



Istituto Nazionale Previdenza Sociale



Coordinamento Generale  
Tecnico Edilizio

Procedura aperta, dematerializzata in modalità ASP, ai sensi dell'art. 60 del D.Lgs. n. 50/2016, per l'affidamento di «*Servizi d'ingegneria ed architettura finalizzati all'esecuzione di indagini strutturali geognostiche e geotecniche e alla valutazione vulnerabilità sismica dell'edificio INPS sito in Roma, Via della Civiltà del Lavoro, n. 46*»  
CIG: [B228703C85] – CUP: G85D19000150001

### Capitolato Tecnico Prestazionale

Rev.	Data	Descrizione		Descrizione modifica							
<input type="checkbox"/> Copia controllata n° _____		Consegnata a: _____	Firma ricevente: _____								
<input type="checkbox"/> Copia non controllata		Consegnata a: _____	Firma ricevente: _____								
LISTA DI DISTRIBUZIONE CONTROLLATA											
Desti nata rio	Com pete nza	Conos cenza	Desti nata rio	Com pete nza	Con osce nza	Destin atario	Com pete nza	Con osce nza	Desti natar io	Com pete nza	Con osce nza
CG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RSP P	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Appal tator e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>DG</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>RSG Q</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>RUP</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DC</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>RTV</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>D.L.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>O.E.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Note:**

Incarico professionale DG - INPS sede DCTII in Roma, viale Civiltà del Lavoro n. 46 PEI  
n°

**INPS-DG sede DCTII in ROMA VIA CIVILTÀ DEL LAVORO n. 46**

**AFFIDAMENTO SERVIZI DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA FINALIZZATI  
ALL'ESECUZIONE DI INDAGINI STRUTTURALI GEOGNOSTICHE E  
GEOTECNICHE E ALLA VALUTAZIONE VULNERABILITÀ SISMICA  
PER L'EDIFICIO DG INPS - DCTII IN ROMA  
VIA CIVILTÀ DEL LAVORO N. 46**

**CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE**

Progetto: Ing. Luigi Lauria e Ing. Raffaella Pagnozzi

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Paolo Poscia



## Sommario

CAPO I - OGGETTO DEL SERVIZIO	6
1. OGGETTO DEL SERVIZIO	6
1.1 Descrizione dell'edificio	6
1.2 Inquadramento urbanistico della zona	6
2. DESCRIZIONE DEL SERVIZIO	7
2.1. Fasi del Servizio	8
2.2. Predisposizione degli elaborati di sintesi e finali	9
2.3. Struttura di esecuzione del piano di indagine strutturale-geognostica e struttura di progettazione	9
2.3.1 Struttura di esecuzione del piano d'indagine strutturale-geognostica	9
2.3.2 Struttura di progettazione	10
CAPO II – SPECIFICHE TECNICHE DEL SERVIZIO	11
3. FASE 1 - PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL PIANO DI INDAGINI E PROVE	11
3.1 Raccolta e analisi della documentazione esistente	12
3.2 Raccolta ed elaborazione dei dati amministrativi, tecnici e geologici	<a href="#">13</a>

[12](#)

3.3 Definizione della storia progettuale, costruttiva e sismica dell'edificio, con analisi storico-critica	13
3.4 Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera	14
3.5 Cronoprogramma	14
3.6 Relazione e progetto esecutivo di indagine	15
3.7 Documenti di output Fase 1	15
4. FASE 2 - ESECUZIONE DELLE INDAGINI E DELLE PROVE	16
4.1 Tipologie delle prove e delle indagini	16
4.1.1 Indagini non distruttive e indagini distruttive sul calcestruzzo e acciaio	19
4.1.2 Prove di carico	19
4.1.3 Prove geognostiche e geotecniche	20
4.1.4 Laboratorio geotecnico	21
4.2 Prescrizioni tecniche e modalità esecutive delle prove sulle strutture	22
4.2.1 Prelievo di carote di calcestruzzo con rettifica (UNI 12504-1)	22
4.2.2 Prova di carbonatazione (UNI 9944)	22
4.2.3 Rettifica provini di calcestruzzo da sottoporre a prova di compressione (UNI EN ISO 12390-3)	23
4.2.4 Massa volumica di carote in cls (UNI EN ISO 12390-7)	24
4.2.5 Prova di compressione (UNI EN ISO 12390-3)	25
4.2.6 Indagine pacometrica (DIN 1045)	26
4.2.7 Determinazione dell'indice sclerometrico (UNI EN 12504-2)	27
4.2.8 Pull-out con tassello post-inserito (conforme alla UNI EN 12504-3)	27
4.2.9 Indagini ultrasoniche (UNI EN 12504-4)	29
4.2.10 Indagine combinata sclerometro-ultrasuono (SON-REB)	30
4.2.11 Indagine pacometrica per individuazione e prelievo elementi metallici	31
4.2.12 Prelievo elementi metallici o barre di armatura	31
4.2.13 Prova di trazione (UNI EN ISO 6892-1)	32
4.3 Prescrizioni e specifiche tecniche per l'indagine geognostica e geotecnica	33
4.3.1 Modalità tecnologiche per l'esecuzione dell'indagine geognostica e ambientale	33
4.3.2 Specifiche tecniche per l'esecuzione dei sondaggi	37
4.3.3 Specifiche tecniche per tubi per prove geofisiche "Down-Hole"	41

4.3.4	Specifiche tecniche per indagine sismica attiva tipo MASW	<del>41</del> <a href="#">42</a>
4.3.5	Specifiche tecniche per indagine georadar (G.P.R.)	<del>45</del> <a href="#">46</a>
4.3.6	Specifiche tecniche per indagine termografica	<del>47</del> <a href="#">48</a>
4.3.7	Eventuali ulteriori indagini	<del>49</del> <a href="#">50</a>
4.4	Planimetrie di ubicazione delle indagini strutturali e geognostiche corredate di relazione tecnica sui criteri di individuazione e posizionamento	<del>49</del> <a href="#">50</a>
4.5	Schema documenti di output della Fase 2	50
5.	FASE 3 - CONOSCENZA: VERIFICA ED ELABORAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE	<del>52</del> <a href="#">53</a>
5.1	Verifica ed elaborazione dei risultati della campagna di indagini e prove	53
5.2	Schema documenti di output della Fase 3	55
6.	FASE 4: MODELLAZIONE STRUTTURALE E VALUTAZIONE DI VULNERABILITÀ NELLO STATO ATTUALE	<del>55</del> <a href="#">56</a>
6.1	Modellazione strutturale stato attuale	56
6.1.1	Definizione dei dati di base della modellazione strutturale	<del>57</del> <a href="#">56</a>
6.1.2	Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato	<del>58</del> <a href="#">59</a>
6.1.3	Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati	<del>60</del> <a href="#">61</a>
6.2	Validazione del modello strutturale stato attuale	<del>62</del> <a href="#">61</a>

6.3	Valutazione	sismica	nello	stato	attuale	
	<del>62</del>					
6.3.1	Verifiche di vulnerabilità					62
6.3.2	Determinazione degli indicatori di rischio (IR)					63
6.4	Schema	di	documenti	di	output	della Fase 4
						<del>64</del>
7.	FASE 5: MODELLAZIONE STRUTTURALE E VALUTAZIONE DI VULNERABILITÀ NEL PROGETTO	DI			MIGLIORAMENTO	<del>65</del>
7.1	Schema	documenti	di	output	della Fase	5
						<del>66</del>
CAPO	III	-	MODALITÀ	DI	ESECUZIONE	DEL SERVIZIO
						<del>67</del>
8.		DURATA		DEL		CONTRATTO
						<del>68</del>
9.						CORRISPETTIVO
						<del>69</del>
10.	SORVEGLIANZA	E	MONITORAGGIO	DEL		SERVIZIO
						<del>70</del>
11.		ESECUZIONE		DEL		SERVIZIO
						<del>71</del>
11.1	Consegna	ed	ultimazione	del		Servizio
						<del>72</del>
11.2		Verifica	di			conformità
						<del>73</del>
11.3	Norme generali sui materiali e condizioni specifiche di esecuzione					
						<del>74</del>
11.3.1	Norme generali su materiali e attrezzature					73

11.3.2	Condizioni	specifiche	di	esecuzione	<a href="#">74</a>
<a href="#">73</a>					
11.3.3				Cronoprogramma	<a href="#">76</a>
<a href="#">75</a>					
11.3.4	Direttore	del	Servizio	di esecuzione	indagini <a href="#">77</a>
<a href="#">76</a>					
11.3.5		Riconoscimento	del		personale <a href="#">77</a>
<a href="#">76</a>					
11.4	Cauzioni	-	Assicurazioni	professionali	- penali - riserve <a href="#">77</a>
<a href="#">76</a>					
12.				PAGAMENTI	<a href="#">78</a>
<a href="#">77</a>					
13.	OBBLIGAZIONI DELL'AFFIDATARIO DEL SERVIZIO				79
14.	OBBLIGAZIONI DERIVANTI DAL RAPPORTO DI LAVORO				80
15.	BREVETTI	E	DIRITTI	D'AUTORE	<a href="#">81</a>
<a href="#">80</a>					
16.	OBBLIGHI DI RISERVATEZZA				81
17.	TRATTAMENTO DEI DATI				81
18.	DANNI	E		RESPONSABILITÀ	<a href="#">82</a>
<a href="#">81</a>					
19.	DIVIETO DI CESSIONE DEL CONTRATTO				82
20.	OBBLIGHI DI TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI				82
21.	CLAUSOLA RISOLUTIVA ESPRESSA E RISOLUZIONE DEL CONTRATTO				83
22.				CONTROVERSIE	<a href="#">84</a>
<a href="#">83</a>					
23.		CODICE		ETICO	<a href="#">85</a>
<a href="#">84</a>					

24.			VINCOLI
	<a href="#">84</a>		<a href="#">85</a>
25.	NORME	DI	RINVIO
	<a href="#">84</a>		<a href="#">85</a>
26.	SPESE		CONTRATTUALI
	<a href="#">84</a>		<a href="#">85</a>



## CAPO I - OGGETTO DEL SERVIZIO

### 1. OGGETTO DEL SERVIZIO

L'Appalto ha per oggetto i servizi d'ingegneria ed architettura finalizzati all'esecuzione di indagini strutturali geognostiche e geotecniche e alla valutazione vulnerabilità sismica dell'edificio INPS sito in Roma, Via della Civiltà del Lavoro, n. 46 (a seguire «**Appalto**» o «**Servizio**»), come descritti nel presente Capitolato Tecnico Prestazionale (a seguire «**Capitolato Tecnico**» o «**Capitolato**»).

L'edificio di cui sopra ospita, oltre agli uffici della Direzione centrale Tecnologia Informatica e Innovazione (DCTII), anche il Centro Nazionale Elaborazione Dati dell'Istituto, e si qualifica pertanto tra le strutture **in classe d'uso IV (strategiche)**.

#### 1.1 Descrizione dell'edificio

L'edificio in oggetto fa parte del complesso degli uffici della Direzione Generale, siti in via Ciro il Grande n. 21, e, seppur fisicamente isolato da quest'ultima a livello stradale, vi è connesso da un passaggio sotto la strada.

L'edificio è composto da un unico corpo di fabbrica, si sviluppa su cinque piani fuori terra con lastrico solare di copertura, su un piano seminterrato e su due piani interrati.

L'edificio è servito da due scale interne con n. 4 ascensori, da una scala di sicurezza esterna e da un ascensore montacarichi, con accesso sul retro da Via Bizet.

La superficie dell'edificio è pari a circa 17.000 mq. L'ingresso principale è ubicato sotto il portico, sul lato che affaccia verso Palazzo Civiltà del Lavoro; vi è un'uscita di Servizio su Via Bizet, alla quota del piano seminterrato, utilizzata anche per il carico e lo scarico, in corrispondenza della quale si trova un montacarichi.

Per fornire al concorrente una prima indicazione sulla tipologia e sviluppo plano-volumetrico dell'edificio, vengono resi disponibili in allegato, senza costituire alcun vincolo ai fini dell'offerta, gli elaborati grafici architettonici (Allegato 1.1 al presente Capitolato) ed il Computo Metrico Estimativo (a seguire «**CME**») (Allegato 1.2 al presente Capitolato), relativi all'edificio medesimo.

#### 1.2 Inquadramento urbanistico della zona

L'edificio ricade nel Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune Roma, nei Sistemi e regole: "Città storica - Tessuto di espansione novecentesca ad impianto moderno ed unitario T8".

L'edificio non è oggetto di vincolo specifico, ma è inserito nella Carta per la Qualità nelle "Morfologie degli impianti urbani moderni – Tessuti caratterizzati dall'impianto volumetrico degli edifici" (art. 16, comma 1, delle Norme Tecniche di Attuazione del PRG).

## 2. DESCRIZIONE DEL SERVIZIO

Il Servizio che si intende affidare è finalizzato alla valutazione della vulnerabilità sismica e del livello di sicurezza dell'edificio.

Il Servizio è articolato nelle 5 (cinque) fasi di cui al successivo paragrafo 2.1, all'esito delle quali l'Aggiudicatario Aggiudicatario (a seguire anche «**Appaltatore**» o «**Aggiudicatario**» o «**Affidatario**») dovrà fornire un giudizio critico riguardo alla vulnerabilità sismica dell'edificio, come rilevata nello stato attuale e dopo gli interventi di miglioramento.

Il concorrente prende atto dello svolgimento del Servizio in cinque fasi, ne tiene conto nella formulazione dell'offerta ed accetta ogni prescrizione di cui al presente Capitolato, anche ai sensi dell'art. 100 del Codice, senza condizioni e senza alcun onere economico aggiuntivo nell'ipotesi in cui risulti Aggiudicatario.

Il progetto esecutivo di miglioramento sismico dovrà essere pienamente rispondente per ogni aspetto ai Criteri Ambientali minimi fissati dal DM 11.10.2017.

La valutazione dei costi degli interventi di miglioramento sismico dovrà comprendere ogni costo per la gestione di tutti i rifiuti risultanti dallo svolgimento dei lavori e per il pieno rispetto del DM 11.10.2017.

Nel progetto di miglioramento sismico, per i suddetti rifiuti, sarà previsto il costo di raccolta e trasporto ai siti di smaltimento finale del Comune, con mezzi individuati dall'esecutore, debitamente e preventivamente autorizzati.

In ossequio al punto 2.5.3. DM 11.10.2017, si dovrà prevedere, nel progetto di miglioramento sismico, di mettere in atto le misure per implementare la raccolta differenziata e per realizzare il riciclaggio dei materiali e dei rifiuti, tutti da conferire nelle apposite discariche autorizzate secondo l'apposito piano per la gestione dei rifiuti derivanti dall'esecuzione dei lavori di miglioramento sismico.

Il Servizio dovrà essere eseguito nel rispetto delle leggi, dei regolamenti, delle circolari, delle prescrizioni ed istruzioni emanate dall'Unione Europea, dallo Stato, dalla Regione, dalla Provincia e dal Comune, dall'ASL, dal CNR, dall'UNI e dal CEI.

Tutte le richieste di autorizzazioni presso gli organi competenti, la materiale redazione degli elaborati tecnici necessari per ottenerle, i permessi e gli oneri economici, compresi quelli di occupazione di suolo pubblico, necessari per l'esecuzione della campagna d'indagine, restano esclusivamente a cura e spese dell'Appaltatore, anche qualora dovesse riscontrarsi la sussistenza di un vincolo per l'edificio o per la zona in cui esso ricade (vincolo

paesaggistico D.lgs. 42/2004 e s.m.i.). Parimenti, restano esclusivamente a cura e spese dell'Appaltatore anche le autorizzazioni da ottenere presso il Genio Civile per il progetto esecutivo di miglioramento sismico.

Tutte le comunicazioni tra INPS e l'Appaltatore, nonché i verbali comunque riguardanti il presente Servizio, dovranno essere redatti per iscritto e in lingua italiana.

Il CME fa parte della documentazione di gara al solo fine di rappresentare le modalità di determinazione dell'importo a base d'asta. **L'offerta del concorrente sarà pertanto basata sulla sua autonoma valutazione dei costi in relazione alle modalità esecutive richieste per l'esecuzione del Servizio e alle relative tempistiche, anche con riguardo alle limitazioni orarie di accesso agli edifici disposte dalla Stazione Appaltante, volte a garantire la massima riduzione dei rischi da interferenze.**

Tutti i prezzi si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai propri calcoli, alle proprie indagini e stime. In deroga all'articolo 1664 del c.c., resta inteso che tali prezzi saranno fissi ed invariabili e non soggetti a modificazione di sorta, qualunque eventualità possa verificarsi in qualsivoglia momento, per tutta la durata dell'Appalto, ivi comprese eventuali protrazioni del termine utile per l'ultimazione completa del Servizio.

Il Servizio verrà remunerato a corpo; pertanto, il **prezzo offerto in sede di gara** resterà **fisso** e non potrà variare né in aumento né diminuzione, secondo la quantità e la qualità effettiva dei servizi eseguiti.

## 2.1. Fasi del Servizio

Il Servizio oggetto di affidamento è suddiviso nelle 5 Fasi di seguito individuate:

- Fase 1.** Progettazione esecutiva del piano di indagini e prove;
- Fase 2.** Esecuzione della campagna di indagini e prove;
- Fase 3.** Elaborazione dei risultati delle indagini e delle prove eseguite;
- Fase 4.** Modellazione strutturale e valutazione di vulnerabilità sismica dell'edificio nello stato attuale;
- Fase 5.** Modellazione strutturale e valutazione di vulnerabilità sismica nella soluzione progettuale di miglioramento sismico, corredata di progetto esecutivo.

Ciascuna delle suddette Fasi è dettagliata nei successivi paragrafi 6, 7, 8, 9 e 10.

## **2.2. Predisposizione degli elaborati di sintesi e finali**

Per il complesso immobiliare in oggetto, dovranno essere prodotti: i) gli elaborati di sintesi minimi per Fase; ii) gli elaborati di sintesi finali, come indicato nel Capo II del presente Capitolato (paragrafi da 3 a 7).

## **2.3. Struttura di esecuzione del piano di indagine strutturale-geognostica e struttura di progettazione**

Il Servizio oggetto di affidamento prevede il coinvolgimento di due tipologie di Strutture:

- Struttura di esecuzione per l'attuazione delle attività di cui alla Fase 2;
- Struttura di progettazione per l'esecuzione delle attività di cui alle Fasi 1, 3, 4 e 5.

Le suddette Strutture possono coincidere e tale circostanza costituisce criterio premiante.

In ogni caso, dovranno essere posseduti i requisiti di capacità economico-finanziaria e tecnico-organizzative stabilite dal Codice e dalla Linee Guida A.N.AC. n. 1.

### **2.3.1 Struttura di esecuzione del piano d'indagine strutturale-geognostica**

Per l'espletamento della Fase 2 del Servizio, l'Aggiudicatario dovrà essere iscritto alla classe merceologica di "Servizi di indagini diagnostiche su strutture civili ed industriali" (1.20.19 ISPRA allegato B) e rientrare nell'"Attività degli studi di ingegneria ed altri studi tecnici - Attività di studio geologico e prospezione geognostica e mineraria" (codice ATECO - 71.12.50).

Inoltre, l'Aggiudicatario dovrà essere in possesso della qualifica ISO 9001 ed avere nell'ambito del proprio organico:

- almeno un professionista in possesso di Laurea magistrale, abilitato ed iscritto all'Albo professionale degli ingegneri o degli architetti, che assumerà la veste di Responsabile tecnico e che dovrà firmare e timbrare tutte le relazioni tecniche e gli elaborati grafici richiesti nella Fase 2 del Servizio;
- almeno un professionista in possesso di Laurea magistrale in geologia, abilitato ed iscritto all'Albo professionale, che seguirà l'esecuzione delle indagini geologiche e geognostiche e che dovrà firmare e timbrare tutte le relazioni tecniche e gli elaborati grafici di sua specifica competenza richiesti nella Fase 2 del Servizio.

Per le attività correlate allo svolgimento del Servizio ed al trasporto dei materiali dovranno essere messe in atto le misure per implementare la raccolta differenziata e per realizzare il riciclaggio dei materiali e dei rifiuti, tutti da conferire nelle apposite discariche autorizzate, secondo il piano per la gestione dei rifiuti derivanti dall'esecuzione del Servizio, redatto

dall'Appaltatore. Al termine del Servizio l'Appaltatore dovrà consegnare tutti i formulari FIR inerenti al corretto trasporto stoccaggio TSR e smaltimento dei rifiuti prodotti.

L'Aggiudicatario, con la presentazione dell'offerta, si impegna a produrre esclusivamente certificati in originale con i risultati di prova *in situ* e di laboratorio, rilasciati da Organismi autorizzati dall'Elenco del Ministero dell'Interno.

### 2.3.2 Struttura di progettazione

Per l'espletamento delle prestazioni di cui alle Fasi 1, 3, 4 e 5, la Struttura di progettazione dovrà avere un'articolazione complessa, con la presenza delle seguenti figure professionali minime, nominativamente indicate in sede di presentazione dell'offerta, allegando il *curriculum* di ciascuna (massimo due cartelle fogli A4 da inserire nella busta B):

- a. n.1 professionista progettista, Coordinatore scientifico;
- b. n.1 professionista progettista, Responsabile strutturale della calcolazione delle strutture e della redazione della relazione geotecnica;
- c. n.1 professionista, Responsabile dell'elaborazione ed interpretazione delle attività di indagini e prove geologiche e della progettazione successiva per gli aspetti di propria competenza.

Per quanto riguarda le figure professionali di cui ai punti "a" e "b", le stesse dovranno essere in possesso di Laurea (quinquennale o specialistica) in Ingegneria Civile, Ingegneria Edile o Architettura, ed essere iscritti nei rispettivi Albi professionali con comprovata esperienza nella materia specifica dell'Appalto.

Le figure "a" e "b" possono anche ricoperte dalla stessa persona e coincidere con il professionista in possesso di Laurea magistrale abilitato ed iscritto all'Albo professionale degli ingegneri o degli architetti, già individuato come Responsabile tecnico nella fase di esecuzione delle indagini.

Per quanto riguarda la figura "c", la stessa dovrà essere in possesso di Laurea (quinquennale o specialistica) in Scienze geologiche, ed essere iscritta nel relativo Albo professionale. Tale figura dovrà asseverare, timbrare e firmare le relazioni geologiche e dovrà detenere con la struttura di progettazione un rapporto di natura stabile di natura autonoma, subordinata o para subordinata, quale dipendente oppure quale consulente con contratto di collaborazione coordinata e continuativa su base annua, secondo stabilito nella Linea Guida A.N.AC. n. 1.

La figura "c" potrà essere ricoperta anche coincidere con il professionista in possesso di Laurea magistrale in geologia, abilitato ed iscritto all'Albo professionale individuato per l'esecuzione delle indagini geognostiche nella Fase 2.

Si specifica che almeno una figura professionale tra quelle richieste dovrà essere in possesso del requisito professionale di Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione ed aver conseguito tutti gli aggiornamenti necessari.

Si considerano validi i titoli e le iscrizioni ad Albi equivalenti nell'ambito dei Paesi U.E.

## **CAPO II – SPECIFICHE TECNICHE DEL SERVIZIO**

### **3. FASE 1 - PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL PIANO DI INDAGINI E PROVE**

In questa fase preliminare, la Struttura tecnica dovrà raccogliere i dati afferenti all'edificio nella sua interezza ed elaborare, al fine di conseguire un Livello di Conoscenza dell'edificio almeno pari a 2, come definito dalle norme NTC18 e dalla Circolare NTC18, il "planning esecutivo delle indagini e prove" e le relative relazioni, da depositare, qualora sussista un vincolo, alla competente Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici per il nulla-osta all'esecuzione delle indagini.

Le attività afferenti a questa Fase sono:

1. raccolta e analisi della documentazione esistente;
2. raccolta ed elaborazione dei dati amministrativi, tecnici e geologici;
3. definizione della storia progettuale, analisi storico critica costruttiva e sismica dell'edificio e studio dello stato generale di conservazione dell'opera;
4. relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera e definizione delle specifiche delle indagini da eseguire;
5. redazione del cronoprogramma delle indagini;
6. redazione della relazione tecnica con tavole del progetto esecutivo d'indagine a definizione dello specifico programma delle indagini da eseguire, per il raggiungimento del Livello di Conoscenza dell'edificio almeno pari a 2, come definito dalle norme NTC18 e dalla Circolare NTC18;
7. produzione dei documenti di output della Fase 1.

Al completamento di detta Fase, qualora sussista un vincolo, dovrà essere predisposto un progetto, da depositare a cura e spese dell'Aggiudicatario presso la competente Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici, completo di relazione sullo stato dei luoghi redatta sulla scorta delle attività e documentazione raccolta nelle fasi sopradette, del piano di indagini completo della tipologia di prove, localizzazione, modalità di esecuzione e ogni dettaglio utile per il loro corretto svolgimento, comprese le indicazioni circa i lavori di ripristino dei luoghi.

Le attività di cui alla presente Fase vengono espletate dal progettista strutturale con lo scopo di acquisire ogni informazione o dato necessario alla valutazione di vulnerabilità sismica delle fasi successive.

Il progettista strutturale dovrà quindi fornire il progetto esecutivo dettagliato del programma d'indagine, da sottoporre sempre all'approvazione della Stazione Appaltante, nonché, per quanto vincolato sotto il profilo storico-artistico, ad approvazione della Soprintendenza competente.

La progettazione esecutiva del programma delle indagini e delle prove – nell'ambito delle quali dovranno essere privilegiate, per quanto possibile, le prove non distruttive – in formato immediatamente cantierabile, dovrà essere conforme a quanto delineato dalle normative nazionali di seguito individuate:

- Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. del 20/02/2018 (a seguire «NTC18»);
- Circolare esplicativa C.S.LL.PP. delle NTC18 n. 7 del 21/01/2019 (a seguire «Circolare NTC18»);
- D.P.C.M. del 09/02/2011 - Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/2008 e s.m.i.;
- Eurocodice 2: Design of concrete structures;
- Eurocodice 8: Design of structures for earthquake resistance.

Dal punto di vista dell'impostazione metodologica, per quanto non modificato dalle NTC18, si farà riferimento anche alle indicazioni dell'O.P.C.M 3274/2003 s.m.i, nonché alle ulteriori normative e linee guida statali, regionali e comunali emanate in materia. Alle medesime norme si dovrà fare riferimento per l'esecuzione delle verifiche di vulnerabilità. In ogni caso, dovranno essere riportate le ipotesi per la modellazione strutturale con le relative giustificazioni supportate da basi scientifiche e/o da modelli scientificamente validi riportati nella letteratura specialistica.

Le attività da intraprendere sono di seguito dettagliate.

### **3.1 Raccolta e analisi della documentazione esistente**

In questo primo momento conoscitivo, si raccoglieranno tutti i documenti progettuali, costruttivi, di collaudo e di manutenzione reperibili principalmente in loco, e da ricercare a cura dell'Aggiudicatario presso gli archivi dei Comuni, del Genio Civile, del Provveditorato alle Opere Pubbliche, dell'Archivio di Stato, delle Soprintendenze, Catasto, ecc. atti a fornire notizie sulle caratteristiche dell'edificio. Saranno rilevate anche le informazioni sulle parti non strutturali che possono contribuire alla resistenza sismica dell'edificio (ad esempio le tamponature e i tramezzi in muratura negli edifici in c.a.).

### 3.2 Raccolta ed elaborazione dei dati amministrativi, tecnici e geologici

Dovranno essere ricercati documenti di particolare interesse quali:

- progetto architettonico e strutturale (relazione di calcolo delle strutture, relazione geologica, relazione geotecnica e sulle fondazioni, elaborati grafici, computi metrici, carpenterie, ecc.);
- eventuali varianti in corso d'opera;
- certificati di prove sui materiali;
- relazione e certificato di collaudo;
- foto delle fasi costruttive e dei dettagli strutturali;
- eventuali progetti di ristrutturazione/miglioramento/adeguamento sismico e relativi documenti di esecuzione e collaudo;
- progetti di ristrutturazione funzionale e architettonica.

### 3.3 Definizione della storia progettuale, costruttiva e sismica dell'edificio, con analisi storico-critica

Dovrà essere descritta la storia dell'evoluzione strutturale subita nel tempo dall'edificio, evidenziando in particolare se l'edificio sia soggetto a particolari vincoli urbanistici o di tutela. Similmente è opportuno che il progettista elenchi, mediante ricerca, i sismi storici a cui la struttura è stata soggetta.

Le informazioni minime da reperire (specificandone la fonte) sono le seguenti:

- inquadramento geografico, geologico e sismico del sito in cui sorge l'edificio
- anno o epoca di progettazione con normative tecniche di costruzione di riferimento e metodi di calcolo strutturale adottati;
- anno o epoca di inizio lavori;
- anno o epoca di completamento lavori;
- anno e tipo degli interventi successivi al completamento dell'opera, con particolare attenzione agli interventi che hanno variato la struttura, rafforzandola (miglioramento, adeguamento sismico) o indebolendola (sopraelevazioni, creazione di piani porticati, riorganizzazione delle aperture nelle pareti murarie, apertura di vani nelle pareti murarie portanti, etc.);
- impatto degli impianti tecnologici sulla struttura per evidenziare eventuali criticità
- storia sismica dell'edificio con riferimento agli eventi subiti ed agli eventuali dati ed



ai danni rilevati.

**L'analisi storico - critica** consisterà nello studio della formazione e dell'evoluzione storico-critica del manufatto.

Dovranno essere progettate le indagini necessarie a delineare il quadro conoscitivo dell'oggetto di studio anche attraverso una documentazione fotografica.

Dovranno essere pertanto forniti alla Stazione Appaltante, mediante consegna al Direttore dell'Esecuzione (DEC) entro la data di ultimazione della Fase 1 del Servizio (e tale circostanza deve risultare dal "Verbale di ultimazione della Fase 1"):

- **Relazione specifica** comprendente:
  - ✓ Inquadramento generale dell'edificio;
  - ✓ Inquadramento geografico e geologico dell'edificio;
  - ✓ Inquadramento sismico;
  - ✓ Il rischio sismico e la storia sismica;
  - ✓ Analisi storico - critica;
  - ✓ Cenni storici;
  - ✓ Evoluzione dell'edificio;
  - ✓ Analisi dell'edificio e criticità;
- **Rilievo Fotografico** comprendente:
  - ✓ Descrizione generale;
  - ✓ Destinazione d'uso e spazi interni.

Le relazioni e gli elaborati dovranno essere consegnati in originale e su supporti informatici e cartacei nel pieno rispetto, per numero e tipologia, di quanto stabilito nel paragrafo 3.7.

### 3.4 Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera

Dovrà essere redatta una Relazione sullo stato generale di conservazione dell'edificio, firmata e timbrata dal Coordinatore scientifico, che dovrà descrivere in modo esaustivo lo stato generale di conservazione dello stesso, analizzando la possibile influenza dello stato di degrado sulla relativa vulnerabilità sismica.

### 3.5 Cronoprogramma

Alla luce dei dati raccolti, dovrà essere redatto un cronoprogramma del programma esecutivo di indagini e prove progettato per l'edificio, acquisendo e/o modificando il

programma posto a base del Servizio oggetto di affidamento e rappresentando i tempi occorrenti per lo svolgimento di ogni singola attività, suddividendola per le macro lavorazioni da intraprendere (ad esempio: saggi e sondaggi, prove di laboratorio, elaborazione dati, ripristino).

Lo svolgimento di tali attività dovrà essere concordato con il DEC secondo le modalità esecutive individuate nel paragrafo 11.3.3.

### 3.6 Relazione e progetto esecutivo di indagine

Dovrà essere redatta una Relazione sul Progetto Esecutivo d'Indagine, firmata e timbrata dal Coordinatore scientifico, completa delle tavole di ubicazione delle stesse, che dovrà contenere, oltre ai dati raccolti, le motivazioni ed i criteri che hanno condotto alla ubicazione delle specifiche delle indagini da eseguire, all'eventuale modifica delle stesse per numero e tipologia ed il cronoprogramma delle prove, prendendo a base il programma di prove previsto descritto nel presente Capitolato.

Eventuali modifiche e variazioni devono essere concordate con il DEC.

Ciascuna indagine e prova dovrà essere identificata con un codice univoco, che individui il piano d'ubicazione, l'elemento saggiato, il tipo di prova ed il numero della prova di quella tipologia. Tale codice identificativo sarà l'unico usato nelle relazioni, nelle planimetrie e nei risultati delle prove di laboratorio per individuare ciascuna prova/indagine.

### 3.7 Documenti di output Fase 1

Al completamento della Fase 1 dovrà essere predisposto quanto segue:

#### Schema documenti di output Fase 1

1	Relazione sulla documentazione esistente firmata e timbrata dal Coordinatore scientifico
2	Relazione di descrizione generale del manufatto con analisi storico-critica, cenni storici e storia evolutiva dell'edificio firmata e timbrata dal Coordinatore scientifico
3	Relazione sulle fondazioni firmata e timbrata dal Coordinatore scientifico
4	Relazione sullo stato generale di conservazione dell'opera ed influenza dell'eventuale stato di degrado sulla vulnerabilità sismica generale firmata e timbrata dal Coordinatore scientifico
5	Rappresentazione grafica e fotografica del quadro fessurativo e relazione d'interpretazione firmata e timbrata dal Coordinatore scientifico
6	Rappresentazione fotografica, grafica e strutturale dell'edificio firmata e timbrata

Tipo documento: Capitolato tecnico Prestazionale

	dal Coordinatore scientifico
7	Relazione e progetto esecutivo d'indagine con tavole con ubicazione delle stesse firmate e timbrate dal Coordinatore scientifico,
8	Progetto esecutivo piano di indagini e prove, firmato e timbrato dal Coordinatore scientifico, corredato dell'approvazione della Soprintendenza conseguita dall'Aggiudicatario del Servizio d'indagine, qualora sussista un vincolo.
9	Cronoprogramma delle indagini e prove

La consegna completa, senza possibilità di rinvio, dei suddetti documenti ed elaborati per tipologia e per tipo di supporto, dovrà essere attestata nel "Verbale di fine della Fase 1" al termine della progettazione esecutiva del piano d'indagine e prove, sottoscritto dall'Appaltatore e dal DEC.

#### 4. FASE 2 - ESECUZIONE DELLE INDAGINI E DELLE PROVE

In base alle specifiche definite nel punto precedente, verrà data esecuzione alle indagini conoscitive e alle prove sui materiali, allo smaltimento differenziato del materiale di risulta a discariche autorizzate, nonché al ripristino dello stato di fatto, all'invio ed al pagamento delle prove sui materiali, da eseguirsi nei laboratori autorizzati nell'Elenco del Ministero dell'Interno.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, dovranno essere eseguite le seguenti indagini:

- indagini strumentali sui terreni per la caratterizzazione geotecnica del suolo;
- indagini strumentali sull'edificio finalizzate all'acquisizione del "Livello di Conoscenza" LC2, del "Fattore di Confidenza" e delle proprietà dei materiali, incluso il ripristino dello stato dei luoghi.

##### 4.1 Tipologie delle prove e delle indagini

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, l'Appaltatore si baserà su documentazione già disponibile, su *visual test in situ* e sulle indagini sperimentali descritte nel prosieguo.

L'Appaltatore dovrà poi condurre un rilievo geometrico e strutturale dettagliato, mirato ad acquisire una conoscenza completa ed esaustiva e a colmare ogni carenza documentale e/o conoscitiva sull'edificio. Ulteriori approfondimenti di rilievo rispetto a quanto previsto nel computo metrico costituiscono criterio premiante (D.4).

L'Aggiudicatario dovrà restituire graficamente il **rilievo dettagliato e quotato di tutto l'edificio**, che dovrà essere consegnato all'Istituto con l'indicazione e l'ubicazione delle prove e dei prelievi eseguiti sia su supporto informatico in formato DWG e BIM in formato non proprietario sia in duplice copia cartacea.

Per la redazione del CME sono state individuate indagini e prove per tipologia e numero come di seguito indicato:

N° piani muro cantinato considerati	3
N° piani abitabili considerati	8
mq utili per valutazione indagini piani abitati	19.500
mq utili piano di fondazione (mq) =	3.140
mq utili per valutazione muro cantinato (mq) =	6.800
Superficie complessiva x calcolo cubatura fabbricato ai sensi OPCM 3362/2004(mq) =	19.600
Volume complessivo fabbricato ai sensi OPCM 3362/2004 (mq) =	78.700

Rif. Circ n.7 del 21/01/19 - Cap8 - C8.5.4.2 - Tab C8.5.V	Prove distruttive e non distruttive - VERIFICHE LIMITATE			
	Prove Distruttive - verifiche Limitate			
	Prelievi minimi consigliati per tipologia strutturale	N° prelievi Minimi per Tipologia Strutturale	N° Prelievi stimati totali	
	Prove limitate - 1 prelievo armatura x piano muro cantinato	3	3	
	Prove limitate - 1 prelievo armatura fondazione	1	1	
	Prove limitate - 1 prelievi armatura per piano (per tipologia strutturale)	8	16	
	N. Prelievi barre totali		20	
	Pilastri - Prove Limitate - 1 prelievo cls ogni 300 mq	65	36	
	Travi - Prove limitate - 1 prelievo cls ogni 300 mq	65	36	
	Fondazione - Prove limitate- 1 prelievo ds ogni 300 mq	10	3	
	Muro cantinato - Prove limitate - 1 prelievo ds ogni 300 mq	23	10	
	N. Carote totali		85	
	Prove Non Distruttive			
	Tipologie strutturali primarie	Prove minime indicate dalla circolare per tipologia strutturale		N° indagini stimate
	PILASTRI	Non più del 50% delle prove distruttive da effettuare incrementate di almeno il triplo	98	290
	TRAVI	Non più del 50% delle prove distruttive da effettuare incrementate di almeno il triplo	98	290
	FONDAZIONE	Non più del 50% delle prove distruttive da effettuare incrementate di almeno il triplo	16	34
	MURI	Non più del 50% delle prove distruttive da effettuare incrementate di almeno il triplo	34	36
N. PND totali			650	

Rif. Circ.n.7 del  
21/01/19 - Cap8 -  
C8.5.4.2 - Tab C8.5.V

N° ELEMENTI PRIMARI	N. PILASTRI Totali	626
	N. TRAVI Totali	1217
	N. ELEMENTI Totali DEI MURI CANTINATI	86
	N. NERVATURE Totali DELLA FONDAZIONE	225
	N. SOLETTE TOTALI DELLA FONDAZIONE	56
	N. NODI Totali NON CONFINATI	212
	N. CAMPI DI SOLAIO PER RILIEVO ARMATURE	490

RILIEVO DETTAGLI costruttivi - VERIFICHE ESTESE E LIMITATE			Rif. Circ n.7 del 21/01/19 - Cap8 - C8.5.4.2 - Tab C8.5.V
Percentuale minima consigliata degli elementi da rilevare	15% o 35% a secondo della documentazione in possesso	N° Elementi stimati	
Percentuale stimata degli elementi da rilevare	15% o 35%	127	
	15% o 35%	400	
	35%	30	
	35%	80	
	35%	20	
	35%	75	
	15% o 35%	120	
N. elementi totali		852	

Il piano esecutivo d'indagine dovrà posizionare e denominare univocamente in planimetria, per ogni piano, le singole prove, già inserite nel computo metrico.

Dovranno essere esaminate, nell'apposita Relazione, i criteri adottati e le eventuali modifiche e/o variazioni, da concordare con il DEC, rispetto a quanto sopra previsto, con relative giustificazioni.

Il piano esecutivo d'indagine inoltre dovrà essere redatto secondo le modalità operative specifiche, in ossequio con le misure di sicurezza del DVRI per la gestione dell'Appalto, con massima riduzione delle interferenze con le altre attività svolte nell'edificio, anche da terzi.

Ai fini della redazione del piano esecutivo d'indagine, sarà imprescindibile la riunione preliminare con la Stazione Appaltante per la conoscenza delle situazioni specifiche

#### **4.1.1 Indagini non distruttive e indagini distruttive sul calcestruzzo e acciaio**

Di seguito si indicano le indagini non distruttive e le indagini distruttive su calcestruzzo e acciaio che dovranno essere eseguite:

- ✓ rilievo di tutto l'edificio;
- ✓ indagini pacometriche;
- ✓ prove ultrasoniche su elementi portanti;
- ✓ prove sclerometriche;
- ✓ correlazione sonreb;
- ✓ pull-out con tassello post-inserito (conforme alla UNI EN 12504-3)
- ✓ prelievi di carote di calcestruzzo da pilastri e travi;
- ✓ prove di carbonatazione su carote estratte;
- ✓ prelievi di barre di armatura;
- ✓ saggi visivi in fondazione;
- ✓ georadar;
- ✓ indagine termografica;
- ✓ analisi chimiche su campioni di calcestruzzo e acciaio prelevati in sito.

#### **4.1.2 Prove di carico**

Dovranno essere eseguite prove di carico a spinta su elementi strutturali orizzontali o sub-orizzontali – dei quali si vogliono conoscere dati caratteristici quali portanza, tipo di vincolo, linearità, ripetibilità, permanenza, che risultano incogniti ovvero da collaudare – consistenti nell'applicazione di forze statiche concentrate ripetute attraverso uno o più martinetti oleodinamici opportunamente ancorati alle strutture inferiori, al fine di distribuire su una striscia di struttura lo stesso momento flettente massimo dovuto al carico distribuito o concentrato di esercizio.

Sono compresi:

- la rilevazione in tempo reale di almeno 5 deformate dell'elemento in prova di cui 2 in direzione trasversale all'asse principale dello stesso elemento (al fine di misurare l'eventuale collaborazione di elementi affiancati), a mezzo sensori di deformazioni montanti su aste telescopiche;

- l'effettuazione di almeno 4 cicli di carico e scarico con rilevazione delle deformate suddette;
- quanto altro occorre per dare i risultati delle prove completi.

#### **4.1.3 Prove geognostiche e geotecniche**

##### **Descrizione indagine geognostica**

Per la definizione dei parametri necessari alla valutazione della vulnerabilità sismica, secondo quanto stabilito dalla vigente normativa sismica, sono previste indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche.

Il programma di indagini, da eseguirsi *in situ* ed in laboratorio, è volto all'acquisizione di informazioni di maggior dettaglio riguardo la determinazione degli spessori dei terreni e le loro caratteristiche sismiche e geotecniche.

Le indagini dirette ed indirette, da effettuarsi in corrispondenza di uno dei vertici del fabbricato in esame, si possono quantificare sinteticamente come segue:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di almeno 47.00 ml, per la ricostruzione stratigrafica, prelievo campioni e condizionamento del foro con tubo in PVC per prove sismiche in foro del tipo Down-Hole;
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di almeno 32.00 ml, per la ricostruzione stratigrafica ed il prelievo campioni per prove geotecniche di laboratorio;
- n. 9 prelievi di campioni indisturbati complessivi con campionatori a pareti sottili;
- n. 1 prova sismica in foro Down-Hole;
- n. 2 indagini sismiche Multichannel Analysis Surface Waves (MASW);
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri geomeccanici dei terreni.

Nell'ambito delle prove geognostiche e geotecniche, dovranno essere eseguite le seguenti attività:

- approntamento dell'attrezzatura;
- installazione in corrispondenza di ogni punto di perforazione;
- prescavo ricerca sottoservizi;
- perforazione a carotaggio continuo 0-40 m;
- sovrapprezzo rivestimento metallico provvisorio;
- prelievo campioni indisturbati;

- pozzetti di protezione;
- condizionamento foro per tubi Down-Hole;
- approntamento attrezzatura geofisica;
- installazione attrezzatura;
- esecuzione MASW;
- esecuzione Down-Hole 0-20;
- esecuzione Down-Hole 20-40;
- prova penetrometrica statica (CPT);
- prova penetrometrica dinamica (SPT);
- remi;
- tomografia.

#### **4.1.4 Laboratorio geotecnico**

Nell'ambito delle indagini da laboratorio dovranno essere eseguite le seguenti attività:

- apertura campione;
- analisi granulometrica per setacciatura;
- analisi granulometrica per sedimentazione;
- contenuto d'acqua allo stato naturale;
- peso unità di volume;
- peso specifico dei granuli;
- compressione edometrica con determinazione nel corso della prova dei coefficienti di consolidazione (cv), di permeabilità (k) di compressibilità (mv);
- prova di taglio diretto CD;
- compressione triassiale non consolidata non drenata;
- modulo di Winkler;
- prova di compressione ad espansione laterale libera;
- prova di Taglio torsionale ciclico.

Tutte le indagini previste nel presente Capitolato dovranno essere eseguite con i più moderni e perfezionati strumenti e mezzi meccanici, di tale produttività e numero da assicurare la tempestiva ultimazione delle prestazioni richieste eseguite a perfetta regola



d'arte, entro i termini stabiliti nel presente capitolato e alle condizioni esecutive ivi specificate.

## **4.2 Prescrizioni tecniche e modalità esecutive delle prove sulle strutture**

### **Elementi in calcestruzzo**

#### **4.2.1 Prelievo di carote di calcestruzzo con rettifica (UNI 12504-1)**

Si procede al prelievo delle carote di calcestruzzo (cls), previa identificazione dei luoghi di prelievo ed indagine pacometrica volta a rilevare la presenza delle armature ed il loro posizionamento, tramite le seguenti operazioni di prova:

- identificazione area di prelievo;
- messa in luce delle armature;
- montaggio carotatrice;
- esecuzione prelievo;
- esecuzione prova di carbonatazione su carota estratta;
- ripristino per mantenimento della continuità strutturale tramite malta tixotropica.

#### **4.2.2 Prova di carbonatazione (UNI 9944)**

Le prove di carbonatazione vengono eseguite con riferimento alla norma UNI 9944: *"Corrosione e protezione dell'armatura del calcestruzzo. Determinazione della profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloruro nel calcestruzzo."*

Esse prediligono la determinazione dello spessore carbonatato di sezioni in calcestruzzo, direttamente *in situ* oppure su campioni estratti; si tratta di una prova colorimetrica eseguibile spruzzando la superficie con una soluzione chimica.

Il fenomeno della carbonatazione consiste nella trasformazione dell'idrossido di calcio in carbonato di calcio, fenomeno che produce la perdita della basicità del calcestruzzo necessaria alla protezione delle armature.

Tale norma indica l'utilizzo, come indicatore chimico, di una soluzione acquosa di fenolftaleina all'1% in alcool etilico. La soluzione viene spruzzata mediante nebulizzatore direttamente sul campione, secondo i piani normali alla superficie esposta all'aria.

La soluzione di fenolftaleina subisce un cambiamento di colore, passando dal bianco trasparente al rosso violetto quando la superficie risulta non carbonatata (materiali il cui pH è maggiore di circa 9,2); contrariamente nella superficie carbonatata la soluzione non vira, mantenendo il colore trasparente (valori di pH minori di 9,2).

Di norma la prova va condotta subito dopo il prelievo della carota per evitare la formazione di un film superficiale carbonatato lungo tutta la superficie che impedirebbe la reazione con la fenolftaleina.

#### **4.2.3 Rettifica provini di calcestruzzo da sottoporre a prova di compressione (UNI EN ISO 12390-3)**

Scopo della seguente operazione è specificare il metodo per la preparazione di provini cilindrici da sottoporre a prova di compressione derivanti dal prelievo di carote di calcestruzzo indurito da strutture.

Lo sperimentatore, dopo aver annotato il riferimento originario per la carota individuata, procede a ricavare il numero di provini massimo dalla carota individuata come segue:

- fissa la lunghezza dei provini da estrarre, nella misura pari allo stesso o al doppio del diametro della carota originaria;
- estrae il numero di provini possibile dalla carota, tramite operazione di taglio della stessa;
- identifica in maniera univoca ogni provino estratto, apponendo su ciascuno di essi apposita sigla in modo chiaro ed indelebile;
- realizza una cappatura al fine di riportare in tolleranza le dimensioni di un provino cubico o cilindrico o derivante da carota di calcestruzzo indurito da sottoporre a prova di compressione si assicura che la superficie del provino da sottoporre a cappatura sia umida, pulita e che siano state rimosse tutte le particelle staccate;
- controlla che lo strato di cappatura deve essere il più sottile possibile e non deve avere spessore maggiore di 5mm, sebbene siano ammessi piccoli scostamenti localizzati;
- prepara il materiale di cappatura. Generalmente sono adatte malte di zolfo brevettate. In alternativa, il materiale di cappatura può consistere in una miscela composta di parti uguali in massa di zolfo e di sabbia silicea fine (per la maggior parte passante a uno staccio metallico di 250 µm e trattenuta su uno staccio metallico di 125 µm in conformità alla ISO 3310-1). Può essere aggiunta una piccola proporzione, fino al 2%, di nerofumo;
- riscalda la miscela alla temperatura raccomandata dal fornitore o ad una temperatura alla quale, mescolando in continuazione, fino a raggiungere la consistenza richiesta;
- mescola continuamente la miscela per garantirne l'omogeneità e per evitare la formazione di sedimenti in fondo al recipiente;
- fa scendere verticalmente una estremità del provino nella malta di zolfo fuso precedentemente versata su una piastra/stampo orizzontale;
- lascia indurire la malta prima di ripetere il procedimento per l'altra estremità;

- utilizza un telaio di cappatura che assicuri che entrambe le superfici cappate siano parallele e olio minerale come disarmante per piastre/stampi;
- controlla il provino per assicurarsi che il materiale di cappatura abbia aderito ad entrambe le estremità del provino. Se uno strato di cappatura risulta incavo, rimuoverlo e ripetere l'operazione di cappatura;
- lascia passare 30 min dall'ultima operazione di cappatura prima di eseguire una prova di compressione sul provino.

#### **4.2.4 Massa volumica di carote in cls (UNI EN ISO 12390-7)**

Scopo della prova è la determinazione della massa volumica di un provino cilindrici di conglomerato cementizio indurito.

Lo sperimentatore per l'esecuzione della prova procede con le seguenti operazioni:

- misura con il calibro le dimensioni del provino;
- si accerta che il volume nominale del provino sia  $\geq 1\text{dmc}$  e non sia stata effettuata rettifica mediante cappatura sul provino, in caso contrario provvede a scartare il provino;
- determina la massa del provino come ricevuto (mr);
- essicca il provino nella stufa ventilata alla temperatura di  $105^{\circ}\text{C}$  per 24h, lasciandolo successivamente raffreddare in recipiente a tenuta ermetica o in essiccatore, fino al raggiungimento della temperatura ambiente;
- determina la massa del provino essiccato in stufa (mo);
- nel caso in cui la variazione di massa registrata risulti  $\geq 0,2\%$  della massa del provino come ricevuto (mr), ripete la procedura di essiccazione del provino;
- immerge il provino in acqua alla temperatura di  $20^{\circ}\text{C}$  per 24 h, provvedendo in seguito ad asciugare l'acqua in eccesso dalla superficie del provino;
- determina la massa del provino saturo (ms);
- nel caso in cui la variazione di massa registrata risulti  $\geq 0,2\%$  della massa del provino essiccato (mo), ripete la procedura di saturazione del provino;
- riempie d'acqua il recipiente fino a che il gancio sagomato, senza il provino, risulti completamente immerso senza toccare il fondo del recipiente;
- registra la massa apparente del gancio sagomato (mst);
- estrae il gancio sagomato dal recipiente;

- appende il provino al gancio sagomato e riempie nuovamente il recipiente fino a sommergere il provino e fino a raggiungere lo stesso livello d'acqua sopra il gancio sagomato di quando ha immerso il solo gancio sagomato
- registra la massa apparente del gancio sagomato e del provino ( $m_{st} + m_w$ );
- rimuove il provino dal gancio sagomato ed asciuga l'eccesso di acqua superficiale con un panno umido;
- pone il provino sulla bilancia e registra la massa del provino in aria ( $m_a$ );
- ripone il provino sul carrello che successivamente sarà depositato nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 gg.

#### **4.2.5 Prova di compressione (UNI EN ISO 12390-3)**

Scopo della prova è la determinazione del valore di rottura a compressione su provini cilindrici di conglomerato cementizio indurito.

Lo sperimentatore, per l'esecuzione della prova, procede con le seguenti operazioni:

- verifica la conformità dimensionale del provino;
- trascrive i dati del provino e la data di esecuzione della prova;
- misura con il calibro le dimensioni del provino e trascrive i valori;
- pesa il provino;
- provvede alla determinazione della massa volumica del provino;
- provvede alla pulizia ed alla rimozione di eventuali residui, particelle ed altri materiali estranei dalle superfici del provino che entreranno in contatto coi piatti della macchina di prova ed asciuga le superfici portanti della macchina di prova;
- individua ed accende la macchina di prova e si accerta che gli opportuni distanziali siano montati sulla stessa, al fine di evitare il raggiungimento della corsa massima per il pistone della stessa;
- posiziona il provino tra i piatti della pressa facendo attenzione al centramento del provino rispetto al piatto inferiore di prova;
- accede al software di prova, carica il profilo di riferimento per la prova di compressione su provini cilindrici, inserisce i dati richiesti dal profilo e si accerta che la velocità di prova sia pari a 0,50 N/mm<sup>2</sup>sec (valore medio range di velocità indicato dalla norma: 0,2-1 N/mm<sup>2</sup>sec);
- avvia la prova e porta a rottura il provino;

- annota sulla MIN il valore del carico di rottura F registrato dalla macchina in KN ed il tipo di rottura rilevato per il provino (Soddisfacente/Non Soddisfacente);
- tramite i comandi "Calcola" ed "Archivia" del software, fa eseguire il calcolo dei dati e risultati di prova ed archivia il report della stessa, annotando sulla min il nome del file di salvataggio del report di prova restituito dal software;
- spegne il software ed in automatico scarica la macchina di prova;
- ripone il residuo sul carrello che successivamente sarà depositato nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 gg.;
- indica a fianco del provino la data di effettuazione della prova.

#### 4.2.6 Indagine pacometrica (DIN 1045)

Il rilievo dei ferri d'armatura con il metodo elettromagnetico risulta l'indispensabile fase preliminare per qualunque tipologia di controllo su strutture in calcestruzzo.

Il pachometro è uno strumento utilizzato per localizzare in modo rapido ed accurato la presenza e l'orientamento delle barre nel calcestruzzo armato e misurare con buona precisione lo spessore dello strato di copri ferro, il diametro, la posizione e la profondità delle armature nelle strutture in calcestruzzo.

Lo strumento sfrutta il principio fisico delle correnti passive (*eddy current*): un conduttore massiccio, come può essere un'armatura, sottoposto ad un campo d'induzione magnetica, dissipa una certa quantità di potenza in funzione della sua resistività e della sua geometria.

La posizione dei ferri è determinata quindi muovendo la sonda sulla superficie in esame, fino ad individuare la direzione di massimo assorbimento elettromagnetico che corrisponde all'andamento longitudinale della barra.

Operativamente, l'indagine consiste nel posizionare la sonda dello strumento sulla superficie del calcestruzzo muovendola ortogonalmente alla direzione supposta della barra fino alla comparsa di un segnale sonoro la cui massima intensità indica l'individuazione dell'elemento metallico.

Un sistema d'informazione direzionale indica se la sonda si avvicina o si allontana dalla barra permettendo di raggiungere precisioni molto elevate, dell'ordine del millimetro.

Tale principio operativo presenta, rispetto ad altri sistemi, una maggiore precisione e notevoli vantaggi:

- non vi sono interferenze elettriche, magnetiche, termiche e non vi sono condizionamenti dovuti agli effetti ionici dell'umidità nel cls non stagionato;
- la posizione delle barre viene sempre individuata con estrema precisione e rapidità grazie alla presenza di dispositivi ottici (LED ultraluminoso e barra di intensità del

segnale) e delle spie audio a frequenza variabile, distinguibili in modo chiaro anche in ambienti rumorosi per indicare l'approssimarsi alla barra, determinare la direzione e l'esatta localizzazione del tondino, oltre che segnalare le aree con copriferro insufficiente.

#### **4.2.7 Determinazione dell'indice sclerometrico (UNI EN 12504-2)**

Lo sclerometro è uno strumento per l'effettuazione di prove empiriche *in situ* e non distruttive (PND), dette prove sclerometriche, finalizzate ad accertare la stima speditiva della resistenza meccanica di elementi strutturali in calcestruzzo o talvolta in muratura ma anche di rocce.

Tale stima si basa sulla misura della durezza superficiale del materiale da testare, la quale è rapportata all'indice di rimbalzo dello strumento.

Sono le prove non distruttive più frequentemente utilizzate, sebbene i valori che restituiscono, se non abbinate ad altre prove, non risultano sufficientemente attendibili. Pertanto l'Appaltatore dovrà sempre preliminarmente verificare lo strato carbonatato del cls in opera.

#### **4.2.8 Pull-out con tassello post-inserito (conforme alla UNI EN 12504-3)**

L'indagine pull-out è una prova semidistruttiva per la determinazione della forza di estrazione di un inserto metallico post-inserito nell'elemento in calcestruzzo da sottoporre a prova.

Tale prova è normata dalla UNI EN 12504-3:2005 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione".

La prova si basa sulla corrispondenza esistente tra il carico unitario di rottura a compressione del calcestruzzo e la forza necessaria ad estrarre un inserto metallico standardizzato post inserito nel calcestruzzo indurito.

L'apparecchiatura con cui viene effettuata la prova è la seguente:

- tassello con testa espandente (di dimensioni normalizzate) per calcestruzzo indurito;
- sistema di carico costituito da un martinetto idraulico con all'estremità a contatto con il calcestruzzo un anello di contrasto (di dimensioni normalizzate);
- unità di pressurizzazione con manometro di precisioni indicante il valore massimo di pressione raggiunto durante la prova.

La forza di estrazione è rappresentativa di uno stato di sollecitazione complesso, ma il suo valore è correlabile con la resistenza a compressione. La correlazione tra forza d'estrazione e resistenza a compressione varia al variare della resistenza del calcestruzzo, ma è migliore

delle correlazioni esistenti tra resistenza a compressione e indice di rimbalzo o velocità di propagazione delle onde elastiche.

Nel caso di impiego di inserti post-inseriti nel calcestruzzo, la prova di svolgerà secondo le seguenti modalità:

- a) individuazione di una zona di misura idonea;
- b) i punti di misura devono risultare non coincidenti con aggregati affioranti e sufficientemente distanti dalle barre di armatura, dagli altri punti di misura e dagli spigoli dell'elemento;
- c) in ogni area di misura si devono effettuare almeno 3 estrazioni. Ogni estrazione deve essere eseguita con la seguente procedura:
  - ✓ esecuzione del foro ortogonalmente alla superficie del calcestruzzo;
  - ✓ evacuazione della polvere dal foro, inserimento del tassello per tutta la sua lunghezza e sua forzatura per espansione contro le pareti del foro;
  - ✓ posizionamento del martinetto sul calcestruzzo ed inserimento del tirante nel foro del martinetto avvitandolo con forza nel tassello;
  - ✓ centratura del martinetto rispetto al tassello ed esecuzione della prova di estrazione;
  - ✓ incremento della pressione (o del carico) nel martinetto in modo graduale e costante (circa  $0.5 \pm 0.2$  kN/s);
  - ✓ rilievo della forza  $F$  di estrazione, in kN e registrazione del risultato.

Effettuate le estrazioni, verrà calcolata la media tra i valori di  $F$ . Qualora uno di essi si discosti di più del 20% dal valore medio, tale valore dovrà essere sostituito dal risultato di un'ulteriore estrazione eseguita in prossimità delle altre; se anche in questo caso il criterio di accettazione non risulta verificato si dovranno ripetere le 3 estrazioni in una nuova zona adiacente.

La correlazione tra la forza d'estrazione  $F$ , ricavata dalla pressione misurata al martinetto, e la resistenza cubica  $R_c$  è del tipo:

$$R_c = A + B F$$

in cui i coefficienti  $A$  e  $B$  sono opportunamente calibrati mediante prove distruttive a compressione su carote.

#### 4.2.9 Indagini ultrasoniche (UNI EN 12504-4)

I metodi convenzionali di controllo delle costruzioni in calcestruzzo armato prevedono il confezionamento di provini (cubici o cilindrici) durante l'esecuzione delle strutture, col duplice svantaggio di:

- operare il controllo su di un calcestruzzo, che in generale, non è stato confezionato in maniera identica a quello messo in opera nella struttura;
- conoscere i risultati dopo un lasso di tempo che spesso non consente di intervenire per eliminare eventuali carenze riscontrate.

Tali inconvenienti vengono in massima parte eliminati con l'impiego delle prove non distruttive (PND) ed in particolare il metodo degli ultrasuoni presenta rispetto allo sclerometro anche il vantaggio di indagare in profondità la struttura da esaminare.

Gli ultrasuoni hanno avuto e continuano ad avere un sempre maggiore impiego nel settore civile soprattutto a causa di alcune caratteristiche distintive.

Innanzitutto sono radiazioni non ionizzanti e quindi gli apparati ad ultrasuoni non richiedono le misure di protezione necessarie per le radiazioni ionizzanti.

Le onde meccaniche costitutive delle onde ultrasoniche interagiscono fortemente con la materia, soprattutto allo stato solido; pertanto nella loro propagazione rimangono "segnate" fortemente dallo stato e dalla natura del mezzo in cui si propagano. Si presenta il problema di come estrarre, leggere e compattare la grande quantità di informazioni che le onde meccaniche hanno raccolto durante l'interazione con la materia. Interviene a questo punto la grossa potenzialità dei metodi di trattamento del segnale e di presentazione che l'elettronica e altre scienze del settore dell'informazione sono in grado di fornire per rendere accessibili all'osservatore gli effetti che l'interazione ha provocato.

La norma europea che disciplina la determinazione della velocità di propagazione degli impulsi delle onde longitudinali ultrasoniche in campioni o strutture di calcestruzzo fra una o più coppie di punti di rilievo è la UNI EN 12504-4 (gennaio 2005).

La presente norma europea è basata sulla ISO/DIS 8047 "Concrete hardened Determination of ultrasonic pulse velocity".

Scopo dei rilievi è di dedurre essenzialmente la "velocità virtuale o apparente" di propagazione degli impulsi, e da essa trarre informazioni sul calcestruzzo in termini di caratteristiche ed omogeneità. Con la metodologia descritta si può indagare:

- sull'uniformità del calcestruzzo;
- sulla presenza di fessure o vuoti;
- su difetti di getto;



- su variazioni delle proprietà nel tempo causate dalla storia dell'elemento (manutenzione, sollecitazioni, degrado, ecc.);
- sul modulo di elasticità dinamico;
- per stimare la resistenza del calcestruzzo in sito (si consiglia in combinazione con altre determinazioni).

Il metodo in esame, in relazione alle modalità di propagazione di impulsi vibrazionali, si basa sul fatto che:

- la velocità con cui tali impulsi si propagano in un mezzo è funzione delle caratteristiche elastiche del mezzo (modulo di elasticità) e della sua densità;
- le disomogeneità (per esempio fessure, zone degradate, cavità, ecc.) possono essere indagate analizzando i processi di:
  - ✓ variazione della velocità di propagazione;
  - ✓ assorbimento parziale, riflessione e rifrazione dell'onda di vibrazione;
  - ✓ attenuazione, secondo determinate direzioni, dell'onda di vibrazione.

#### **4.2.10 Indagine combinata sclerometro-ultrasuono (SON-REB)**

Il metodo SON-REB è una combinazione tra l'indagine ultrasonica e quella sclerometrica, in cui si correlano i valori del tempo di propagazione delle onde elastiche rilevati dagli ultrasuoni (si considera una media tra 3 valori) con i risultati della resistenza meccanica superficiale ottenuti con lo sclerometro (si considera una media di 10 valori).

Infatti le due tecniche, singolarmente, forniscono risultati parziali, e a volte poco attendibili, dal momento che sono facilmente disturbati da molteplici fattori.

La prova sclerometrica è influenzata dalla presenza di umidità, dal fenomeno della carbonatazione (la quale provoca un indurimento del calcestruzzo, falsando il valore dell'indice di rimbalzo), dalla presenza di armature o materiali grossolani concentrati nel punto di battitura che innalzano il valore della resistenza della superficie, dalla presenza di vuoti in calcestruzzi con un elevato indice di porosità, dalla posizione non perfettamente ortogonale dello sclerometro, dalla mancata taratura dello sclerometro.

I limiti delle prove ultrasoniche sono molto accentuati nel caso di materiali altamente porosi o danneggiati, in quanto le onde elastiche subiscono dei bruschi rallentamenti in corrispondenza di vuoti, lesioni o fratture: infatti le pareti delle cavità producono rifrazioni molteplici delle onde, allungando così il percorso, che non è più quello diretto tra sorgente e ricevitore.

In maniera analoga la velocità delle onde è influenzata dal numero di giunti e in generale dalle discontinuità, dalla presenza di acqua e umidità e dalle onde indotte da altre fonti.

La combinazione tra i due metodi consente di superare le incertezze e gli errori derivanti dal loro singolo utilizzo, fornendo un valore della resistenza meccanica del calcestruzzo tramite formule sperimentali che dovranno essere rapportate alle effettive caratteristiche del cls in opera.

### **Elementi metallici**

#### **Prelievo di profilati metallici o barre di armatura con relative prove di trazione**

##### **4.2.11 Indagine pacometrica per individuazione e prelievo elementi metallici**

Il rilievo dei ferri d'armatura con il metodo elettromagnetico risulta l'indispensabile fase preliminare per qualunque tipologia di controllo su strutture in c.a..

Il pachometro è uno strumento utilizzato per localizzare in modo rapido ed accurato la presenza e l'orientamento delle barre nel calcestruzzo armato e misurare con buona precisione lo spessore dello strato di copriferro, il diametro, la posizione e la profondità delle armature nelle strutture in calcestruzzo.

Per la descrizione del tipo di prova si fa riferimento a quanto descritto al punto 4.2.6.

##### **4.2.12 Prelievo elementi metallici o barre di armatura**

Si procede al prelievo degli elementi metallici, previa identificazione dei luoghi di prelievo ed indagine pacometrica volta a rilevare la presenza delle armature ed il loro posizionamento.

In seguito procede con le operazioni di prova:

- messa in luce delle armature;
- taglio staffe;
- prelievo elemento/barra;
- ripristino per mantenimento della continuità strutturale tramite saldatura.

I campioni di elementi metallici e/o barre prelevati vengono successivamente sottoposti a prova di trazione e di piegamento presso Laboratori Ufficiali Prove Materiali per desumere i seguenti parametri:

- carico di snervamento;
- carico di rottura;
- allungamento % a rottura sotto carico massimo;

- piegamento.

#### 4.2.13 Prova di trazione (UNI EN ISO 6892-1)

Scopo della prova è la specificazione del metodo di prova di trazione dei materiali metallici definendo le caratteristiche meccaniche da determinare. La prova deve essere applicata ogni qual volta il laboratorio deve sottoporre a prova di trazione spezzoni derivanti da barre di acciaio tondo liscio o ad aderenza migliorata aventi diametro o ricavate da elementi metallici al fine della determinazione dei valori di snervamento ( $f_y$ ) e di rottura ( $f_t$ ), dell'allungamento % a rottura ( $A_{gt}$ ) e dell'area della sezione equipesante ( $A_{eq}$ ) (per le barre ad aderenza migliorata).

Lo sperimentatore per l'esecuzione della prova procede con le operazioni seguenti:

- con l'uso della spazzola metallica, mette in evidenza il marchio di identificazione presente sulla barra e/o elemento metallico e lo raffronta con quelli contenuti nell'elenco dei costruttori, elenco messo a disposizione dal Ministero delle Infrastrutture (qualora la barra sia sprovvista di marchio o lo stesso non rientri in quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale STC, il certificato non potrà assumere valenza ai sensi del NTC 18);
- misura e pesa ed esegue il controllo sulla tolleranza dimensionale;
- etichetta il campione, a mezzo nastro, con numero progressivo alle due estremità;
- con l'impiego della tranciatrice, ricava dalla barra uno spezzone di circa 80 cm che sottoporrà alla prova di trazione e ripone da parte il residuo della barra che sarà utilizzata per la prova di piega, in funzione del diametro nominale della barra;
- tacchetta la barra ricavata per una lunghezza di 60 cm per ogni cm, a partire dal centro della barra;
- monta sulla macchina per la trazione le ganasce adatte in funzione del diametro nominale della barretta (le ganasce, 2 coppie, portano stampigliati sopra i diametri corrispondenti);
- posiziona la barretta tra le ganasce e le serra all'interno delle stesse;
- carica il programma di prova della macchina, seleziona il profilo in funzione del tipo e delle modalità di prova (prova con o senza estensimetro elettronico) ed immette i valori di *input* necessari al programma;
- provvede a montare, qualora necessario, sulla barra di prova opportunamente serrata tra le ganasce l'estensimetro elettronico, accertandosi dell'opportuna taratura dello stesso;
- in caso di estensimetro non tarato, procede all'operazione di taratura dello stesso;

- accerta che il valore delle velocità di incremento del carico settate nel programma di prova, siano pari a 6 N/mm<sup>2</sup>sec per la fase di snervamento e 30 mm/min per la fase di rottura;
- da così inizio alla prova di trazione.

La fase elastica si esaurisce con il raggiungimento del carico di snervamento (esso è evidenziato sul diagramma di prova eseguito in tempo reale dal software, dal quale lo sperimentatore evince inoltre, l'andamento del diagramma di deformazione dell'estensimetro).

Finita la fase di snervamento e con l'inizio della fase plastica, lo sperimentatore procede, nel caso di prova con estensimetro, alla rimozione dello stesso, cliccando sull'apposita icona del programma, e procedendo in seguito all'inserimento della seconda velocità di prova fino alla rottura della barretta.

Al termine della prova, lo sperimentatore registra i valori dei carichi di snervamento superiore FeH e di rottura Fm in KN forniti dalla macchina.

Ai fini della determinazione dell'allungamento percentuale a rottura non proporzionale Ag, lo sperimentatore individua, a fine prova, il semispezzone di lunghezza maggiore derivante dalla rottura e misura la lunghezza del tratto di misura di riferimento precedentemente tacchettato, previa valutazione delle idoneità richieste dalla norma di riferimento sulle distanze minime da ganasce(r1) e punto di frattura(r2) del tratto di misura.

Lo sperimentatore recupera il file di *output* della macchina di prova, provvedendo a salvarlo e rinominarlo opportunamente

Lo sperimentatore avvolge i due spezzoni con nastro adesivo e li ripone assieme a tutte le altre coppie della stessa pratica legandole e indicandovi il n° di pratica; lo stesso ripone il materiale nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20gg.

#### **4.3 Prescrizioni e specifiche tecniche per l'indagine geognostica e geotecnica**

##### **4.3.1 Modalità tecnologiche per l'esecuzione dell'indagine geognostica e ambientale**

###### **Perforazioni di sondaggio**

###### **Tipologia delle attrezzature**

Le attrezzature sono costituite da sonde a testa rotante possibilmente dotate di martello idraulico per consentire il prelievo del terreno a percussione. La perforazione viene eseguita a carotaggio continuo onde permettere un'accurata ricostruzione del profilo stratigrafico ed effettuare il prelievo di campioni. I campioni di terreno devono mantenere inalterata la percentuale dei composti contaminati eventualmente inglobati.

### **Piano di indagine**

Prima di procedere alla perforazione devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare fenomeni di “*cross contamination*”, contaminazione indotta, perdita di composti contaminanti volatili (a causa del surriscaldamento del materiale carotato) o diluizione del contaminante.

### **Pulizia attrezzatura di perforazione**

Le perforazioni devono essere eseguite evitando l'immissione nel sottosuolo di composti chimici estranei. Pertanto per le perforazioni a scopo ambientale dovranno essere adottate le seguenti procedure:

- rimozioni di lubrificanti dalle zone filettate con lavaggio mediante idropulitrice a vapore;
- utilizzo di oli vegetali per la filettatura di aste e rivestimenti;
- utilizzo di utensili di perforazione (corone e scarpe) non verniciati;
- eliminazione di perdita di olio dalle parti idrauliche dell'attrezzatura di perforazione;
- pulizia dei contenitori di stoccaggio acqua di perforazione pulizia di aste, rivestimenti e carotieri con impiego di idropulitrice a vapore ad alta pressione utilizzando acqua pulita ed eventualmente un opportuno solvente, allo scopo di rimuovere qualsiasi residuo di precedenti perforazioni.

### **Tipologia di perforazione**

La perforazione verrà eseguita a carotaggio continuo. Il carotaggio integrale deve garantire una percentuale di recupero > 90% per essere rappresentativo del terreno indagato. Il carotaggio nei terreni deve essere eseguito per quanto possibile a secco utilizzando carotieri semplici di diametro 100 mm evitando fenomeni di surriscaldamento del materiale carotato; è preferibile quindi l'utilizzo di martelli idraulici che consentono il carotaggio a secco a percussione riducendo al minimo fenomeni di surriscaldamento del terreno carotato. La manovra di carotaggio dovrà essere seguita dal rivestimento provvisorio del foro. Qualora sia necessaria l'adozione di fluidi di circolazione, dovrà essere utilizzata acqua pulita eventualmente additivata con polimeri biodegradabili; non dovrà essere utilizzata l'acqua e/o il fluido di recupero.

Il carotaggio sarà sistemato in cassette catalogatrici su cui saranno riportati in modo indelebile:

Committente, località, N. sondaggio, profondità di riferimento.

### **Campionamento terreni**

La scelta del campione e la sua conservazione costituiscono fasi critiche dell'indagine ambientale in situ e possono condizionare il risultato analitico ancor più della metodologia

di analisi. Un campione di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio deve garantire che:

- non si è modificata la composizione chimica del campione sottoponendolo a riscaldamenti, lavaggi o contaminazioni provenienti dagli strumenti di perforazione;
- la posizione planimetrica e la profondità è stata rilevata con precisione;
- il campione dopo il prelievo e sino al momento della consegna al laboratorio di analisi sia stato conservato secondo le modalità prescritte. Nel prelievo in campo del campione si dovranno eliminare i ciottoli e privilegiare i materiali fini o di matrice fine (sabbia, limi e argille).

Nella fase di raccolta, omogeneizzazione e confezionamento del campione in presenza di prodotti volatili si dovrà prelevare il campione dal cuore della carota in quanto lo strato esterno potrebbe aver perso il contenuto di sostanze volatili. I campioni per le analisi devono essere confezionati il più presto possibile dopo l'estrazione delle carote dal terreno. Dopo aver attraversato uno strato di terreno particolarmente inquinato, si procederà ad un'accurata pulizia delle attrezzature di carotaggio prima di continuare la perforazione al fine di non provocare contaminazioni incrociate.

#### **Contenitori per campioni di terreno**

Devono essere usati contenitori nuovi. Per il campionamento di terreni sui quali si deve determinare il contenuto di inquinanti organici, si devono utilizzare contenitori in vetro a bocca larga con tappo a chiusura ermetica con sottotappo teflonato. Per il campionamento di terreni sui quali si deve determinare il contenuto di metalli si possono usare contenitori in polietilene a bocca larga muniti di sottotappo e tappo e chiusura ermetica. I contenitori devono essere riempiti sino all'orlo e immediatamente sigillati ed etichettati.

#### **Monitoraggio delle acque di falda**

Le indagini attinenti le acque di falda prevedono la realizzazione di piezometri allo scopo di verificare la sussistenza di un gradiente idrochimico e/o idraulico verticale e permettere il prelievo di campioni di acque di falda a diverse profondità. I piezometri possono essere realizzati sia con perforazioni a carotaggio continuo, sia con perforazioni a distruzione di nucleo.

#### **Piezometri**

La tubazione definitiva dei piezometri deve essere realizzata con materiali compatibili con gli eventuali inquinanti presenti nel sito, avere diametro tale da permettere il campionamento delle acque, filtri di apertura adeguata in corrispondenza del livello acquifero da controllare. Lo spazio tra perforo e tubazione filtro deve essere riempito con materiale costituito da ghiaietto siliceo arrotondato di opportuna granulometria. Il tratto cieco nella zona vadosa dovrà prevedere una sigillatura anulare in compactonite e un riempimento con miscela cemento/bentonite. Il piezometro dovrà essere protetto in

superficie con uno specifico pozzetto in testa. In superficie verrà inoltre effettuata una idonea cementazione per impedire infiltrazioni di acque meteoriche lungo il perforo. I piezometri verranno spurgati a fine esecuzione con aria compressa (*air lift*) o con elettropompa sommersa fino ad ottenere acqua limpida esente da trascinamenti di sabbia e/o limo.

### **Campionamento di acque**

Il campionamento di acque nei piezometri deve essere svolto dopo aver estratto dal punto di prelievo un volume di acqua da 3 a 6 volte il volume del punto stesso e comunque sino a chiarificazione dell'acqua. Le attrezzature di campionamento devono essere decontaminate prima dell'utilizzazione. Per il prelievo si utilizzano normalmente:

- campionatori tipo *bailers* a galleggiante, in teflon o PE o PVC, con cui si riempie successivamente il contenitore idoneo;
- pompe a vuoto o elettropompe sommerse.

### **Contenitori per campioni d'acqua**

Devono essere usati contenitori nuovi. Per il campionamento di acqua in cui si deve determinare il contenuto di inquinanti organici si devono utilizzare bottiglie in vetro scuro da 1 litro, con tappo a vite e sottotappo teflonato. Per il campionamento di acqua di cui si deve determinare il contenuto di metalli si possono utilizzare bottiglie in polietilene da 1 litro munite di tappo a vite e sottotappo. I contenitori devono essere riempiti di acqua sino all'orlo ed immediatamente sigillati ed etichettati.

### **Etichettatura dei campioni**

Ogni contenitore dovrà essere corredato da un'etichetta indelebile con riportati i seguenti dati:

- Committente;
- Località;
- Data;
- N. sondaggio;
- Posizione planimetrica e profondità;
- Firma operatore.

### **Trasporto e conservazione dei campioni**

Ciascun campione prelevato in campo, sia di terreno che di acqua, va mantenuto al fresco (circa 4 °C) mediante l'utilizzo di contenitori frigoriferi portatili e/o borse termiche e trasferito al laboratorio di analisi entro 24/36 ore dal prelievo.

### **Sicurezza in cantiere**

Dovendo operare in eventuale presenza di sostanze potenzialmente tossiche e nocive è prioritario osservare e far osservare al personale i piani di igiene e sicurezza che verranno elaborati in funzione dell'ambiente in cui dovrà essere svolta l'indagine. In particolari condizioni ambientali potranno essere adottati specifici programmi di sorveglianza sanitaria. Il personale dovrà essere edotto dei rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici – fisici – biologici durante le perforazioni e dovrà essere dotato di Dispositivi di Protezione Individuale monouso (D.P.I.), tute usa e getta in *Tyvek*, guanti monouso) e, dove richiesto, maschere antigas e antiacidi e/o autorespiratori. Sul punto, l'OE dovrà presentare il proprio Piano delle Misure di Sicurezza per tutte le fasi di esecuzione del Contratto.

#### 4.3.2 Specifiche tecniche per l'esecuzione dei sondaggi

Le perforazioni finalizzate all'esecuzione dei sondaggi geotecnici saranno 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* su carote 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.

L'attrezzatura di perforazione sarà costituita da:

- sonda a rotazione (testa idraulica) a tavola rotary, 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 2);
- 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 a norma di specifica, e degli utensili per la riparazione dei guasti di ordinaria entità.

**Tabella 2 - Requisiti sonda di perforazione**



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

Le modalità esecutive del sondaggio saranno tali da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati consentendo il prelievo continuo di carote rappresentative.

La tecnica di perforazione sarà adattata alla tipologia ed 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 sarà caratterizzato da una percentuale di recupero ≥ 85 %.

I carotieri saranno azionati ad aste, l'eventuale impiego di corone speciali (al diamante) sarà nei terreni e rocce con durezza da "medio dure" a "molto abrasive". La necessità della posa di tubi di rivestimento provvisorio nel foro di sondaggio verrà valutata 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. Per garantire la stabilità di eventuali tratti di roccia intensamente fratturati, si potrà ricorrere alla cementazione del foro ed alla sua successiva riperforazione. Al fine di minimizzare il disturbo al fondo del foro, il rivestimento sarà arrestato 0.5 m al di sopra della quota di campionamento e/o prova di sito prevista. Le carote estratte nel corso della perforazione verranno sistemate in apposite cassette catalogatrici, munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera; tali cassette, di consistenza tale da essere trasportate ed impilate, hanno dimensioni orientative 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 piano di campagna.

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 sarà 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;
- Servizio d'indagine;
- sondaggio
- numero della cassetta;
- quote (da m. .... a m. .... );
- data esecuzione.

Quando il foro di sondaggio deve essere ispezionabile o se in esso sarà installata strumentazione geotecnica, al fine di evitare manomissioni esterne e per permettere l'esecuzione dei controlli periodici e delle varie letture, si provvederà alla installazione di una flangia in ferro zincato con chiusura di sicurezza oppure, nel caso in cui la situazione locale lo richieda, si dovrà provvedere alla formazione di un adeguato pozzetto in muratura o in conglomerato cementizio corredato di chiusino carrabile secondo le indicazioni della direzione dell'esecuzione.

#### **Campionamento durante i sondaggi**

Le modalità di campionamento prevederanno il prelievo di "campioni indisturbati", prelevato con campionatore rotativo a pareti sottili, tipo *Shelby* od equivalente o con campionatore a pistone, tipo *Osterberg* od equivalente.

I campioni devono assicurare una rappresentazione veridica della distribuzione granulometrica del terreno e non devono subire deformazioni strutturali rilevanti conservando inalterati: contenuto d'acqua, peso di volume apparente, deformabilità e resistenza al taglio.

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

#### **Dettagli relativi alla stratigrafia**

Il geologo responsabile del cantiere avrà il compito di redigere un giornale di cantiere sul quale annoti tutte le informazioni emerse durante l'esecuzione delle indagini, che verrà consegnato al direttore dell'esecuzione. Ubicherà su apposita cartografia tutti i punti di indagine.

Per tutta la perforazione e/o parte di essa, saranno registrati, in funzione della profondità di perforazione, tramite idonei sensori di misura collegati ai circuiti di trasmissione oleopneumatica, i seguenti parametri (scheda A):

- velocità di rotazione dell'utensile ( $V_r$ );
- velocità istantanea di avanzamento ( $V_a$ );
- pressione relativa alla spinta che agisce sull'utensile di perforazione (PCS);
- pressione di iniezione del fluido di circolazione (PIF);
- pressione relativa alla coppia di rotazione trasmessa.

Ove possibile dovrà essere determinato, in continuo, anche il volume del fluido iniettato dalla pompa solidale all'attrezzatura di perforazione od opportunamente attrezzata.

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.

I dati generali e tecnici dovranno riportare:

- Committente; Impresa esecutrice;
- Numero del sondaggio;
- Quota;
- Inclinazione del sondaggio rispetto alla 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.

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.

#### **Prove di laboratorio**

Le prove saranno effettuate facendo riferimento alle più importanti normative nazionali ed internazionali esistenti (CNR – UNI – ASTM – BS) e alle raccomandazioni AGI.

I campioni prelevati, una volta in laboratorio, saranno aperti mediante estrusore da fustella cilindrica, sottoposti a riconoscimento e descrizione, quindi fotografati.

I campioni saranno sottoposti alle prove di seguito elencate:

- analisi granulometrica mediante vagliature e/o sedimentazione;
- determinazione del peso dio volume, del peso specifico dei grani e del contenuto d'acqua;
- prova edometrica;
- prova di taglio diretto;
- prova triassiale non consolidata non drenata.

#### **4.3.3 Specifiche tecniche per tubi per prove geofisiche "Down-Hole"**

I tubi per prospezioni sismiche "Down-Hole" hanno sezione circolare, con le seguenti caratteristiche:

- spessore  $s = 3 \text{ mm}$ ;
- diametro interno  $\varnothing_{\text{int}} = 75\text{-}100 \text{ mm}$ .

I tubi sono realizzati in PVC in spezzoni da 3 m di lunghezza ed assemblati mediante filettatura a vite od eventuali manicotti di giunzione.

#### **4.3.4 Specifiche tecniche per indagine sismica attiva tipo MASW**

La metodologia MASW è una potente tecnica d'indagine, del tipo non invasivo, che consente di poter individuare il profilo della velocità delle onde di taglio, attraverso l'analisi delle onde superficiali, misura effettuata sulla superficie del suolo.

E' bene precisare che il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di *Rayleigh*, le quali viaggiano con una velocità correlata alle caratteristiche di rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde stesse.

In un mezzo idealmente stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè le onde con diversa lunghezza d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di gruppo: in altre parole, la velocità di fase, o di gruppo, apparente delle onde di *Rayleigh* dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali dipende dal fatto che onde ad alta frequenza e piccola lunghezza d'onda si propagano negli strati superficiali, dando informazioni sulla parte più superficiale del suolo, mentre onde a bassa frequenza e grande lunghezza d'onda si propagano investigando gli strati più profondi.

La MASW consta in quattro fasi fondamentali:

- ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici ("shots"), generati da una sorgente energizzante artificiale (massa battente su piastra), lungo uno stendimento rettilineo di geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali monodimensionali della velocità delle onde di taglio;
- ricostruzione, quando richiesta, di una sezione (modello 2D) della velocità delle onde di taglio.

Sostanzialmente, l'analisi consiste nella trasformazione dei segnali acquisiti in uno spettro bidimensionale "*phase velocity-frequency (c-f)*", analizzando l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica.

Attraverso lo studio dello spettro ottenuto è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie poiché le onde di *Rayleigh* hanno, come detto, un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde, quali riflesse, rifratte, multiple.

L'intero procedimento interpretativo del *SurfSeis* si articola su tre passaggi:

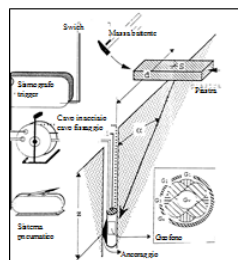
- settaggio di campagna: attraverso la codifica nei dati di campagna della posizione dell'energizzatore e dei ricevitori;
- estrazione delle curve di dispersione: attraverso l'estrazione dai dati sismici della dispersione dell'onda di Rayleigh in modalità fondamentale;
- inversione delle curve di dispersione in profili di velocità delle onde di taglio: le curve di dispersione vengono invertite in profili di velocità,  $V_s$ , rappresentativi delle variazioni della velocità con la profondità in una particolare verticale della superficie.

La fase di elaborazione è effettuata, avvalendosi del software di post-processing, il quale consente l'esecuzione, nello specifico, del seguente processo:

1. dopo aver visionato i *files* d'interesse ed impostate le caratteristiche geometriche del profilo e degli *shots*, la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale, mediante un processo di elaborazione che consente di estrarre la suddetta curva dallo spettro nel dominio frequenza-numero d'onda, applicando una doppia trasformata di Fourier al campo di moto misurato originariamente nel dominio spazio-tempo;
2. la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase (o curva di dispersione) apparente numerica mediante la modellizzazione del sottosuolo in termini di velocità delle onde P ed S, intervallo dei valori del coefficiente di *Poisson*, densità dei terreni;
3. la terza fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , modificando opportunamente lo spessore degli orizzonti litologici e la densità fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato;
4. la quarta fase consiste nella ricostruzione di una sezione 2D, ottenuta esaminando una serie di profili verticali della velocità delle onde di taglio.

#### **Indagine sismica in foro di sondaggio (Down-Hole)**

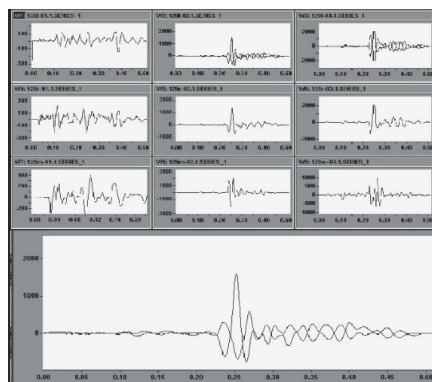
La prova *Down-Hole* verrà eseguita mediante l'utilizzo di un sismografo a 24 canali con la seguente configurazione (Figura 1):



*Figura 1*

*(Rappresentazione schematica della prova eseguita)*

- 1) l'energizzazione sarà indotta da una battitura con un maglio da 8 kg utilizzando come starter un geofono verticale *geospace* a 14 Hz;
- 2) Le misure saranno effettuate calando una sonda geofonica (composta da tre geofoni, uno verticale e due orizzontali) all'interno di un foro di sondaggio (opportunamente condizionato), con passo di 1 o 2 m;
- 3) I segnali sismici registrati in formato digitale saranno analizzati nel dominio del tempo, tramite software dedicato, per la stima del primo arrivo delle onde sismiche generate (P ed S);
- 4) La determinazione del primo arrivo delle onde S sarà effettuata tramite la procedura di *Boathwright* (1987), che prevede la tecnica dell'inversione di fase previa rotazione delle componenti orizzontali del geofono. Un esempio grafico è riportato nella figura sottostante.



*Esempio di inversione di fase*

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- le modalità esecutive del foro;
- lo schema geometrico di ogni tubazione installata;
- la quota assoluta o relativa della testa della tubazione di misura;
- le caratteristiche della tubazione installata;
- modalità di iniezione, quantità e composizione della miscela iniettata nell'intercapedine;
- sismogrammi in originale delle registrazioni di campagna su supporto magnetico;
- relazione conclusiva, elaborata in base ai risultati delle indagini svolte in cui saranno indicati:
  - gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento delle analisi;
  - diagrafie riportanti:
    - stratigrafia del sondaggio;
    - tempi di arrivo delle onde di compressione e di taglio;



- velocità delle onde di compressione e di taglio per ogni stazione;
- velocità intervallari delle onde di compressione e di taglio;
- attenuazione e fattore qualità;
- coefficiente di Poisson dinamico;
- modulo di elasticità dinamico;
- modulo di taglio dinamico;
- modulo di compressibilità dinamico;
- tracce sismografiche onde di compressione;
- tracce sismografiche onde di taglio;
- risultanze finali ed interpretative.

#### **4.3.5 Specifiche tecniche per indagine georadar (G.P.R.)**

##### **4.3.5.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo**

**Scopo dell'indagine.** Particolare attenzione dovrà volgersi alla ricerca di eventuali cavedi, tubazioni, solette in cemento armato e strutture interrato in genere, che potrebbero essere causa di cedimenti differenziali o collassi strutturali a seguito di carichi puntuali applicati.

Il Georadar utilizza la riflessione delle onde elettromagnetiche per l'esplorazione degli strati superficiali del sottosuolo.

Un'antenna emittente introduce nel sottosuolo impulsi di energia elettromagnetica di brevissima durata (nanosecondi).

Quando gli impulsi incontrano un contatto tra materiali di diversa composizione, una parte dell'energia viene riflessa verso la superficie dove viene captata tramite un'antenna ricevente, amplificata e registrata.

Il sistema Georadar può essere normalmente corredato da antenne con frequenza centrale da 40 a 2500 MHz e banda di acquisizione da 10 a 5000 MHz, raggiungendo profondità variabili a seconda del tipo di suolo e dell'antenna specifica impiegata. Il trasduttore di posizione (encoder ottico) permette precise ubicazioni sul terreno delle anomalie rilevate.

**La profondità massima di esplorazione nei terreni in oggetto sarà di ca. 3 m dal piano di campagna.**

Una forte limitazione all'uso del georadar è dato infatti dalla presenza di formazioni geologiche con alta costante dielettrica [ed elevata attenuazione della conducibilità elettrica], le quali tendono ad assorbire, anche totalmente, gli impulsi elettromagnetici immessi nel mezzo da indagare. In corrispondenza, quindi, di falde acquifere superficiali o

terreni ad alto contenuto di argilla l'uso di questa tecnologia deve essere valutato con maggior attenzione.

Il risultato immediato dell'indagine (per ogni singola linea di esplorazione) è una sezione continua del sottosuolo in cui l'ascissa corrisponde al percorso seguito dall'antenna sulla superficie (distanza in metri) e l'ordinata ai tempi di andata-ritorno necessari alle onde elettromagnetiche per raggiungere nel sottosuolo gli orizzonti o gli oggetti riflettenti.

Le intensità di riflessione del segnale sono rese con una "palette" di colori la cui gradazione è proporzionale all'intensità del segnale stesso.

L'interpretazione quantitativa (l'individuazione della profondità e della esatta localizzazione in mappa a scala adeguata) richiede la determinazione della velocità media delle onde nei terreni di copertura e della normalizzazione delle scansioni rispetto ai metri orizzontali percorsi lungo le linee (l'antenna è dotata di encoder ottico di precisione).

La taratura del valore di dielettrico per la conversione tempi-profondità, sarà eseguita su sottoservizi/tubazioni a profondità nota presenti nei siti di indagine.

Oltre all'utilizzo a fini di ricerca di eventuali cisterne interrato, tra gli orizzonti o oggetti riflettenti identificabili con una indagine georadar citiamo:

- fondazioni;
- contatti geologici e piani di stratificazione, terreni di riporto;
- livelli di asfalto e relativi spessori; diversi strati di un rivestimento;
- piani di fratturazione;
- vuoti naturali (cavità carsiche o artificiali, quali condotte, gallerie etc.);
- reperti archeologici;
- discariche, servizi interrati etc.;
- bidoni metallici e contenitori di materiali vari, mine o oggetti metallici in genere;
- tubazioni sotterranee di plastica, metallo o cemento;
- tondini di ferro in cemento armato;
- zone di terreno interessate da perdite di idrocarburi o altri liquidi ad alta resistività.

#### **4.3.5.2 Rete di misura, acquisizione ed elaborazione dei dati**

Per ogni area i dati radar saranno trattati ed elaborati attraverso l'inserimento delle tracce delle sezioni 2D in un sistema di elaborazione tridimensionale.

Le sezioni radar sono visualizzate in tempo reale sullo schermo LCD dello strumento e salvate sulla memoria solida del sistema; successivamente ciascun file di indagine è riversato su una stazione fissa di calcolo per essere sottoposto a post-processing.

Il sistema radar è dotato di un "encoder" magneto-ottico per la misura e la memorizzazione delle distanze progressive in centimetri percorse con l'antenna.

I dati georadar acquisiti su sezioni bidimensionali sono processabili tramite un apposito programma di calcolo (GRED 3D- IDS, Italia od equivalenti).

Tale sistema permette di evidenziare le strutture nel sottosuolo, definite "anomalie", alla quota rappresentata, rispetto alla normale risposta della stratificazione geologica presente nel sito d'indagine.

L'interpretazione dei risultati, con la ricostruzione delle fondazioni sarà poi visualizzata su 2 direzioni ortogonali in modo da definire le due direzioni principali della fondazione. Sarà inoltre ricavata la profondità del top della fondazione e con buona approssimazione anche la profondità della base.

I risultati saranno esposti in apposita relazione, timbrata e firmata dal geologo.

Dovranno essere altresì riportate, in fase di rielaborazione, le anomalie minori attribuibili per profondità e dimensioni a sottoservizi di varia origine.

#### **4.3.6 Specifiche tecniche per indagine termografica**

Le indagini termografiche, ove considerato opportuno, saranno eventualmente svolte in alternativa ad indagini distruttive a seguito di espresso ordine scritto del DEC.

Pertanto non vengono contabilizzate con voce specifica, in quanto indagini compensative di voci già previste od indagini ulteriori senza aumento di spesa secondo quanto previsto al successivo paragrafo 4.3.7.

##### **4.3.6.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo**

La "termografia all'infrarosso" o "termografia IR" è una tecnica diagnostica che, misurando la radiazione infrarossa emessa da un corpo, è in grado di determinarne la sua temperatura superficiale.

Utilizzando una termocamera, vengono generate delle mappe termografiche delle immagini, in false tonalità di colore, alle quali si associano temperature specifiche: in sostanza, ad ogni temperatura rilevata corrisponderà un dato colore.

Una verifica termografica consente di:

- ottenere un'analisi rapida ed accurata di un edificio o di un impianto, individuando le aree problematiche invisibili ad occhio nudo;
- eseguire controlli non distruttivi, senza contatti con l'oggetto esaminato;
- memorizzare le immagini digitali rilevate per successivi controlli;
- individuare i problemi, non riscontrabili ad occhio nudo, di un edificio (ad esempio: difetti dell'isolamento, presenza di ponti termici, esistenza di dispersioni termiche, presenza di condense, muffe e umidità, etc.);
- individuare gli interventi necessari per diminuire i consumi energetici per riscaldamento o per condizionamento;
- verificare la funzionalità dell'impianto elettrico;
- analizzare architettonicamente la struttura sotto intonaco di un edificio;
- individuare fessurazioni di una muratura esistenti sotto l'intonaco;
- individuare perdite ed infiltrazioni di acqua;
- localizzare tubazioni dell'impianto di riscaldamento senza alcuna demolizione della pavimentazione.

Saranno eseguite indagini termografiche utilizzando una telecamera sensibile all'infrarosso che riprende la superficie da esaminare, sollecitata termicamente (o tramite insolazione naturale o tramite dispositivi artificiali), con restituzione di immagine videoregistrata o ripresa fotograficamente, procedendo poi alla realizzazione di una mappa termografica in cui l'andamento delle bande di colore corrisponde alle linee isoterme, finalizzata all'analisi delle seguenti problematiche:

- analisi di omogeneità di paramenti murari;
- ricerca di cavità in paramenti murari;
- analisi di fenomeni fessurativi al di sotto di rivestimenti;
- analisi di distacchi di rivestimenti;
- mappatura del livello di umidità di paramenti murari;
- ricerca di fenomeni di punti di condensazione climatica;
- ricerca di punti di dispersione termica;
- analisi critico architettonica sotto intonaci e/o rivestimenti, elementi strutturali estranei inglobati, vecchie canalizzazioni in disuso.

#### 4.3.7 Eventuali ulteriori indagini

Per la migliore caratterizzazione sia dell'ambiente geologico di formazione e della sua struttura macroscopica (fessure, giunti, stratificazioni) e delle caratteristiche geotecniche, sia delle strutture, e al fine di garantire almeno **il raggiungimento del livello di conoscenza LC2 e del fattore di confidenza pari a 1,2**, potranno essere previste ed eseguite dall'Aggiudicatario eventuali ulteriori indagini (per tipologia e per numero), senza alcun aumento di spesa.

Tali ulteriori indagini potranno costituire oggetto di offerta tecnica ovvero oggetto di proposta durante lo svolgimento del Servizio, anche alla luce dei risultati ottenuti nelle prove precedentemente eseguite.

In tale ultimo caso, le indagini ulteriori in fase devono essere preventivamente autorizzate dal DEC, che ne verificherà poi l'esecuzione e l'effettivo apporto aggiuntivo e migliorativo. In difetto, non potrà essere eseguita alcuna indagine ulteriore.

#### 4.4 Planimetrie di ubicazione delle indagini strutturali e geognostiche corredate di relazione tecnica sui criteri di individuazione e posizionamento

A conclusione del rilievo dettagliato e della campagna d'indagine, dovranno essere consegnate le planimetrie dell'area e di tutti i piani fuori ed entro terra, compreso il piano delle fondazioni e di copertura, con l'ubicazione "*as built*" delle indagini e prove, individuate per tipologia e con univoca denominazione, in modo da ritrovare agilmente nelle Relazioni e nei Certificati di prova i risultati di dettaglio.

Tali planimetrie saranno corredate anche di foto e dei risultati di prova, evidenziati graficamente e riassunti in tabelle sintetiche.

Inoltre le planimetrie "*as built*" delle indagini e prove saranno accompagnate dalla Relazione tecnica sui criteri d'individuazione e posizionamento, che confermerà la Relazione sul programma esecutivo d'indagine consegnata al termine della Fase 1 (*punto 7 – documenti output*) e/o spiegherà e motiverà e le modifiche o variazioni introdotte nel corso della campagna d'indagine.

#### 4.5 Schema documenti di output della Fase 2

Al completamento della Fase 2 dovranno essere predisposti i seguenti documenti finali:

##### Schema documenti di output della Fase 2

1	Relazione tecnica sui criteri d'individuazione e posizionamento delle indagini e prove eseguite con le planimetrie " <i>as built</i> " timbrate e firmate dal Coordinatore scientifico
2	Relazione geologica timbrata e firmata dal geologo

Tipo documento: Capitolato tecnico Prestazionale

3	Relazione geotecnica timbrata e firmata dal professionista progettista figura "b" della Struttura di progettazione come prevista al punto 5.2
4	Relazione sulle indagini geofisiche corredata di scheda specifica per ogni prova eseguita timbrata da un professionista figura "a" o "b" della Struttura di progettazione come prevista al punto 5.2
5	Relazione sulla caratterizzazione topografica della zona - situazioni particolari timbrata e firmata dal Coordinatore scientifico
6	Relazione sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni fondali corredata dei certificati in originale con gli esiti di tutte le prove di laboratorio timbrata e firmata dal professionista progettista figura "b" della Struttura di progettazione come prevista al punto 5.2
7	"Fascicolo della campagna d'indagine": Relazione timbrata e firmata dal Coordinatore scientifico sugli approfondimenti conoscitivi degli elementi strutturali e dei parametri geotecnici emersi a seguito della campagna d'indagine corredata di planimetrie d'ubicazione e schede specifiche con i certificati in originale di prova <i>in situ</i> e di <i>laboratorio</i> , rilasciati da Organismi autorizzati dall'Elenco del Ministero dell'Interno

L'Appaltatore dovrà consegnare, entro la conclusione della Fase 2 dell'Appalto, tutti i suddetti documenti ed elaborati, completi e corredati di ogni allegato, di tutti i certificati in originale con i risultati di prova *in situ* e di laboratorio, rilasciati da Organismi autorizzati dall'Elenco del Ministero dell'Interno ed in particolare per le diverse tipologie suindicate:

- relazioni con timbro e firma di professionista abilitato, tutte complete di allegati, schede, report, certificati di prova e tabelle timbrati e firmati dal laboratorio e/o Ente di prova autorizzato in originale e sia su supporto informatico in formato Word ed Excel sia in duplice copia cartacea;
- rilievo fotografico con timbro e firma di professionista abilitato sia su supporto informatico in formato *JPEG* sia in duplice copia cartacea;
- rilievo geometrico-strutturale completo per il piano secondo interrato, piano seminterrato, piano terra, piano primo fuori terra e locale tecnico copertura. In particolare per tali piani deve essere elaborata la carpenteria di piano e devono essere rilevate le sezioni dei pilastri tra il piano terra ed il primo fuori terra (cfr. voce computo n. 115). Per i piani rimanenti, il rilievo geometrico-strutturale sarà eseguito come esplicitato nel CME (cfr. voce computo n. 116);
- rilievo geometrico e strutturale dettagliato e quotato di tutto l'edificio, con timbro e firma di professionista abilitato appartenente alla Struttura di progettazione che dovrà essere consegnato all'Istituto con l'indicazione e l'ubicazione delle prove e

prelievi eseguiti in originale e sia su supporto informatico in formato DWG e BIM (in formato non proprietario) sia in duplice copia cartacea;

- relazione geologica redatta ai sensi del DM 17 gennaio 2018 (NTC2018) e del Regolamento Regione Lazio n. 14 del 13 luglio 2016 e s. m. i timbrata e firmata dal geologo con le elaborazioni geofisiche e di laboratorio includerà:
  - ✓ la descrizione e le caratteristiche delle attrezzature impiegate nello svolgimento del Servizio;
  - ✓ la planimetria con l'ubicazione dei punti di indagine;
  - ✓ le stratigrafie dei sondaggi eseguiti, complete di tutte le informazioni rilevate durante la campagna geognostica;
  - ✓ le indicazioni dei livelli piezometrici dell'acqua di falda grazie all'installazione di piezometri;
  - ✓ il coefficiente di sottofondo o modulo di Winkler;
  - ✓ la sicurezza del volume significativo di terreno nei confronti della liquefazione ai sensi del punto 7.11.3.4 delle NTC 2018;
  - ✓ la presenza o meno di smottamenti in atto;
  - ✓ i risultati delle indagini dirette ed indirette e dei certificati delle prove di laboratorio;
  - ✓ la documentazione fotografica inerente le attività ed il dettaglio delle carote prelevate.

Nella relazione geologica timbrata e firmata dal geologo particolare attenzione sarà rivolta alla descrizione stratigrafica dei sondaggi eseguiti. Per ciascun punto di indagine, in base all'esame dei campioni e delle carote estratte, sarà accuratamente compilata la stratigrafia del sondaggio, che comprenderà:

- le profondità dal piano campagna alle quali si verificano variazioni (litologiche, strutturali, sedimentologiche e altro) della natura del terreno; verranno anche segnalate eventuali alternanze di strati e le caratteristiche dei terreni;
- colore/i prevalente/i dei terreni riscontrati;
- descrizione completa delle carote che dovrà comprendere:
  - ✓ composizione granulometrica;
  - ✓ caratteristiche di consistenza dei terreni coesivi;
  - ✓ caratteristiche di addensamento dei terreni granulari;
  - ✓ presenza di inclusi organici;

- ✓ grado di arrotondamento o appiattimento e natura petrografica di ghiaia e ciottoli;
- ✓ grado di uniformità dei materiali granulari;
- ✓ condizioni di umidità naturale;
- ✓ determinazione del limite di liquidità e plasticità;
- ✓ determinazione limite di ritiro;
- ✓ prova di colonna risonante;
- ✓ le prove cicliche per la determinazione della variazione del modulo di taglio e dello smorzamento del terreno al variare degli scorrimenti angolari.

Inoltre la relazione dovrà chiaramente esplicitare:

- l'analisi della risposta sismica locale così come indicato al paragrafo 7.11.3 delle NTC 2018 nel caso in cui le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni non siano chiaramente ed inconfutabilmente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC2018 così come riportato al punto 3.2.2 delle NTC2018;
- la verifica di quanto indicato al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC2018;

La consegna completa, senza possibilità di rinvio, dei suddetti documenti ed elaborati per tipologia e per tipo di supporto dovrà essere attestata nel Verbale di fine della Fase 2 di esecuzione, sottoscritto dall'Appaltatore e dal DEC.

## **5. FASE 3 - CONOSCENZA: VERIFICA ED ELABORAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE**

A seguito del completamento del programma di indagini conoscitive e di prove eseguite sulle strutture, sul terreno e sui materiali, si dovrà procedere a:

- acquisire e verificare i dati emersi dalla campagna d'indagine e prove;
- elaborare ed interpretare i risultati d'indagine e di prova.

### **5.1 Verifica ed elaborazione dei risultati della campagna di indagini e prove**

Nella Fase 3 di verifica ed elaborazione dei risultati della campagna di indagini e prove dovrà essere redatta la "**Relazione di Sintesi conoscitiva a seguito della campagna di indagine**", timbrata e firmata dal Coordinatore scientifico del gruppo di progettazione, o del geologo, a seconda delle specifiche competenze, con i seguenti elaborati:

- a) descrizione delle tipologie delle prove sperimentali, della modalità di esecuzione e della strumentazione utilizzata;
- b) localizzazione dei punti di indagine documentata attraverso opportuni elaborati grafici e fotografici;



- c) schede con report fotografico per ciascuna indagine mirata alla ricerca di informazioni sul sistema di fondazione e relativa relazione descrittiva;
- d) schede con report fotografico sull'esecuzione delle prove sperimentali distruttive e non distruttive, comprensive dei certificati relativi alle prove di laboratorio autorizzato dal Ministero dell'Interno, ecc.;
- e) schede con report fotografico sull'esecuzione delle indagini dirette eseguite sull'edificio (rimozione dei copriferri per la determinazione dei diametri di armatura, saggi stratigrafici, saggi pacometrici, rimozioni di intonaci per la verifica dell'organizzazione muraria e degli ammorsamenti tra i maschi murari, se presenti);
- f) documentazione relativa alle indagini ed alle misure effettuate per la definizione del rilievo strutturale dell'edificio, che sarà riportata negli allegati cartacei ed informatici relativi alle relazioni relative alla conoscenza del manufatto precedentemente esposte.
- g) per le strutture in CA, esplicitazione chiara delle formule di conversione utilizzate per correggere i dati relativi alle singole prove in dati di progetto. In sostanza l'Appaltatore dovrà mostrare quale formula di letteratura e di comprovata affidabilità ha utilizzato per determinare i valori di progetto;
- h) per le strutture in CA, i calcoli relativi all'elaborazione dei dati di prova quando essi siano desunti attraverso prove combinate;
- i) per le strutture in CA, esplicitazione dei calcoli relativi al procedimento di taratura delle eventuali prove non distruttive attraverso la determinazione del coefficiente di correlazione esistente tra i dati ricavati da una prova di carotaggio e da un Sonreb, effettuato nello stesso punto di indagine;
- j) per le strutture in muratura, eventualmente presenti, esplicitazione obbligatoria del valore dei parametri meccanici desunti dalle prove sperimentali, prima di procedere alla loro conversione in dati di progetto, ai sensi delle indicazioni delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche NTC18;
- k) per la caratterizzazione delle murature è inoltre obbligatorio esprimere sempre un giudizio sulla qualità della malta, sullo spessore dei giunti di malta, sul grado di connessione tra i paramenti murari, sulla presenza di listature, sulla consistenza del nucleo interno ai paramenti, ecc.
- l) In detta relazione, a seguito delle elaborazioni sopra effettuate, l'Appaltatore dovrà dichiarare di aver acquisito attraverso le indagini il Livello di Conoscenza 2 ed il relativo FC, per poi definire i valori dei parametri di calcolo utilizzati nel modello per la valutazione della vulnerabilità.
- m) eventuale applicazione del criterio di ripetibilità dei risultati delle prove in situ;

- n) relazione sul grado di affidabilità delle prove eseguite e sulla omogeneità dei materiali presenti nell'edificio in termini di caratteristiche meccaniche.

La Relazione di Valutazione critica delle risultanze dei rilievi, delle indagini e delle prove eseguite, timbrata e firmata dal Coordinatore scientifico del gruppo di progettazione, o del geologo, a seconda delle specifiche competenze, conterrà la definizione dei dati di input delle successive fasi di modellazione (paragrafi 9 e 10).

Il Certificato, timbrato e firmato dal Coordinatore scientifico del gruppo di progettazione, o del geologo, a seconda delle specifiche competenze, dovrà attestare la corretta esecuzione del programma d'indagine, come progettato al paragrafo 3, per l'acquisizione completa ed esaustiva di tutti gli elementi e parametri necessari alle successive modellazioni di cui ai successivi paragrafi 6 e 7.

In particolare attesterà la piena acquisizione dei seguenti elementi:

- a) descrizione generale dell'edificio;
- b) relazione sulle fondazioni;
- c) rilievo fotografico, grafico strutturale dell'edificio;
- d) rilievo grafico e fotografico del quadro fessurativo e sua interpretazione;
- e) descrizione del programma di indagini e prove eseguito con ubicazione dei punti di indagine documentata attraverso opportuni elaborati grafici e fotografici, contenente i risultati della campagna svolta con tutti gli elaborati di indagine e prova, timbrati e firmati.

La consegna completa, senza possibilità di rinvio, dei suddetti documenti, elaborati per tipologia e per tipo di supporto, dovrà essere attestata nel Verbale di fine della Fase 3 di esecuzione, sottoscritto dall'Appaltatore e dal DEC.

### 5.2 Schema documenti di output della Fase 3

Al completamento della presente fase dovrà essere predisposto quanto segue:

#### Schema documenti di output della Fase 3

1	Relazione di Sintesi conoscitiva a seguito della campagna di indagine, contenente la verifica ed elaborazione della documentazione sopra elencata da a) a n) timbrata e firmata dal Coordinatore scientifico
2	Relazione di Valutazione critica delle risultanze dei rilievi, delle indagini e delle prove eseguite, con definizione dei dati di <i>input</i> delle successive fasi di modellazione timbrata e firmata dal Coordinatore scientifico
3	Certificato timbrato e firmato dal Coordinatore scientifico di corretta e completa esecuzione del programma d'indagine secondo il progetto esecutivo elaborato all'articolo 6 per l'acquisizione esaustiva di tutti gli elementi e parametri necessari alla

Tipo documento: Capitolato tecnico Prestazionale

modellazione strutturale e alla valutazione di vulnerabilità sia nello stato attuale sia in quello di miglioramento.

## **6. FASE 4: MODELLAZIONE STRUTTURALE E VALUTAZIONE DI VULNERABILITÀ NELLO STATO ATTUALE**

Con riferimento alle informazioni dedotte dalle Fasi precedenti, l'Appaltatore analizzerà la risposta sismica del complesso, l'idoneità statica e il comportamento strutturale degli elementi costruttivi mediante software di modellazione strutturale prodotto da primaria *software house* e comunque in grado di colloquiare con il *Package* di calcolo strutturale CDS (*Computer Design of Structures*) della STS (Software Tecnico Scientifico) srl, in possesso della Stazione Appaltante.

Le attività afferenti questa Fase, descritte nei successivi paragrafi, si individuano nelle seguenti:

- modellazione strutturale stato attuale
  - ✓ definizione dei dati di base della modellazione strutturale;
  - ✓ definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio;
  - ✓ modellazione della struttura e metodi di analisi adottati;
- validazione del modello strutturale stato attuale (intesa ai sensi del capitolo 10 delle NTC2018 costruzioni DM 20/02/2018 come "Giudizio motivato di accettabilità dei risultati" a cura del progettista);
- valutazione vulnerabilità sismica nello stato attuale;
  - ✓ valutazione di vulnerabilità sismica nello stato attuale;
  - ✓ determinazione degli indicatori di rischio e di sicurezza;
- produzione dei documenti di output della Fase 4.

### **6.1 Modellazione strutturale stato attuale**

In questo primo momento di analisi strutturale, l'Appaltatore procederà a definire le azioni da considerare e gli aspetti principali e secondari che influenzano la risposta della struttura a tali azioni. Al termine di tale definizione l'Appaltatore dovrà perfezionare il modello da assumere e scegliere i metodi di analisi che intenderà utilizzare.

L'analisi di modellazione si articolerà in quattro momenti specifici:

- definizione dei dati di base della modellazione strutturale;
- definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato;
- modellazione della struttura e metodi di analisi adottati.
- validazione del modello strutturale (intesa ai sensi del capitolo 10 delle NTC 2018 costruzioni DM 20/02/2018 come "Giudizio motivato di accettabilità dei risultati" a firma e timbro del progettista strutturale).

Tutti gli aspetti di seguito descritti dovranno essere organizzati ed illustrati in una specifica Relazione sulla modellazione strutturale, completa di elaborati grafici. Come si dirà in seguito, a corredo di tale relazione e sempre nell'ambito di questo primo momento di modellazione ed analisi strutturale, l'Appaltatore dovrà relazionare, con separati elaborati, in merito alla vulnerabilità ed idoneità statica della struttura e degli impalcati e agli interventi urgenti che dovessero emergere in tale fase.

#### **6.1.1 Definizione dei dati di base della modellazione strutturale**

L'Appaltatore dovrà esprimersi in merito agli aspetti di base e alle azioni che caratterizzeranno la modellazione strutturale da sottoporre a verifica, nei termini di sotto dettagliati.

##### **6.1.1.a Valutazione della sicurezza**

L'Appaltatore deve svolgere la valutazione della sicurezza con riferimento agli stati limite definiti dalle norme con particolare attenzione verso lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). L'Appaltatore dovrà quindi specificare la valutazione di sicurezza.

##### **6.1.1.b Vita Nominale, Classi d'Uso e Periodo di Riferimento**

L'Appaltatore dovrà quindi procedere all'assegnazione della Vita Nominale dell'opera strutturale oggetto di valutazione. Il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata, viene definito ai sensi del presente capitolato in almeno 50 anni, fermo restando la verifica critica della compatibilità di tale valore con la tipologia e con lo stato di conservazione del fabbricato. E' possibile adottare valori intermedi a quelli di frontiera previsti dalla tabella 2.4.I delle NTC18, fermo restando che alla fine del periodo previsto dalla  $V_N$ , l'edificio dovrà essere di nuovo sottoposto a valutazione di vulnerabilità (specificare quindi la data di scadenza della valutazione di vulnerabilità).

Si procederà, quindi, alla attribuzione della Classe d'Uso (§2.4.2 del NTC18), ricordando che quella prevista dal presente capitolato in relazione alla tipologia di costruzione investigata è la Classe IV.

Infine il Calcolo del Periodo di Riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica sarà definito nel rispetto dei valori fissati nel §2.4.3 del NTC18.

#### **6.1.1.c Azioni sulla costruzione**

L'Appaltatore dovrà prioritariamente elencare l'insieme delle azioni che verranno considerate nell'ambito della valutazione della vulnerabilità, mettendo eventualmente in evidenza la presenza di carichi particolari, tipo carichi concentrati dovuti a specifici elementi strutturali e non, carichi uniformemente distribuiti solo in alcune zone strutturali, ecc.. Dovrà essere indicata, se e necessario, l'opportunità di considerare, per la definizione dell'azione sismica, gli effetti della variabilità spaziale del moto (ai sensi del §3.2.4 del NTC18).

L'Appaltatore, quindi, procederà alla specifica delle combinazioni di analisi adottate, ricordando che:

- le combinazioni sismiche sono quelle previste al §2.5.3 delle NTC18, specificando in maniera chiara i valori dei coefficienti assegnati ai carichi accidentali presenti, con esplicito riferimento alla tabella 2.5.1 delle §2.5.2 NTC18;
- la combinazione statica di riferimento per la valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato è quella che prevede i carichi gravitazionali combinati come nel caso sismico. Se questa combinazione di carico comporta la presenza di elementi non verificati, l'analisi di vulnerabilità sismica può essere bloccata; tuttavia si richiede di relazionare circa gli aspetti salienti che caratterizzano tale mancata verifica (quantificazione del numero degli elementi critici, tipologie dei meccanismi che generano tale deficit, grado di diffusione degli elementi critici nell'ambito della volumetria strutturale completa, ecc.). Si richiede, inoltre, che, qualora gli elementi/meccanismi critici siano in numero esiguo rispetto al complesso strutturale del fabbricato, l'Appaltatore incaricato esegua comunque una valutazione della vulnerabilità dell'edificio dopo aver eliminato le carenze statiche degli elementi critici attraverso opportuni interventi di miglioramento.

L'Appaltatore dovrà poi determinare l'azione sismica di riferimento per gli stati limite soggetti a verifica.

L'Appaltatore dovrà, infine, determinare, in base ai criteri riportati nei §3.3-4-5-6 del NTC18, le azioni sulla costruzione relative a:

- vento;
- neve;

- temperatura;
- azioni eccezionali
- avendo cura di dichiarare le motivazioni per cui le stesse verranno o meno prese in considerazione, in combinazione con l'azione sismica o nella determinazione delle combinazioni statiche di riferimento.

#### **6.1.2 Definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato**

L'Appaltatore dovrà esprimersi in merito ai criteri di valutazione della vulnerabilità sismica, riportando una serie di informazioni preliminari all'esecuzione del vero e proprio calcolo sismico, tali da poter fornire una completa ed esaustiva descrizione delle ipotesi basilari di verifica. Il medesimo Appaltatore dovrà, inoltre, esprimersi in merito alla idoneità statica del manufatto nella sua interezza e degli impalcati, sia in relazione alle implicazioni con le successive verifiche di vulnerabilità sia prospettando, laddove ritenuto necessario, interventi urgenti alla struttura.

Si procederà obbligatoriamente secondo i seguenti passaggi.

##### **6.1.2.a Analisi di regolarità**

In conformità alle indicazioni presenti al §7.2.2 delle NTC18 e del §C7.2.2 della Circolare NTC18, l'Appaltatore dovrà eseguire un'analisi della regolarità strutturale (ad eccezione del punto "g" controllabile solo a posteriori), riportando, anche mediante l'utilizzo di opportuni elaborati grafici e fogli elettronici allegati, i calcoli analitici richiesti per il soddisfacimento delle condizioni imposte dai succitati punti normativi.

##### **6.1.2.b Classificazione degli elementi strutturali**

Qualora la distinzione degli elementi in "duttili" e "fragili" risulti essere una condizione a cui non è possibile prescindere per la verifica della vulnerabilità del fabbricato (ad es. negli edifici in c.a. ed in acciaio), in questa sezione l'Appaltatore dovrà descrivere il criterio di classificazione adottato (§C8.7 della Circolare NTC18).

##### **6.1.2.c Presenza di elementi strutturali secondari e di elementi costruttivi senza funzione strutturale sismicamente rilevanti**

Qualora l'Appaltatore rilevi la presenza di elementi strutturali "secondari" ai sensi delle indicazioni presenti al §7.2.3 del NTC18 e Circolare NTC18, lo stesso dovrà relazionare

circa gli aspetti salienti che essi possono avere nell'ambito della verifica della vulnerabilità sismica del fabbricato.

Dovendosi valutare la vulnerabilità sismica di edificio di Classe d'uso IV, qualora l'Appaltatore incaricato rilevi la presenza di elementi costruttivi senza funzione strutturale (vedi §7.2.3 del NTC18 e Circolare NTC18) il cui collasso può provocare danno a persone, nel caso in cui, secondo l'impostazione metodologica proposta in sede di offerta o per sopraggiunte esigenze della Stazione Appaltante, l'Appaltatore debba valutare lo SLO relativo al controllo del danno di tali elementi, l'Appaltatore medesimo dovrà relazionare circa i criteri che verranno adottati per la verifica che dovrà essere condotta, insieme alle connessioni alla struttura, per l'azione sismica di verifica.

Qualora l'Appaltatore rilevi, inoltre, la presenza di tamponature in grado di influenzare la risposta sismica (nel caso specifico di un edificio in cemento armato), sarà necessario relazionare in merito alle valutazioni eseguite circa l'opportunità di considerare tali elementi nella risposta sismica del fabbricato.

#### **9.1.2.d Valutazione dell'idoneità statica della struttura nel suo complesso e degli impalcati**

Conformemente alle indicazioni riportate precedentemente in relazione alla combinazione delle azioni, prima di eseguire l'analisi sismica del fabbricato, l'Appaltatore dovrà necessariamente valutare la situazione statica di partenza, intendendo con questo la valutazione dello stato di sollecitazione degli elementi soggetti alla combinazione dei carichi gravitazionali in condizioni statiche per controllare che tutti gli elementi strutturali verifichino in termini di resistenza, nella situazione di carico preliminare all'ingresso delle forze sismiche laterali.

Similmente in tale Fase l'Appaltatore dovrà eseguire una verifica dei solai nel rispetto degli stati limite previsti per le condizioni di esercizio relative all'utilizzo degli stessi. In particolare per tale aspetto è necessario produrre un Certificato di idoneità statica, comprendente la seguente documentazione:

- relazione descrittiva illustrante:
  - ✓ il modello di calcolo utilizzato per l'analisi, con particolare riferimento agli aspetti critici della modellazione stessa (vincoli particolari, elementi strutturali dalla geometria particolare, ecc.) ed in generale sottolineando tutti gli aspetti significativi alla comprensione completa del modello, allegando in particolare un numero di viste tridimensionali a colori del modello che permettano la visualizzazione completa e chiara della geometria strutturale, della consistenza materica e delle assegnazioni numeriche di nodi ed elementi;
  - ✓ i dati di input ed output uscenti dal programma di calcolo;
  - ✓ le verifiche eseguite agli elementi strutturali e ai solai;

- ✓ la capacità portante dei solai;
- allegati grafici in cui siano evidenziati gli elementi che vanno in crisi per carichi statici, con riportata la motivazione delle crisi (pressoflessione, taglio, ecc.).

### **6.1.3 Modellazione della struttura e metodi di analisi adottati**

L'Appaltatore dovrà, infine, procedere alla modellazione della struttura ed indicare il metodo di analisi adottato, secondo i seguenti passaggi.

#### **6.1.3.a Modellazione della struttura**

L'Appaltatore dovrà riportare una descrizione dettagliata del modello di calcolo utilizzato per la valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio/complesso esaminato. In particolare dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- descrizione del modello di calcolo utilizzato per l'analisi, con particolare riferimento agli aspetti critici della modellazione stessa;
- in caso di modellazione non lineare dei materiali, relazione circa la caratterizzazione della non linearità per gli elementi modellati;
- nelle strutture in muratura dovranno essere riportate tutte le informazioni significative circa la comprensione del funzionamento degli elementi strutturali principali verticali (maschio) e orizzontali;
- descrizione della modellazione utilizzata per gli orizzontamenti.

#### **6.1.3.b Metodo di analisi adottato e criteri di ammissibilità**

L'Appaltatore dovrà indicare il metodo di analisi che verrà utilizzato per la verifica di vulnerabilità sismica del fabbricato, per ogni edificio oggetto di verifica. I metodi di analisi previsti dalla norma sono quelli riportati al §7.3 del NTC18 dove, nei sottocapitoli, sono anche riportati i criteri di ammissibilità degli stessi. In ogni caso dovranno essere riportate tutte le valutazioni ed i calcoli necessari alla verifica del criterio di ammissibilità del metodo utilizzato.

I metodi di analisi adottabili sono i seguenti:

- analisi statica lineare (con spettro elastico o con spettro di progetto);
- analisi statica non lineare (*pushover*);
- analisi dinamica lineare (con spettro elastico, mediante integrazione al passo delle equazioni di moto, con spettro di progetto);



- analisi dinamica non lineare.

Si evidenzia che, a prescindere dal metodo di analisi dinamica che sarà scelto ed eseguito per le verifiche strutturali, la caratterizzazione modale della struttura è obbligatoria: per ogni piano sismico dovranno essere riportate le coordinate del centro di massa e la massa sismica di piano, occorrerà evidenziare la massa sismica totale, l'elenco dei periodi propri di vibrazione con associata la percentuale di massa partecipante, lo spostamento del centro di massa per ogni periodo considerato tenendo conto che l'elenco dovrà comprendere tutti i periodi fino ad un totale di massa partecipante superiore almeno all'85%.

## **6.2 Validazione del modello strutturale stato attuale**

I risultati delle elaborazioni dovranno essere sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione comprende il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si dovrà valutare la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto detto (ai sensi del capitolo 10 delle NTC 2018 costruzioni DM 20/02/2018 come "Giudizio motivato di accettabilità dei risultati" a cura del progettista), l'Appaltatore dovrà rendere apposita Certificazione timbrata e firmata attestante che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

## **6.3 Valutazione sismica nello stato attuale**

In questo secondo momento di analisi strutturale, si procederà con le vere e proprie verifiche di vulnerabilità, in termini globali e locali, giungendo alla definizione di indicatori di rischio ed effettuando le opportune valutazioni critiche che l'Appaltatore riterrà necessarie.

Tutti gli aspetti di seguito descritti dovranno essere organizzati ed illustrati in una specifica Relazione sulle verifiche di vulnerabilità eseguite, con l'opportuno corredo di diagrammi, tabulati di calcolo ed elaborati grafici illustrativi.

### **6.3.1 Verifiche di vulnerabilità**

L'Appaltatore dovrà eseguire, e quindi relazionare in merito, le opportune verifiche di vulnerabilità, illustrando i meccanismi di crisi globali e locali conseguenti alle modellazioni strutturali effettuate. Le verifiche andranno condotte in riferimento alle diverse tipologie costruttive e strutturali rilevate. Per una miglior visione del quadro d'assieme in termini di

grado di diffusione degli elementi non verificati nell'ambito del complesso strutturale esaminato, il progettista dovrà allegare una serie di elaborati grafici in cui siano evidenziati tali elementi. In particolare, qualora sia particolarmente significativo, dovranno essere evidenziati tutti quegli elementi che vanno in crisi per meccanismi fragili.

#### **9.3.1.a Verifiche di vulnerabilità di edifici in cemento armato**

Nel caso di analisi dinamica lineare con spettro elastico, la verifica degli elementi/meccanismi duttili andrà eseguita in termini di deformabilità, mentre quella di elementi/meccanismi fragili in termini di resistenza.

Nel caso di analisi lineare con spettro di progetto, la verifica degli elementi/meccanismi sia duttili che fragili, andrà eseguita in termini di resistenza.

Nel caso di analisi statica non lineare, le verifiche andranno condotte attraverso il confronto tra la curva di capacità globale del fabbricato con opportuni spettri di risposta elastica. La curva di capacità forza - spostamento dovrà essere costruita attraverso la procedura prevista al §C7.3.4 Circolare NTC18. Nel caso di analisi dinamica non lineare, le verifiche andranno condotte in analogia a quanto previsto per l'analisi statica non lineare.

#### **9.3.1.b Verifiche di vulnerabilità degli elementi non strutturali e degli impianti**

Qualora ricorrano le condizioni relative all'individuazione dei componenti non strutturali da sottoporre a valutazione sismica, è necessario procedere alle verifiche sismiche di questi elementi. Allo scopo è necessario includere, nella Relazione sulle verifiche di vulnerabilità eseguite, la seguente documentazione:

- descrizione delle motivazioni che hanno condotto alla verifica o alla non necessità di tale verifica dell'elemento non strutturale e/o dell'impianto;
- elaborati grafici con indicato il posizionamento dell'elemento od impianto da sottoporre a verifica di vulnerabilità;
- elaborati grafici con i particolari costruttivi salienti dei collegamenti degli elementi o impianti esaminati con le strutture dell'edificio;
- illustrazione dei criteri di verifica e dei calcoli utilizzati per l'analisi di vulnerabilità.

#### **6.3.2 Determinazione degli indicatori di rischio (IR)**

Con l'utilizzo delle vecchie norme sismiche (OPCM 3431/05), un obiettivo da perseguire nell'affrontare la valutazione della vulnerabilità sismica di un edificio esistente era la definizione dei livelli di accelerazione al suolo, corrispondenti agli stati limite sottoposti a verifica definiti dalle norme tecniche, e dei loro rapporti con le accelerazioni attese. Tuttavia

con il NTC08 e poi con il NTC18 è sostanzialmente cambiata la definizione dell'input sismico, per cui tali indicatori non sono più sufficienti a descrivere compiutamente il rapporto fra le azioni sismiche. Tuttavia esso continua a rappresentare una scala di percezione del rischio, nei confronti della quale si è maturata una certa affinità. Per questi motivi viene introdotto anche il rapporto tra i Periodi di ritorno di Capacità ( $T_{RC}$ ) e Periodi di ritorno di Domanda ( $T_{RD}$ ), il quale, per non restituire valori fuori scala rispetto a quello ottenibile col rapporto fra le accelerazioni, va elevato a 0,41.

In sostanza l'Indicatore di Rischio proposto può essere definito nel seguente modo:

$$I_{R\_SL} = (T_{RC} / T_{RD})^{0,41}$$

### 6.3.2.a Indicatore di Rischio per le strutture in cemento armato

#### **Procedura di determinazione di I R mediante spettro elastico:**

- si procederà modificando in modo iterativo il valore del periodo di ritorno dello spettro di domanda  $T_{RD}$  (ad esempio a *step* di 10 anni) fino a trovare il valore di  $T_{RC}$  sotto il quale sono soddisfatte le verifiche in termini di deformabilità per gli elementi meccanismi duttili e di resistenza per quelli fragili;
- si calcolerà l'Indicatore di Rischio facendo il rapporto  $I_{R\_SL} = (T_{RC} / T_{RD})^{0,41}$ ;
- si calcolerà l'Indicatore di Rischio in termini di accelerazione anche mediante il seguente rapporto:  $I_{R\_SL} = a_g [T_{RC}] / a_g [T_{RD}]$ .

#### **Procedura di determinazione di I R mediante spettro ridotto del fattore di struttura q:**

- si procederà in modo iterativo come per il caso dello spettro elastico (si evidenzia che con tale approccio non è possibile valutare lo stato limite di collasso SLC);
- si dovrà determinare il valore di  $T_R$  e  $a_g$  sotto il quale sono soddisfatte le verifiche in termini di resistenza sia per i meccanismi duttili che per quelli fragili.

#### **Procedura di determinazione di I R mediante pushover**

- sulla curva generalizzata forza-spostamento dovranno essere identificati i punti corrispondenti alle seguenti situazioni:
- il primo collasso a taglio o il collasso di un nodo o il raggiungimento della rotazione ultima ad un piano (SLC);
- il raggiungimento della rotazione di salvaguardia della vita ad un piano (SLV);
- il raggiungimento della rotazione di snervamento ad un piano (SLD);

- la curva di capacità dovrà essere confrontata con opportuni spettri di risposta elastica, eventualmente corretti con un valore appropriato del fattore "eta", in funzione delle capacità dissipative corrispondenti a ciascuno stato limite;
- l'intersezione della curva di capacità con gli spettri consentirà di calcolare il valore dell'accelerazione al suolo corrispondente agli stati limite esaminati (PGA SL);
- si calcolerà l'Indicatore di Rischio facendo il rapporto tra la PGA SL minore e il corrispondente valore dell'accelerazione di aggancio allo spettro per lo stato limite esaminato;
- per determinare l'indicatore di rischio in termini di Periodo di Ritorno, si deve calcolare il seguente rapporto
- $I_{R\_SL} = (T_{R,C} [PGA C] / T_{R,D} [PGA D])^{0,41}$
- è utile sempre calcolare, per ogni stato limite esaminato, il rapporto tra lo spostamento ultimo della bilineare equivalente e lo spostamento di domanda; in questo modo si ricava un indicatore di rischio relativo al comportamento "globale" della struttura e non vincolato alla crisi di un solo elemento.

#### 6.4 Schema di documenti di output della Fase 4

Al completamento della quarta Fase dovranno essere consegnati i seguenti documenti, a firma e timbro del professionista progettista Responsabile nell'ambito della Struttura di progettazione di cui al punto 2.3.2.

1	Relazione di valutazione della vulnerabilità sismica nello stato attuale ed elaborati grafici
2	Schede di sintesi della valutazione di vulnerabilità sismica nello stato attuale
3	Classificazione sismica ai sensi del DM n° 58 del 28.02.2017
4	Certificato di idoneità statica all'attualità per soli carichi gravitazionali
5	Validazione del modello strutturale nello stato attuale timbrata e firmata da parte del Coordinatore Scientifico

L'input completo di calcolo, per ogni struttura oggetto di verifica, andrà fornito su supporto Informatico (Cd/Dvd/USB), nei formati digitali aperti sorgenti / richiesti per i software utilizzati e comunque per gli elaborati grafici sia Autocad sia in BIM in formato non proprietario e comunque dovrà essere in grado di dialogare con il *Package* di calcolo strutturale CDS (*Computer Design of Structures*) della STS (Software Tecnico Scientifico) srl, in possesso della Stazione Appaltante.

Gli elaborati grafici dovranno essere sia in Autocad sia in BIM in formato non proprietario.

Nella quarta Fase, con riferimento alle informazioni dedotte dalle fasi precedenti, l'Appaltatore costruirà un modello numerico della struttura, che ne rappresenti il più fedelmente possibile le distribuzioni di massa e di rigidità reali, valutando altresì gli aspetti di regolarità, di idoneità statica e di comportamento strutturale di elementi costruttivi secondari che condizionano la successiva fase di verifica. Pervenuti a tale modellazione strutturale, l'Appaltatore dovrà eseguire le elaborazioni di calcolo, le verifiche di vulnerabilità e le considerazioni critiche necessarie ad esprimere un giudizio in merito agli indicatori di rischio desunti necessari alle successive definizioni e valutazioni degli eventuali interventi da doversi prevedere.

## **7. FASE 5: MODELLAZIONE STRUTTURALE E VALUTAZIONE DI VULNERABILITÀ NEL PROGETTO DI MIGLIORAMENTO**

Con riferimento alle informazioni dedotte dalle Fasi precedenti, l'Appaltatore studierà una o più soluzioni progettuali di miglioramento e analizzerà la conseguente risposta sismica del complesso/edificio, l'idoneità statica finale e il comportamento strutturale di post-miglioramento sismico degli elementi costruttivi mediante software di modellazione strutturale e comunque in grado di colloquiare con il *Package* di calcolo strutturale CDS (*Computer Design of Structures*) della STS (Software Tecnico Scientifico) srl, in possesso della Stazione Appaltante, come già illustrato nell'articolo precedente.

Le attività afferenti questa fase sono:

- modellazione strutturale post miglioramento
  - ✓ definizione dei dati di base della modellazione strutturale post miglioramento sismico;
  - ✓ definizione dei criteri generali e particolari di valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio post miglioramento;
- modellazione della struttura e metodi di analisi adottati per la valutazione della vulnerabilità sismica nella soluzione di miglioramento sismico;
- validazione del modello strutturale post miglioramento sismico (intesa ai sensi del capitolo 10 delle NTC 2018 DM 20/02/2018 come "Giudizio motivato di accettabilità dei risultati" a cura del progettista);
- valutazione vulnerabilità sismica post miglioramento sismico:
  - ✓ valutazione di vulnerabilità sismica post miglioramento sismico;
  - ✓ determinazione degli indicatori di rischio e di sicurezza post miglioramento sismico.

## 7.1 Schema documenti di output della Fase 5

Al completamento di questa Fase dovranno essere predisposti i seguenti documenti a firma e timbro dell'ingegnere Responsabile nell'ambito della Struttura di progettazione di cui al punto 5.2.

1	Relazione di valutazione della vulnerabilità sismica ed elaborati grafici "post miglioramento sismico"
2	Schede di sintesi della valutazione di vulnerabilità sismica post miglioramento sismico, conformi all'Ordinanza n. 3274/2003 - articolo 2, commi 3 e 4 e NTC18;
3	Classificazione sismica "post miglioramento sismico" ai sensi del DM n. 58 del 28.02.2017
4	Progetto esecutivo approvato dal Genio Civile di miglioramento sismico completo di tutte le relazioni tecniche ed elaborati grafici previsti dal vigente Codice degli Appalti n.50/16 e n.56/17 e di PSC per l'indizione di gara pubblica.
5	Stima dei costi e Computo metrico del progetto di miglioramento sismico con costi della manodopera ed oneri della sicurezza non soggetti a ribasso
6	Validazione del modello strutturale nello stato di miglioramento sismico timbrata e firmata da parte del Coordinatore Scientifico

Nella quinta Fase, con riferimento alle informazioni dedotte dalle Fasi precedenti, l'Appaltatore costruirà un modello numerico della struttura "post miglioramento sismico" secondo procedimento analogo a quello già indicato ai paragrafi 6.1, 6.2 e 6.3 della Fase precedente, che rappresenti il più fedelmente possibile le distribuzioni di massa e di rigidità della soluzione progettuale di miglioramento. Saranno valutati nuovamente altresì gli aspetti di regolarità, di idoneità statica e di comportamento strutturale di elementi costruttivi secondari che condizionano la successiva fase di verifica. Pervenuti a tale modellazione strutturale post miglioramento, l'Appaltatore dovrà eseguire le elaborazioni di calcolo, le valutazioni di vulnerabilità sismica e le considerazioni critiche necessarie ad esprimere un nuovo giudizio in merito agli indicatori di rischio, valutando l'azione di miglioramento degli interventi proposti nella soluzione adottata.

Il progetto di miglioramento sismico, riferito all'intera costruzione con obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi, dovrà garantire almeno un coefficiente  $\zeta_E$  pari a 0,6.

Nel caso d'impiego di sistemi di isolamento, dovrà essere obbligatoriamente  $\zeta_E = 1$  (NTC 2018 punto 8.4.2).

## CAPO III - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL SERVIZIO

### 8. DURATA DEL CONTRATTO

L'intero Servizio oggetto d'Appalto ha durata complessiva di **150 giorni naturali e consecutivi**, a decorrere dalla data del "Verbale di consegna del Servizio ed inizio Fase 1".

Il suddetto Verbale sarà redatto successivamente all'adozione del provvedimento di aggiudicazione e alla sottoscrizione del contratto di Appalto, e sarà sottoscritto, su invito del RUP, in contraddittorio dal DEC e dal Coordinatore Scientifico.

La durata è comprensiva anche del periodo intercorrente tra la conclusione di una Fase e l'inizio della successiva, non superiore a 7 giorni naturali e consecutivi, nel corso del quale la Stazione Appaltante compie i necessari controlli tecnico-amministrativi e l'Appaltatore è tenuto a fornire ogni chiarimento e/o integrazione richiesto.

La durata complessiva è divisa in **cinque segmenti temporali** corrispondenti a ciascuna Fase:

- il **primo segmento** ha durata di **5 giorni naturali e consecutivi**, a decorrere dalla data di sottoscrizione del "Verbale di consegna del Servizio ed inizio Fase 1". Entro tale segmento temporale, l'Appaltatore dovrà consegnare il programma esecutivo delle indagini e prove, corredato di tutti i documenti previsti al paragrafo 6, da sottoporre ai necessari controlli tecnico-amministrativi del DEC (massimo 7 gg. naturali e consecutivi). Ultimati i controlli, la Fase 1 terminerà con il "Verbale di fine della Fase 1" sottoscritto in contraddittorio dal DEC e dal Coordinatore Scientifico;
- il **secondo segmento** ha durata di **27 giorni naturali e consecutivi** a decorrere dal "Verbale di inizio Fase 2". Entro tale segmento temporale, l'Appaltatore dovrà consegnare di tutti gli elaborati e documenti previsti al paragrafo 7, da sottoporre ai necessari controlli tecnico-amministrativi del DEC (massimo 7 gg. naturali e consecutivi). Ultimati i controlli, la Fase 2 terminerà con il "Verbale di fine della Fase 2" sottoscritto in contraddittorio dal DEC e dal Coordinatore Scientifico;
- il **terzo segmento** ha durata di **5 giorni naturali e consecutivi**, a decorrere dal "Verbale di inizio della Fase 3". Entro tale segmento temporale, l'Appaltatore dovrà consegnare tutti i documenti previsti al paragrafo 8, da sottoporre ai necessari controlli tecnico-amministrativi del DEC (massimo 7 gg. naturali e consecutivi). Ultimati i controlli, la Fase 3 terminerà con il "Verbale di fine della Fase 3" sottoscritto in contraddittorio dal DEC e dal Coordinatore Scientifico;
- il **quarto segmento** ha durata di **25 giorni naturali e consecutivi**, a decorrere dal "Verbale di inizio Fase 4". Entro tale segmento temporale, l'Appaltatore dovrà consegnare gli elaborati e i documenti previsti, da sottoporre ai necessari controlli

tecnico-amministrativi del DEC (massimo 7 gg. naturali e consecutivi). Ultimati i controlli, la Fase 4 terminerà con il "Verbale di fine della Fase 4", sottoscritto in contraddittorio dal DEC e dal Coordinatore Scientifico;

- il **quinto segmento** ha durata di **60 giorni naturali e consecutivi**, a decorrere dal "Verbale di inizio Fase 5". I tempi dell'approvazione del progetto esecutivo da parte del Genio Civile sono esclusi dalla durata di tale segmento temporale. Entro tale segmento temporale, l'Appaltatore dovrà consegnare gli elaborati e i documenti previsti al paragrafo 10, compresa la presentazione al Genio Civile del progetto esecutivo di miglioramento sismico. Alla consegna dei predetti elaborati e documenti, sarà redatto il "Verbale di consegna di tutti gli elaborati della Fase 5", sottoscritto dal DEC e dal Coordinatore Scientifico.

Una volta intervenuta l'approvazione del progetto esecutivo da parte del Genio Civile, l'Appaltatore lo trasmetterà alla Stazione Appaltante, unitamente all'autorizzazione sismica, e verrà redatto il "Verbale di conclusione del Servizio", sottoscritto in contraddittorio dal DEC e dal Coordinatore Scientifico.

E' facoltà della Stazione Appaltante procedere ad una sospensione dei tempi di esecuzione del Servizio qualora, a suo insindacabile giudizio, gli esiti riportati negli elaborati presentati in relazione a ciascuna Fase dovessero rendere necessario un approfondimento ed una revisione dei procedimenti di esecuzione delle indagini e di verifica, nonché per circostanze imputabili ad adempimenti di competenza degli Enti preposti al rilascio delle autorizzazioni necessarie (Genio Civile, eventuale Soprintendenza BB.AA, Comune, Ente EUR, Regione etc..).

## 9. CORRISPETTIVO

L'importo complessivo dell'Appalto oggetto di affidamento, remunerato **a corpo**, è pari a **€ 428.706,55**, di cui **€ 424.506,55** per l'espletamento del Servizio e **€ 4.200,00** per oneri di sicurezza per l'eliminazione dei rischi da interferenza, non soggetti a ribasso, come risultanti dal DUVRI.

Descrizione prestazioni	CPV	P (principale) S (secondaria)	Importo prestazioni	
<b>Indagini strutturali e rilievo</b> A+B+C+D+G	79311200-9[...]	S	€ 128.570,72	
<b>Indagini Geotecniche e prove di laboratorio</b> E + F	79311200-9[...]	S	€ 50.468,69	

ha formattato: Non Evidenziato

ha formattato: Non Evidenziato

ha formattato: Non Evidenziato

ha formattato: Non Evidenziato



<i>compresa manodopera pari a</i>			€ 23.011,14	<b>€ 179.039,41</b>
<b>Costi natura professionale</b> H + I + L + M	7125000-5	P		<b>€ 245.467,14</b>
<b>COSTO TOTALE DA ASSOGGETTARE A RIBASSO</b>				<b>€ 424.506,55</b>

ha formattato: Non Evidenziato

ha formattato: Non Evidenziato

L'importo sopra indicato, ridotto del ribasso offerto in fase di gara, s'intende fisso e invariabile per tutta la durata del contratto; non sarà, pertanto, riconosciuta alcuna maggiorazione dello stesso né abbuono in caso di aumento di costi derivante da qualsivoglia ragione.

L'importo comprende i costi delle analisi termografiche, da eseguirsi in alternativa e/o completamento delle indagini previste nel CME, oltre ai costi di tutte le relazioni tecniche richieste nel presente Capitolato.

L'importo è inoltre comprensivo di oneri e spese per tutte le richieste di autorizzazioni presso gli organi competenti e della materiale redazione degli elaborati tecnici necessari per ottenerle, dei permessi e degli oneri economici, compresi quelli di occupazione di suolo pubblico, necessari per l'esecuzione della campagna d'indagine, che rimangono esclusivamente a cura e spese dell'Appaltatore, anche qualora sussistesse un vincolo per l'edificio o per la zona in cui esso ricade (vincolo paesaggistico D.lgs. n. 42/2004 e s.m.i.).

Nell'ambito dell'importo complessivo del Servizio è utile distinguere l'importo relativo alla Fase 2 e dall'importo relativo alle Fasi 1, 3, 4 e 5.

L'importo inerente all'esecuzione sull'intero edificio di indagini strutturali, sondaggi geognostici, prove di laboratorio geotecnico, eventuali indagini termografiche e relazioni tecniche specifiche richieste nel presente Capitolato (Fase 2 - paragrafo 7), è pari a **€ 179.039,41**, di cui **€ 50.468,69** per indagini geognostiche e prove di laboratorio geotecnico (CME importo E + F) e **€ 128.570,72** (CME importo A+B+C+D+G) per le indagini strutturali e il rilievo.

L'importo delle indagini e dei compensi è stato calcolato in base ai prezzi unitari desunti dai Prezzari e Tariffari Regionali vigenti nell'anno 2018 nell'ordine Regione Lazio ed.2012, Regione Sicilia ed. 2018, Regione Umbria ed. 2017, ed ancora a seguire il prezzario unico del Cratere del Centro Italia 2018 (ordinanza n. 58 Commissario per la ricostruzione 04.07.2018) come indicati in testa al Computo metrico e nella singola voce.

La distribuzione relativa alle varie categorie d'indagini da eseguire, è riassunta nel CME - importo per la Fase 2.

La remunerazione comprende tutti i costi e le spese sostenute in relazione al Servizio, sicché nessun rimborso sarà dovuto dall'Istituto.

Ai sensi del combinato disposto di cui agli artt. 23, comma 16 e 216, comma 4, del Codice, l'importo posto a base di gara comprende i costi della manodopera, che la Stazione Appaltante ha stimato pari a **€ 23.011,14**; tale importo è relativo solo alla Fase 2 di esecuzione delle indagini, ma non alle altre ulteriori quattro Fasi del Servizio, nell'ambito delle quali vengono in rilievo prestazioni di natura prettamente intellettuale e professionale.

I costi della sicurezza da non assoggettare a ribasso, come risultanti dal DUVRI, si giustificano in ragione del fatto che i servizi dovranno essere svolti in presenza nell'edificio di impiegati dell'INPS e/o di società terze e/o di qualsiasi terza persona a qualsivoglia titolo presente (altre imprese, presenze occasionali etc...).

Le specifiche a garanzia di tale modalità d'esecuzione sono stabilite al successivo al paragrafo 11.

A titolo di corrispettivo per le attività intellettuali previste per l'incarico di modellazione, valutazione della vulnerabilità sismica e progettazione esecutiva strutturale nella soluzione migliorata sismicamente, preceduta dall'analisi e dalla verifica dei dati della campagna d'indagine (Fasi 1, 3, 4 e 5), è stabilita una remunerazione il cui importo massimo, al netto dell'IVA e degli altri oneri fiscali, è pari al ribasso offerto in sede di gara sull'importo complessivo di **€ 245.467,14**, stimato in base ai criteri fissati dal Decreto del Ministero della Giustizia del 17 giugno 2016, recante "Approvazione delle tabelle dei corrispettivi commisurati al livello qualitativo delle prestazioni di progettazione adottato ai sensi dell'art. 24, comma 8, del D.lgs. n. 50/2016" (Linea Guida A.N.AC. n.1, Parte III, punto 2.1).

Il procedimento adottato per il calcolo dei compensi posti a base di gara è riportato nel CME – importo H, I, L e M, e fa parte della documentazione di gara (Linea Guida A.N.AC. n.1, Parte III, punto 2.2).

## 10. SORVEGLIANZA E MONITORAGGIO DEL SERVIZIO

L'Amministrazione nominerà un DEC con il compito di coordinamento, di direzione e di controllo tecnico-contabile dell'esecuzione del contratto, secondo quanto stabilito dall'articolo 101 del Codice, in modo da assicurare la regolare esecuzione delle prestazioni nei tempi stabiliti e in conformità alle prescrizioni contenute nei documenti contrattuali e nelle condizioni offerte in sede di aggiudicazione o affidamento. Per quanto non espressamente fissato nel presente Capitolato, le funzioni del DEC rimangono disciplinate dalle Linee Guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del Direttore dei Lavori e del Direttore dell'Esecuzione di cui al D.M. n. 49 del 07.03.2018.

Il Coordinatore Scientifico, individuato dall'Affidatario, sarà l'unico interlocutore e referente del DEC ogni qualvolta si presentino necessità di confronto o problemi relativi al Servizio oggetto di affidamento, nonché per la firma degli atti contabili e di esecuzione del contratto.

Ciascuna delle parti potrà sostituire le figure del DEC e del Coordinatore Scientifico, dandone comunicazione scritta all'altra parte, senza potere, per questo, invocare una sospensione dei termini per il Servizio.

Al fine di controllare lo svolgimento delle attività, l'Affidatario del Servizio è tenuto ad inviare al DEC un *report* quindicinale delle attività.

Il DEC redigerà nel corso dell'Appalto, il Giornale ed Registro di Contabilità del Servizio, che viene firmato dall'Affidatario, con o senza riserve, nel giorno in cui gli viene presentato.

Qualora l'Appaltatore non firmi il Registro, è invitato a farlo entro il termine di 15 giorni e, qualora persista l'astensione o il rifiuto, se ne fa espressa menzione nel Registro medesimo.

Per garantire un accertamento progressivo della regolare esecuzione del contratto, la Stazione Appaltante ha la facoltà di procedere con cadenza adeguata, anche a verifiche di conformità in corso di esecuzione. Il soggetto preposto, in corso di esecuzione del contratto, effettua i controlli che ritiene più opportuni, invitando l'Appaltatore alle operazioni di verifica. Di tali operazioni di controllo è redatto apposito verbale.

I verbali di verifica di conformità in corso di esecuzione vengono trasmessi al RUP entro i 15 (quindici) giorni successivi alla data dei controlli, riferiscono anche sull'andamento dell'esecuzione contrattuale e sul rispetto dei termini contrattuali, e contengono le osservazioni ed i suggerimenti ritenuti necessari.

## **11. ESECUZIONE DEL SERVIZIO**

Sono a carico dell'Affidatario del Servizio tutti gli oneri e i rischi relativi alla prestazioni oggetto del contratto, intendendosi remunerata, con il prezzo contrattuale, ogni attività, e relativi oneri, che si rendesse necessaria per l'espletamento dello stesso, o comunque necessaria per un corretto e completo adempimento delle obbligazioni previste, ivi comprese le assicurazioni professionali e l'ottenimento di tutte le autorizzazioni previste presso gli organi competenti.

### **11.1 Consegna ed ultimazione del Servizio**

Prima dell'inizio del Servizio, la Stazione Appaltante dovrà indire una riunione di coordinamento con il legale rappresentante dell'Appaltatore, per:

- stabilire il programma temporale degli accessi che rispetti le condizioni esecutive di cui al sotto paragrafo 11.3.2;
- lo scambio di informazioni reciproche inerenti lo svolgimento del Servizio ed i rischi connessi;

- rendere edotto l'Appaltatore sulle procedure d'emergenza, da seguire anche in assenza di personale INPS e di terzi in genere;
- per esaminare qualsiasi altro aspetto sia considerato utile al regolare svolgimento del Servizio.

A conclusione della suddetta riunione, verrà redatto apposito verbale, firmato in contraddittorio dal DEC e dal legale rappresentante dell'Appaltatore.

La consegna del Servizio avverrà con "Verbale di consegna del Servizio ed inizio Fase 1".

Il DEC, a fronte della comunicazione scritta dell'Appaltatore, nella persona del Coordinatore Scientifico, di intervenuta ultimazione del Servizio, effettua, entro cinque giorni naturali e consecutivi, i necessari accertamenti in contraddittorio con lo stesso.

Nei successivi cinque giorni naturali e consecutivi, il DEC e il ~~Responsabile Coordinatore~~ scientifico, in contraddittorio, elaborano e sottoscrivono il **"Certificato di ultimazione delle prestazioni"**, che viene trasmesso dal DEC al RUP entro cinque giorni naturali e consecutivi.

Dal suddetto certificato risulterà l'ultimazione completa del Servizio, con la consegna di tutti gli atti e documenti previsti dal presente capitolato per le diverse Fasi; saranno allegati ad esso, tutti i verbali intermedi relativi all'inizio/ultimazione delle diverse Fasi.

### 11.2 Verifica di conformità

Il RUP insieme al DEC controlla l'esecuzione del contratto secondo quanto stabilito dall'articolo 102 del Codice.

La verifica di conformità del Servizio, affidata ad un tecnico secondo le modalità del dell'articolo 102, comma 6, del Codice, deve certificare che l'oggetto del contratto, in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative sia stato realizzato ed eseguito nel rispetto delle previsioni e pattuizioni contrattuali.

La verifica di conformità del Servizio deve avvenire non oltre i sei mesi dall'ultimazione delle prestazioni e dovrà essere attestata da apposito verbale in contraddittorio con l'Appaltatore. Decorsi due anni dalla sua emissione senza che sia intervenuto l'atto formale di approvazione, assume comunque carattere definitivo entro due mesi dalla scadenza di tale termine, ai sensi dell'articolo 102, comma 3, del Codice.

### 11.3 Norme generali sui materiali e condizioni specifiche di esecuzione

#### 11.3.1 Norme generali su materiali e attrezzature

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti e nell'uso di tutte le attrezzature ed i macchinari devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di

ha formattato: Non Evidenziato

regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione di materiali e dei componenti, omologazione e verifica.

A richiesta del DEC, l'Appaltatore è tenuta alla produzione di schede tecniche e campionature necessarie a definire le caratteristiche e la provenienza dei materiali da impiegare.

Il progetto esecutivo di miglioramento sismico di cui alla Fase 5 dovrà prevedere soluzioni tali che nell'esecuzione dei lavori sia garantita la continuità di funzionamento del Centro Elaborazione Dati.

#### 11.3.2 Condizioni specifiche di esecuzione

Le indagini da svolgere presso l'edificio dovranno essere eseguite in condizione di ridotta presenza dei dipendenti dell'INPS e/o di società terze e di qualsiasi altra persona terza a qualsivoglia titolo presente (altre imprese, pulizie, manutentori etc...) e quindi tassativamente nei giorni e negli orari indicati dalla Stazione Appaltante.

La Stazione Appaltante potrà indicare anche giorni festivi e semi-festivi e orari di chiusura degli uffici, sia ai dipendenti sia al pubblico sia a terzi, senza che ciò costituisca alcun onere economico aggiuntivo per la Stazione Appaltante.

Attualmente l'edificio è parzialmente occupato, in quanto i piani 1 2 3 e 4 sono ad ora liberi dalla presenza di impiegati. Per tali livelli la Stazione Appaltante e l'Appaltatore concorderanno accessi e percorsi fisici separati per lo svolgimento del Servizio e per le attività lavorative degli uffici della DCTII, che si esercitano 24 ore su 24 ogni giorno dell'anno.

Il Servizio potrà svolgersi per singoli piani, da isolare completamente dal resto dell'edificio durante le prestazioni. Andranno adottate tutte le precauzioni e misure per preservare ed evitare danni alle finiture (pavimenti, controsoffitti, porte, corpi illuminanti, ascensori etc..) e a tutti gli impianti tecnologici installati.

Ai piani ad uffici 1 2 3 e 4 fuori terra sono presenti **aree con placcaggi con pannelli ai fini antincendio** (ad es. zone corridoi), indicate nelle tavole dello stato di fatto, per il raggiungimento di caratteristiche REI 60 e antisfondellamento. In tali zone **non dovranno eseguirsi indagini e saggi**. Qualora vengano comunque qui ubicati, l'Appaltatore dovrà eseguire i ripristini completi e produrre nuova certificazione delle caratteristiche suddette.

Per i piani terra, seminterrato, primo interrato e secondo interrato, il programma d'indagine, che la Stazione Appaltante e l'Appaltatore concorderanno con un preavviso minimo di 48 ore, dovrà prevedere l'operatività per **"piccole aree"** (non sull'intero piano) con percorsi di accesso dedicati ed esclusivi per tutta la durata delle operazioni, completamente segregate ed isolate (da polvere, rumore, vibrazioni, interferenze con dipendenti INPS e/o di altre ditte terze ad es. pulizie, guardiana etc..), con pannelli

fonoassorbenti sigillati in cartongesso o multistrato. Tali separazioni/segregazioni dovranno estendersi anche le zone a pavimento ed i controsoffitti, ove presenti, di dette "piccole aree" per evitare diffusione e propagazione di polveri, esalazioni e materiali.

Si segnala al primo piano interrato la presenza del **Centro Nazionale INPS Elaborazione Dati, funzionante 24 ore su 24**, dotato di apparecchiature elettriche ed informatiche estremamente sensibili, in particolare alla polvere ed alle vibrazioni. In tale piano, la parte sottostante al pavimento galleggiante ha funzione di "plenum" di raffreddamento dei macchinari presentando considerevoli correnti d'aria, che favorirebbero il trasporto di polveri e fumo all'intero CED. Rispetto a questo, oltre che rispetto al controsoffitto, andrà garantita la sigillatura della "piccola area" d'attività del Servizio d'indagine.

Al secondo piano interrato, sono presenti locali sensibili, quali **cabine di trasformazione, locali quadri elettrici e n.2 locali batterie di alimentazione di UPS**. Pertanto, in presenza di rischio elettrico, può intervenire sull'impianto elettrico solo una persona idonea ad operare sotto tensione in BT (PEI), dotata di profilo professionale riconosciuto da formale attestazione, in conformità alla Norma CEI 11-27.

In prossimità dell'impianto elettrico in tensione possono essere eseguiti lavori non elettrici solo sotto la sorveglianza e/o la sorveglianza da parte del Responsabile dell'impianto o di una persona esperta da lui incaricata.

Nei n. 2 locali sensibili, alloggianti **le batterie di alimentazione dei gruppi di alimentazione UPS**, è opportuno **escludere il posizionamento dei saggi e delle prove** da inserire nel programma d'indagine. Qualora fosse assolutamente indispensabile, ogni precauzione e misura di sicurezza dovrà essere adottata in relazione alla specificità di tali **ambienti di tipo ATEX a rischio di esplosione**.

Per l'esecuzione dei saggi ed indagini al **piano della fondazione**, l'accesso avviene tramite botola in prossimità del corpo scala A in ambiente di altezza ridotta e non areato. Pertanto, le prestazioni a tale livello saranno svolte **in spazi confinati e con sospetto di inquinamento** e dovranno osservare tutte le disposizioni in materia (ad es. D. Lgs. 80/81, artt.65-66 e allegato IV-VIII-XI), dotando gli operatori di tutti DPI necessari (ad es. per carenza di ossigeno, sostanze pericolose nell'aria inalata, etc...).

Nell'esecuzione del Servizio, dovrà essere prestata particolare attenzione alla pulizia costante ed immediata delle zone d'intervento, anche con aspiratori e protezioni per la contaminazione delle zone adiacenti, con rimozione immediata dei rifiuti.

Delle suddette condizioni particolari di esecuzione, l'Appaltatore dovrà tener conto sia nella predisposizione del piano esecutivo d'indagine e del cronoprogramma, sia nell'esecuzione delle indagini e nelle misure di sicurezza da approntare, anche con riguardo all'informazione ai propri operatori.

E' **compreso nel Servizio il completo ripristino** delle parti indagate e saggiate, restituendo completamente all'elemento oggetto di prova le caratteristiche strutturali e

funzionali, oltre alle stesse finiture possedute prima dell'intervento. E' quindi compreso lo smontaggio e l'immediato rimontaggio a fine prestazione dei controsoffitti presenti nelle aree di esecuzione delle indagini.

L'Appaltatore, nella formulazione dell'offerta, dovrà tenere conto della durata complessiva dell'Appalto e delle modalità esecutive di cui al presente Capitolato, articolate in segmenti temporali distinti, che costituiscono condizione inderogabile per l'espletamento del Servizio e requisito particolare per la relativa esecuzione, ai sensi dell'art. 100, commi 1 e 2 del Codice, da accettare esplicitamente nella formulazione dell'offerta, senza alcun onere economico aggiuntivo.

Nella riunione preliminare all'inizio del Servizio, l'Appaltatore formulerà esplicita richiesta, riportata nel Verbale di riunione, delle ore e del numero di giorni necessari per la campagna d'indagine presso l'edificio, da svolgere obbligatoriamente nel rispetto delle suddette condizioni operative. La Stazione Appaltante darà comunicazione scritta con l'esatta e puntuale indicazione di giorni e orari di assenza completa di dipendenti e di qualsiasi altra persona terza, per lo svolgimento delle prove, saggi e prelievi, come risulterà dall'apposito verbale redatto a conclusione della riunione.

### **11.3.3 Cronoprogramma**

L'indagine dovrà essere condotta secondo un cronoprogramma dettagliato per fasi, per lavorazioni e per zone, concordato ed approvato dal DEC, in modo da garantire il più possibile la conclusione di ciascun intervento locale per fase, in ciascuna zona, entro il lasso di tempo continuativo indicato nel cronoprogramma medesimo.

Il cronoprogramma è redatto in modo tale da lasciare i luoghi oggetto di indagine del tutto sgombri da ogni attrezzatura, con ogni ripristino eseguito e perfettamente puliti per la successiva riapertura degli uffici e per consentire lo svolgimento indisturbato delle attività lavorative dell'edificio.

Qualora nelle ore di apertura della sede e/o dell'edificio, durante le quali è prevista la sospensione dell'attività di indagine, restassero interessate dall'intervento zone interne/esterne di aree dell'edificio adibite ad uffici o altra destinazione ad essi funzionale, queste ultime non dovranno assolutamente impedire o limitare il pieno e sicuro svolgimento delle attività lavorative e la funzionalità dei relativi impianti.

Le zone di intervento dovranno essere opportunamente segregate con accesso interdetto con apposite recinzioni e separazioni dotate di adeguata segnaletica nel rispetto del decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 con aggiornamento, se necessario, del DVRI da parte del Datore di Lavoro.

#### 11.3.4 Direttore del Servizio di esecuzione indagini

L'esecuzione delle indagini dovrà avvenire alla presenza continua di un Direttore o Capo del Servizio di esecuzione indagini, espressamente incaricato dall'Appaltatore, al momento della firma del Verbale di consegna del Servizio. In assenza del titolare dell'Affidatario, tutte le comunicazioni e disposizioni rivolte al Direttore o Capo del Servizio di esecuzione indagini si intenderanno rivolte al titolare medesimo.

#### 11.3.5 Riconoscimento del personale

Ciascun soggetto impiegato nei rilievi e nelle indagini dovrà esporre una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le proprie generalità e l'indicazione del proprio Datore di lavoro.

#### 11.4 Assicurazioni professionali – penali

Ciascun professionista incaricato di svolgere le attività di progettazione e di redazione del piano della sicurezza e coordinamento dovrà fornire idonea copertura assicurativa All Risks per la responsabilità civile professionale per i rischi derivanti dallo svolgimento delle attività di competenza, ivi comprese le attività di supporto. Il professionista incaricato della progettazione dovrà fornire anche la Polizza specifica per l'incarico in questione. In caso di inadempimento nell'esecuzione delle obbligazioni contrattuali o il compimento da parte dell'Aggiudicatario di azioni e/o atti che abbiano compromesso o che siano tali da compromettere il Servizio o nuocere alla convenienza del luogo, la Stazione Appaltante, fatto salvo il risarcimento del maggior danno, avrà la facoltà di applicare delle penali adeguate all'importanza e alla gravità dell'infrazione.

In presenza delle violazioni e/o inadempienze di seguito descritte, l'Amministrazione applicherà le <b>seguenti penali</b> :		<b>Importo penale (In euro)</b>
A	Mancato rispetto del termine stabilito per la conclusione della Fase 1 (paragrafo 11 del presente Capitolato)	<b>128</b> per ogni giorno naturale
B	Mancato rispetto del termine stabilito per la conclusione della Fase 2 (paragrafo 11 del presente Capitolato)	<b>128</b> per ogni giorno naturale
C	Mancato rispetto del termine stabilito per la conclusione della Fase 3 (paragrafo 11 del presente Capitolato)	<b>128</b> per ogni giorno naturale
D	Mancato rispetto del termine stabilito per la conclusione della Fase 4 (paragrafo 11 del presente Capitolato)	<b>128</b> per ogni giorno naturale
E	Mancato rispetto del termine stabilito per la conclusione della Fase 5 (paragrafo 11 del presente Capitolato)	<b>128</b> per ogni giorno naturale



In presenza delle violazioni e/o inadempienze di seguito descritte, l'Amministrazione applicherà le <b>seguenti penali</b> :		<b>Importo penale (In euro)</b>
F	Mancato rispetto del numero di figure professionali indicati in sede di offerta tecnica	<b>429 per ogni violazione</b>

Le penalità, cumulativamente, non possono superare il 10% dell'importo contrattuale netto (art.113 bis, comma 2 del Codice).

## 12. PAGAMENTI

Previo accertamento da parte del DEC, confermato dal RUP, della prestazione effettuata, in termini di quantità e qualità, rispetto alle prescrizioni previste nei documenti contrattuali, il corrispettivo per le prestazioni oggetto dell'Appalto sarà liquidato, al netto di eventuali penali che dovessero essere applicate, dopo la presentazione di tutta la documentazione richiesta e come specificato di seguito.

Il DEC emetterà Stati Avanzamento del Servizio ed il RUP emetterà il Certificato di pagamento, secondo la seguente tempistica:

- al termine delle Fasi 1 e 2, a seguito della sottoscrizione del "Verbale di fine della Fase 2": il **40% dell'importo** corrispondente all'applicazione del ribasso sull'importo di gara;
- al termine delle Fasi 3 e 4, a seguito della sottoscrizione del "Verbale di fine della Fase 4": il **20% dell'importo** corrispondente all'applicazione del ribasso sull'importo di gara;
- al termine della Fase 5, a seguito della sottoscrizione del "Verbale di consegna di tutti gli elaborati della Fase 5", e alla presentazione al Genio Civile del progetto esecutivo di miglioramento sismico: il **20% dell'importo** corrispondente all'applicazione del ribasso sull'importo di gara;
- a seguito della sottoscrizione del "Verbale di conclusione del Servizio": il **20% dell'importo** corrispondente all'applicazione del ribasso sull'importo di gara.

Sui ciascuno dei suddetti pagamenti è operata una ritenuta dello 0,50 per cento, da liquidarsi unitamente allo svincolo della cauzione definitiva del 10% dell'importo all'esito positivo della Verifica di conformità.

All'esito positivo della verifica di conformità, il RUP rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura di saldo da parte dell'Appaltatore.

Il Certificato di pagamento è rilasciato nei termini di cui all'articolo 4, commi 2, 3, 4 e 5 del decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231, aggiornato al D.lgs n. 192 del 09.11.2012 e

non costituisce presunzione di accettazione del Servizio, ai sensi dell'articolo 1666, comma 2, del codice civile.

Il termine per il pagamento della rata di saldo è stabilito in 30 (trenta) giorni lavorativi a decorrere dall'emissione del Certificato di verifica di conformità; tale pagamento avverrà a mezzo bonifico bancario, sul numero di conto corrente dedicato che sarà preventivamente comunicato dall'Appaltatore.

Qualora siano stati autorizzati subappalti, i suindicati pagamenti (d'acconto ed a saldo), fermo restando che i pagamenti dei corrispettivi avverranno direttamente a favore dell'impresa subappaltatrice, sono subordinati:

- a) alla produzione di copia delle fatture quietanzate (con l'indicazione delle ritenute di garanzia effettuate) relative ai pagamenti a favore di subappaltatori/cottimisti;
- b) all'esibizione, da parte dell'Appaltatore, della documentazione attestante la corretta esecuzione degli adempimenti relativi al versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente, dei contributi previdenziali e dei contributi assicurativi obbligatori, anche relativamente a ciascuna delle imprese subappaltatrici.

### **13. OBBLIGAZIONI DELL'AFFIDATARIO DEL SERVIZIO**

L'Affidatario del Servizio si impegna, oltre a quanto già previsto nel presente Capitolato, anche a:

- svolgere il Servizio impiegando, a propria cura e spese, tutte le strutture ed il personale necessario per la realizzazione dello stesso, secondo quanto precisato nel presente Capitolato;
- rispettare la normativa vigente, con particolare riferimento alle prescrizioni di cui al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, per garantire la completa sicurezza, durante l'esecuzione del Servizio, per il proprio personale, per quello di eventuali subappaltatori e per quello dell'Amministrazione e/o degli Organismi di Controllo in visita per controlli, rilievi ed ispezioni;
- garantire l'osservanza delle norme relative all'igiene del lavoro, alle assicurazioni contro gli infortuni sul lavoro ed ogni altra disposizione in vigore o che potrà intervenire in corso di esercizio per la tutela materiale dei lavoratori;
- a dotare il personale impiegato di tutta la strumentazione e i DPI per eseguire i rilievi richiesti in tutta sicurezza, manlevando la Stazione Appaltante da ogni responsabilità in materia. Si specifica che, a tal fine, sarà obbligo dell'Appaltatore effettuare, congiuntamente alla Stazione Appaltante, un sopralluogo prima dell'accesso all'edificio, per la valutazione congiunta dei rischi specifici e delle misure di prevenzione che l'Appaltatore medesimo dovrà adottare per tutelare il

personale proprio dai rischi propri ed eventualmente il personale presente nelle sedi di lavoro;

- nell'adempimento delle proprie prestazioni ed obbligazioni, osservare tutte le indicazioni operative, di indirizzo e di controllo che a tale scopo saranno predisposte e comunicate dall'Amministrazione;
- comunicare tempestivamente all'Amministrazione le eventuali variazioni della propria struttura organizzativa coinvolta nell'esecuzione dell'Appalto, indicando analiticamente le variazioni intervenute ed i nominativi dei nuovi responsabili;
- mettere a disposizione e garantire il corretto funzionamento dei recapiti telefono ed e-mail utilizzati per l'invio di tutte le comunicazioni relative all'affidamento.

#### **14. OBBLIGAZIONI DERIVANTI DAL RAPPORTO DI LAVORO**

L'Affidatario del Servizio si impegna altresì a:

- predisporre tutti gli strumenti e le metodologie, comprensivi della relativa documentazione, atti a garantire elevati livelli qualitativi del Servizio, ivi compresi quelli relativi alla sicurezza;
- osservare, nell'adempimento delle proprie prestazioni ed obbligazioni, tutte le indicazioni operative, di indirizzo e di controllo emanate dai competenti Enti o Organi;
- consegnare ai competenti uffici, prima della stipula del contratto, copia autentica delle assicurazioni di legge di cui al presente Capitolato e quelle relative al proprio personale e collaboratori e per la copertura di eventuali danni a terzi nell'esercizio di quanto richiesto dal presente Capitolato;
- inviare all'Amministrazione i dati di sintesi relativi al monitoraggio del Servizio ed alla verifica dell'applicazione delle condizioni contrattuali.

L'Affidatario del Servizio si obbliga:

- ad ottemperare a tutti gli obblighi verso i propri dipendenti derivanti da disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di lavoro, previdenza e disciplina infortunistica, assumendo a proprio carico tutti gli oneri relativi;
- ad applicare, nei confronti dei propri dipendenti occupati nelle attività contrattuali, le condizioni normative e retributive non inferiori a quelle risultanti dai contratti collettivi di lavoro applicabili, alla data della stipulazione del contratto, alla categoria e nelle località di svolgimento delle attività, nonché le condizioni risultanti da successive modifiche ed integrazioni;

- a rispondere dell'osservanza di quanto sopra previsto da parte degli eventuali subappaltatori, sub-affidatari o ditte in ogni forma di sub-contrattazione nei confronti dei propri dipendenti, per le prestazioni rese nell'ambito del subAppalto loro affidato.

## **15. BREVETTI E DIRITTI D'AUTORE**

L'Affidatario del Servizio assume ogni responsabilità per l'uso di dispositivi, *software* o per adozione di soluzioni tecniche o di altra natura che violino brevetti (per invenzioni, modelli industriali e marchi e diritti d'autore).

Qualora venga da terzi promosso nei confronti dell'Amministrazione un procedimento giudiziario in cui si affermi che una o più delle soluzioni e/o l'uso di esse costituisca violazione di un diritto di proprietà industriale, ovvero analoga violazione sia altrimenti contestata all'Amministrazione, questa avviserà l'Affidatario per iscritto, dalla notificazione dell'atto introduttivo dell'azione giudiziaria o dalla notizia della contestazione.

L'Affidatario assumerà a sue spese la difesa contro tale azione e terrà a suo carico gli oneri eventualmente conseguiti nei confronti del terzo attore.

## **16. OBBLIGHI DI RISERVATEZZA**

L'Affidatario ha l'obbligo di mantenere riservati i dati e le informazioni, ivi comprese quelle che transitano per le apparecchiature di elaborazione dati, di cui venga in possesso e, comunque, a conoscenza, di non divulgarli in alcun modo e in qualsiasi forma e di non farne oggetto di utilizzazione a qualsiasi titolo per scopi diversi da quelli strettamente necessari all'esecuzione del contratto.

L'obbligo di cui al precedente comma sussiste, altresì, relativamente a tutto il materiale originario o predisposto in esecuzione del presente contratto.

L'Affidatario è responsabile per l'esatta osservanza da parte dei propri dipendenti, consulenti e collaboratori, nonché di subappaltatori e dei dipendenti, consulenti e collaboratori di questi ultimi, degli obblighi di segretezza anzidetti.

In caso di inosservanza degli obblighi di riservatezza, l'Amministrazione ha la facoltà di dichiarare risolto di diritto il presente contratto, fermo restando che l'Affidatario sarà tenuto a risarcire tutti i danni che dovessero derivare alla stessa.

## **17. TRATTAMENTO DEI DATI**

L'Affidatario si impegna, altresì, a rispettare quanto previsto dal Regolamento (UE) 2016/679 (GDPR) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016, relativo alla

protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali, nonché alla libera circolazione di tali dati e che abroga la direttiva 95/46/CE (Regolamento generale sulla protezione dei dati), e dal D.Lgs. n. 196/2003 e s.m.i..

## **18. DANNI E RESPONSABILITÀ**

L'Affidatario solleva la Committente da ogni eventuale responsabilità penale e civile verso terzi comunque connessa alla realizzazione ed all'esercizio delle attività oggetto del Servizio affidate. Nessun ulteriore onere potrà dunque derivare a carico dell'Amministrazione, oltre al pagamento del corrispettivo contrattuale.

L'Affidatario è responsabile dei danni derivanti e/o connessi all'esecuzione del Servizio oggetto di affidamento.

L'Affidatario è responsabile dei danni di qualsiasi natura, materiali o immateriali, diretti o indiretti, che dovessero essere causati da parte dei propri dipendenti, consulenti o collaboratori, nonché da parte dei dipendenti, consulenti o collaboratori di questi ultimi, alla Stazione Appaltante ed al suo personale, ai suoi beni mobili e immobili, anche condotti in locazione, nonché ai terzi, ivi incluso il caso in cui tali danni derivino da informazioni inesatte o false colposamente fornite dall'Affidatario nell'ambito dell'erogazione dei servizi di cui all'oggetto.

## **19. DIVIETO DI CESSIONE DEL CONTRATTO**

E' fatto assoluto divieto all'Affidatario di cedere il contratto, a qualsiasi titolo, a pena di nullità della cessione medesima.

## **20. OBBLIGHI DI TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI**

Ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 3 della Legge 136/2010, l'Aggiudicatario si obbliga ad utilizzare il conto corrente bancario o postale dedicato alla commessa, che sarà comunicato prima della stipula del contratto unitamente all'indicazione dei soggetti abilitati ad eseguire movimentazioni sullo stesso.

L'Aggiudicatario si impegna a comunicare alla Stazione Appaltante, entro 7 giorni, ogni eventuale variazione relativa al predetto conto ed ai soggetti autorizzati ad operare su di esso.

L'Aggiudicatario si obbliga, altresì, ad inserire nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e subcontraenti un'apposita clausola, a pena di nullità, con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità finanziaria prescritti dalla citata Legge.

L'Aggiudicatario si impegna a dare immediata comunicazione alla Stazione Appaltante ed alla Prefettura-Ufficio territoriale del Governo della provincia di Roma, della notizia dell'inadempimento della propria controparte (sub Aggiudicatario/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

L'Aggiudicatario si impegna, inoltre, a trasmettere i predetti contratti alla Stazione Appaltante, ai fini della verifica di cui al comma 9 dell'art. 3 della Legge n. 136/2010.

L'inadempimento degli obblighi previsti nel presente punto costituisce ipotesi di risoluzione espressa del contratto ai sensi dell'art. 1456 c.c.

In caso di cessione del credito derivante dal contratto, il cessionario sarà tenuto ai medesimi obblighi previsti per l'Aggiudicatario nel presente punto e ad anticipare i pagamenti all'Aggiudicatario mediante bonifico bancario o postale sul conto concorrente dedicato.

## **21. CLAUSOLA RISOLUTIVA ESPRESSA E RISOLUZIONE DEL CONTRATTO**

Il contratto potrà essere risolto in tutti i casi di inadempimento di non scarsa importanza ai sensi dell'art. 1455 del codice civile, qualora, entro un termine non superiore a 15 (quindici) giorni dal ricevimento di apposita diffida ad adempiere, trasmessa a mezzo raccomandata a/r o posta elettronica certificata (PEC), l'Appaltatore perduri nell'inadempimento.

L'INPS procederà alla risoluzione di diritto del contratto, ai sensi dell'art. 1456 del codice civile, al ricorrere di una delle seguenti ipotesi:

- cessazione dell'attività di impresa in capo all'Appaltatore;
- mancata tempestiva comunicazione, da parte dell'Appaltatore verso l'Istituto, di eventi che possano comportare in astratto, o comportino in concreto, la perdita della capacità generale a contrattare con la Pubblica Amministrazione, ai sensi dell'art. 80 del Codice e delle altre norme che disciplinano tale capacità generale;
- perdita, in capo all'Appaltatore, dei requisiti di capacità generale a stipulare con la Pubblica Amministrazione, anche temporanea, ai sensi dell'art. 80 del Codice e delle altre norme che stabiliscono forme di incapacità a contrarre con la Pubblica Amministrazione;
- violazione del requisito di correttezza e regolarità contributiva, fiscale e retributiva da parte dell'Appaltatore;
- violazione delle norme in tema di sicurezza del lavoro e trattamento retributivo dei lavoratori dipendenti;

- violazione dell'obbligo di segretezza su tutti i dati, le informazioni e le notizie comunque acquisite dall'Appaltatore nel corso o in occasione dell'esecuzione contrattuale;
- violazione degli obblighi di condotta derivanti dal "Codice di comportamento dei dipendenti pubblici", di cui al d.P.R. 16 aprile 2013, n. 62, e dal «Codice di comportamento dei dipendenti dell'Istituto Nazionale della Previdenza Sociale, ai sensi dell'art. 54, comma 5, del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165»;
- cessione parziale o totale del Contratto da parte dell'Appaltatore;
- affidamenti di subappalti non preventivamente autorizzati dall'Istituto;
- esito negativo della verifica di conformità definitiva;
- applicazione di penali, da parte della Stazione Appaltante, per ammontare superiore al 10% dell'importo contrattuale, IVA esclusa, nel corso della durata del Contratto;
- mancata cessazione dell'inadempimento e/o mancato ripristino della regolarità del Servizio entro il termine di 15 (quindici) giorni solari dalla contestazione intimata dall'Istituto;
- accertamento in corso d'opera, da parte del RUP, che le prestazioni oggetto del contratto non sono svolte direttamente dalle risorse umane e strumentali dell'impresa ausiliaria che l'Appaltatore utilizza in adempimento degli obblighi derivanti dal contratto di avvalimento;
- mancata reintegrazione, nel termine di 10 giorni, della cauzione in esito all'escussione della stessa.

La risoluzione in tali casi opera allorquando l'INPS comunichi all'Aggiudicatario, per iscritto, con raccomandata a/r o PEC, di volersi avvalere della clausola risolutiva ex art 1456 c.c.

In caso di risoluzione sarà corrisposto all'Aggiudicatario il prezzo contrattuale del Servizio svolto, detratte le eventuali penalità e spese di cui ai precedenti punti.

La Stazione Appaltante, ai sensi dell'art. 1373 c.c., si riserva la facoltà di recedere unilateralmente dal contratto, anche laddove esso abbia avuto un principio di esecuzione, fatto salvo il pagamento delle prestazioni effettuate dall'Aggiudicatario.

## 22. CONTROVERSIE

Eventuali controversie derivanti dall'esecuzione del contratto saranno devolute all'Autorità giudiziaria del Foro di Roma. **E' esclusa la competenza arbitrale.**

### **23. CODICE ETICO**

---

L'Aggiudicatario, nell'espletamento del Servizio, si impegna ad osservare il Modello di organizzazione, gestione e controllo dell'INPS, reperibile sul sito istituzionale, e ad adottare comportamenti in linea con quanto previsto nel Codice Etico dell'Istituto e, comunque, tali da non esporlo al rischio dell'applicazione delle sanzioni.

L'inosservanza di tale prescrizione costituirà grave inadempimento contrattuale, tale da comportare la risoluzione del contratto, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 1456 del codice civile, fermo restando il risarcimento dei danni.

### **24. VINCOLI**

---

Le norme e le disposizioni di cui al presente Capitolato sono vincolanti per l'Aggiudicatario sin dal momento in cui viene presentata l'offerta, mentre vincolano la Stazione Appaltante solo con la stipula del contratto.

### **25. NORME DI RINVIO**

---

Per quanto non specificatamente previsto nel presente Capitolato, nel Disciplinare, nel Bando di gara e negli allegati a questi ultimi, si fa riferimento alle vigenti disposizioni normative.

### **26. SPESE CONTRATTUALI**

---

Sono a carico dell'Aggiudicatario tutte le spese relative alla stipula ed alla registrazione del contratto, nonché tasse e contributi di ogni genere gravanti, secondo la normativa vigente, sulla prestazione, come ogni altra spesa concernente l'esecuzione dello stesso.