 50/2016.

Il termine per disporre il pagamento degli importi dovuti a seguito dell'emissione della fattura in base ai certificati di pagamento non può superare i **30 giorni** a decorrere dalla data di emissione della fattura, per i ritardi nei pagamenti, per causa dell'amministrazione, si applicano le disposizioni di cui al D.Lgs. 192/2012.

Ai sensi del D.M. 55/2013 “Regolamento in materia di emissione, trasmissione e ricevimento della fattura elettronica da applicarsi alle amministrazioni pubbliche ai sensi dell'articolo 1, commi da 209 a 213, della legge 24 dicembre 2007, n. 244” l'emissione di fatture nei confronti dell'amministrazione dovrà essere effettuato unicamente sotto forma elettronica, tramite il Sistema di Interscambio.

A tal fine, in sede di stipula del contratto, verranno rilasciati appositi codici e procedure, per l'emissione delle fatture in formato elettronico.

Art. 22 Tempo utile per l'ultimazione delle indagini

Il tempo utile per ultimare i lavori e i servizi indicati nell'ordine di servizio sarà di 60 giorni naturali e consecutivi, a meno di variazioni comunicate nell'ordine di servizio. La decorrenza dei termini può essere interrotta da parte

dell'Amministrazione Comunale, previa accettazione della Ditta, qualora si rendessero necessari ulteriori approfondimenti o per esigenze sopravvenute. Per esigenze e circostanze speciali è ammessa la sospensione dei lavori secondo gli articoli 158 e 159 DPR 207/2010.

Art. 23 Penali per ritardi

In caso di **ritardo nell'ultimazione delle attività** in appalto, salvo per motivi non imputabili all'Appaltatore, saranno applicate penali giornaliere dell'**1,0% (uno per mille)** dell'importo di contratto.

La penale è comminata dal Responsabile del procedimento sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore dell'Esecuzione.

Resta impregiudicata la responsabilità dell'Appaltatore anche in ordine al risarcimento dei danni che si dovessero verificare a seguito dell'inerzia dello stesso.

Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in corrispondenza dell'emissione del certificato di pagamento successivo al termine di ciascuna fase.

Qualora l'importo delle penali, in ragione dei giorni di ritardo accumulati, superasse il 10% dell'importo netto contrattuale, e qualora le inadempienze permanessero, nonostante le prescrizioni impartite ed i tempi assegnati dal Direttore dell'Esecuzione, l'Istituto, su proposta del Responsabile del procedimento, può procedere alla risoluzione del contratto nei modi e termini stabiliti dall'art. 108 del D.Lgs 50/2016.

Resta comunque impregiudicata la responsabilità dell'Appaltatore anche in ordine al risarcimento dei danni che si dovessero verificare a seguito dell'inerzia dello stesso.

Art. 24 Proroga

L'Appaltatore, nel caso che per motivi ad esso non imputabili, riconosca di non potere dare ultimate le indagini entro il termine fissato con il presente capitolato, con domanda di proroga fatta pervenire all'Amministrazione entro la scadenza del termine anzidetto può chiedere lo spostamento del termine di ultimazione dei lavori.

Le proroghe richieste per motivi non riconducibili a provvedimenti disposti dall'Amministrazione Appaltante od a causa di forza maggiore derivanti da eventi non prevedibili, non comporteranno revisione prezzi.

Art. 25 Esecuzione in danno

Qualora l'Affidatario rifiutasse o ritardasse l'esecuzione degli ordini di servizio del Direttore dell'esecuzione del contratto o del RUP, si procederà ad affidare lo stesso a terzi in danno dell'Affidatario inadempiente.

A quest'ultimo sono addebitate anche le eventuali maggiori spese sostenute dalla stazione appaltante rispetto a quelle previste dal contratto.

Esse sono prelevate dal deposito cauzionale e, ove questo non sia sufficiente, da eventuali crediti dell'Affidatario, senza pregiudizio dei diritti sui beni dello stesso.

Nel caso di minore spesa, nulla compete all'Affidatario inadempiente.

L'esecuzione in danno non esime l'Affidatario dalle responsabilità civili e penali in cui lo stesso possa incorrere.

Art. 26 Subappalto, somministrazione ed intermediazione di mano d'opera

In materia di subappalto si applicano integralmente le disposizioni di cui all'art. 105 del D.Lgs.50/2016 così come modificato dal D.Lgs n. 56/2017, e secondo le modificazioni ed integrazioni apportate dal D.Lgs. 76/2020, convertito in Legge n. 120/2020, nel testo coordinato con il D.Lgs. 77/2021.

Possono essere affidati in subappalto le prestazioni limitatamente alle singole categorie di lavori e servizi indicati nel disciplinare di gara, nella misura massima del 50% dell'importo contrattuale, e per le quali all'atto dell'offerta l'Appaltatore ha manifestato la volontà di subappaltare o concedere a cottimo indicando i rispettivi subappaltatori in possesso dei requisiti di qualificazione di cui all'articolo 80 del D.Lgs.50/2016 e s.m.i.

L'Appaltatore deve provvedere a depositare il contratto/i di subappalto, in copia autentica, presso la stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio delle relative prestazioni subappaltate. Tali contratti dovranno tenere conto di quanto disposto dall'art. 26 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., integrato dall'art. 16 del D.Lgs 106/2009 e s.m.i. L'Appaltatore resta in ogni caso l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'esecuzione delle prestazioni subappaltate, sollevando la stessa da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione delle prestazioni subappaltate.

L'Appaltatore è responsabile in solido con il subappaltatore in relazione agli obblighi retributivi e contributivi, ai sensi dell'articolo 29 del decreto legislativo 10 settembre 2003, n. 276.

Nelle ipotesi di pagamento diretto ai subappaltatori previste dal comma 13, lettere a) e c) dell'art. 105 D.Lgs.50/2016, l'Appaltatore è liberato dalla responsabilità solidale di cui al precedente periodo.

La stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore o al cottimista l'importo dovuto per le prestazioni dallo stesso eseguite nei seguenti casi:

- a) quando il subappaltatore o il cottimista è una microimpresa o piccola impresa;
- b) in caso inadempimento da parte dell'appaltatore;
- c) su richiesta del subappaltatore e se la natura del contratto lo consente.

La stazione appaltante si riserva, comunque, di effettuare direttamente al subappaltatore ed al cottimista i pagamenti anche al di fuori dei casi espressamente previsti dal precedente comma.

Il contratto non può essere ceduto a pena di nullità.

L'Affidatario può avvalersi della somministrazione ed intermediazione di mano d'opera, nel rispetto delle norme previste dagli art. 20 e 23 del D. Lgs. n. 276/2003 e s.m.i.; in tal caso, l'Affidatario è obbligato, ai fini dell'esecuzione del presente appalto, a comunicare gli eventuali contratti di somministrazione di mano d'opera in corso.

Tutte le norme del presente capitolato, poste a tutela dei lavoratori, si estendono anche alla mano d'opera in regime di contratto di somministrazione e/o intermediazione di mano d'opera di cui al presente articolo.

Art. 27 Variazione dei lavori

1. Nessuna variazione può essere introdotta dall'esecutore di propria iniziativa, per alcun motivo, in difetto di autorizzazione dell'Amministrazione Committente. Il mancato rispetto di tale divieto comporta a carico dell'esecutore la rimessa in pristino delle opere nella situazione originale; il medesimo sarà inoltre tenuto ad eseguire, a proprie spese, gli interventi di rimozione e ripristino che dovessero essergli ordinati dall'Amministrazione Committente ed a risarcire tutti i danni per tale ragione sofferti dall'Amministrazione Committente stessa, fermo che in nessun caso può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi.
2. L'amministrazione committente si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che per questo l'appaltatore possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli articoli 43, comma 8 del d.P.R. n. 207 del 2010, nonché dall'articolo 106, comma 12 del D.Lgs. 50/2016 s.m.i.

Ove necessario, in caso di variazioni in aumento, all'Appaltatore sarà accordato un termine suppletivo, commisurato al tempo necessario all'esecuzione dei lavori oggetto di variante.

3. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori, recante anche gli estremi dell'approvazione da parte dell'amministrazione committente, ove questa sia prescritta dalla legge o dal regolamento.
4. Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, se non vi è accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.
5. Non sono considerati varianti ai sensi del precedente comma 2 gli interventi autorizzati dal RUP, ai sensi dell'art. 106, comma 1 lettera e) del D.Lgs. 50/2016, disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 5% (cinque per cento) dell'importo del contratto stipulato e purché non essenziali o non sostanziali ai sensi dell'art. 106, comma 4 del D. Lgs. 50/2016.
6. Ai sensi dell'articolo 106, commi 1, lettera c), 2 e 4, del Codice, sono ammesse, nell'esclusivo interesse della Stazione appaltante, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, purché ricorrano tutte le seguenti condizioni:
 - a) sono determinate da circostanze impreviste e imprevedibili, ivi compresa l'applicazione di nuove disposizioni legislative o regolamentari o l'ottemperanza a provvedimenti di autorità o enti preposti alla tutela di interessi rilevanti;
 - b) non è alterata la natura generale del contratto;
 - c) non comportano una modifica dell'importo contrattuale superiore alla percentuale del 50% (cinquanta per cento) di cui all'articolo 106, comma 7, del Codice;
 - d) non introducono condizioni che, se fossero state contenute nella procedura d'appalto iniziale, avrebbero consentito l'ammissione di operatori economici diversi da quelli inizialmente selezionati o l'accettazione di un'offerta diversa da quella inizialmente accettata, oppure avrebbero attirato ulteriori partecipanti alla procedura di aggiudicazione;
 - e) non modificano l'equilibrio economico del contratto a favore dell'aggiudicatario e non estendono notevolmente l'ambito di applicazione del contratto;
 - f) non siano imputabili a errori od omissioni progettuali di cui all'articolo 43 del presente Capitolato.
7. La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, l'adeguamento del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 47 del presente Capitolato, con i relativi costi non assoggettati a ribasso, e con i conseguenti adempimenti di cui all'articolo 48, nonché l'adeguamento dei piani operativi di cui all'articolo 49 del presente Capitolato.
8. La perizia di variante o suppletiva è accompagnata da un atto di sottomissione che l'appaltatore è tenuto a sottoscrivere in segno di accettazione.
9. Come previsto dall'art. 106, comma 12 del D.Lgs. 50/2016, l'Amministrazione Committente potrà sempre ordinare l'esecuzione dei lavori in misura inferiore o superiore, rispetto a quanto previsto nel contratto, nel limite di un quinto dell'importo di contratto stesso, alle condizioni previste nel contratto originario. In tal caso l'appaltatore non può far

valere il diritto alla risoluzione del contratto e senza che nulla spetti all'Appaltatore a titolo di indennizzo.

10. Durante il corso dei lavori l'appaltatore può proporre alla DL eventuali variazioni migliorative, nell'ambito del limite di cui al comma 5, se non comportano rallentamento o sospensione dei lavori e non riducono o compromettono le caratteristiche e le prestazioni previste dal progetto. Tali variazioni, previo accoglimento motivato da parte della DL devono essere approvate dal RUP, che ne può negare l'approvazione senza necessità di motivazione diversa dal rispetto rigoroso delle previsioni poste a base di gara.

Art. 28 Varianti per errori od omissioni progettuali

1. Ai sensi dell'articolo 106, comma 2 del D.Lgs. n. 50/2016 s.m.i, se, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto posto a base di gara, si rendono necessarie varianti che possono pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedono il 15% (quindici per cento) dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto con indicazione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.
2. Ai sensi dell'articolo 106, commi 9 e 10, del D.Lgs. n. 50/2016 s.m.i, i titolari dell'incarico di progettazione sono responsabili dei danni subiti dalla Stazione appaltante; si considerano errore od omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.
3. Trova applicazione la disciplina di cui all'articolo 56, commi 4, 5 e 6 del presente Capitolato Speciale, in quanto compatibile.

Art. 29 Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 2 e 3 del presente Capitolato Speciale.
2. Se tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale di cui all'art. 3, comma 2 non sono previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, in contraddittorio tra la Stazione appaltante e l'appaltatore, mediante apposito verbale di concordamento sottoscritto dalle parti e approvato dal RUP; i predetti nuovi prezzi sono desunti, in ordine di priorità:
 - a) dal prezziario di cui al comma 3, oppure, se non reperibili,
 - b) ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili compresi nel contratto;
 - c) ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove regolari analisi effettuate con riferimento ai prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta.
3. È considerato prezziario ufficiale di riferimento il prezziario della Regione Sicilia.
4. Ove comportino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i nuovi prezzi sono approvati dalla Stazione appaltante su proposta del RUP, prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori.

Art. 30 Risoluzione del contratto e recesso

La stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto nei seguenti casi:

- per tutti casi previsti dall'art. 108 comma 2 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i;
- nel caso di subappalto non autorizzato;
- in caso di violazione agli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui agli artt. 3 e ss. della L. 13 agosto 2010 n. 136 e s.m.i.;
- ☐ in caso di violazione degli obblighi previsti dal Patto di integrità sottoscritto in fase di presentazione dell'offerta ai sensi della legge 6 novembre 2012, n. 190.

La stazione appaltante si riserva, inoltre, la facoltà di risolvere il contratto nei seguenti casi:

- nei casi previsti dall'art. 108 comma 1 e 3 del D.Lgs. n. 50/2016;
- nelle ipotesi previste dall'art. 106 comma 1 lett. d) punto 2) del D. Lgs. n. 50/2016, qualora il soggetto subentrante non soddisfi i requisiti stabiliti dalla lex specialis e nella normativa vigente;
- in caso di avvio di procedimenti per la dichiarazione di fallimento, liquidazione, amministrazione controllata, di concordato preventivo o di altra procedura concorsuale o altra situazione nei confronti dell'Appaltatore o dell'Impresa Mandataria (capogruppo) in caso di A.T.I., fuori dai casi previsti dall'art. 110 comma 3 del D.Lgs. n.50/2016;
- ogni altro caso previsto dalla legislazione vigente, dal presente capitolato e dal contratto, che non consente la prosecuzione dell'appalto.

In seguito alla risoluzione del contratto, la stazione appaltante procederà con le modalità e gli effetti di cui all'art. 108 comma 5 e ss. del D.Lgs n. 50/2016.

Ogni contestazione in merito alla legittimità del provvedimento di risoluzione del contratto e/o esecuzione d'ufficio dei lavori potrà riguardare soltanto il risarcimento e non l'annullamento del provvedimento adottato dall'Istituto e non potrà essere invocata dall'Appaltatore per rifiutare o ritardare l'adempimento dell'obbligo di consegnare immediatamente i lavori e i cantieri nello stato in cui si trovano.

La stazione appaltante si riserva la facoltà di cui all'art. 110 comma 1 del D.Lgs. n. 50/2016, nonché quella di recedere dal contratto in qualunque momento ai sensi dell'art. 109 comma 1 del D.Lgs. n. 50/2016.

Art. 31 Ultimazione dei lavori

L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere comunicata dall'Appaltatore per iscritto alla Direzione dei Lavori, che procederà alle necessarie constatazioni in contraddittorio, redigendo, ove le opere siano state effettivamente ultimate, l'apposito certificato di ultimazione.

Art. 32 Oneri fiscali

Sono a carico dell'Affidatario:

- a) le spese di contratto e quelle inerenti e conseguenti alla stipulazione del contratto stesso e degli eventuali atti aggiuntivi;
- b) le tasse di registro e di bollo principali e complementari;
- c) le spese per le copie esecutive del contratto stesso e dei relativi atti aggiuntivi;
- d) le spese tutte per le copie dei progetti, dei capitolati e dei contratti da presentare agli organi competenti per le superiori approvazioni;
- e) le spese per il bollo per i registri di contabilità e per tutti gli elaborati richiesti dal regolamento per la direzione, contabilità e collaudazione dei lavori dello Stato (verbali, atti di sottomissione, certificati, ecc.);
- f) le spese per tutti gli eventuali atti di quietanza e qualsiasi altra spesa dipendente in qualsiasi modo dal contratto, senza diritto di rivalsa;

L'Affidatario, è tenuto a stipulare il contratto definitivo nel termine stabilito; ove ciò non si verifichi, l'Amministratore, ai sensi dell'art. 5 della legge 8 ottobre 1984 n° 687, ne darà comunicazione, entro dieci giorni, al Comitato centrale dell'Albo Nazionale dei Costruttori di cui alla legge 10 febbraio 1962 n° 57 per i provvedimenti previsti dal citato art. 5 della legge 687/1984.

Art. 33 Domicilio dell'affidatario

A tutti gli effetti contrattuali, l'Affidatario deve eleggere il proprio domicilio nel Comune ove ha sede la Direzione dell'esecuzione del contratto.

Art. 34 Controversie e foro competente

Per le controversie di qualsiasi natura e genere che dovessero sorgere in ordine al presente appalto è competente in via esclusiva il Foro di Palermo.

Art. 35 Normativa

Per quanto non espressamente previsto nel presente capitolato, il servizio sarà disciplinato dalle norme del Codice Civile e dal Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e ss.mm.ii.

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni ed i regolamenti appresso richiamati:

- Legge 4 agosto 1984, n. 464 - Norme per agevolare l'acquisizione da parte del servizio geologico della direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale;
- D.M. 11 marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione; Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 – Norme per la sicurezza degli impianti; Nuovo codice della strada - Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.P.R. 207/10, Regolamento di esecuzione del Codice, per quanto ancora vigente;
- L.R. 12/11, legge di recepimento in Sicilia del Codice e del Regolamento, per le parti non abrogate dal D.Lgs. 50/2016 e dal 56/2017;
- D.Lgs 50/2016 e il D.Lgs 56/2017 e le linee guida attuative del nuovo c.a. dell'ANAC;
- D.P.Reg. 13/12, Regolamento di esecuzione ed attuazione della LR. 12/11;
- D.M. 145/00, Capitolato generale di appalto, per quanto concerne gli articoli non abrogati dal Regolamento;
- D.L. 81/08 come modificato dal D.L. 106/09, Testo unico in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.L. 159/11, Direttiva Min. Interno del 23.06.10, Circ. Assess. LL.PP. n. 593 del 31.01.06, inerenti rispettivamente gli obblighi sulla certificazione antimafia, controlli antimafia preventivi nelle attività a rischio di infiltrazione da parte delle organizzazioni criminali, clausole di autotutela con dichiarazione resa ai sensi del protocollo di legalità;
- L. 217/10, L. 136/10, L.R. 15/08, inerenti gli obblighi dell'appaltatore sulla tracciabilità dei flussi finanziari;
- Le norme inerenti le disposizioni legislative e regolamentari in materia di documentazione amministrativa;

- Le disposizioni dell'Autorità per la vigilanza sui contratti pubblici;
- Le disposizioni del Codice Civile;
- D.M. 14.01.08, inerente le norme tecniche per le costruzioni, con riferimento alle caratteristiche dei materiali da utilizzare nell'esecuzione delle opere ed ai relativi controlli di accettazione, e relativa Circolare Esplicativa;
- Le norme tecniche di settore emanate da C.N.R., U.N.I., C.E.I., le linee guida per la corretta messa in opera dei materiali; Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti, le Circolari, le Ordinanze, Protocolli di Legalità emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori nell'ambito territoriale in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
- Protocollo di legalità 12.07.2005 "C.A. Dalla Chiesa" e quanto previsto dal D.Lvo 06.9.2011 n. 159 "Codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione, nonché nuove disposizioni in materia di documentazione antimafia, a norma degli artt. 1 e 2 della L. 13.08.2010 n. 136".

Art. 36 Norme generali

I lavori ed i servizi dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità alle speciali prescrizioni che l'Amministrazione appaltante darà all'atto esecutivo, tramite D.L., impiegando nella loro effettuazione tutte le cautele necessarie a non danneggiare qualsiasi opera o altro.

Rimane convenuto che la Ditta aggiudicataria dovrà, a sua cura e spesa, provvedere al ripristino di tutte quelle parti che rimanessero danneggiate per mancanza di provvedimenti atti alla salvaguardia delle stesse e per negligenza.

In particolare se le indagini verranno effettuate in centri abitati o in vicinanza di essi, la Ditta dovrà assumere le relative informazioni per l'individuazione di cavi telefonici, elettrici, tubazioni di gas e acqua e quant'altro possa trovarsi sotto al piano di campagna.

Eventuali danni, in fase di preparazione ed esecuzione dei sondaggi, saranno a completo carico della Ditta per il ripristino funzionale di quanto danneggiato.

La Ditta, inoltre, dovrà provvedere ad ottenere, a propria cura e spese, presso i privati e le competenti Autorità tutti i permessi necessari per gli accessi nelle proprietà di terzi e per l'esecuzione dei servizi, ivi inclusa l'eventuale bonifica da residui bellici; nonché ad assumere la responsabilità dei danni derivanti dall'esecuzione dei lavori stessi e al ripristino della situazione esistente.

La Ditta, in ogni caso, è civilmente e penalmente responsabile dei danni alle persone ed alle cose che siano stati arrecati o subiti, o che siano attribuibili all'esecuzione dei servizi appaltati, dal giorno di consegna degli stessi sino alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione.

Nei prezzi si intendono sempre compresi e compensati anche i lavori e gli oneri della Ditta per ripristinare i terreni alle condizioni preesistenti alla esecuzione dei sondaggi.

La Ditta dovrà nominare un Direttore Tecnico di cantiere responsabile della conduzione del cantiere e della qualità delle indagini, e di gradimento dell'Amministrazione Appaltante.

Il Direttore Tecnico dovrà essere sempre presente durante le operazioni di cantiere e compilerà e firmerà quotidianamente il Rapporto di Cantiere, dove saranno registrate tutte le operazioni eseguite; tale Rapporto sarà controfirmato dal Responsabile delle Indagini Geognostiche.

Il Direttore Tecnico di Laboratorio firmerà gli elaborati tecnici delle varie prove e le relative note che saranno controfirmati dal Responsabile delle Indagini Geognostiche.

Qualora l'Amministrazione Appaltante non dovesse essere soddisfatta dalle capacità tecniche degli operatori o tecnici di cantiere o di laboratorio, ne potrà chiedere la sostituzione immediata, senza che la Ditta ne possa chiedere alcun prezzo o compenso.

Resta inteso che la Ditta assume a proprio carico anche la fornitura di operatori, di tecnici, di consulenti e degli strumenti tecnici occorrenti per rilievi, tracciamenti, misurazioni, sondaggi, prove e studi relativi alle prestazioni in oggetto.

La Ditta affidataria esonera l'Amministrazione Comunale da qualsiasi impegno e responsabilità che a qualsiasi titolo possa derivare nei confronti di terzi dall'esecuzione del presente contratto.

La Ditta è responsabile dello smaltimento, in centri autorizzati, dei fanghi di perforazione e dei detriti di perforazione prodotti nell'esecuzione di sondaggi profondi.

Art. 37 Riservatezza

Nello svolgimento dell'attività, dovrà essere osservata la massima riservatezza su ogni informazione di cui l'Incaricato venisse a conoscenza.

L'Affidatario si impegna a mantenere la riservatezza sui dati trattati, nonché sulle informazioni e sui documenti dei quali abbia conoscenza, possesso e detenzione, direttamente connessi e derivanti dall'attività svolta nell'ambito del presente incarico, in ottemperanza a quanto disposto dal D.lgs. 196/2003 e s.m.i.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO 2° PARTE

I controlli del costruito (nella fattispecie patrimonio edilizio esistente pubblico) hanno l'obiettivo di valutare lo stato di degrado dello stesso, per definire la fattibilità degli interventi progettuali, e la necessità dei più opportuni interventi di restauro, consolidamento, adeguamento normativo, collaudo e riqualificazione.

Nel caso in oggetto, in considerazione degli obiettivi emersi, e delle necessità avanzate dal gruppo di progettazione del CEFPAS, ad hoc istituito, ci si propone di raggiungere un livello di conoscenza LC2, al fine di coniugare esigenze sia di natura tecnica che economica.

In ragione di ciò, si è pianificato il piano di indagini in elenco, che consente, altresì, in presenza di eventuale degrado, di determinare le cause che probabilmente lo hanno generato, nonché l'individuazione delle soluzioni più opportune per la riqualifica, sotto condizioni strutturali assegnate.

A. SPECIFICHE DI PROVA

A.1 – Indagini geognostiche/geotecniche

A.1.1 Indagini geofisiche tipo MASW

A.1.2 Sondaggi geognostici diretti

A.1.3 Prove di laboratorio sui terreni di fondazione

A.2 – Indagini strutturali

A.2.a Materiali

A.2.a.1 Estrazioni di carote in cls

A.2.a.2 Prove sclerometriche ed ultrasoniche

A.2.a.3 Rilievi delle armature mediante indagine pacometrica e saggi diretti

A.2.a.4 Taglio di carote

A.2.a.5 Rettifica a capping di carote

A.2.a.6 Resistenza a compressione su carote

A.2.a.7 Massa volumica

A.2.a.8 Determinazione del contenuto di cloruri e solfati

A.2.a.9 Estrazione di barre di armatura

A.2.b Strutture

A.2.b.1 Pozzetti di ispezione fondazioni

A.2.b.2 Prove di carico su solai

A.3 – Indagini ambientali

A.3.1 Analisi su Terre e Rocce da Scavo

A.3.2 Analisi su misto da costruzione e demolizione

A.4 – Indagini georadar

Al fine di fornire un maggior dettaglio delle singole prove, nel seguito si riporta la distinta delle attività contrattuali.

A.1 – Indagini geognostiche/geotecniche

A.1.1 Indagini geofisiche tipo MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , che si basa sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. L'impiego di tale metodologia di indagine si rende opportuna per la conoscenza della V_{s30} e la conseguente determinazione della categoria di suolo ai sensi della tab. 3.2 II del D.M. 17.01.2018.

Si prevede l'esecuzione di prove MASW lungo due profili dell'area oggetto di studio, al fine di individuare la categoria di suolo su una superficie significativa dell'area in esame.

A.1.2 Sondaggi geognostici diretti

Si prevede il ricorso a sondaggi geognostici diretti dei terreni di fondazione al fine di ottenere una migliore conoscenza della stratigrafia, consentire il prelievo di campioni da sottoporre ad eventuali prove di laboratorio, nonché l'installazione di attrezzatura volta ad un monitoraggio dei terreni (es. piezometri per il rilievo dei movimenti di falda acquifera, etc.) ed ottenere una calibrazione dei risultati delle prove geofisiche MASW.

Per le perforazioni di sondaggio e per l'esecuzione delle prove in situ, si fa riferimento alle Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (Associazione geotecnica italiana, 1977).

Il carotaggio continuo, è effettuato, conformemente alla natura dei terreni attraversati, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batterie di aste, carotieri semplici, con corona al widia in funzione delle caratteristiche litologiche dei materiali investigati.

In funzione delle caratteristiche dimensionali dei corpi degli edifici, si prevede l'esecuzione di 3 sondaggi (posti ai vertici di un ipotetico triangolo che circonda i corpi degli edifici, in modo da fornire una caratterizzazione geotecnica più completa possibile del volume significativo di terreno influenzato dai corpi di fabbrica) della profondità di 35 m. strumentati con piezometri al fine di monitorare periodicamente le escursioni della falda acquifera.

E' opportuno evidenziare che qualora dalle perforazioni "pilota" dovessero emergere delle variazioni litologiche significative, si potrà rivalutare il loro numero e le relative profondità.

A.1.3 Prove di laboratorio sui terreni di fondazione

I campioni prelevati in situ saranno portati in laboratorio per le prove che oltre a consentire una descrizione visiva del materiale con la relativa classificazione, consentono l'individuazione per ciascun campione, delle seguenti proprietà fisico-meccaniche:

- Determinazione del contenuto naturale d'acqua (Raccomandazione AGI)
- Analisi granulometrica (ASTM D421-85; D422-63; D1140-71; D2217-85)
- Prova di taglio diretto (ASTM D3080)
- Prova di compressione edometrica (ASTM D2435)

A.2 – Indagini strutturali

A.2.a Materiali

A.2.a.1 Estrazioni di carote in cls

Il carotaggio consiste nel prelievo di campioni cilindrici (carote), mediante carotatrici a corona diamantata con raffreddamento ad acqua e dispositivo di fissaggio alla parete da carotare.

Le parti prelevate saranno costruite con malte reoplastiche.

Il prelievo di carote è regolato dalla norma UNI 12504/1.

La Circolare del 21.01.2019 n. 7 del C.S.LL.PP., esplicativa delle indicazioni di cui al D.M. 17/01/2018, prevede alla tabella C8.5.V (cfr. di seguito) al fine di conseguire un livello di conoscenza LC2, l'esecuzione di due prelievi di provino ogni 300 mq. Di piano dell'edificio con la possibilità di sostituire il 50% di esse con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, "tarate" su quelle distruttive.

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento “primario” (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 1 campione di armatura per piano dell’edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 2 campioni di armatura per piano dell’edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 3 campioni di armatura per piano dell’edificio

Tabella C8.5.VI – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di acciaio

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei collegamenti) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento “primario” (trave, pilastro...)	
<i>limitato</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 15% degli elementi	1 provino di acciaio per piano dell’edificio, 1 campione di bullone o chiodo per piano dell’edificio
<i>esteso</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 35% degli elementi	2 provini di acciaio per piano dell’edificio, 2 campioni di bullone o chiodo per piano dell’edificio
<i>esaustivo</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 50% degli elementi	3 provini di acciaio per piano dell’edificio, 3 campioni di bullone o chiodo per piano dell’edificio

NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI

Le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per geometria e ruolo uguali nello schema strutturale.
- Le prove sugli acciai sono finalizzate all’identificazione della classe dell’acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all’epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull’acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe.
- Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.
- Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell’epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l’indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l’effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

A.2.a.2 Prove sclerometriche ed ultrasoniche

Al fine di ridurre al minimo il danno arrecato alle strutture, si integreranno i prelievi di carote con il metodo Sonreb, consistente nella combinazione di risultati di prove sclerometriche e ultrasoniche, che consentono di saggiare estese porzioni di struttura in tempi, con costi accettabili ed attendibilità dei risultati maggiore rispetto a quelli ottenibili dalle singole metodologie (ultrasonica e sclerometrica) considerate separatamente.

Tali tecniche di indagine sono normate dalle UNI 12504/2-4 e ss.mm.ii.

A.2.a.3 Rilievi delle armature mediante indagine pacometrica e saggi diretti

Il rilievo della disposizione delle armature viene eseguito con il pacometro, costituito da una sonda emittente un campo magnetico collegato ad un’unità di elaborazione digitale ed acustica. Il suo funzionamento è basato sul controllo degli effetti delle eddy current (correnti parassite) indotte in una barra di armatura.

Tale metodologia d’indagine consente, inoltre, di ottenere con buona approssimazione il diametro delle barre, informazione da integrare, comunque, con abbinamento a saggi diretti, che permette di evidenziare l’eventuale stato di degrado delle armature stesse.

La Circolare esplicativa alle NTC 2018, prevede alla Tabella C.8.5.V, al fine di conseguire un livello di conoscenza LC2, il rilievo di almeno il 35% degli elementi. A tale metodica si accoppieranno tecniche di determinazione delle resistenze in situ, mediante le così dette prove leeb (prove sclerometriche su acciai) in modo da evitare i prelievi invasivi di acciaio.

A.2.a.4 Taglio di carote

A.2.a.5 Rettifica a capping di carote

A.2.a.6 Resistenza a compressione su carote

A.2.a.7 Massa volumica

Suoi campioni prelevati in situ secondo la UNI 12504/1, si effettueranno, in laboratorio, le prove per la determinazione della massa volumica secondo la norma UNI 12350:6/2001 e di rottura a compressione secondo la UNI 12390:3/2003. In tali norme sono contenute le indicazioni delle modalità di rettifica, previo il taglio delle carote prelevate in situ, nonché di capping delle stesse.

A.2.a.8 Determinazione del contenuto di cloruri e solfati

Alla luce delle condizioni di deterioramento riscontrate in alcuni elementi strutturali delle opere in oggetto (espulsione del copriferro di alcuni pilastri, rigonfiamento del calcestruzzo, parvenza carbonatazione delle travi di copertura nei sistemi estradossati), si prevede, non specificatamente ai fini delle verifiche sismiche, quanto all'ottenimento di informazioni sullo stato di degrado, l'esecuzione di prove chimiche di laboratorio su polveri ottenute dalle carote prelevate al fine di determinare il contenuto di cloruri e solfati (sostanze fortemente aggressive per il calcestruzzo e le armature), in conformità alla norma UNI 9944 e ss.mm.ii.

A.2.a.9 Estrazione di barre di armatura

I prelievi di barre verranno eseguiti, in ottemperanza alla norma UNI EN 10002, a seguito di saggio mediante l'utilizzo di demolitore elettrico, mediante smerigliatrice angolare, con successivo ripristino mediante saldatura delle barre di eguale diametro e ricoprendo opportunamente il copriferro demolito con malta EMACO. La Circolare del 21.01.2019 n. 7 del C.S.LL.PP., prevede alla tabella C8.5.V, il prelievo di due campioni di armatura per piano dell'edificio.

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Tabella C8.5.VI – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di acciaio

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei collegamenti) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro...)	
<i>limitato</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 15% degli elementi	1 provino di acciaio per piano dell'edificio, 1 campione di bullone o chiodo per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 35% degli elementi	2 provini di acciaio per piano dell'edificio, 2 campioni di bullone o chiodo per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 50% degli elementi	3 provini di acciaio per piano dell'edificio, 3 campioni di bullone o chiodo per piano dell'edificio

NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI

Le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per geometria e ruolo uguali nello schema strutturale.
- Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe.
- Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.
- Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

A.2.b Strutture

A.2.b.1 Pozzetti di ispezione fondazioni

Nell'ambito delle indagini si prevede anche il rilievo geometrico ed il prelievo di materiali da sottoporre a prove di compressione in laboratorio di porzioni di fondazione delle strutture.

I rilievi geometrici e i prelievi dei materiali, eseguiti mediante carotaggi, verranno eseguiti successivamente alla realizzazione, mediante l'uso di escavatore meccanico, di pozzetti tali da permettere all'operatore di rilevare le strutture in fondazione. Si prevede l'esecuzione di un pozzetto d'ispezione per corpo dell'edificio.

A.2.b.2 Prove di carico su solai

Le prove di carico mirano alla valutazione del comportamento delle opere sotto le azioni di esercizio. Queste devono essere, in generale, tali da indurre le sollecitazioni massime d'esercizio.

Gli elementi acquisiti durante le prove devono consentire di valutare in maniera opportuna il verificarsi delle seguenti circostanze:

- Le deformazioni si accrescano proporzionalmente ai carichi;
- Nel corso della prova non si producano lesioni, deformazioni o dissesti compromettenti la sicurezza o la conservazione dell'opera;
- La deformazione residua, dopo la prima applicazione del carico massimo, non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive devono accertare che la struttura tenda ad un comportamento elastico;
- La deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata.

Tali prove vengono eseguite caricando i solai, mediante l'utilizzo di serbatoi flessibili con acqua, mentre gli spostamenti sono monitorati con dei comparatori analogici centesimali.

Dette prove, dietro indicazioni della D.L. (ovvero DEC), saranno eseguite, in particolare, su alcuni solai, per i quali le indicazioni progettuali contenute nell'A.Q. di riferimento, prevedono un cambio di destinazione d'uso (ad es. ed. 7).

A.3 – Indagini ambientali

A.3.1 Analisi su Terre e Rocce da Scavo

A.3.2 Analisi su misto da costruzione e demolizione

Ad integrazione delle informazioni provenienti dalle indagini esposte in precedenza, ci si riserva di eseguire ulteriori indagini (per la cui copertura finanziaria si potrà ricorrere alle economie derivanti dal ribasso d'asta proposto dall'Impresa aggiudicataria), nel rispetto degli adempimenti in materia ambientale, qualora, nell'ambito degli interventi in progetto di A.Q., si dovessero:

- realizzare opere di fondazione di rinforzo strutturale che implica l'attività di movimento Terre e Rocce da scavo;
- demolire componenti edilizie (con conseguente produzione di materiali di risulta: misto da costruzione e demolizione).

Occorrerà definire i costi connaturati ai relativi adempimenti in materia ambientale previsti dalle norme. Nel dettaglio:

- nel primo caso, ossia la produzione di Terre e Rocce da scavo, si dovrà effettuare la "Caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo", ai sensi del DPR 120/2017, già in fase progettuale. Il succitato DPR, stabilisce, che la caratterizzazione ambientale dovrà accertare la compatibilità dei siti di destinazione, siano essi aree di deposito intermedio o aree di conferimento definitivo. Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale per l'utilizzo dei materiali da scavo intesi come "sottoprodotti" di cui all'art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti è inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e/o del sito di destinazione;
- nel secondo caso, ossia la produzione di materiali di risulta, il Cefpas sarà tenuto a gestire i materiali prodotti fino al loro destino finale, sia esso il recupero o lo smaltimento, nel pieno rispetto dell'art. 183 del D.Lgs. 152/2006 e del DM 186 del 05.04.2006 All. 3

A.4 – Indagini georadar

Il metodo d'Indagine georadar o G.P.R. (Ground Probing Radar) è un sistema di indagine geofisica adatto alle basse profondità del sottosuolo. Si basa sulla generazione di onde elettromagnetiche (radiofrequenze) a bassa

frequenza (per una maggiore penetrazione) oppure ad alta frequenza (per una migliore risoluzione e qualità dell'immagine radar). Queste vengono inviate nel terreno con il fine di registrare le discontinuità dei segnali riflessi in relazione al tempo impiegato per ritornare al ricevitore. Le durate e le ampiezze sono funzione dell'interfaccia di separazione dei differenti materiali dielettrici (isolanti). La strumentazione è costituita da antenne emittenti e riceventi che, a seconda della frequenza d'esercizio, possiedono diversi valori di portata e risoluzione. Ne deriva che un aumento della frequenza genera un incremento della risoluzione ma una diminuzione della profondità di esplorazione. Il metodo georadar o G.P.R. è utilizzato per: indagare strutture nascoste, cavità e sottoservizi; ricercare danni strutturali e posizioni di armature; dedurre gli spessori di rivestimento gallerie, etc. Nonostante il metodo vanta rapidità di esecuzione, esso invece è carente per velocità di elaborazione e non garantisce sufficiente attendibilità in presenza di materiali aventi buona conducibilità elettrica (acqua, terreni argillosi, ecc.).

È una metodologia geofisica di rilevazione elettromagnetica, rigorosamente "non invasiva" di carattere qualitativo (che consentirà l'interpretazione delle caratteristiche delle differenti "riflessioni" sotto forma di geometria e di intensità del segnale ricevuto) ed esteso (nonostante l'area analizzata sia circoscritta alla superficie d'appoggio dell'antenna ricetrasmittente, la registrazione avverrà facendo passare l'antenna su vasti tracciati d'indagine). Il principio su cui si basa è quello delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza che verranno inserite, riflesse e ricevute, così da acquisire dati sulla natura e lo stato fisico di eventuali cavità e sottoservizi. La propagazione delle onde elettromagnetiche si legherà alle costanti dielettriche, proprie dei materiali, derivate, a loro volta, dallo stato fisico dei materiali stessi (conducibilità, porosità, densità, permeabilità ecc.), di conseguenza, maggiore sarà la differenza tra le caratteristiche elettromagnetiche degli elementi che compongono l'oggetto di indagine maggiore sarà la facilità e l'esattezza di registrazione dati (ad es. aria-pietra o pietra-metallo). Il dispositivo trasmittente-ricevente (antenna) collegato, per mezzo di un cavo in fibre ottiche, ad una unità centrale (registratore magnetico e restitutore grafico) invierà una serie ininterrotta di impulsi elettromagnetici all'interno del manufatto ovvero del terreno. In presenza di superfici di discontinuità una prima quota di energia verrà riflessa e raccolta dalla sezione ricevente dell'antenna, contemporaneamente la porzione rimanente entrerà più a fondo per essere "specchiata" da un piano sottostante. Simultaneamente ai movimenti-rivelatori dell'antenna il registratore magnetico registrerà il segnale che verrà riprodotto da quello grafico il quale darà vita ad una sezione continua spazio-tempo, nella quale saranno osservabili le "impronte" delle diverse riflessioni o, in ogni caso, delle anomalie delle risposte. Ogni singola sezione riporterà sull'asse delle ascisse i valori della lunghezza mentre su quello delle ordinate la profondità; le intensità di riflessioni saranno ben riconoscibili con scale di colore o con differenti tonalità di grigio. Il Direttore dell'esecuzione potrà richiedere all'Affidatario di rielaborare le informazioni acquisite con idonee ricostruzioni 3D. Le antenne che l'Affidatario dovrà necessariamente utilizzare dovranno essere diverse in rapporto alla profondità di analisi e al tipo di obiettivo richiesto dalle prescrizioni di progetto; con l'utilizzo di frequenze idonee alle profondità da investigare, tenendo presente, però, che più bassa sarà la frequenza più aumenterà il grado di penetrazione del segnale, ma, contemporaneamente, diminuirà in proporzione il grado di definizione e la sensibilità di rilevazione. Applicazione La procedura esecutiva del rilievo radar conterà nell'esecuzione di una sequenza di sezioni radarstratigrafiche da spostare lungo percorsi di rilievo stabiliti dal Direttore dell'esecuzione fino ad una lunghezza massima di 60 metri al fine di produrre profili delle superfici indagate. L'antenna ricetrasmittente dovrà scorrere su un'area sufficientemente piana e liscia seguendo movimenti continui e abbastanza lenti. I fattori principali che l'Affidatario dovrà valutare per operare una rilevazione georadar sono: spessore del mezzo da indagare, la dimensione dell'obiettivo da ricercare e relative caratteristiche elettromagnetiche. L'indagine deve essere finalizzata ad accertare la presenza di cavità, camminamenti, presenza di elementi che potrebbero essere di intralcio all'esecuzione degli interventi previsti in progetto. Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore. Al termine dell'indagine, l'Affidatario dovrà restituire al Direttore dell'Esecuzione le informazioni ottenute corredate da specifica relazione di interpretazione dei dati.

Prevista l'elaborazione dei dati, mediante software adeguati, compreso il trasferimento, l'interpretazione e la restituzione degli stessi su apposite planimetrie, su supporto cartaceo e/o digitale.

B. Rapporto di lavoro e certificazione allegata esplicitiva dei risultati ottenuti

Al termine dell'esecuzione dei prelievi e delle prove in situ, nonché delle prove di laboratorio su materiali prelevati, sarà redatto un rapporto riepilogativo conclusivo, contenente i risultati ottenuti dalle prove eseguite, di indispensabile supporto per l'attività di progettazione a qualunque livello. Il rapporto di lavoro, è corredato dalla definizione completa della geometria con restituzione dello schema strutturale di fondazione e in elevazione, su supporto e base CAD fornite dal Centro.

C. Piano di Indagine

C.1 – Indagini geognostiche/geotecniche

C.1.1 Indagini geofisiche tipo MASW

Si prevede l'esecuzione di prove MASW con due stendimenti lungo profili paralleli ai lati lunghi dell'area oggetto di indagine.

C.1.2 Sondaggi geognostici diretti – prelievo di campioni – prove geotecniche di laboratorio

In funzione delle caratteristiche dimensionali degli edifici, si prevede l'esecuzione di n. 3 sondaggi da 35 m., strumentati con piezometri Casagrande per il monitoraggio delle pressioni interstiziali di falda.

L'attività di perforazione consente di definire la geologia del sito oggetto di esame mediante la ricostruzione delle colonne stratigrafiche desumibili dall'analisi visiva del materiale estratto, che viene conservato in apposite cassette catalogatrici, e le caratteristiche geotecniche definibili dalle analisi di laboratorio sui campioni prelevati con prelievo di n. 3 campioni indisturbati per sondaggio come illustrato dal prospetto che segue.

DENOMINAZIONE SONDAGGIO	PROFONDITA' CAROTAGGIO (m.)	TECNICA DI PERFORAZIONE	CAMPIONI INDISTURBATI	N. CASSETTE	PIEZOMETRO A TUBO APERTO (ml.)
S1	35	Carotaggio Continuo	3	7	35
S2	35	Carotaggio Continuo	3	7	35
S3	35	Carotaggio Continuo	3	7	35
TOTALE	105		9	21	105

I campioni indisturbati, estratti durante l'attività di indagine geognostica, saranno inviati alle prove di seguito in elenco, per la determinazione dei rispettivi parametri, indispensabili per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, in funzione dei terreni terebrati:

- Determinazione del contenuto naturale d'acqua (Raccomandazione AGI)
- Analisi granulometrica (ASTM D421-84, D422-63; D1140-71; D2217-85)
- Prova di taglio diretti (ASTM D3080)
- Prova di compressione edometrica (ASTM D2435)
- Prova di resistenza a compressione monoassiale (ELL) (UNI EN 1926-07)

Nel prospetto seguente, si riportano, sinteticamente, le quantità previste per ciascuna tipologia di prova geotecnica di laboratorio:

DENOMINAZIONE SONDAGGIO	CAMPIONI INDISTURBATI	DETERMINAZIONE PROPR. INDICI (peso specifico, contenuto d'acqua, granulometria, etc...) per tipologia	PROVE DI TAGLIO DIRETTO (provini ottenibili)	PROVE DI COMPRESSIONE EDOMETRICA	PROVE ELL
S1	3	3	9	3	3
S2	3	3	9	3	3
S3	3	3	9	3	3
TOTALE	9	9	27	9	9

C.2 – Indagini Strutturali

C.2.1 Prove su calcestruzzo armato

Di seguito, in funzione della classificazione tipologica, per edificio, dettagliata in Relazione Tecnica, si discretizzano le quantità di prove da eseguire:

EDIFICIO	PIANO	SUPERIFICIE (mq.)	N. PILASTRI	CAROTAGGI	SCLEROMETRI	ULTRASUONI	PACOMETRI
Da Ed. 1 al 13	TERRA	850	48	6	12	12	24
	PRIMO	715	48	6	12	12	24
	Tot.	1565	96	12	24	24	48
Edificio 14	TERRA	890	68	6	12	12	24
	PRIMO	890	68	6	12	12	24
	Tot.	1780	136	12	24	24	48

Edificio Pluripiano	2° int.	2170	102	14	28	28	28
	1° int.	2170	102	14	28	28	28
	Semint.	2625	125	18	36	36	36
	TERRA	1860	103	12	24	24	24
	PRIMO	1610	92	10	20	20	20
	SEC.	1610	92	10	20	20	20
	TERZO	1130	68	8	16	16	16
	Tot.	13175	684	86	172	172	172
Palestra	TERRA	2460	82	16	32	32	64
	PRIMO	1350	43	10	20	20	40
	Tot.	3810	125	26	52	52	104
TOTALE				136	272	272	272

A tali quantità, va' aggiunta l'esecuzione di un carotaggio in corrispondenza delle fondazioni per ciascun corpo.

C.2.2 Prove su armature

Sulla base della indicazioni della Circolare esplicativa delle NTC 2018, che prevede il prelievo di due campioni di armatura per piano dell'edificio per un livello di conoscenza da conseguire LC2, si prevede l'esecuzione delle estrazioni di barre come riportate nel prospetto che segue. Esse vengono ripartite tra i diversi edifici, tenuto conto delle estensioni in pianta di ciascuno di essi.

EDIFICIO	SUPERFICIE PER PIANO (mq.)	N. ELEVAZIONI	SUPERFICIE COMPLESSIVA (mq.)	ESTRAZIONI DI BARRE	SAGGI DIRETTI
Da Ed. 1 a 13	786	2	1565	4	4
Ed. 14	890	2	1780	4	4
Ed. Pluripiano	1882	7	13175	14	14
Palestra	1905	2	3810	4	4

Ogni estrazione di barra di armatura verrà preceduta da un saggio diretto, con rilievo visivo del tipo di armatura e rilievo geometrico del diametro, al fine di tarare e confrontare i risultati delle indagini magnetometriche.

C.2.3 Prove di carico su solai

Si prevede l'esecuzione di una prova di carico per ciascun edificio a due piani e due prove di carico per l'edificio pluripiano, interessando ciascun corpo di fabbrica in corrispondenza dei solai a luce maggiore.

Dette prove, dietro indicazioni della D.L. (ovvero DEC), saranno eseguite, in particolare, su alcuni solai, per i quali le indicazioni progettuali contenute nell'A.Q. di riferimento, prevedono un cambio di destinazione d'uso (ad es. ed. 7).

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO 3° PARTE

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	22
2. INDAGINI E PROVE SULLE STRUTTURE - SPECIFICHE TECNICHE.....	22
2.1. <i>STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO</i>	22
2.1.1. Rilievo delle barre di armatura e della sezione di carpenteria di elementi strutturali in calcestruzzo armato (PACOMETRIA)	22
2.1.2. Prelievo e prove di compressione su carote di calcestruzzo.....	22
2.1.3. Analisi chimiche sui calcestruzzi (carbonatazione).....	23
2.1.4. Prelievo e prove di trazione su barre di armatura	23
2.1.5. Saggi diretti su elementi strutturali in calcestruzzo e ripristino delle aree di indagine.....	23
2.1.6. Saggi diretti sui solai	24
2.1.7. Endoscopia su solaio e/o tamponatura	24
2.2. <i>STRUTTURE IN MURATURA</i>	25
2.2.1. Saggi diretti sulla muratura e ripristino delle aree di indagine	25
2.2.2. Rimozione di intonaco e ripristino delle parti esaminate	25
2.2.3. Prova con doppio martinetto piatto	25
2.3. <i>POZZETTI IN FONDAZIONE</i>	25
2.3.1. Identificazione delle strutture di fondazione	25
2.4. <i>INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE E GEOFISICHE</i>	26
2.4.1. Sondaggi Geotecnici	26
2.4.2. Attrezzature di perforazione.....	26
2.4.3. Perforazioni a carotaggio continuo.....	26
2.4.4. Utensili di perforazione	27
2.4.5. Utensili di pulizia fondo del foro	27
2.4.6. Stabilizzazione del foro di sondaggio	27
2.4.7. Rivestimenti provvisori.....	27
2.4.8. Controllo della lunghezza delle batterie inserite in foro.....	28
2.4.9. Fluidi di circolazione.....	28
2.4.10. Strumenti di controllo e prova.....	28
2.4.11. Cassette catalogatrici e carote	28
2.5. <i>RILIEVO STRATIGRAFICO</i>	29
2.5.1. Generalità.....	29
2.5.2. Dati generali e tecnici.....	29
2.5.3. Descrizione stratigrafica.....	30
2.5.3.1. Terreni non rocciosi	30
2.5.3.2. Terreni rocciosi e cementati	32
2.6. <i>CAMPIONAMENTO DURANTE I SONDAGGI</i>	38
2.6.1. Generalità	38
2.6.2. Campioni rimaneggiati.....	38
2.6.3. Campioni semi disturbati con campionatore a pressione/percussione.....	38
2.6.4. Spezzoni di carota lapidea e/o di strati cementati.....	38
2.6.5. Indicazioni sul campione.....	38
2.6.6. Imballaggio e trasporto dei campioni	39
2.7. <i>INDAGINI GEOFISICHE DI SUPERFICIE E IN PROFONDITA'</i>	39
2.8.1.1. Prova sismica a rifrazione	39
2.8.1.2. Prova sismica passiva.....	40
2.8.1.3. Prova sismica Down-Hole.....	41
2.8. <i>PROVE DI LABORATORIO</i>	41
2.8.1. <i>PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO TERRENI SCIOLTI</i>	41
2.8.1.1. Conservazione dei campioni	41
2.8.1.2. Documentazione da fornire	41
2.8.1.3. Apertura e descrizione geotecnica di campioni rimaneggiati.....	42
2.8.1.4. Determinazione delle caratteristiche fisiche.....	42
2.8.1.5. Prova di taglio diretto consolidata - drenata.....	45
2.8.2. <i>DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE</i>	46
2.8.2.1. Prove di compressione monoassiale.....	46

2.8.2.2. Prova di compressione monoassiale con rilievo delle deformazioni assiali e diametrali e calcolo delle costanti elastiche	47
3. SAGGI E LAVORI DI RIPRISTINO	48
3.1. <i>PRESCRIZIONI GENERALI</i>	48
3.2. <i>FORI DI CAROTAGGIO</i>	48
3.3. <i>PRELIEVI DI BARRE DI ARMATURA</i>	48
3.4. <i>RIPRISTINO FINITURE EDILI</i>	48

1. PREMESSA

Il presente documento disciplina le attività necessarie per l'esecuzione delle verifiche strutturali degli immobili del Cefpas, così come disposto D.M. delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 e successiva Circolare del Ministero delle Infrastrutture del 21 gennaio 2019 n.7.

L'iter principale da seguire nello svolgimento dell'incarico è quello riportato al p.to 8.5 del D.M. delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 e specificato nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture del 21 gennaio 2019 n.7. Il livello di conoscenza minimo, richiesto dalla stazione appaltante, è da considerarsi pari a LC2 (conoscenza adeguata) e sarà conforme ai Decreti precedentemente richiamati.

2. INDAGINI E PROVE SULLE STRUTTURE - SPECIFICHE TECNICHE

Di seguito si riportano le specifiche relative ai tipi di controllo che risultano maggiormente impiegati e che quindi, a meno di problematiche specifiche dei singoli casi, dovrebbero essere esaustivi per l'ottenimento del risultato richiesto. Tutte le indagini devono essere corredate di apposita documentazione fotografica; la posizione di ciascuna zona indagata dovrà essere riportata su appositi elaborati grafici; per ogni tipo di prova dovrà essere descritta la strumentazione utilizzata, la metodologia operativa e la normativa applicata.

2.1. STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO

2.1.1. Rilievo delle barre di armatura e della sezione di carpenteria di elementi strutturali in calcestruzzo armato (PACOMETRIA)

FINALITÀ'

Rilievo della sezione di carpenteria al netto degli intonaci e della posizione, del diametro e del copriferro delle barre di armatura.

DESCRIZIONE

Le misure saranno effettuate mediante Pacometro che dovrà essere in grado di individuare con elevata attendibilità la posizione delle barre, il diametro e lo spessore del copriferro fino ad una profondità di almeno 15 cm dalla superficie dell'elemento.

Sulle travi i rilievi saranno eseguiti sulle superfici laterali e di intradosso, in corrispondenza della sezione di mezzera e nelle due sezioni di appoggio; sui pilastri saranno effettuati sulle superfici direttamente accessibili, in corrispondenza della sezione di spiccato e della sezione di metà altezza e al nodo incastro superiore nel tentativo di individuare il confinamento dell'armatura.

Si procederà all'esecuzione a campione di un numero limitato di piccoli saggi locali di taratura con messa a nudo delle armature.

I rilievi eseguiti saranno documentati con foto e restituiti in appositi elaborati in cui verranno riportate dimensioni di carpenteria, posizioni e diametri delle barre individuate; Il rilievo comprenderà anche la misura del copriferro.

Le norme di riferimento è la seguente:

BS 1881-204:1988 - Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters

La documentazione fotografica, gli elaborati grafici accompagnati da una sintetica relazione tecnica descrittiva delle indagini eseguite e dei risultati rilevati saranno consegnati alla stazione appaltante prima di ogni stato di avanzamento lavori.

2.1.2. Prelievo e prove di compressione su carote di calcestruzzo

FINALITÀ'

Determinazione della resistenza a compressione

DESCRIZIONE

Nel caso di elementi strutturali in calcestruzzo, dovranno essere prelevate carote di diametro da 40 a 100 mm e lunghezza utile pari ad almeno 200 mm; Su pilastri di ridotte dimensioni (inferiori a 40 x 40 cm) è preferibile non procedere al prelievo, o comunque limitarsi a carote di diametro 75 mm o inferiore e lunghezza 100 mm.

Il prelievo di campioni cilindrici sarà eseguito mediante carotaggio continuo con corona diamantata e con circolazione d'acqua, in conformità con la norma UNI EN 12504-1 "Prove su calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione".

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale. Le carote dovranno essere siglate in maniera univoca e indelebile con indicazione del punto di prelievo su opportuni elaborati grafici.

Documentazione fotografica delle prove: ogni carota deve essere disposta orizzontalmente su una superficie preferibilmente scura in maniera tale da mostrarne la sigla. A fianco delle carote, ed in parallelo, va adagiato un decimetro, preferibilmente di dimensioni tali che le tacche centimetriche e le relative cifre risultino ben visibili;

Trasporto delle carote presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto dove saranno eseguite le operazioni di rettifica meccanica dei campioni e le prove di compressione a rottura con determinazione della resistenza a compressione e del peso specifico, con emissione del certificato ufficiale, in conformità alla norma UNI EN 12504-1.

La valutazione della resistenza cubica equivalente deve essere preferibilmente eseguita secondo le indicazioni fornite dal digest n. 9 "Concrete core strenght evaluation" della British concrete society, con particolare riferimento all'esempio applicativo.

L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La documentazione fotografica, gli elaborati grafici e i certificati di prova accompagnati da una sintetica relazione tecnica descrittiva del materiale riscontato e dei risultati rilevati saranno consegnati alla stazione appaltante prima di ogni stato di avanzamento lavori.

2.1.3. Analisi chimiche sui calcestruzzi (carbonatazione)

FINALITÀ'

Determinazione della profondità di carbonatazione

DESCRIZIONE

Esecuzione di analisi chimiche per la valutazione della profondità dello strato di calcestruzzo interessato da fenomeni di carbonatazione.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo carbonatato sarà rilevato con il metodo del viraggio chimico, utilizzando come indicatore una soluzione di fenoltaleina all' 1 % in alcool etilico; le analisi verranno eseguite sulle carote estratte in conformità con la norma UNI 9944: "Corrosione protezione dell'armatura del calcestruzzo -

Le misure dovranno essere eseguite seguendo la procedura sotto descritta:

- a. esecuzione del carotaggio;
- b. siglatura in maniera univoca ed indelebile del campione; individuazione del punto di prelievo sui documenti grafici;
- c. esecuzione delle analisi chimiche;
- d. documentazione fotografica delle prove: ogni carota deve essere disposta orizzontalmente su una superficie preferibilmente scura in maniera tale da mostrarne la sigla. A fianco delle carote, ed in parallelo, va adagiato un decimetro, preferibilmente di dimensioni tali che le tacche centimetriche e le relative cifre risultino ben visibili;

La documentazione fotografica, gli elaborati grafici e i certificati di prova accompagnati da una sintetica relazione tecnica descrittiva del materiale riscontato e dei risultati rilevati saranno consegnati alla stazione appaltante prima di ogni stato di avanzamento lavori.

2.1.4. Prelievo e prove di trazione su barre di armatura

FINALITÀ'

Determinazione della resistenza a trazione delle barre di armatura lenta di elementi strutturali in calcestruzzo armato.

DESCRIZIONE

Prelievo di spezzoni di barre di armatura in sito mediante esecuzione di scassi negli elementi in calcestruzzo armati e taglio delle barre con smerigliatore.

Trasporto degli spezzoni presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto dove saranno eseguite le operazioni di rettifica meccanica e le prove di trazione a rottura con determinazione della resistenza allo snervamento, della resistenza a rottura e dell'allungamento % a rottura, con emissione del certificato ufficiale. Le normative di riferimento sono:

- UNI EN 10002-1:2004 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente
- UNI EN ISO 15630-1:2004 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato
- UNI EN ISO 15630-2:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova - Parte 2: Reti saldate.
- UNI EN ISO 15630-3:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova - Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso.

La documentazione fotografica, gli elaborati grafici accompagnati da una sintetica relazione tecnica descrittiva delle indagini eseguite e dei risultati rilevati saranno consegnati alla stazione appaltante prima di ogni stato di avanzamento lavori.

2.1.5. Saggi diretti su elementi strutturali in calcestruzzo e ripristino delle aree di indagine

FINALITÀ'

Valutazione del diametro e numero di barre, tipologie della staffatura, dimensione degli inerti utilizzati, spessore del

copriferro, grado di ossidazione delle armature e carbonatazione del calcestruzzo

DESCRIZIONE

I saggi devono essere effettuati, preferibilmente, su parti delle strutture oggetto delle indagini, circoscritte e significative, scartando, nella scelta, gli elementi soggetti alle maggiori sollecitazioni per carichi verticali e per azioni sismiche.

Devono essere messe a nudo le barre di armatura mediante la rimozione del calcestruzzo che costituisce il ricoprimento evitando l'uso di mezzi pneumatici.

A fine del saggio dovranno essere ripristinati le parti di calcestruzzo asportate attraverso l'uso di malta espansiva con caratteristiche prestazionali non inferiori alla parte di materiale asportato.

2.1.6. Saggi diretti sui solai

FINALITÀ

Valutazione della tipologia di solaio e della tipologia e stato delle barre di armatura presenti nei travetti che costituiscono il solaio

DESCRIZIONE

La prova viene espletata rimuovendo lo strato di intonaco così da mettere a vista le componenti del solaio, successivamente, individuati i travetti verranno messe a nudo le armature degli stessi mediante la rimozione del calcestruzzo che costituisce il ricoprimento evitando l'uso di mezzi pneumatici.

A fine del saggio dovranno essere ripristinati le parti di calcestruzzo asportate attraverso l'uso di una malta espansiva con caratteristiche non inferiore alla parte di materiale asportato.

2.1.7. Endoscopia su solaio e/o tamponatura

FINALITÀ

Valutazione della stratigrafia del solaio e/o tamponatura al fine di individuarne la tipologia, lo spessore ed eventuali anomalie

DESCRIZIONE

La prova viene espletata praticando dei piccoli fori da eseguire con trapani a rotazione a basso numero di giri (per non indurre vibrazioni eccessive all'elemento in esame); nelle suddette lesioni, e/o cavità o fori, si introduce un endoscopio, costituito nelle sue parti essenziali di un'asta con fibra ottica e di una guida luce per l'illuminazione della parte in esame, alla parte terminale verrà applicata una cellula fotografica per la documentazione dell'indagine.

2.2. STRUTTURE IN MURATURA (laddove richiesto in fase di esecuzione)

2.2.1. Saggi diretti sulla muratura e ripristino delle aree di indagine

FINALITÀ

Valutazione della tipologia, la forma e le dimensioni dei materiali lapidei che costituiscono la struttura portante e, ove il saggio venga effettuato in corrispondenza di un incrocio fra due setti murari, è possibile valutare la corretta ammorsatura della struttura

DESCRIZIONE

La prova viene espletata rimuovendo lo strato di intonaco al fine di portare a nudo il materiale lapideo componente la struttura; dovranno pertanto essere catalogate, tramite opportuna documentazione fotografica e descrittiva, la tipologia di muratura, le caratteristiche formali del materiale lapideo, la dimensione degli strati di malta e la presenza di eventuali spazi vuoti nel solido murario.

Per saggi effettuati in zona di incrocio fra due setti dovrà inoltre essere catalogata, tramite opportuna documentazione fotografica e descrittiva, le caratteristiche dell'ammorsamento fra i setti.

Successivamente alle analisi dovrà essere ripristinato lo strato di intonaco rimosso con malte compatibili alla tipologia muraria, riutilizzando, ove possibile, parte del materiale asportato per ricomporre la ricetta dell'intonaco.

2.2.2. Rimozione di intonaco e ripristino delle parti esaminate

FINALITÀ

Valutazione della presenza o meno di elementi strutturali in calcestruzzo armato e della tipologia di solaio

DESCRIZIONE

La prova viene espletata rimuovendo lo strato di intonaco al fine di portare a nudo gli elementi strutturali che dovranno pertanto essere catalogate, tramite opportuna documentazione fotografica e descrittiva.

Successivamente alle analisi dovrà essere ripristinato lo strato di intonaco rimosso analogo alle parti asportate, riutilizzando, ove possibile, parte del materiale asportato per ricomporre la ricetta dell'intonaco.

2.2.3. Prova con doppio martinetto piatto

FINALITÀ

Valutazione delle caratteristiche di deformabilità del paramento murario

DESCRIZIONE

Previa calibratura della strumentazione, la prova viene espletata rimuovendo dapprima lo strato di intonaco al fine di portare a nudo parte del solido murario; successivamente verrà eseguito un primo taglio nella muratura attraverso l'uso di una sega taglia-muro a basso numero di giri per una profondità pari alla larghezza della piastra metallica del martinetto, se si è in presenza di un solido murario composto da una muratura regolare il taglio dovrà essere eseguito in corrispondenza dei giunti di malta, nel caso di muratura irregolare il taglio dovrà interessare sia i comenti che il materiale lapideo costituente la muratura.

Verrà eseguito un secondo taglio, con metodologia analoga al primo in una posizione inferiore ad una distanza non superiore ad 1,5 volte la lunghezza dei martinetti; entrambi i fori dovranno poi essere ripuliti al fine di permettere il perfetto combaciamento tra le superfici di taglio ed il martinetto.

Verranno poi inseriti i martinetti all'interno dei fori prevedendo anche, ove necessario, degli spessori utili a colmare eventuali vuoti ed irregolarità interne.

Una volta prese le misure di partenza la pressione verrà incrementata a passi pari a circa il 10% della pressione massima attesa e le deformazioni verranno misurate dopo una breve pausa di assestamento ad ogni passo; ad ogni incremento si devono registrare sia la pressione dei martinetti che le deformazioni. Il rapporto tra l'incremento di pressione e l'incremento di deformazione deve essere accuratamente controllato in modo da interrompere la prova quando tale valore diminuisce improvvisamente per evitare danni alla muratura.

Alla fine della prova i martinetti dovranno essere rimossi ed il taglio effettuato dovrà essere richiuso con una malta espansiva compatibile con la struttura muraria; alla presa e asciugatura della malta dovrà essere ripristinato lo strato di intonaco rimosso con malte compatibili analoghe alle parti asportate, riutilizzando, ove possibile, parte del materiale asportato per ricomporre la ricetta dell'intonaco.

2.3. POZZETTI IN FONDAZIONE

2.3.1. Identificazione delle strutture di fondazione

FINALITÀ

Identificazione delle strutture di fondazione, previa scavo eseguito a ridosso della fondazione da investigare e rilievo diretto degli elementi strutturali, con il fine di verificare i disegni di progetto esistenti o ricostruire la carpenteria della fondazione della struttura.

DESCRIZIONE

Esecuzione delle opere di scavo necessarie per la messa a nudo della superficie di estradosso e di una superficie laterale delle strutture di fondazione, con rilievo diretto delle geometrie strutturali e della quota del piano di posa.

Per ogni elemento indagato, i rilievi saranno restituiti su un'apposita scheda contenente: descrizione della tipologia strutturale, restituzione grafica dei rilievi con esplicitazione delle dimensioni, delle quote del piano di posa rispetto al pavimento, l'identificazione della zona di rilievo, documentazione fotografica, ecc., con ricostruzione della carpenteria di fondazione se richiesto. Per le fondazioni in c.a., la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali e il rilievo delle barre d'armatura si seguiranno le prove descritte al p.to 4.1.

La documentazione fotografica, gli elaborati grafici accompagnati da una sintetica relazione tecnica descrittiva delle indagini eseguite e dei risultati rilevati saranno consegnati alla stazione appaltante prima di ogni stato di avanzamento lavori.

2.4. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Si fa presente che le specifiche tecniche riportate qui di seguito hanno carattere generale; per quanto invece non specificato si farà riferimento alle seguenti raccomandazioni:

- A.G.I. "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

2.4.1. Sondaggi Geotecnici

Le perforazioni finalizzate all'esecuzione di **sondaggi geotecnici** sono caratterizzate dalle seguenti modalità esecutive:

- carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, al fine di ricostruire il profilo stratigrafico mediante l'esame dei campioni estratti o "carote";
- rilievo del livello delle acque superficiali e sotterranee;
- descrizione stratigrafica in chiave geologica e geotecnica;
- annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno.

Il dettaglio delle modalità esecutive, l'ubicazione e la profondità dei singoli sondaggi, le prove di laboratorio sui campioni e le relative quote sono precisati nel programma delle indagini.

2.4.2. Attrezzature di perforazione

L'attrezzatura di perforazione deve essere costituita da:

- sonda a rotazione (testa idraulica), a mandrino, con la quale, tramite aste di perforazione montate su carotieri, si ottiene l'avanzamento nel terreno. I requisiti minimi sono indicati in tabella 11.1:

Tabella 11.1- Requisiti minimi sonda di perforazione

Velocità di rotazione	0-500	rpm
Coppia massima	≥400	kg/m
Corsa continua	≥ 150	cm
Spinta	≥4000	kg
Tiro	≥4000	g
Pressione pompa (gruppo energia autonomo)	≥70	bar
Argano a fune	presente	----

- pompa con circuito supplementare per il rabbocco del fluido alla testa del foro.
- impianto per la preparazione ed il recupero di eventuali fanghi di circolazione
- corredo della sonda, completo di tutti gli accessori, necessari per l'esecuzione del lavoro a norma di specifica, e degli utensili per la riparazione dei guasti di ordinaria entità.

2.4.3. Perforazioni a carotaggio continuo

Le modalità esecutive del sondaggio saranno tali da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati consentendo il prelievo continuo di materiale rappresentativo (carote). La tecnica di perforazione deve essere adattata alla tipologia e alla natura del terreno, mediante la scelta appropriata dell'apparecchiatura, del tubo carotiere, della corona, della velocità di avanzamento, della portata e della pressione dell'eventuale fluido di circolazione.

Tale carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato deve essere caratterizzato da una percentuale di

recupero $\geq 85\%$.

Il carotaggio sarà eseguito, con fluido di circolazione. I carotieri saranno azionati ad aste.

Nei terreni prelevati a secco, qualora l'espulsione della carota dal carotiere sia eseguita con pressione idraulica, dovranno essere impiegati tamponi a tenuta.

In terreni scistosi o comunque in ammassi molto fratturati dovranno essere utilizzati carotieri apribili (T6S).

L'eventuale impiego di corone speciali (al diamante) deve essere realizzato in terreni e rocce con durezza da "medio dure" a "molto abrasive".

2.4.4. Utensili di perforazione

Gli utensili di perforazione devono essere costituiti da:

- *Carotieri semplici*, con valvola di testa a sfera e calice:

Diametro nominale $\varnothing_{est} = 101 \div 146$ mm Lunghezza utile $L = 150 \div 300$ cm

- *Carotiere doppio* con porta-campione interno apribile longitudinalmente (T6S), con estrattore a calice.

Diametro nominale $\varnothing_{est} \geq 100$ mm

Lunghezza utile $L = 150$ cm

- *Cestello di ritenuta* alla base per il carotaggio dei tratti costituiti da materiali grossolani sciolti
- *Corone* di perforazione in widia e diamante, del tipo adatto ai terreni incontrati.
- *Aste* di perforazione con filettatura tronco-conica. Diametro esterno $\varnothing_{esterno} = 60 \div 76$ mm.

Gli utensili di perforazione da utilizzare saranno comunque tali da consentire l'estrazione di tutto il materiale interessato dal sondaggio senza che avvengano fratturazioni e dilavamento.

2.4.5. Utensili di pulizia fondo del foro

Gli utensili per la pulizia del foro devono essere costituiti da:

- carotiere semplice, $l = 40 \div 80$ cm;
- attrezzo a fori radiali, da impiegarsi con circolazione di fluido uscente inclinazione di $45^\circ \div 90^\circ$ rispetto alla verticale;
- campionatore a pareti grosse $\varnothing 100$ mm, con cestello di ritenuta alla base, per eventuali ciottoli.

2.4.6. Stabilizzazione del foro di sondaggio

Durante le fasi lavorative, per evitare franamenti delle pareti del foro, la perforazione deve essere eseguita impiegando una tubazione metallica di rivestimento provvisoria o utilizzando fango di tipo bentonitico o a polimeri.

2.4.7. Rivestimenti provvisori

La necessità della posa di tubi di rivestimento provvisorio nel foro di sondaggio è da valutare in relazione alle reali caratteristiche del terreno: in particolare si adotteranno nei casi in cui sussista il rischio di franamenti delle pareti del foro stesso. Rappresenta il metodo più sicuro di stabilizzazione delle pareti. Nel caso di utilizzo di rivestimenti associati alla perforazione ad aste, essi saranno in acciaio, con le seguenti caratteristiche:

- spessore tubo $s = 8 \div 10$ mm
- diametro interno $\varnothing_{interno} = 107 \div 162$ mm
- lunghezza spezzoni $l = 150 \div 200$ cm

L'impresa potrà proporre l'impiego di rivestimenti con diverse caratteristiche, in relazione al tipo di attrezzatura di perforazione prescelta, subordinandone l'uso all'approvazione della direzione dei lavori.

L'infissione dei rivestimenti avviene di norma a rotazione con fluido di circolazione. Per garantire la stabilità di eventuali tratti di roccia intensamente fratturati, si ricorre alla cementazione del foro ed alla sua successiva riperforazione.

In particolare:

- la perforazione sarà seguita dal rivestimento provvisorio del foro solo in assenza di certo autosostentamento delle pareti, con l'uso di fluido in circolazione il cui livello deve essere sempre mantenuto mediante aggiunta opportuna fino ad una quota tale da bilanciare la pressione idrostatica nel terreno naturale (in particolare durante l'estrazione della batteria di aste);
- la pressione del fluido sarà minore possibile e controllata tramite manometro; il disturbo arrecato al terreno deve essere contenuto nei limiti minimi, fermando se necessario la scarpa del rivestimento a $20 \div 50$ cm dal fondo del foro.

2.4.8. Stabilizzazione con immissione di fanghi

Fanghi a base di bentonite esercitano un'efficace azione stabilizzante. Essi formano una sottile pellicola impermeabile, la quale esercita una pressione lungo le pareti del foro. Maggiore è la densità del fango e maggiore sarà l'efficacia della stabilizzazione.

Tale metodo è sconsigliato per fori destinati a misure e controlli sulle acque sotterranee.

2.5. STABILIZZAZIONE A MEZZO DI CEMENTAZIONE DEL FORO

La cementazione del foro o di parte dello stesso può essere utile per l'attraversamento di intervalli molto fessurati o franosi, per la stabilizzazione e tamponamento delle pareti e per evitare infiltrazioni d'acqua non desiderate. La cementazione può avvenire sia in fase di perforazione che a sondaggio ultimato.

Il riempimento del foro avverrà fino ad una quota superiore di 2.00 ml. rispetto al tetto dello strato da contenere o bonificare.

2.5.1. Stabilità al fondo del foro

La stabilità del fondo del foro sarà assicurata in ogni fase della lavorazione con particolare attenzione nei casi in cui il terreno necessiti di rivestimento provvisorio.

Il battente di fluido in colonna deve essere mantenuto prossimo alla bocca del foro, mediante rabbocchi progressivi, specialmente durante l'estrazione del carotiere e delle aste, oppure occorre mantenerlo sempre più alto possibile, anche facendo sporgere fino a 1.0 m dal piano di lavoro l'estremità superiore del rivestimento, da mantenersi pieno di fluido. L'estrazione degli utensili o dei campionatori deve avvenire con velocità iniziale molto bassa ($1 \div 2$ cm/sec), eventualmente intervallata da pause di attesa, al fine di ristabilire la pressione idrostatica del fluido sul fondo del foro. Ciò riguarda le fasi di estrazione del carotiere e delle fustelle dei campionatori ad infissione conclusa.

Indesiderabili effetti di risucchio (effetto "pistone") possono anche verificarsi nel caso di brusco sollevamento della batteria di rivestimento, qualora occlusa all'estremità inferiore del terreno per insufficiente circolazione di fluido durante l'infissione.

2.5.2. Campionamento in foro e prove geotecniche

In tutti i casi nei quali non si verifichino repentini collassi del foro nel tratto non rivestito, il prelievo di campioni in foro o l'esecuzione di prove geotecniche SPT deve seguire la manovra di perforazione con carotiere, precedendo il rivestimento a fondo del foro, il quale sarà, se necessario, eseguito a campionamento/prova SPT ultimati.

2.5.3. Controllo della lunghezza delle batterie inserite in foro

La lunghezza esatta delle batterie inserite nel foro sarà misurata e riportata a cura del geologo responsabile della sonda in una apposita tabella.

2.5.4. Fluidi di circolazione

Il fluido di circolazione può essere costituito da:

- acqua;
- fango bentonitico;
- fanghi polimerici o additivati;
- agenti schiumogeni.

L'impresa potrà proporre, salvo approvazione, l'utilizzo di fluidi diversi dai sopra elencati, con la condizione che in ogni caso il fluido prescelto, oltre ad esercitare le funzioni di raffreddamento, asportazione dei detriti ed eventuale sostentamento, debba essere in grado di non pregiudicare la qualità del carotaggio, l'esito delle prove geotecniche ed il funzionamento della strumentazione.

La pompa utilizzata per la circolazione dei fanghi dovrà avere una potenza atta a sviluppare una adeguata velocità di fuoriuscita dei fanghi stessi dal foro, onde impedire la decantazione dei detriti nel foro di sondaggio.

Il fango bentonitico dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- viscosità, misurata con viscosimetro Marsh, $>35^\circ$ Marsh;
- acqua libera $\leq 2\%$.

La confezione e la circolazione del fango bentonitico devono essere eseguite mediante l'utilizzo di adeguati mescolatori, pompe, vasche di decantazione ed eventuali additivi di appesantimento o intasanti.

La composizione del fango bentonitico, prima dell'impiego, deve possedere i requisiti di uniformità, costanza e stabilità richiesti; durante l'impiego non deve dar luogo a fenomeni di flocculazione.

Può essere autorizzato e/o espressamente richiesto l'impiego di acqua anziché fango bentonitico. Possono essere inoltre utilizzati fanghi polimerici o altri fanghi speciali (ad esempio biodegradabili) subordinati all'approvazione della direzione dei lavori

2.5.5. Strumenti di controllo e prova

Devono far parte del corredo della sonda i seguenti strumenti:

- scandaglio a filo graduato, per misura della quota reale di fondo del foro;
- freattimetro;

2.5.6. Cassette catalogatrici e carote

Le carote estratte nel corso della perforazione verranno sistemate in apposite cassette catalogatrici (in legno, metallo o

plastica), munite di scomparti divisorii e coperchio apribile a cerniera; tali cassette, di consistenza tale da essere trasportate ed impilate, hanno dimensioni di circa 1.0 x 0.6 x 0.15 m. Le carote coesive verranno scortecciate, le lapidee lavate. Appositi setti separatori suddivideranno i recuperi delle singole manovre, recando indicate le quote rispetto al p.c.

Negli scomparti saranno inseriti blocchetti di legno o targhette adesive, a testimoniare gli spezzoni di carota prelevati ed asportati per il laboratorio, con le quote di inizio e di fine di tali prelievi.

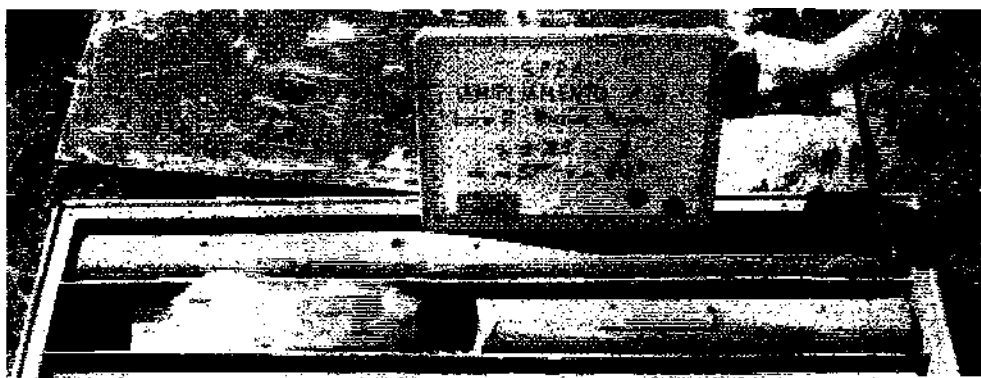
Sul fondo di ogni scomparto, su richiesta della direzione dei lavori, deve essere posto un foglio di plastica trasparente (tipo polietilene) di dimensioni tali da poter essere anche risvoltato a coprire e proteggere le carote, una volta sistemate nella cassetta catalogatrice.

Sui bordi di ciascuna cassetta verranno riportate le quote delle carote rispetto al piano campagna e sui coperchi verranno applicate etichette adesive contenenti i seguenti dati:

- committente;
- lavoro;
- sondaggio
- numero della cassetta;
- quote (da m..... a m);
- data esecuzione.

Le singole cassette verranno fotografate con pellicola a colori o tramite fotocamera digitale entro 24 ore dal loro completamento. Si richiede la completa leggibilità di tutte le indicazioni esistenti sulla cassetta ed una visione chiara delle carote contenute.

Tale documentazione fotografica verrà allegata in stratigrafia o in relazione tecnica assieme agli eventuali negativi.



La documentazione fotografica, gli elaborati grafici accompagnati da una sintetica relazione tecnica descrittiva delle indagini eseguite e dei risultati rilevati saranno consegnati alla stazione appaltante prima di ogni stato di avanzamento lavori.

2.6. RILIEVO STRATIGRAFICO

2.6.1. Generalità

Il geologo responsabile del cantiere realizzerà un profilo stratigrafico del sondaggio, inteso come rappresentazione della successione dei terreni attraversati dai mezzi di indagine; tale profilo sarà composto dai seguenti elementi.

2.6.2. Dati generali e tecnici

I dati generali e tecnici dovranno riportare:

Denominazione del Cantiere;

Committente;

Impresa esecutrice; Numero del sondaggio; Quota;

Inclinazione del sondaggio rispetto la verticale:

- date di perforazione (inizio e fine).
- metodi di perforazione utilizzati nei diversi spessori.
- attrezzatura impiegata.
- utensili di perforazione (carotieri).
- diametro di perforazione.

- diametro e lunghezza del rivestimento.
- fluido di circolazione.

Parametri di perforazione: Tempi di manovra, di velocità e di spinta di avanzamento Profondità di prelievo dei campioni indisturbati e rimaneggiati

2.6.3. Descrizione stratigrafica

La descrizione stratigrafica deve riportare:

- tipo di terreno o di roccia;
- condizioni di umidità naturale;
- consistenza;
- colore o colore prevalente;
- struttura;
- particolarità aggiuntive;
- litologia ed origine;
- percentuale di recupero;
- rilievo del livello dell'acqua nel foro;
- eventuali franamenti, perdite di circolazione, cavità;
- Quote di eventuali prove geotecniche in foro.

Per la rappresentazione e restituzione della stratigrafia si descrivono gli elementi da trattare in base alla tipologia di terreno o roccia riscontrati. Si sottolinea il fatto che alcuni dei parametri sono descrivibili sia nel caso di terreni che di rocce.

2.6.3.1. Terreni non rocciosi

1) Recupero % di carotaggio

Per i materiali non rocciosi viene definito come il rapporto percentuale tra la lunghezza della carota recuperata L_c e la lunghezza della battuta L_b presa in considerazione:

$$\text{Recupero \%} = 100 \cdot L_c / L_b$$

Il suo valore viene riportato graficamente in stratigrafia inspessendo il tratto corrispondente al valore riscontrato e riportando il valore numerico in colonna.

2) Tipo di terreno

- Composizione granulometrica approssimata del terreno in esame, con riferimento alla tabella 5.4.1

Tabella 5.4.2

Definizione		Diametro dei grani (mm)	Criteri di identificazione
Blocchi		>200	Visibili ad occhio nudo
Ciottoli		200 ÷ 60	
Ghiaia	Grossa media fine	60÷20 20÷6 6÷2	
Sabbia	Grossa media fine	2÷0.6 0.6÷0.2 0.2÷0.06	
Limo		0.06÷0.002	Solo se grossolano è visibile a occhio nudo, poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto, si disgrega velocemente in acqua, si essicca velocemente, possiede coesione ma può essere polverizzato fra le dita.
Argilla		<0.002	I frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita, si disgrega in acqua lentamente, liscia al tatto, plastica, non dilatante, appiccica alle dita, asciuga lentamente, si ritira durante l'essiccazione
Terreno agrario organico o vegetale			Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali

Torba			Predominano resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità
-------	--	--	---

La descrizione dovrà essere conforme alle raccomandazioni AGI.

Si elenca per primo il nome del costituente principale, seguito dal costituente secondario nella forma:

- preceduto dalla preposizione "*con*", se rappresenta una percentuale compresa fra il 25% ed il 50%;
- seguito dal suffisso "*oso*", se rappresenta una percentuale compresa tra il 10% ed il 25 %;
- preceduto da "*debolmente*" e seguito dal suffisso "*oso*" se rappresenta una percentuale compresa tra il 5% ed il 10 %.

- b) per quanto riguarda la frazione ghiaiosa e ciottolosa è necessario descrivere il grado di arrotondamento e/o appiattimento, con riferimento alla tabella 5.4.2

Tabella 5.4.2 - Arrotondamento

Definizione	Arrotondamento	Descrizione
Angolare	0-0.15	Nessun smussamento
Sub-angolare	0.15-0.25	Mantiene forma originale con evidenze di smussamento
Sub-arrotondata	0.25-0.40	Smussamento considerevole e riduzione dell'area di superficie del calsto
Arrotondata	0.40-0.60	Rimozione delle superfici originali, con qualche superficie piatta
Ben-arrotondata	0.60-1	Superficie interamente compresa da curve ben arrotondate

Specificare inoltre la natura litologica ed il diametro massimo della ghiaia, dei ciottoli e dei blocchi e precisare il grado di uniformità della composizione granulometrica.

3) Condizioni di umidità naturale

Le condizioni di umidità naturale del terreno saranno definite utilizzando uno dei seguenti termini:

- asciutto;
- debolmente umido;
- umido;
- molto umido;
- saturo.

È fondamentale nell'interpretazione descrivere la condizione propria del terreno naturale, escludendo quanto indotto dalla circolazione di fluido connesso alle modalità di perforazione adottate.

4) Consistenza e addensamento

Per i terreni coesivi e semi coesivi verrà valutata la consistenza del terreno, mentre per i terreni incoerenti o granulari sarà misurato il grado di addensamento.

Nel caso di terreni granulari si esprimerà la consistenza in termini di addensamento, con riferimento alla tabella 5.4.4.

Tabella 5.4.4. - Addensamento terreni granulari

N_{sp}	Valutazione dello stato di addensamento	Prove manuali
0- 4	Sciolto	Si scava facilmente con un badile
4 - 10	Poco addensato	Si scava abbastanza facilmente con badile e si penetra con una barra
10 - 30	Moderatamente addensato	Difficile da scavare con badile, o da penetrare con barra
30 - 50	Addensato	Molto difficile da penetrare; si scava con piccone
> 50	Molto addensato	Difficile da scavare con piccone

5) Colore

Nel caso di sondaggi in terreno per l'identificazione di questo parametro è necessario fare riferimento alle carte colorimetriche "Munsell soil" o alla "Rock color chart". Queste tavole forniscono dei nominativi identificativi per ciascun colore dominante, la gradazione (*hue*), la luminosità relativa (*value*) ed il tono (*chroma*). Nel caso di terreni grossolani il colore da descrivere è quello della matrice.

Nel caso di sondaggi in roccia si potranno adottare definizioni più generiche, avendo cura però di distinguere il colore della roccia intatta da quello delle superfici delle fratture o discontinuità, evidenziando ciò che può dare indicazioni sulla presenza di filtrazione idrica (sarà descritto scegliendo o combinando i seguenti termini):

- rosa;
- rosso;
- viola;
- arancione;
- giallo;
- marrone;
- verde;
- grigio;
- nero.

6) Particolarità aggiuntive

Per particolarità aggiuntive si intendono tutte quelle caratteristiche non inserite in alcuna descrizione precedente che siano significative ai fini di una schematizzazione geotecnica. Si segnala a titolo di esempio la presenza di quanto segue:

- radici;
- manufatti, riporti, materiali di discarica;
- fossili o residui organici vegetali;
- sostanze deperibili, friabili, solubili;
- effervescenza all'acido HCl in soluzione diluita al 5%.

7) Simboli grafici per rappresentare terre e rocce

Nei profili stratigrafici è necessario adottare, per una più facile lettura in corrispondenza della colonna della descrizione del materiale, simboli grafici rappresentanti i diversi tipi litologici.

8) Rilievo del livello dell'acqua nel foro

Nel corso della perforazione verrà rilevato in forma sistematica il livello dell'acqua nel foro.

Le misure verranno eseguite tramite sondina piezometrica o freatimetro in particolare prima e dopo ogni interruzione di lavoro (sera, mattina, altre pause), con annotazione di quanto segue:

- livello acqua nel foro rispetto al p.c.;
- quota del fondo del foro;
- quota della scarpa del rivestimento;
- data ed ora della misura;

Tali annotazioni devono comparire nella documentazione definitiva del lavoro.

2.6.3.2. Terreni rocciosi e cementati

La parte dei moduli stratigrafici dedicata alla descrizione dei materiali litoidi riporterà oltre ai dati già descritti per le terre anche le seguenti voci: (fig. 12.3):

- recupero % di carotaggio;
- RQD;
- dimensione degli spezzoni di roccia;
- natura e caratteri strutturali;
- grado di alterazione;
- tipo di discontinuità;
- natura delle superfici;
- inclinazione delle superfici di debolezza;
- scabrezza delle superfici di discontinuità (JRC);
- riempimento;
- spaziatura;
- apertura;

- persistenza.

1) Recupero % di carotaggio

Per i materiali rocciosi viene definito come il rapporto percentuale tra la sommatoria delle lunghezze dei singoli spezzoni di carota L_{spe} la lunghezza perforata L_c presa in considerazione:

$$Recupero \% = 100 * \sum(L_{sp}) / L_c$$

Il suo valore viene riportato graficamente in stratigrafia inspessendo il tratto corrispondente al valore riscontrato e riportando il valore numerico in colonna.

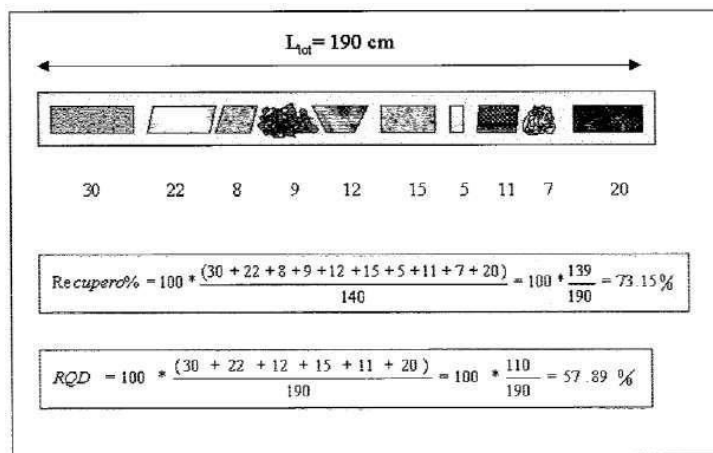
2) RQD (Rock Quality designation - Recupero % modificato)

E' definito come il rapporto percentuale tra la sommatoria dei soli spezzoni di carota aventi lunghezza maggiore o uguale a 100 mm ($L \geq 100$) ed il tratto di lunghezza perforato (L_c) presa in considerazione:

$$RQD = 100 * \sum(L_{\geq 100}) / L_c$$

Per lunghezza del tratto perforato si intende l'effettivo avanzamento, anche se minore della lunghezza del carotiere. Tale valore va calcolato considerando solo le discontinuità naturali della roccia, apprezzando la lunghezza di ciascun spezzone lungo l'asse di carote aventi diametro ≥ 53.10 mm, estratte utilizzando carotieri doppi. Nell'eventualità di una rottura accidentale della carota in fase di estrazione dal carotiere o al momento della disposizione in cassetta catalogatrice, le parti risultanti devono essere conteggiate come unico pezzo.

Di norma devono essere considerate discontinuità naturali caratteristiche dell'ammasso le fratture lisce, apparentemente fresche ma non ricongiungibili e quelle contenenti prodotti di degradazione meteorica o alterazioni, elementi cementanti nonché striature.



3) - Recupero % di carotaggio e RQD

Attraverso l'indice RQD è possibile fornire una valutazione sulla qualità della roccia presa in esame (tabella 5.4.5).

Tabella 5.4.5. - Qualità della roccia attraverso RQD

RQD	Qualità della roccia
0-25	molto scadente
25-50	scadente
50-75	discreta
75-90	buona
90-100	eccellente

4) Dimensione degli spezzoni di roccia

La definizione di tale parametro deriva dall'esigenza di specificare e definire il valore RQD. La lettura simultanea delle voci RQD e dimensione degli spezzoni fornisce infatti una visione globale sulle caratteristiche dell'ammasso. In stratigrafia devono comparire tre colonne che, da sinistra verso destra indicano:

- spezzoni con dimensioni inferiori a 5 cm;
- spezzoni con dimensioni comprese tra 5 e 10 cm;
- spezzoni con dimensioni superiori a 10 cm;

5) Natura e caratteri strutturali

Le rocce, riferendosi alle classifiche litologiche, vengono riconosciute riportando i principali costituenti e descrivendo i

caratteri strutturali relativi al loro stato di aggregazione, alle dimensioni dei granuli costituenti ed alla loro forma. Si definiscono:

- struttura compatta: se non è possibile distinguere i componenti della roccia ad occhio nudo;
- struttura granulare: se è possibile distinguere i componenti della roccia ad occhio nudo. A tale tipo di struttura appartiene la:

struttura cristallina: i singoli elementi sono costituiti da individui cristallini (es. granitoide) struttura clastica: i singoli elementi sono costituiti da frammenti di rocce o minerali cementati.

- Struttura orientata: i singoli elementi di roccia sono allineati secondo una direzione. A tale tipo di struttura appartiene la:

struttura laminata: la roccia si divide in frammenti con forma di lamine o scaglie struttura scistosa: la distribuzione dei minerali micacei avviene secondo superfici piano-parallele. La roccia è divisibile secondo tali superfici

- Stratificazione

Indicare i piani di strato visibili, precisandone la spaziatura, definibile in accordo alla tabella 5.4.6

Tabella 5.4.6. - Stratificazione

Spaziatura media (mm)	Termini descrittivi
2000 <	Stratificazione in banchi
2000 ÷ 600	Strati di elevato spessore
600 ÷ 200	Strati di medio spessore
200 ÷ 60	Strati di sottile spessore
60 ÷ 20	Strati di spessore molto sottile
20 ÷ 6	Laminazione
<6	Sottile laminazione

Dovrà essere indicata anche la presenza di eventuali strutture sedimentarie, quali stratificazioni o laminazioni incrociate.

Regolari alternanze di diversi tipi litologici (es.: sabbie ed argille, marne e calcareniti) possono essere definite con il termine di "interstratificazione":

- scistosità, piani di taglio: indicare la presenza, la spaziatura e le caratteristiche della scistosità (orientazione visiva della roccia dovuta a minerali lamellari e prismatici) e di piani di taglio (in terreni coesivi, granulari o rocciosi).
- strutture particolari: indicare la presenza e le caratteristiche di strutture particolari legate a processi di alterazione o trasporto, quali la presenza di clasti in matrice soffice o isole di materiale poco alterato in matrice profondamente alterata, e simili.

6) Grado di alterazione

Sono individuati e distinti sei gradi di alterazione per i quali però non è necessario definire in dettaglio i processi di decomposizione e di disgregazione con riferimento alla tabella 5.4.7.

Tabella 5.4.7. - Grado di alterazione

Definizione	Descrizione
Assente	Nessun segno visibile di alterazione, roccia sana, cristalli lucenti.
Debole-Moderata	Le superfici di debolezza presentano patine di ossidazione da locali a diffuse e possono essere decolorate, con possibili sottili strati di riempimento. La decolorazione può penetrare nella roccia per spessori fino al 20% della spaziatura dei piani di discontinuità.
Media	La decolorazione penetra nella roccia per spessori superiori al 20% della spaziatura dei piani di discontinuità, che possono contenere riempimenti di materiale alterato. Sono visibili i primi segni di disgregazione della roccia in particolar modo lungo i piani di scistosità (lamine e piccole scaglie non del tutto separate dalla superficie).
Elevata	La decolorazione interessa per intero la roccia, che è in parte friabile. L'originale struttura della roccia è conservata, ma i cristalli sono separati tra loro.

Intensa	La roccia è completamente decolorata, decomposta e friabile, con l'aspetto esteriore di un suolo. Internamente la struttura originale può essere riconosciuta, la separazione fra i cristalli è completa.
---------	---

7) Tipo di discontinuità

Con il termine "discontinuità" si definisce un piano o una superficie di debolezza presente all'interno dell'ammasso roccioso. Tipi di discontinuità:

fratture (FR): superfici o piani di discontinuità in senso lato con o senza materiale di riempimento. faglie (FG): superfici di debolezza lungo i cui lembi si sono avuti spostamenti relativi, sottolineati talora dalla presenza di striature; l'attrito tra i due piani può dare origine a fenomeni di brecciatura e fratturazione.

scistosità (SC): tessitura determinata dalla disposizione preferenziale in letti o bande (cristallizzazione orientata) come effetto di spinte tettonico/metamorfiche.

8) Natura delle superfici

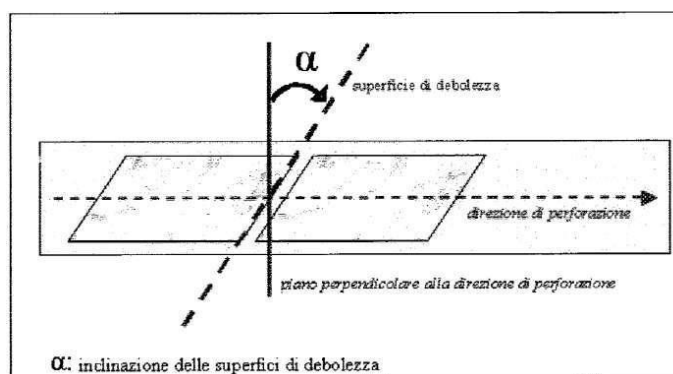
Per le superfici di discontinuità prive di riempimento è necessario fornire la resistenza di parete utilizzando lo sclerometro di Schmidt; tale strumento consente di determinare un indice JCS correlabile, in funzione della densità della roccia, alla resistenza a compressione.

Una stima speditiva alternativa può essere fornita in funzione dell'entità della scalfitura provocata da una punta di acciaio:

- superficie soffice: scalfibile con l'unghia
- superficie di media durezza: scalfibile con punta di acciaio
- superficie dura: scalfibile debolmente con punta di acciaio

9) Inclinazione delle superfici di debolezza

L'inclinazione di una superficie di debolezza viene definita come l'angolo, misurato in senso orario, che il piano perpendicolare alla direzione di perforazione forma con la superficie di discontinuità.



Inclinazione delle superfici di debolezza

10) JRC (Scabrezza delle superfici di discontinuità - Joint roughness coefficient)

La scabrezza delle superfici di discontinuità viene valutata utilizzando un opportuno profilatore (pettine di Barton) che permette di ricavare l'impronta della carota lungo una direzione. Il profilatore deve essere applicato lungo la direzione di massima inclinazione della superficie e lungo la sua perpendicolare ottenendo così due distinti profili. Il valore JRC, variabile da 0 a 20, viene ottenuto sovrapponendo i due profili con quelli di riferimento. In stratigrafia si inseriranno prima il JRC misurato lungo la massima inclinazione seguito da quello misurato lungo la perpendicolare.

11) Riempimento

In corrispondenza di ciascuna superficie di discontinuità deve essere descritto anche l'eventuale riempimento presente e la sua natura, in accordo ai criteri adottati per le terre.

12) Spaziatura

Indicare la spaziatura dei giunti con riferimento alla tabella 5.4.8.

Tabella 5.4.8. - Spaziatura e fratturazione

Spaziatura delle fratture	Termini descrittivi
< 5 cm	Fratture molto ravvicinate
5 ≤ 30 cm	Fratture ravvicinate

30 ≤ 100 cm	Fratture moderatamente ravvicinate
100 ≤ 300 cm	Fratture distanziate
> 300 cm	Fratture molto distanziate

13) Apertura

Rappresenta la distanza tra le pareti di una discontinuità fra le quali non sia presente materiale di riempimento.

14) Persistenza

Descrivere anche la *persistenza* ovvero se la discontinuità termina o meno.

15) Colore

Nel caso di sondaggi in terreno per l'identificazione di questo parametro è necessario fare riferimento alle carte colorimetriche "Munsell soil" o alla "Rock color chart". Queste tavole forniscono i nominativi identificativi per ciascun colore dominante, la gradazione (*hue*), la luminosità relativa (*vaino*) ed il tono (*chroma*). Nel caso di terreni grossolani il colore da descrivere è quello della matrice.

Nel caso di sondaggi in roccia si potranno adottare definizioni più generiche, avendo cura però di distinguere il colore della roccia intatta da quello delle superfici delle fratture o discontinuità, evidenziando ciò che può dare indicazioni sulla presenza di filtrazione idrica (sarà descritto scegliendo o combinando i seguenti termini):

- rosa;
- rosso;
- viola;
- arancione;
- giallo;
- marrone;
- verde;
- grigio;
- nero.

16) Particolarità aggiuntive

Per particolarità aggiuntive si intendono tutte quelle caratteristiche non inserite in alcuna descrizione precedente che siano significative ai fini di una schematizzazione geotecnica.

Si segnala a titolo di esempio la presenza di quanto segue:

- radici;
- manufatti, riporti, materiali di discarica;
- fossili o residui organici vegetali;
- sostanze deperibili, friabili, solubili;
- cementazione più o meno regolare e relativo grado;
- effervescenza all'acido HCl in soluzione diluita al 5%.

17) Litologia ed origine

Il tipo litologico sarà definito nel caso di terreni da semi-litoidi a rocciosi.

Nelle tabelle vengono indicati alcuni criteri classificativi relativi ad alcune categorie di comune riferimento; qualora il tipo litologico da descrivere non rientri nei casi sottoindicati, sarà cura del responsabile di cantiere indicare, sia pure per categorie principali, la corretta definizione. Ciò vale in particolare per le rocce cristalline intrusive, effusive laviche e metamorfiche, per le quali i sistemi di classificazione sono basati sulla composizione mineralogica o chimica e non possono essere riassunti nel presente testo, sia per la loro complessità che per il fatto di richiedere determinazioni diverse dalla sola osservazione macroscopica o dai semplici criteri di prova applicabili in cantiere.

Tabella 5.4.9.- Rocce sedimentarie terrigene carbonatiche - Termini di transizione

Granulometria clasti costituenti		Definizione	
		Clasti terrigeni	Clasti carbonatici
Argilla		Argillite	Calclutite
Limo		Siltite	Calcsiltite
Sabbia	fine	Arenaria	fine
			Calcarenite
			fine

	media		media		media
	grossa		grossolana		grossolana
Ghiaia	fine	Conglomerato	fine	Calcirudite	fine
	media	Breccia	media		media
	grossa		grossolana		grossolana

Tabella 5.4.10. - Depositi sedimentari terrigeni e carbonatici

CaCO ₃ (%)	Definizione
0 - 5	argilla - argillite
5 - 15	argilla debolmente marnosa
15 - 25	argilla marnosa
25 - 35	marna argillosa
35 - 65	Marna
65 - 75	marna calcarea
75 - 85	calcare marnoso
85 - 95	calcare debolmente marnoso
95 - 100	Calcilutite

Note: è opportuno specificare il grado di cementazione che, spesso, è funzione della percentuale di CaCO₃ >3, anche se non necessariamente. Il contenuto di CaCO₃ può essere stimato in base alla effervescenza dell'acido cloridrico diluito al 5%.

Tabella 5.4.11. - Depositi vulcanici piroclastici

Granulometria clasti costituenti	Definizione	
	Tufo	Tufite
Argilla	Cinerite	Tufite argillosa
Limo	Tufo cineritico	Tufite limosa
Sabbia	Tufo e lapilli	Tufite sabbiosa o arenacea
Ciottoli e blocchi	Agglomerato	Tufite conglomeratica
Note: Tufo = deposito piroclastico primario Tufite = deposito piroclastico primario commisto a sedimenti non vulcanici Specificare il grado di saldatura o cementazione dei depositi, che può anche essere nullo.		

Oltre al tipo litologico, quando riconoscibile, potranno essere precisate per tutti i terreni informazioni sull'origine del terreno, distinguendo in modo particolare:

- terreni derivati da trasporto e sedimentazione dei materiali;
- terreni rimasti in situ, specificando se sono riconoscibili azioni fisico-chimiche di alterazione, sostituzione, cementazione.

18) Simboli grafici per rappresentare terre e rocce

Nei profili stratigrafici è necessario adottare, per una più facile lettura in corrispondenza della colonna della descrizione del materiale, simboli grafici rappresentanti i diversi tipi litologici.

19) Rilievo del livello dell'acqua nel foro

Nel corso della perforazione verrà rilevato in forma sistematica il livello dell'acqua nel foro.

Le misure verranno eseguite tramite sondina piezometrica in particolare prima e dopo ogni interruzione di lavoro (sera, mattina, altre pause), con annotazione di quanto segue:

- livello dell'acqua nel foro rispetto al p.c.;

- quota del fondo del foro;
- quota della scarpa del rivestimento;
- data ed ora della misura.

Tali annotazioni devono comparire nella documentazione definitiva del lavoro.

2.7. CAMPIONAMENTO DURANTE I SONDAGGI

2.7.1. Generalità

Le modalità di campionamento possono prevedere il prelievo dei seguenti tipi di campioni:

- a) "*campioni rimaneggiati*", raccolto fra i testimoni del carotaggio di qualsiasi litologia;
- b) "*campioni indisturbati*", *prelevato con campionatore a pistone, fune, rotativo, in terreni coesivi e semi coesivi*;
- c) "*spezzoni di carota lapidea*", *prelevati dal carotaggio in terreni rocciosi*.

I campioni a) e b) devono assicurare una rappresentazione veridica della distribuzione granulometrica del terreno; i campioni b) e c) non devono subire deformazioni strutturali rilevanti conservando inalterati:

- contenuto d'acqua (solo b);
- peso di volume apparente;
- deformabilità;
- resistenza al taglio.

I campioni devono essere prelevati tenendo conto delle esigenze dell'indagine ovvero del grado di qualità richiesto e delle quantità necessarie per le prove di laboratorio.

2.7.2. Campioni rimaneggiati

I campioni rimaneggiati vengono prelevati dal materiale recuperato con il carotaggio; sono i campioni ottenuti con i normali utensili di perforazione e devono essere conservati ordinatamente nelle apposite cassette catalogatrici (campioni con grado di qualità Q1-Q2) oppure sigillati in sacchetti o barattoli di plastica a tenuta stagna per consentirne la conservazione e la misura del tenore di umidità (campioni con grado di qualità Q3); essi dovranno essere contraddistinti da un cartellino indelebile posto all'esterno del sacchetto o del barattolo, riportandone la data di prelievo, il nome del campione (rappresentato da lettere alfabetiche) e del sondaggio, nonché l'indicazione del cantiere. Tali dati dovranno essere riportati anche sulla stratigrafia del sondaggio. La quantità necessaria per le prove di laboratorio è di circa 500 gr. per i terreni fini e di circa 5 kg per quelli grossolani. Nella scelta si avrà cura di eliminare le parti di campione alterabile dall'azione del carotiere (corceccia, parti "bruciate", tratti dilavati, ecc.). Tali campioni devono essere rappresentativi della granulometria e del materiale prelevato.

2.7.3. Campioni semi disturbati con campionatore a pressione/percussione

Il prelievo verrà eseguito con campionatore cosiddetto "a pareti grosse" con fustella di plastica inserita, diametro adeguato alla granulometria del terreno ed al diametro del foro, comunque avente diametro utile (del campione) non inferiore a 85mm.

Se necessario il campionatore deve essere munito di cestello di ritenuta alla base. L'infissione avverrà a percussione o a pressione in base alla compattezza del terreno.

In alternativa a questo tipo di campionatore potrà essere richiesto l'impiego del campionatore rotativo a tripla parete e scarpa avanzata tipo Denison o Mazier aventi diametro utile (della carota) non inferiore a 70 mm.

2.7.4. Spezzoni di carota lapidea e/o di strati cementati

In terreni cementati e rocciosi si prelevano dal carotaggio spezzoni di lunghezza ≥ 15 cm, purché rappresentativi del tipo litologico perforato. Gli spezzoni di carota devono essere puliti, paraffinati ed inseriti in un involucro rigido di protezione (contenitori cilindrici di PVC); l'intercapedine tra la carota ed il cilindro verrà riempita con paraffina fusa che verrà impiegata anche per sigillare le due estremità. A maggiore protezione delle estremità verrà applicato nastro adesivo. Sui contenitori dovrà essere applicata una targhetta adesiva sulla quale viene indicato il cantiere di lavoro, il numero del sondaggio, la quota del prelievo, la data e il tipo di carotiere usato. Tali dati dovranno essere riportati anche sulla stratigrafia del sondaggio.

2.7.5. Indicazioni sul campione

I campioni devono essere contraddistinti da cartellini inalterabili, che indichino:

- 1) committente;
- 2) cantiere;
- 3) numero del sondaggio;
- 4) numero del campione;

- 5) profondità di prelievo;
- 6) tipo di campionatore impiegato;
- 7) data di prelievo;
- 8) parte alta (per campioni indisturbati e spezzoni di carota).

Il numero del campione, il tipo di campionatore usato ed il metodo di prelievo devono essere riportati sulla stratigrafia alla relativa quota; questi dati devono essere riportati anche nel caso di prelievi non riusciti.

Le due estremità dei campioni indisturbati devono essere sigillate subito dopo il prelievo con uno strato di paraffina fusa e tappo di protezione, previa accurata pulizia della testa e della coda del campione.

2.7.6. Imballaggio e trasporto dei campioni

I campioni destinati al laboratorio saranno sistemati in cassette con adeguati separatori ed imbottiture alle estremità, onde assorbire le inevitabili vibrazioni del trasporto.

Le cassette andranno collocate in un locale idoneo, protette dal sole e dalle intemperie, fino al momento della spedizione. Le cassette dovranno contenere un massimo di 6 fustelle onde facilitarne il maneggio; saranno dotate di coperchio e maniglie. Sul coperchio si indicherà la parte alta.

Il trasporto verrà effettuato con tutte le precauzioni necessarie per evitare il danneggiamento dei campioni sotto la diretta responsabilità dell'impresa esecutrice.

Tabella 5.5.1. - Scheda riassuntiva sui tipi di campionatore secondo le "Raccomandazioni A.G.I."

Campionatori pesanti a percussione	Generalmente predisposti con astuccio interno di contenimento, talvolta con dispositivo di ritenuta alla base (estrattore, molla a cestello);
Campionatori a pareti sottili	Previsti generalmente per terreni coesivi a grana fine, poco o moderatamente consistenti. Il tubo di infissione, in acciaio di qualità, è impiegato anche come contenitore e pertanto deve essere resistente alla corrosione (acciaio inossidabile oppure zincato o cadmiato oppure termoplastificato). Rientrano tra i campionatori a parete sottile i campionatori a pistone e quelli a pressione idraulica (Shelby a pressione e Oersterberg, a pistone). Il campionatore Oersterberg è impiegato solo in terreni coesivi e semicoesivi teneri e medi;
Campionatori a rotazione (rotativi) a doppia o tripla parete con scarpa tagliente avanzata	Si impiegano in terreni coesivi di elevata consistenza nei quali non sia possibile l'infissione di campionatori a pressione o a pistone; il tubo interno non rotante, che funziona da contenitore, è spinto nel terreno mentre il tubo esterno, rotante e dotato di corona tagliente, asporta il terreno circostante; per un buon campionamento è indispensabile che la scarpa del tubo interno sporga rispetto alla scarpa del tubo rotante.

2.8. INDAGINI GEOFISICHE DI SUPERFICIE E IN PROFONDITA'

2.8.1.1. Prova sismica a rifrazione

Profilo sismico a rifrazione eseguito con apparecchiatura elettronica multicanale ad alta precisione ed a segnale incrementale, con eccitazione prodotta da massa battente o fucile a cartuccia industriale misurata mediante uno stendimento di geofoni, lettura dei primi arrivi, esecuzione delle dromocrome, calcolo velocità apparenti, la definizione dei diversi strati in spessori e velocità.

• Modalità di prova

Per ogni stendimento di lunghezza 40 m andranno eseguiti almeno 5 scoppi con misure in andata e ritorno della velocità delle onde.

• Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- definizioni geometriche della griglia di calcolo, fino al raggiungimento del miglio "fitting";
- definizione delle variazioni latero-verticali delle velocità longitudinali e trasversali;
- ricostruzione delle relative sezioni sismo-tomografiche in termini di modello di velocità;
- immagine 2D della densità dei raggi sismici;

2.8.1.2. Prova sismica parallela

Metodo sismico parallelo eseguito nel caso di strutture esistenti o situazioni in cui la testa del palo da controllare non è accessibile per stimare la profondità e la dimensione delle fondazioni. Il terreno tra la fondazione e l'accesso al tubo deve essere in grado di propagare un impulso acustico a bassa tensione. Il metodo non lavora bene nel materiale granulare asciutto o sciolto, o riempimento non consolidato.

• Modalità di prova

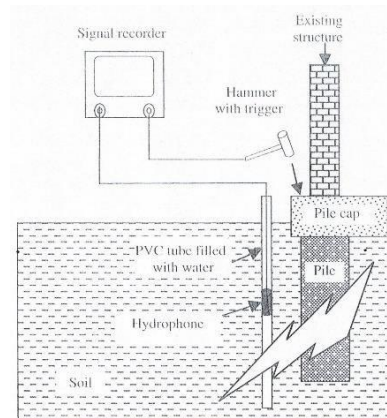
Per eseguire il test, viene eseguita una perforazione vicina e parallela al palo da controllare, ad una distanza di circa 1 m. La perforazione deve essere rivestita con un tubo in pvc di sezione tale da poter ospitare l'idrofono che verrà

successivamente riempito con acqua per fornire un accoppiamento acustico. Un ricevitore per idrofono e un martello con un dispositivo di innesco integrato sono collegati a sistema di acquisizione dati.

L'idrofono viene sceso nel foro alla base della struttura, viene quindi colpita con un martello la parte superiore del palo. Un impulso acustico è generato dal colpo di martello, che avvia anche il ciclo di acquisizione dei dati. Viene registrato il segnale dell'idrofono, consentendo di registrare l'ora di arrivo dell'onda acustica. Se nel sito è presente un livello elevato di rumore di fondo o se il file del segnale in arrivo è attenuato dalla distanza o dalle condizioni del suolo, l'impulso del martello può essere ripetuto più volte e i segnali risultanti sommati per ridurre il rumore casuale e migliorare il segnale coerente. L'idrofono viene sollevato con incrementi uniformi e il test viene ripetuto ad ogni incremento.

Se si presume che la distanza tra il tubo di accesso e la fondazione sia relativamente costante, quindi l'effetto principale sul tempo di transito del segnale sarà la lunghezza della fondazione attraverso la quale è passato il segnale. Se la profondità del trasduttore cambia con incrementi uniformi, quindi il tempo di transito cambierà proporzionalmente mentre la sonda è a fianco della fondazione. La velocità del segnale nel suolo è considerevolmente inferiore rispetto a acciaio, cemento o legno. Dove il segnale incontra un difetto o l'estremità del palo, la lunghezza del percorso attorno al difetto o attraverso ulteriore terreno fino al ricevitore causerà un maggiore aumento del tempo di transito in quel punto.

la velocità del segnale nel suolo è considerevolmente inferiore rispetto a acciaio, cemento o legno, dove il segnale incontra una discontinuità nel terreno, la lunghezza del percorso attorno a queste ultime causerà un aumento del tempo di transito in quel punto.



Schema del set-up della prova sismica parallela

Riempimento e macerie possono essere un problema. Il terreno tra la fondazione e l'accesso al tubo deve essere in grado di propagare un impulso acustico a bassa tensione. Il metodo non lavorerà bene nel materiale granulare asciutto o sciolto, o riempimento non consolidato.

Il punto di impatto sulla struttura deve essere in grado di sostenere l'impatto del martello senza danneggiarsi. Il punto di impatto deve avere un buon accoppiamento meccanico alla parte superiore della fondazione, e dovrebbe essere il più vicino possibile all'asse del palo.

La produttività e i costi dipendono molto dalle condizioni del sito e dalla profondità richiesta del test, poiché le condizioni del suolo scarse potrebbero richiedere l'acquisizione e la sommatoria di registrazioni multiple in ciascuna posizione di misurazione.

• Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- Elaborazione dei dati raccolti dal ricevitore relativi all'ora di arrivo dell'onda acustica;
- Diagrammi riportanti le "sezioni sismiche", nelle quali viene evidenziato l'andamento delle superfici di riflessione che segnalano la presenza delle varie discontinuità incontrate (fondazioni, estremità del palo);

2.8.1.3. Prova sismica passiva

Prova sismica passiva per la valutazione della risposta sismica di sito mediante acquisizione di rumore sismico di sito per una finestra temporale di registrazione in continuo non inferiore a 20 minuti.

• Modalità di prova

Registrazione con geofono 3D avente periodo di oscillazione non superiore a 4.5 Hz collegato ad una stazione sismometrica con risoluzione 16-24 bit.

• Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- Elaborazione dei dati ottenuti con tecniche spettrali FFT sulle tre componenti del moto del suolo;
- Restituzione del rapporto H/V per la valutazione della frequenza di sito e di eventuali effetti di amplificazione sismica locale;

2.8.1.4. Prova sismica Down-Hole

Sondaggio sismico in foro del tipo Down-Hole eseguito con geofono tridimensionale posto alla quota di misura, apparecchiatura elettronica multicanale ad alta precisione, energizzazione in superficie con opportuno procedimento atto a generare onde di compressione P ed onde di taglio S polarizzate a 180 gradi.

- **Modalità di prova**

Posizionamento del geofono all'interno dei fori preventivamente realizzati e rivestiti con cementazione a bassa pressione eseguita dal basso verso l'alto con tubicini di iniezione.

- **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- analisi dei dati e relativa interpretazione effettuata con il metodo dell'inversione di fase rilevate sulle registrazioni dei segnali;
- costruzione dei profili 1D dei moduli elastici.

2.9. PROVE DI LABORATORIO

2.9.1. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO TERRENI SCIOLTI

Le prove devono essere eseguite da laboratori ufficiali autorizzati ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/01 ed inseriti nell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

2.9.1.1. Conservazione dei campioni

I campioni consegnati al laboratorio dovranno essere conservati in modo da non alterarne le caratteristiche naturali. All'atto della consegna si verificheranno le condizioni di sigillatura dei campioni e si segnaleranno tempestivamente alla direzione dei lavori eventuali danni alle fustelle che potrebbero aver alterato le condizioni originarie dei campioni (ovalizzazioni, deformazioni anomale, etc.).

I campioni dovranno essere conservati in cella umidificata a temperatura ed umidità controllata in modo da garantire il mantenimento dei seguenti parametri ambientali:

- temperatura: $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$
- umidità relativa $> 95\%$

Al termine delle attività di prova, i campioni residui non sottoposti a prova dovranno essere conservati in ambiente ad atmosfera controllata e potranno essere avviati a discarica, unitamente ai campioni ed ai provini sottoposti a prova, idoneamente conservati, solo previa autorizzazione della direzione dei lavori o, salvo diverse indicazioni, dopo 2 anni dalla fine dei lavori.

In tutte le fasi dell'attività di laboratorio, i campioni e le relative porzioni da sottoporre a prova dovranno essere trattati e manipolati in modo di minimizzare il disturbo ad essi arrecato e di alterarne il meno possibile le caratteristiche e le proprietà naturali che devono essere determinate o investigate.

In particolare, si dovrà avere la massima cura per evitare di:

- alterare significativamente il contenuto d'acqua;
- modificare la struttura del terreno;
- applicare sollecitazioni tali da alterare lo stato tensionale residuo;
- modificare la composizione granulometrica del terreno.

Risulta di conseguenza necessario che le operazioni di apertura, descrizione, selezione dei materiali e preparazione dei provini siano effettuati in ambienti con temperatura intorno ai 20° ed umidità non inferiore al 75%, meglio se ad atmosfera controllata; in ogni caso le condizioni ambientali della zona di preparazione dei provini devono essere tali da assicurare variazioni del contenuto d'acqua non superiori all'1 %.

In linea di principio, l'inizio delle analisi o prove programmate dovrà immediatamente seguire l'apertura dei campioni; nel caso in cui l'inizio delle attività di prova debba essere necessariamente procrastinato, i provini già confezionati, opportunamente siglati e sigillati, dovranno essere conservati nel locale ad atmosfera controllata utilizzato per la conservazione dei campioni. Durante le fasi di montaggio e di avvio delle prove dovrà essere garantito il mantenimento delle condizioni originarie dei campioni, segnalando le eventuali variazioni connesse alle procedure di prova ed evitando ogni tipo di modificazione incontrollata.

2.9.1.2. Documentazione da fornire

Alla consegna dei certificati di prova dovrà essere fornita anche una sintesi che riporterà i risultati principali ottenuti dalle

single prove. Tale sintesi, espressa in un quadro riepilogativo generale, dovrà contenere:

- la sigla identificativa del campione e la profondità di prelievo;
- le percentuali delle diverse frazioni granulometriche;
- i valori dei limiti di consistenza e dell'indice di plasticità;
- le classificazioni AGI, USCS e CNR-UNI 10006;
- il contenuto d'acqua e il peso di volume naturale;
- i valori ottenuti dalle prove di taglio diretto e dalle prove triassiali;
- i valori di modulo edometrico, permeabilità, coefficiente di consolidazione verticale e coefficiente di consolidazione secondaria per una determinata pressione di riferimento.

Il rapporto finale di ciascuna prova dovrà comprendere almeno le seguenti informazioni:

- il nome e l'indirizzo del laboratorio di prova;
- l'identificazione univoca del rapporto di prova, di ciascuna sua pagina e del numero totale delle pagine;
- il nome ed indirizzo del committente;
- l'identificazione dei campioni;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di prova;
- lo standard di riferimento seguito per l'esecuzione delle prove;
- tutte le misure, gli esami e i loro risultati, corredati di tabelle, grafici, disegni e fotografie e tutte le anomalie individuate;
- la firma del responsabile del rapporto di prova e la data di emissione.

I risultati di tutti i calcoli e le determinazioni eseguite dovranno essere espressi in opportune unità SI, con relative multipli o sottomultipli.

2.9.1.3. Apertura e descrizione geotecnica di campioni rimaneggiati

L'estrazione di un campione rimaneggiato dal contenitore di alloggiamento (sacchetto, barattolo, vasetto, etc.) sarà seguita dalla descrizione geotecnica visivo-manuale del materiale, condotta in accordo allo standard ASTM D2488-93 (Standard Practice for Description and Identification of Soils - Visual-Manual Procedure). Il materiale campionato sarà sottoposto a ripresa fotografica a colori, avendo cura che l'immagine risulti nitida e chiaramente leggibile; la foto comprenderà anche una scala colorimetrica e una scala metrica di riferimento e riporterà la completa identificazione del campione.

Al termine delle operazioni, si procederà alla redazione di un modulo contenente la descrizione geotecnica del campione, l'indicazione delle prove da eseguire e l'eventuale documentazione fotografica.

2.9.1.4. Determinazione delle caratteristiche fisiche

a) Determinazione del contenuto naturale d'acqua

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua di terreni, rocce e materiali simili. Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 2216 - 92 - Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock

• **Modalità di prova**

La determinazione del contenuto naturale d'acqua, ottenuto per differenza tra peso del campione umido e peso del campione essiccato in forno termostato a 105° ed espresso in percentuale rispetto al peso del campione essiccato, dovrà essere effettuata su campioni o porzioni di campioni che non abbiano subito significative variazioni di umidità (rammolliti o essiccati), rispetto alle condizioni naturali.

• **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- valore percentuale del contenuto d'acqua espresso alla prima cifra decimale;
- documentazione delle pesate eseguite;
- note sulla eventuale disomogeneità del campione ed indicazione della porzione a cui si riferisce la determinazione;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato), non anteriore di sei mesi alla data di prova.

b) Determinazione della massa volumica apparente (peso di volume naturale)

La prova consiste nella determinazione della massa volumica apparente di un terreno, ottenuto come rapporto tra la massa di un provino ed il suo volume.

Normative e specifiche di riferimento:

BS 1377 (1990) - Methods of test for soils for civil engineering purposes - Part 2: Classification tests.

• Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- risultato della determinazione espresso in unità SI con definizione della seconda cifra decimale;
- documentazione delle pesate eseguite e delle dimensioni dei provini;
- note sulla eventuale disomogeneità del campione ed indicazione della porzione a cui si riferisce la determinazione;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia), non anteriore di sei mesi alla data di prova.

c) Analisi granulometrica per vagliatura

La prova consiste nella determinazione della distribuzione granulometrica di un campione di terreno trattenuto al setaccio ASTM n° 200. Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 422 - 63 (90) - Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils;

ASTM D 421 - 85 (93) - Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soils Constants

• Modalità di prova

L'analisi granulometrica per vagliatura si eseguirà in ogni caso per via umida, impiegando setacci e vagli della serie ASTM di diametro non inferiore ai 300 mm, scelti tra i seguenti termini in funzione della dimensione massima dei granuli: n° 200, n° 100, n° 60, n° 40, n° 20, n° 10, n° 4, 3/8", 3/4", 1", 1.5", 2" e 3". È ammesso l'uso di serie di setacci equivalenti a quella sopra indicata.

Il quantitativo minimo da sottoporre a prova sarà stabilito sulla base delle dimensioni massime dei granuli presenti in quantità significativa (non inferiore al 10%) secondo la tabella seguente

Massa minima da analizzare

Dimensione massima granuli [mm]	Massa minima campione [g]
2	200
10	1000
15	2000
40	10000
60	15000
70	25000
100	35000

Prima dell'esecuzione dell'analisi granulometrica si dovrà procedere ad un controllo dell'integrità dei setacci, sostituendo immediatamente i setacci lesionati. Il campione da sottoporre ad analisi, una volta essiccato e pesato, verrà immerso in acqua fino al completo distacco della frazione fine dai granuli e la completa disaggregazione dei grumi, favorendo l'operazione mediante agitazione meccanica. Successivamente, evitando qualsiasi perdita di materiale, si procederà alle operazioni di setacciatura favorendo il passaggio del materiale con getti d'acqua e con l'azione meccanica di un pennello molto morbido, avendo cura di non forzare il materiale tra le maglie dei setacci; l'operazione di lavaggio potrà essere conclusa solo quando l'acqua che fuoriesce dall'ultimo setaccio sia perfettamente limpida.

Si procederà quindi all'essiccazione in forno termostato a 105° e alla determinazione delle masse trattenute a ciascun setaccio.

Il materiale analizzato dovrà essere classificato in accordo alle raccomandazioni A.G.I. (1977) e, qualora sia stata eseguita anche la determinazione dei limiti di consistenza, anche in accordo allo Standard ASTM D 2487-93 - Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) e alla Classificazione delle terre CNR-UNI 10006.

• Documentazione

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- diametro massimo del campione analizzato;
- quantità di materiale analizzato;
- tabella con indicazione della percentuale di materiale trattenuto a ciascun setaccio;

- diagramma semilogaritmico % di trattenuto - diametro;
- classificazione granulometrica del materiale analizzato;
- documentazione delle pesate eseguite;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato), non anteriore di sei mesi alla data di prova.

d) Determinazione del passante o trattenuto ad un singolo vaglio

Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 1140 - 92 - Standard Test Method for Amount of Material in Soils Finer Than the No. 200 (75- μ m) Sieve; ASTM D 422 - 63 (90) - Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils; ASTM D 421 - 85 (93) - Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soils Constants.

• **Modalità di prova**

Il quantitativo minimo di materiale da sottoporre ad analisi dovrà essere stabilito in funzione delle dimensioni massime dei granuli costituenti il campione in esame, in analogia a quanto indicato in Tab. 23 e a quanto riportato nelle specifiche di riferimento.

• **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- diametro massimo del campione analizzato;
- quantità di materiale analizzato;
- percentuale di materiale trattenuto o passante al setaccio impiegato, espresso con la prima cifra decimale, riferita alla massa complessiva del materiale analizzato;
- documentazione delle pesate eseguite;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, termostato), non anteriore di sei mesi alla data di prova.

e) Determinazione della massa volumica reale (peso specifico dei grani)

La prova consiste nella determinazione del rapporto tra la massa della frazione solida di un terreno ed il suo volume.

Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 854 - 92 - Standard Test Method for Specific Gravity of Soils.

• **Modalità di prova**

Il peso specifico dei grani dovrà essere ottenuto come valore medio di due determinazioni eseguite col metodo del picnometro calibrato su materiale omogeneo. Per l'eliminazione dell'aria intrappolata si dovrà impiegare una pompa per vuoto con pressione non superiore a 100 mm Hg.

• **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- quantità di materiale analizzato;
- risultato delle due determinazioni eseguite espresso in Mg/m³ con indicazione di tre cifre decimali;
- valore medio del peso specifico dei grani;
- documentazione delle misure effettuate;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, manometro, termometro), non anteriore di sei mesi alla data di prova.

f) Determinazione del tenore in carbonati

La prova consiste nella determinazione del quantitativo di carbonato di calcio presente in un campione di terreno.

Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 4373 - 84 (90) - Standard Test Method for Calcium Carbonate Content of Soils.

• **Modalità di prova**

La determinazione del tenore in carbonati sarà effettuata come media di due determinazioni, misurando la pressione sviluppata in un cilindro a tenuta stagna (calcimetro) dalla reazione di 1g di terreno polverizzato con 20 ml di acido cloridrico in soluzione IN. Prima della determinazione del tenore in carbonati del terreno in esame si dovrà procedere alla calibrazione del calcimetro attraverso la determinazione della pressione corrispondente a quantitativi di carbonato di calcio puro pari a 0.2 g, 0.4 g, 0.6 g, 0.8 g e 1.0 g, ottenute come media di due determinazioni e riportate in una curva di calibrazione.

- **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- quantità di materiale analizzato;
- tenore in carbonati, espresso in percentuale, con indicazione della prima cifra decimale e ottenuto come media di due determinazioni su materiale omogeneo;
- documentazione delle misure effettuate;
- curva di calibrazione del calcimetro impiegato;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia, manometro) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

2.9.1.5. *Prova di taglio diretto consolidata - drenata*

La prova consiste nella determinazione dei parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate di campioni di terreno sottoposti a sollecitazioni di taglio.

Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 3080 - 90 - Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

- **Modalità di prova**

La prova sarà eseguita su tre provini cilindrici o a sezione quadrata di diametro o lato non inferiore a 50 mm e rapporto diametro/altezza compreso tra 2 e 2.5 preparati con apposito tornietto campionario a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere a pressione, direttamente nel campione da analizzare, apposita fustella calibrata; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano la fustella. L'altezza dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. Particolare importanza assume la preparazione delle facce terminali dei provini che dovranno essere perfettamente piane e perpendicolari all'asse dei provini. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente ad umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

La prova si articola nelle due distinte fasi di consolidazione e di taglio:

Fase di consolidazione: nella fase di consolidazione viene gradualmente incrementato il carico assiale applicato al provino, fino al raggiungimento della pressione di consolidazione indicata dalla direzione dei lavori per ciascun provino. Durante la fase di consolidazione, si monitoreranno le deformazioni assiali in funzione del tempo, in modo da poter stabilire la fine della fase di consolidazione primaria, prima di ciascun incremento di carico, in analogia a quanto indicato per le prove edometriche ad incrementi di carico controllati. I valori delle deformazioni assiali in funzione del tempo relativi all'ultimo gradino di carico saranno registrati e diagrammati in funzione del logaritmo o della radice quadrata del tempo per la determinazione del tipo di fine consolidazione assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura.

Fase di rottura, nella fase di rottura verrà gradualmente incrementato il carico orizzontale fino ad ottenere deformazioni orizzontali non inferiori al 20% del diametro iniziale del provino. Al fine di evitare l'insorgere di sovrappressioni idrauliche conseguenti l'incremento tensionale, la velocità di deformazione v_r sarà stabilita sulla base del t_{100} di fine consolidazione e dello scorrimento orizzontale atteso a rottura δ_v secondo la seguente equazione:

$$V_r = \delta_r / 10 \cdot t_{100}$$

Per quanto riguarda i valori dello scorrimento a rottura, funzione del tipo di materiale in prova, si forniscono in tabella 18.3. alcuni valori indicativi.

Tab. 18.3. - Scorrimento a rottura

Tipo di terreno	Scorrimento a rottura [mm]
argille tenere	8
argille sovraconsolidate	2 - 5
argille molto sovraconsolidate	1 - 2
sabbie	1 - 5

Durante la fase di rottura si monitoreranno e si registreranno ad opportuni intervalli temporali i valori di spostamento orizzontale, deformazione verticale e resistenza al taglio. Ove indicato, al termine della fase di rottura, si procederà alla determinazione della resistenza residua, effettuando almeno cinque cicli completi di andata e ritorno della scatola di taglio fino a fondo corsa alla medesima velocità di scorrimento adottata per la determinazione della resistenza di picco (procedura completa), controllando in ogni caso che si sia raggiunta la completa stabilizzazione della curva resistenza al taglio - scorrimento orizzontale.

La resistenza residua può essere determinata anche attraverso l'esecuzione di 5 cicli di taglio veloci, condotti a velocità di scorrimento compresa tra 1 e 2 mm/min. fino a deformazioni del 20% per ciascun ciclo, e di un ciclo di taglio finale con misura della resistenza al taglio in funzione dello scorrimento orizzontale, condotto alla medesima velocità di scorrimento, adottata per la determinazione della resistenza di picco (procedura semplificata).

- **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione e dei provini sottoposti a prova;
- dimensioni iniziali dei provini;
- peso di volume naturale, contenuto d'acqua e grado di saturazione iniziale e finale dei provini;
- tabella con la progressione di carico adottata in fase di consolidazione per ciascun provino;
- tabella con i valori della variazione di altezza e dei relativi tempi di acquisizione durante la fase di consolidazione per ciascun provino;
- diagramma della deformazione verticale - logaritmo del tempo, o in alternativa deformazione verticale - radice quadrata del tempo per ciascun provino;
- valore del tempo di fine consolidazione t_{i00} di ciascun provino;
- altezza dei provini al termine della fase di consolidazione;
- velocità di deformazione adottata nella fase di rottura;
- tabella di sintesi con i valori di resistenza al taglio, scorrimento orizzontale e deformazione verticale registrati per ciascun provino in fase di rottura;
- diagramma della resistenza al taglio - scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- diagramma della deformazione verticale - scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- eventuale diagramma cumulato della resistenza al taglio - scorrimento orizzontale per la determinazione della resistenza residua;
- valori della resistenza al taglio e dello scorrimento orizzontale a rottura per ciascun provino;
- eventuali valori della resistenza al taglio residua e del relativo scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- rappresentazione dello stato di sollecitazione a rottura ed eventualmente allo stato residuo di tutti i provini sottoposti a prova espresso in termini di sforzi efficaci nel piano o/x con indicazione dell'involuppo di rottura;
- indicazione del valore di resistenza al taglio di picco ed eventualmente residua del campione esaminato espresso in termini di tensioni efficaci dai parametri c' e ϕ' ;
- documentazione delle misure effettuate;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo (bilancia, comparatori millesimali o trasduttori lineari di spostamento, anelli dinamometrici o trasduttori di carico), non anteriore di sei mesi alla data di prova.

2.9.2. DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

2.9.2.1. Prove di compressione monoassiale

La prova consiste nella determinazione della resistenza a compressione monoassiale di un campione di roccia.

La prova può essere impiegata anche per la determinazione delle costanti elastiche statiche del materiale in esame, qualora condotta con la misura delle deformazioni assiali e diametrali. *Prova di compressione monoassiale con rilievo del solo carico di rottura*

Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 2938 - 95 - Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens.

- **Modalità di prova**

La prova dovrà essere eseguita su provini cilindrici ottenuti con operazioni di carotaggio, taglio e rettifica da spezzoni di carota o da campioni di forma irregolare in accordo allo standard ASTM D 4543 - 85 (91) - Standard Practice for Preparing Rock Core Specimens and Determining Dimensional and Shape Tolerances.

I provini dovranno avere diametro non inferiore a 10 volte la dimensione massima dei grani costituenti la roccia e comunque non inferiori a 50 mm, con rapporto altezza/diametro compreso tra 2 e 3. La superficie laterale dei provini dovrà essere liscia e priva di irregolarità superiori a 0.5 mm; le facce laterali dovranno essere perpendicolari all'asse del

provino, con tolleranza massima di 0.25° , e lappate con una tolleranza non superiore a 25 mm. Il provino così preparato dovrà essere portato a rottura impiegando una pressa di carico idraulica di adeguata rigidità e capacità di carico, in ogni caso non inferiore a 1500 kN, dotata di un giunto sferico sul piatto superiore.

Il sistema per il rilevamento e la lettura del carico assiale applicato dovrà essere costituito da una coppia di manometri o, preferibilmente, da un trasduttore di pressione, posizionati sulla linea idraulica di alimentazione della pressa, in grado comunque di assicurare una precisione di lettura non inferiore a 1 kN.

La rottura del provino dovrà essere raggiunta incrementando il carico applicato con continuità; la velocità di incremento del carico dovrà essere scelta in modo che il campione giunga a rottura in un tempo compreso tra 2 e 15 min. In particolare si ritengono adeguate velocità di applicazione del carico comprese tra 200 e 400 kPa/s. La velocità di carico prescelta dovrà essere mantenuta costante per tutta la prova, con una variazione massima non superiore al 10%.

- **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- descrizione litologica del campione;
- indicazione della direzione dell'applicazione di carico rispetto alla struttura del campione;
- dimensioni del provino e tolleranze geometriche;
- velocità di incremento del carico;
- descrizione e schizzo del tipo di rottura;
- valore della resistenza a compressione monoassiale;
- documentazione di tutte le misure eseguite;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo (comparatori, manometri, trasduttori di pressione), non antecedente di sei mesi la data di prova.

2.9.2.2. Prova di compressione monoassiale con rilievo delle deformazioni assiali e diametrali e calcolo delle costanti elastiche

Normative e specifiche di riferimento:

ASTM D 3148 - 93 - Standard Test Method for Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens in Uniaxial Compression

- **Modalità di prova**

La prova dovrà essere eseguita su provini cilindrici ottenuti con operazioni di carotaggio, taglio e rettifica da spezzoni di carota o da campioni di forma irregolare in accordo allo standard ASTM D 4543 - 85 (91) - Standard Practice for Preparing Rock Core Specimens and Determining Dimensional and Shape Tolerances. I provini dovranno avere diametro non inferiore a 10 volte la dimensione massima dei grani costituenti la roccia e comunque non inferiori a 50 mm, con rapporto altezza diametro compreso tra

La superficie laterale dei provini dovrà essere liscia e priva di irregolarità superiori a 0.5 mm;

le facce laterali dovranno essere perpendicolari all'asse del provino, con tolleranza massima di 0.25° , e lappate con una tolleranza non superiore a 25 μ m.

L'attrezzatura di prova dovrà comprendere un sistema per la misura delle deformazioni assiali e diametrali del provino, che dovrà in ogni caso garantire una precisione di almeno 5 μ m, costituito da estensimetri elettrici (strain gages) applicati direttamente alla superficie laterale del provino; particolare cura dovrà essere posta nell'accoppiamento tra essi e le superfici laterali del provino, che dovranno essere preventivamente trattate al fine di garantire un perfetto incollaggio. Le deformazioni assiali dovranno essere ottenute come media delle misure rilevate con due estensimetri diametralmente opposti e su lunghezze non inferiori a 10 volte la dimensione media dei grani costituenti la roccia. Per le deformazioni diametrali si potranno adottare due estensimetri diametralmente opposti di lunghezza non inferiore a 10 volte la dimensione media dei grani costituenti la roccia o, in alternativa, un unico estensimetro che copra l'intero diametro del provino. In alternativa agli estensimetri elettrici è consentito l'utilizzo di qualsiasi altro sistema che soddisfi comunque i prescritti requisiti di precisione.

Il provino così preparato dovrà essere portato a rottura impiegando una pressa di carico idraulica di adeguata rigidità e capacità di carico, in ogni caso non inferiore a 1.500 kN, dotata di un giunto sferico sul piatto superiore. Il sistema per il rilevamento e la lettura del carico assiale applicato dovrà essere costituito da un trasduttore di pressione, posizionato sulla linea idraulica di alimentazione della pressa, in grado di assicurare una precisione di lettura non inferiore a 1 kN.

La rottura del provino dovrà essere raggiunta incrementando il carico applicato con continuità; la velocità di incremento del carico dovrà essere scelta in modo che il campione giunga a rottura in un tempo compreso tra 2 e 15 min. In particolare, si ritengono adeguate velocità di applicazione del carico comprese tra 200 e 400 kPa/s. La velocità di carico prescelta dovrà essere mantenuta costante per tutta la prova, con una variazione massima non superiore al 10%.

Durante tutta la prova si dovranno registrare i valori di carico assiale applicato, deformazione assiale e deformazione diametrale in numero sufficiente a descrivere compiutamente l'intera prova.

Al termine della prova si procederà al calcolo del modulo elastico tangente e secante al 50% del carico di rottura e del relativo coefficiente di Poisson.

- **Documentazione**

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- descrizione litologica del campione;
- indicazione della direzione dell'applicazione di carico rispetto alla struttura del campione;
- dimensioni del provino e tolleranze geometriche;
- velocità di incremento del carico;
- descrizione e schizzo del tipo di rottura;
- tabella con i valori di carico assiale, deformazione assiale e deformazione diametrale acquisiti durante la prova;
- grafico carico assiale - deformazione assiale e diametrale;
- valore della resistenza a compressione monoassiale;
- valore del modulo elastico tangente al 50% del carico di rottura E_{t50} ;
- valore del modulo elastico secante al 50% del carico di rottura E_{s50} ;
- valore del coefficiente di Poisson al 50% del carico di rottura ν ;
- documentazione di tutte le misure eseguite;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo (comparatori centesimali, trasduttore di pressione), non antecedente di sei mesi la data di prova.

3. LAVORI DI RIPRISTINO

3.1. PRESCRIZIONI GENERALI

L'impresa esecutrice dovrà adottare, a propri a cura e spese, tutte le misure e le accortezze necessarie per non arrecare alcun danno al contenuto dell'edificio, incluso lo spostamento di arredi, la protezione di arredi e dispositivi elettronici dalla polvere derivante dalle operazioni di indagine sulle strutture; la protezione di pavimenti dall'acqua di raffreddamento degli strumenti di carotaggio; la posa di tubi di adduzione di forniture di acqua e di energia elettrica.

Inoltre, dovrà ridurre al minimo gli effetti della produzione di rumore, di polvere e detriti edili, in particolare nei locali ove è prevista la presenza di personale ed eventualmente in quelli ad accesso limitato.

3.2. FORI DI CAROTAGGIO

Nella giornata stessa del prelievo dei campioni, i fori dovranno essere riempiti con malta cementizia fibro-rinforzata a ritiro compensato a mezzo di apposita dima fissata all'elemento in cemento armato tramite tasselli a vite; detta dima dovrà essere tale da permettere la costipazione del materiale nel foro senza lasciare alcun vuoto, con particolare attenzione alla parte superiore della cavità; a solidificazione avvenuta e comunque non prima di 7 giorni, si potrà procedere alla rimozione della dima ed al taglio della parte debordante dal filo dell'elemento.

3.3. PRELIEVI DI BARRE DI ARMATURA

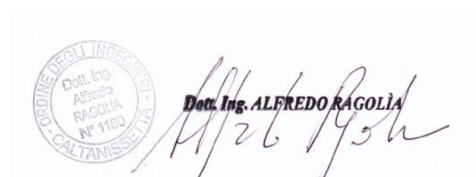
Prima del prelievo degli spezzoni di barre di armatura si deve procedere alla saldatura di uno spezzone di barra di diametro uguale o superiore, in affiancamento alla barra oggetto del prelievo, e di lunghezza di tale da sovrapporre almeno 50 diametri per ciascuna estremità, oltre le sezioni di taglio.

3.4. RIPRISTINO FINITURE EDILI

Sono a cura dell'impresa esecutrice i ripristini delle finiture edili (intonaci, controsoffitti, pavimentazioni) rimosse per l'esecuzione delle prove in situ.

Caltanissetta, 09.09.2021

IL PROGETTISTA
ing. Alfredo Ragolia



The image shows a circular professional stamp on the left and a handwritten signature on the right. The stamp contains the text: 'ORDINE DEGLI INGEGNERI', 'Dott. Ing. Alfredo RAGOLIA', 'N° 1160', and 'CALTANISSETTA (CA)'. The signature is written in dark ink and appears to read 'Alfredo Ragolia'.