



## AREA TECNICA

### **DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DI TIPO GRAVITAZIONALE E VULNERABILITÀ SISMICA DELLA STAZIONE MARITTIMA DEL PORTO DI OLBIA ISOLA BIANCA.**

#### 1. Premessa

Il presente documento fornisce indicazioni tecniche generali per lo svolgimento delle attività di valutazione della sicurezza strutturale di tipo gravitazionale e vulnerabilità a sismica della stazione Marittima del porto di Olbia Isola Bianca sito in Olbia

La valutazione della sicurezza in questione è preliminare alla redazione della progettazione (da articolare in più livelli e comunque sino al livello esecutivo) degli interventi strutturali di miglioramento/adequamento sismico dell'immobile da affidare successivamente e con separata procedura. Per tale motivo le prestazioni professionali richieste ed illustrate nel presente disciplinare, sono, almeno per alcuni aspetti, più ampie ed approfondite rispetto a quelle, per esempio, più comunemente richieste ai fini della valutazione della vulnerabilità sismica ai sensi dell'OPCM 3274/2003. In particolare, la finalità delle prestazioni richieste è quella di fornire, da una parte, al Professionista che successivamente si occuperà della progettazione degli interventi tutte le informazioni necessarie sull'edificio (e.g. rilievi strutturali, caratteristiche meccaniche dei materiali, tipologia delle fondazioni e caratterizzazione del sottosuolo, principali criticità presenti), e dall'altra, alla Stazione Appaltante, un quadro - seppure preliminare - degli interventi strutturali da realizzare e una stima sommaria dei relativi costi.

Ai fini del presente disciplinare il quadro di riferimento normativo principale è rappresentato dal D.M. 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (di seguito NTC2018), dalla Circolare 2 febbraio 2009 n.617 (di seguito citata anche come "Circolare 2009") per quanto non superato dalle più recenti NTC2018, dalla Direttiva 09/02/2011 del Presidente del Consiglio dei Ministri - Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni, O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i. nonché dal D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380.

La valutazione della sicurezza sarà impostata tenendo conto delle unità strutturali presenti e, pertanto, dovrà essere preceduta da una valutazione strutturale complessiva dell'aggregato e delle possibili interazioni tra edifici adiacenti.

Per la valutazione della sicurezza strutturale di costruzioni esistenti NTC2018 prevede le seguenti prestazioni professionali:

- a) analisi storico-critica;
- b) rilievo geometrico-strutturale riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo sia a quella degli elementi costruttivi; rilievo della qualità e dello stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi; rilievo dei dissesti, in atto o stabilizzati, dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno;



- c) caratterizzazione meccanica dei materiali;
- d) calcolazioni.

Sulla base di quanto previsto da NTC2018 e dalle normative internazionali più accreditate nel settore, si conviene che il procedimento di valutazione della sicurezza strutturale si esplicherà dunque secondo le seguenti attività:

### **1.1 Ricerca ed acquisizione dei dati.**

È finalizzata alla individuazione della tipologia e della geometria dell'organismo strutturale, delle caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati, alla ricostruzione del processo di realizzazione e delle successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché degli eventi che lo hanno interessato. Essa sarà condotta sulla scorta della Documentazione reperita presso la Stazione Appaltante, o altri Enti.

### **1.2 Ispezioni.**

Devono consistere in osservazioni visive generalizzate (estese a tutti gli elementi strutturali, oggetto del presente incarico, direttamente osservabili ad occhio nudo e/o con l'utilizzo di termo camera) e devono mirare al riscontro di eventuali fenomeni patologici a carico sia delle strutture sia delle opere di completamento (e.g. tramezzi, rivestimenti, pavimenti). Devono anche mirare alla individuazione di eventuali tracce (visibili ad occhio nudo) di interventi antropici che abbiano potuto danneggiare o sovraccaricare elementi strutturali (o comunque significativamente mutarne il comportamento originario), come ad esempio le tracce impiantistiche o le superfetazioni. Le ispezioni devono infine consistere anche nell'esecuzione dei rilievi geometrici e fotografici di quanto più significativo sia stato oggetto di osservazione. Più precisamente devono anche tendere ad acquisire riscontri in sito, a campione, delle caratteristiche geometriche risultanti dagli elaborati progettuali eventualmente reperiti.

### **1.3 Saggi.**

Hanno la finalità di spingere le osservazioni visive all'interno degli elementi architettonici e strutturali, ove possibile ed a campione, per acquisire informazioni non riscontrabili in superficie, o per approfondirne la conoscenza. Pertanto i saggi hanno un'articolazione analoga a quella delle ispezioni, e consistono anch'essi in osservazioni visive da estendere anche a fenomeni patologici sia a carico delle strutture sia a carico di opere di completamento edile. Anche i saggi, dunque, consistono in rilievi sia geometrici (e.g. la misurazione degli spessori strutturali, rilievo delle armature metalliche o delle stratificazioni delle opere di finitura) sia fisico-chimici (e.g. la individuazione della natura dei materiali da costruzione), sempre al fine di poter eseguire una corretta valutazione della geometria e delle azioni agenti sulle strutture.

### **1.4 Prove.**

Devono essere effettuate prove in situ ed in laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche meccaniche e di degrado dei materiali da costruzione delle strutture in elevazione. Devono effettuarsi, oltre alle prove non distruttive, anche quelle distruttive



mediante prelievo di campioni secondo il “Piano delle indagini” redatto dal Professionista incaricato.

## **1.5 Ricalcolazioni.**

Sono una parte essenziale della valutazione della qualità di una costruzione esistente in quanto sono uno strumento per quantificare numericamente la sicurezza strutturale e/o il comportamento strutturale di una costruzione. Nell’incarico professionale in oggetto, le ricalcolazioni consistono in analisi e verifiche numeriche riferite a combinazioni di carico gravitazionali e sismiche da estendere a tutte le strutture portanti (murature, travi e pilastri in c.a., solai, solette, parapetti e balaustre).

## **1.6 Giudizio sulla sicurezza strutturale.**

La relazione conclusiva deve mirare ad esprimere un giudizio sul livello di vulnerabilità emerso dalle indagini ed analisi effettuate, distinguendo le eventuali criticità sulla sicurezza in relazione alle azioni gravitazionali da quelle derivante dalle azioni sismiche. Dovranno inoltre essere redatte la schede di sintesi della verifica sismica di livello 1 e 2 di cui all’O.P.C.M. 3274/2003.

## **1.7 Provvedimenti.**

A conclusione delle indagini svolte, si devono indicare i provvedimenti (interventi funzionali e/o strutturali) di cui emergesse la necessità distinguendo le priorità di intervento. Ove necessario si dovranno anche fornire indicazioni in merito a provvedimenti cautelari urgenti o di eventuali opere provvisoriale. Degli interventi strutturali si devono illustrare le finalità e la tipologia dell’intervento, sufficienti ad identificarli sotto il profilo tecnico e si dovrà fornire una stima economica riferita a ciascuno degli interventi proposti.

## **2. FASE A: Relazione metodologica**

La relazione metodologica contiene:

- a) la relazione descrittiva dei livelli di acquisizione dei dati sulla struttura e sull’edificio in relazione al livello di conoscenza da raggiungere;
- b) la definizione preliminare delle campagne di indagini diagnostiche necessarie per accertare le caratteristiche di resistenza dei materiali esistenti e le caratteristiche dei terreni di fondazione;
- c) la definizione delle modellazioni numeriche, la tipologia di analisi strutturale e le procedure che si intendono adottare per la definizione dei livelli di sicurezza, nonché, la definizione dei valori di accelerazione al suolo corrispondenti agli stati limite definiti dalle norme tecniche e dei loro rapporti con le accelerazioni attese.

La relazione metodologica dovrà inoltre evidenziare, laddove necessari e/o opportuni, l’esigenza di saggi e di indagini strutturali e geognostiche che dovranno essere svolte da Laboratori qualificati o Aziende terze qualificate.

Nella relazione metodologica verranno evidenziate circostanze particolari che incidono sull’eventuale modifica della scelta della classe d’uso, del livello di conoscenza e dei



conseguenti fattori di confidenza, del periodo di riferimento ed ogni altro elemento che abbia rilievo sull'input sismico.

Le attività propedeutiche alla redazione della relazione metodologica sono:

- esame della documentazione disponibile fornita dalla Stazione Appaltante e recupero, presso l'archivio dei vari Enti della documentazione progettuale mancante, se esistente;
- identificazione della normativa vigente all'epoca della costruzione;
- sopralluoghi volti alla identificazione della struttura in fondazione ed in elevazione;
- individuazione degli eventuali dissesti;
- rilievo strutturale di massima.

### 3. FASE B: Analisi storico-critica, piano di indagini, prove ed interpretazione dei risultati

La presente fase prevede:

1. l'analisi degli atti e dei documenti necessari per la ricostruzione storico-strutturale dei manufatti oggetto di indagine;
2. il rilievo strutturale di dettaglio;
3. la realizzazione del piano di indagini sui materiali strutturali e sul terreno di fondazione (a cura dei professionisti incaricati), l'esecuzione delle prove e delle indagini strutturali (a cura dei laboratori/aziende terze qualificati) con il coordinamento e l'assistenza dei professionisti incaricati;
4. l'interpretazione finale dei risultati delle prove (a cura dei professionisti incaricati).

Al termine di questa fase, deve essere possibile una ricostruzione completa ed adeguata di tutti i meccanismi resistenti presenti in ciascuna struttura (sia nei confronti dei carichi statici che di quelli sismici).

#### 3.1 Reperimento degli elaborati progettuali/atti

Ove non messi a disposizione dalla Stazione Appaltante, andranno reperiti gli elaborati originali presso l'archivio del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - Provveditorato Interregionale per le opere Pubbliche Lazio – Abruzzo – Sardegna - Provveditorato alle OO.PP, gli elaborati strutturali, i disegni architettonici, le relazioni di calcolo, i certificati di collaudo, i documenti di cantiere, le notizie storiche sul progetto e sulla costruzione (impresa costruttrice, varianti in corso d'opera), le eventuali modifiche successive alla costruzione (ampliamenti, sopraelevazioni, distribuzione funzionale, destinazione d'uso).

#### 3.2 Rilievo strutturale

Per tutti i livelli di conoscenza stabiliti dalla norma, la geometria della struttura deve essere nota fino al punto da consentire la definizione di un adeguato modello strutturale.



Verrà anzitutto effettuato il rilievo geometrico dell'edificio/aggregato, spinto ad un livello di dettaglio sufficiente alla rappresentazione degli elementi strutturalmente significativi.

E' necessaria quindi l'esecuzione di sopralluoghi finalizzati alla verifica della corrispondenza tra lo stato attuale dell'edificio e gli elaborati strutturali di progetto, ove reperiti. In ogni caso occorrerà procedere all'esecuzione ex novo del rilievo strutturale dell'organismo edilizio attraverso:

- la verifica delle geometrie e dei dettagli costruttivi;
- la verifica delle dimensioni degli elementi strutturali;
- la caratterizzazione tipologica di stratigrafie ed elementi di completamento, finalizzata alla determinazione dei carichi permanenti da computare;
- la verifica della quantità e disposizione delle armature.

Entrambe le ultime due fasi devono essere condotte contestualmente all'esecuzione della campagna diagnostica a cura dei laboratori autorizzati.

Per le strutture in c.a., in generale occorre indagare:

- l'identificazione del sistema resistente in entrambe le direzioni;
- la tessitura dei solai;
- le dimensioni geometriche di travi, pilastri e pareti;
- le possibili eccentricità fra travi e pilastri ai nodi;
- la quantità di armatura longitudinale e trasversale in nodi, travi, pilastri e pareti in c.a.;
- la quantità di armatura nei solai;
- le condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;
- lo spessore del copriferro;
- la lunghezza di ancoraggio delle barre;
- la presenza di eventuali interventi di rinforzo realizzati in epoche passate.

Per la determinazione della geometria strutturale in situ, quando non in vista, è preferibile ricorrere a indagini non distruttive (*percussione, termografia, georadar, pacometro, endoscopia, ecc.*) in quanto meno invasive.

Per gli edifici in muratura, in generale, occorre indagare:

- le dimensioni, la tipologia, l'apparecchiatura ed i materiali degli elementi strutturali verticali e la relativa stratigrafia (a un paramento, a due o più paramenti, con presenza di nucleo, con o senza collegamenti trasversali, mattoni, pietra, tessitura regolare, irregolare, ecc.);
- la tipologia, le dimensioni, l'apparecchiatura e la stratigrafia delle murature portanti e le eventuali eccentricità tra le stesse ai vari livelli;
- spessore, tipologia, materiali e orditura dei solai con individuazione dei pacchetti di finitura e dei tramezzi su di essi gravanti;
- la qualità del collegamento tra pareti verticali;



- la qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti e l'eventuale presenza di cordoli di piano o di altri elementi di collegamento;
- l'esistenza di architravi, strutturalmente efficienti, al di sopra delle aperture;
- la presenza di elementi, strutturalmente efficienti, atti ad eliminare le spinte presenti (catene, tiranti, ecc...);
- la presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità;
- la presenza di "fattori di vulnerabilità geometrica" (discontinuità nelle murature e nei solai, nicchie, canne fumarie,
- sfalsamenti di murature, canalizzazioni impiantistiche, cavedi, ecc...).
- Il rilievo strutturale dovrà essere accompagnato, tra l'altro, da:
  - un inquadramento generale dell'edificio/aggregato (che ne consenta l'individuazione nel tessuto urbano ed il rapporto con gli immobili adiacenti);
  - un'adeguata descrizione (possibilmente mediante sintetica mappatura ai piani) delle destinazioni d'uso dei diversi locali;
  - un'esaustiva documentazione fotografica, sia di insieme che delle parti maggiormente significative (elementi caratteristici, fattori di vulnerabilità, lesioni, ecc...), opportunamente referenziata.

### 3.3 Caratteristiche geomorfologiche del sito

Devono essere acquisite le informazioni relative alle caratteristiche del terreno al fine di definire l'azione sismica di riferimento (effetti stratigrafici, topografici, ecc...) e di valutare la sicurezza delle strutture di fondazione.

I metodi per la definizione di dette caratteristiche (dalle valutazioni qualitative, all'esame di documenti disponibili e fino alle specifiche prove in situ) possono variare significativamente, anche in funzione della presenza o meno di eventuali problematiche connesse alle fondazioni ed al terreno di sedime.

### 3.4 Quadro fessurativo e/o di degrado

Devono essere rilevati i quadri fessurativi presenti e classificati i dissesti associati (traslazioni verticali, rotazioni,

schacciamenti, pressoflessioni, depressioni di archi e volte, ecc...). Le informazioni acquisite dovranno essere

adeguatamente restituite su elaborati grafici specifici.

### 3.5 Determinazione dei livelli di conoscenza

Il fattore essenziale che distingue la valutazione della sicurezza strutturale di un edificio esistente rispetto a quella di un nuovo edificio da progettare è l'affidabilità del livello di conoscenza. In fase di progetto, come è noto, il progettista assume le geometrie, i carichi, le resistenze, i particolari strutturali e quant'altro necessario per le analisi e le valutazioni da eseguire, naturalmente in accordo con le prescrizioni dettate dalle norme vigenti.



L'affidabilità del livello di conoscenza è garantita, nelle valutazioni quantitative della sicurezza strutturale secondo il metodo semi-probabilistico agli stati limite, dai coefficienti parziali adottati (su carichi e materiali) che dipendono da valutazioni statistiche sulla variabilità dei dati assunti anche in relazione al livello dei controlli che è possibile eseguire in corso d'opera.

In sede di valutazione della sicurezza strutturale di un edificio esistente, invece, elementi essenziali quali le geometrie, i carichi, le resistenze dei materiali, i particolari costruttivi non possono essere assunti a priori ma devono scaturire da apposite attività di analisi della documentazione disponibile e di indagine (rilievi, saggi e prove sui materiali). Quanto maggiore sarà l'affidabilità (ossia il grado stimato di aderenza tra i valori disponibili e quelli reali) del livello di conoscenza raggiunta, tanto maggiore sarà l'affidabilità delle valutazioni della sicurezza strutturale che si potrà valutare.

E' evidente, in questo scenario, che minimizzare la campagna di indagine e la sua invasività, garantendo nel contempo un livello di conoscenza prefissato, è un'attività complessa e richiede uno studio specifico, opportunamente motivato e documentato che dovrà essere preventivamente sottoposto alla Stazione Appaltante per la sua approvazione.

Al contrario, si assiste nella pratica professionale, all'applicazione automatica di alcune tabelle suggerite dalla Circolare 2/02/2009 n. 617/C.S.LL.PP. che, per esplicita indicazione della stessa norma, rappresenterebbero delle "*Definizioni orientative dei livelli di rilievo e prove*", aventi "*valore indicativo*" e che vanno adattati ai singoli casi in relazione a molteplici aspetti.

Ai fini della definizione dei fattori di confidenza da adottare nei calcoli per l'abbattimento delle resistenze dei materiali acquisite, la normativa distingue i sottoelencati tre livelli di conoscenza:

- LC1: Conoscenza Limitata
- LC2: Conoscenza Adeguata
- LC3: Conoscenza Accurata

Al professionista incaricato è richiesto di raggiungere un livello di conoscenza adeguata degli immobili (LC2). La scelta ed il numero di elementi da sottoporre ad indagine dovrà essere proporzionata alle dimensioni dell'edificio, fornire valori esaustivi delle resistenze meccaniche dei materiali strutturali richiedendo, se necessario, un numero di prove eventualmente maggiore rispetto a quello indicato in normativa per il corrispondente livello di conoscenza.

Il previsto "livello di conoscenza adeguata" può essere raggiunta anche per passi successivi, coinvolgendo dapprima un numero minimo di elementi strutturali e, nel caso in cui le prove su questi ultimi fornissero valori incongruenti e dispersivi, procedendo ad una seconda fase di estensione diagnostica.

Nella scelta degli elementi sarà utile, inoltre, contemperare sia gli aspetti più propriamente di tipo strutturale, sia quelli di natura economica.



### 3.6 Elaborazione del piano di indagini strutturali

Le prove in situ ed in laboratorio sono finalizzate ad integrare le informazioni disponibili dai disegni costruttivi o da un progetto simulato, eseguito secondo la pratica dell'epoca della costruzione.

Le indagini di laboratorio dovranno essere adeguatamente giustificate e comunque eseguite solo dopo aver condotto valutazioni preliminari che ne definiscano chiaramente l'obiettivo e le modalità di esecuzione. Tali indagini dovranno essere inquadrare in un progetto diagnostico complessivo, che dovrà essere sottoposto alla preventiva approvazione degli Enti di controllo sovraordinati.

Per la determinazione delle proprietà meccaniche e dello stato di consistenza e degrado del calcestruzzo sono disponibili diverse tecniche di indagine, sia distruttive, sia non distruttive, tra le quali:

- meccaniche: indice sclerometrico, prove di estrazione, prove di penetrazione, carotaggio;
- soniche: metodo ultrasonico;
- combinate: a due parametri (SonReb);
- elettromagnetiche: radiografia, termografia, georadar;
- chimiche: profondità di carbonatazione, penetrazione dei cloruri.

Per la determinazione delle proprietà meccaniche e dello stato di degrado delle armature sono disponibili tecniche di indagine sia distruttive, sia non distruttive, tra le quali:

- rilievo delle armature: pacometro, radiografia;
- corrosione: misura del potenziale elettrochimico;
- proprietà meccaniche: prelievo di campioni.

Per la descrizione delle tecniche da impiegare per la valutazione delle caratteristiche meccaniche e dello stato di degrado delle strutture in cemento armato si rimanda alle istruzioni della normativa tecnica e alle specifiche norme UNI in vigore.

Per la determinazione delle proprietà meccaniche e dello stato di consistenza e degrado delle murature sono disponibili diverse tecniche di indagine, sia distruttive, sia non distruttive, tra le quali:

- endoscopia;
- martinetti piatti e/o doppi;
- prove meccaniche dirette eseguite su blocchi di materiale estratto dalla muratura;
- prove di caratterizzazione meccanica delle malte.

Per la descrizione delle tecniche da impiegare per la valutazione delle caratteristiche meccaniche e dello stato di consistenza e di degrado delle murature si rinvia alle istruzioni della normativa tecnica e le specifiche norme UNI in vigore.

Con riguardo alla determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera, come peraltro richiesto dalle norme, risulta essenziale la preliminare valutazione del grado di omogeneità



dei getti, conseguenza di diversi fattori quali l'epoca di costruzione, la produzione industriale o in cantiere del calcestruzzo, l'efficacia e l'affidabilità dei controlli documentati in fase di esecuzione e collaudo, l'eventuale suddivisione in lotti delle fasi costruttive, la presenza di dissesti o anomalie locali, o comunque circoscrivibili, e molti altri, da valutarsi caso per caso.

Considerazioni analoghe sono richiamabili per le strutture in muratura portante. In accordo con le norme vigenti, ogni gruppo di prove sui materiali deve riguardare porzioni di edificio realizzate con materiali omogenei e:

*“Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche ... I valori di progetto delle resistenze meccaniche dei materiali verranno valutati sulla base delle indagini e delle prove effettuate sulla struttura, tenendo motivatamente conto dell'entità delle dispersioni, prescindendo dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni.”*

E' evidente che, in tale scenario, la redazione del piano delle indagini deve essere rapportato all'edificio e deve scaturire da una attenta analisi documentale oltre che da ispezioni in sito e prove preliminari.

Il piano delle indagini, allora, nel caso dell'edificio oggetto dell'incarico, sarà redatto secondo uno schema che si può riassumere come segue:

- a) analisi della documentazione disponibile (disegni, relazioni, certificati di prova, atti di collaudo, ecc.) e valutazione preliminare della sua affidabilità anche attraverso riscontri in sito;
- b) ispezioni visive ad occhio nudo e con camera ad infrarossi ad elevata sensibilità al fine di individuare i diversi corpi di fabbrica, la presenza di giunti (anche solo di costruzione), la tipologia strutturale, la presenza di dissesti o altre anomalie riscontrabili (fessurazione a carico di elementi strutturali e/o di finitura, cedimenti, ecc.);
- c) esecuzione di una prima campagna di prove non distruttive (in particolare di tipo SonReb per gli elementi in c.a.) al fine di valutare perlomeno la omogeneità dei getti e stimare (senza pretese di accuratezza) la classe di resistenza della/e miscela/e di calcestruzzo in opera;
- d) sulla base delle indicazioni rivenienti dalle attività precedentemente indicate e in relazione al livello di conoscenza che si converrà di raggiungere con l'Amministrazione Committente (anche sulla base di apposita analisi costi/benefici da implementare a cura dei Professionisti incaricati), individuazione delle prove distruttive (carotaggi, prove con martinetto piatto semplice e doppio, prove di resistenza a rottura di conci di muratura portante) da eseguire a completamento dell'attività;
- e) esecuzione di eventuali prove integrative e/o ripetizione di prove ritenute inaffidabili, a seguito della elaborazione statistica dei risultati di tutte le prove.

Si precisa che la campagna diagnostica sulle strutture di cui al presente disciplinare dovranno essere affidate, a laboratori ufficiali in possesso di autorizzazione ministeriale ex art. 59 del D.P.R. 380/2001, sulla base del piano di indagini diagnostiche elaborato dal



professionista incaricato della valutazione della sicurezza. Quest'ultimo, in ogni caso, dovrà assistere, coordinare e sovrintendere all'esecuzione delle prove ed interpretarne i risultati.

Il piano delle indagini da redigere, oltre alla indicazione della tipologia e del numero delle prove da eseguire con la relativa stima economica, conterrà un disciplinare tecnico con descrizione dettagliata delle prove da eseguire in ordine a:

- preparazione del punto di indagine (localizzazione, rimozione dell'intonaco, ecc.);
- valutazioni preliminari (presenza di armature, presenza di fessurazioni, granulometria degli inerti, ecc.);
- specifiche tecniche dei provini e loro preparazione, norme tecniche cui fare riferimento);
- oneri a carico dell'impresa (ponteggi, puntellamenti, sistemi per la riduzione delle emissioni di polveri e di rumore, raccolta di acque e fanghi di carotaggio, pulizia finale dei luoghi, ripristino di strutture e finiture a seguito delle prove, ecc.);
- criteri di accettazione della prova e oneri di ripetizione in caso di non accettazione.

Tutte le prove saranno inoltre preventivamente localizzate sulle piante dei vari piani degli edifici, salvo la facoltà di modifica in corso d'opera in relazione a necessità sopravvenute o ai risultati che via via saranno disponibili.

Nell'incarico professionale è pertanto compresa la redazione di tutte le eventuali variazioni al piano di indagini diagnostiche strutturali che dovessero rendersi necessarie durante il corso dell'esecuzione delle prove in situ da parte del laboratorio.

### **3.7 Criteri generali per l'individuazione degli elementi strutturali da indagare.**

L'individuazione corretta del valore di resistenza caratteristica del calcestruzzo e della muratura e la definizione analitica dei carichi agenti sono passaggi fondamentali ed obbligati per il professionista che intende condurre i successivi passaggi di modellazione e verifica statica e sismica dell'edificio esistente.

Occorre inoltre indagare sugli orizzontamenti, sugli elementi strutturali costitutivi, sulle loro effettive rigidità e resistenza al fine di accertare la corretta ripartizione delle azioni orizzontali sugli elementi strutturali verticali.

L'insieme degli elementi strutturali da indagare deve costituire un campione statistico significativo capace di rappresentare esaurientemente le caratteristiche geometriche, meccaniche e materiali medie della struttura nella sua interezza.

Le prove di tipo distruttivo dovranno essere localizzate preferibilmente nelle parti delle strutture meno sollecitate al fine di evitare qualsiasi indebolimento strutturale che possa causare traumi strutturali o danni irreversibili (anche agli elementi di completamento) o rischio per la incolumità di persone. Ove necessario dovrà prevedersi la realizzazione di opportune opere provvisorie (puntellamenti, incatenamenti, cerchiature, ecc.) o interventi temporanei di rinforzo locale.



Gli elementi strutturali da sottoporre ad indagine, la tipologia ed il numero di prove da effettuare sugli stessi dovranno essere chiaramente rappresentati in specifici elaborati grafici che costituiranno, insieme ad un'esauriente relazione tecnica di accompagnamento ed alla stima del costo delle prove (sotto forma di computo metrico estimativo), il piano delle indagini diagnostiche strutturali del fabbricato.

### **3.8 Elaborazione ed interpretazione dei risultati delle prove.**

L'elaborazione e le analisi statistiche dei risultati delle prove per la caratterizzazione meccanica dei materiali risultano essenziali al fine di ottenere dati più realistici da utilizzare nelle valutazioni numeriche. Come è noto il dato 'grossolano' della media aritmetica può differire sensibilmente rispetto al valore caratteristico della resistenza a compressione del materiale (calcestruzzo o muratura) in opera. Nel caso in esame, considerata l'importanza dell'edificio e le sue dimensioni, sarà possibile eseguire un trattamento statistico dei dati, in grado di valutare la distribuzione statistica che più si adatta ai dati sperimentali e, da questa, ricavare il valore più probabile della resistenza caratteristica. L'analisi sarà eseguita per gruppi di dati sperimentali che si riveleranno omogenei, secondo opportune aggregazioni che sulla base di parametri statistici prefissati (e.g. coefficiente di variazione, scarto quadratico medio) presenteranno una più marcata correlazione statistica.

L'aggregazione dei dati sarà eseguita per tentativi, sulla base dei valori sperimentali ottenuti e in considerazione alla possibile differenziazione dei materiali all'interno dell'edificio (per corpo di fabbrica, per piano, per epoca di realizzazione, per elementi costruttivi quali travi, pilastri, pareti o fondazioni, ecc.).

E' evidente che l'ottenimento di valori differenziati di resistenza per porzioni di edificio (o per elementi strutturali diversi) permetterà di ottenere valutazioni della sicurezza più realistiche e, in seguito, di progettare interventi mirati di rinforzo o adeguamento statico e sismico, circoscrivendo gli interventi stessi agli elementi effettivamente più vulnerabili e garantendo, così, la riduzione e l'invasività dei lavori da eseguire e la minimizzazione dei relativi costi, a parità naturalmente di sicurezza dell'opera.

Al fine di ridurre l'impatto strutturale e l'invasività delle prove distruttive, il piano delle indagini contemplerà la esecuzione di prove indirette per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo. Tra le varie tecnologie disponibili, con riferimento al calcestruzzo strutturale, sarà impiegato il metodo cosiddetto 'SonReb' ottenuto, come è noto, dalla combinazione dei risultati di prove sclerometriche e i risultati di prove di determinazione della velocità di propagazione di impulsi ultrasonici.

La esecuzione corretta della prova richiede particolari accortezze, come espressamente richiesto dalle norme italiane in materia (NTC2018, linee guida del C.S.LL.PP.) e come raccomandato dalla più accreditata letteratura tecnica internazionale. Come è noto, infatti, la prova non fornisce direttamente il valore della resistenza a compressione del calcestruzzo ma dei parametri (indice sclerometrico e velocità ultrasonica) che possono essere messi in correlazione con la resistenza in questione attraverso un'apposita analisi di regressione che non può prescindere dal risultato di prove dirette eseguite sullo stesso calcestruzzo in esame. L'analisi di regressione, in sostanza, permette di costruire una funzione - la cui attendibilità è stimabile sul piano statistico - sulla base di un certo numero di risultati noti



di prove dirette e indirette eseguite negli stessi punti. Ricavata tale funzione, è poi possibile stimare la resistenza del calcestruzzo sulla base dei soli risultati delle prove indirette.

Non saranno accettate relazioni di correlazione ‘preconfezionate’, semplicemente riprese dalla letteratura tecnica e prive di reale attinenza con i materiali in fase di studio.

## 4. FASE C: Modellazioni e verifiche

### 4.1. Generalità

Sulla scorta dei dati raccolti e degli esiti delle prove diagnostiche dovranno essere effettuate le elaborazioni (analisi strutturali e modellazioni numeriche) finalizzate a confrontare la capacità di resistenza della struttura con la domanda corrispondente ai vari stati limite previsti dalla normativa.

Le indicazioni riportate di seguito hanno solo la finalità di schematizzare l’articolazione delle fasi e delle prestazioni richieste e, ove non espressamente specificato, non possono in alcun modo essere ritenute alternative o sostitutive delle indicazioni di cui al D.M. 17.01.2018 e ad eventuali ulteriori norme specifiche di settore.

Per tutte le analisi di tipo numerico in seguito descritte dovranno essere:

1. illustrate e motivate le ipotesi alla base della modellazione numerica;
2. identificati (anche graficamente) gli schemi statici adottati;
3. dichiarati espressamente i valori numerici delle variabili coinvolte (parametri geometrici e dimensionali – forze e carichi applicati – caratteristiche meccaniche dei materiali) e le loro fonti di provenienza (i riferimenti normativi/bibliografici e/o le prove sperimentali da cui sono assunti i valori dati impiegati nei calcoli);
4. riportati i passaggi maggiormente significativi delle analisi svolte (parametri, formule, grandezze, grafici o risultati intermedi) utili alla comprensione dei risultati finali.
5. illustrati i risultati delle analisi anche attraverso elaborati di sintesi (grafici e/o tabelle riepilogative).

#### 4.1.1 Verifica nei confronti dei carichi gravitazionali

Le verifiche nei confronti dei carichi gravitazionali dovranno essere condotte per le fondazioni, per gli elementi strutturali in elevazione e per gli orizzontamenti, con i carichi propri e permanenti reali e con quelli variabili rivalutati in ragione dell’effettiva destinazione d’uso.

Dovranno essere riportati i dettagli delle singole verifiche condotte e dovrà essere sintetizzato l’esito delle stesse esprimendo un giudizio complessivo e motivato sulla capacità portante delle diverse tipologie di membrature. Qualora la capacità portante risulti inferiore a quella richiesta dalle attuali normative tecniche per le costruzioni con medesima classe e destinazione d’uso, il professionista dovrà definire eventuali limitazioni all’uso dell’edificio o altri provvedimenti urgenti, anche di tipo provvisorio e cautelare.

Il giudizio sulla capacità portante potrà essere differenziato per diverse porzioni dell’edificio secondo i risultati delle analisi numeriche.



### **4.1.2 Analisi dei meccanismi locali**

Dovranno essere valutati i valori di accelerazione al suolo ed i periodi di ritorno per i quali risultano attivati i singoli meccanismi di danneggiamento/collasso locale (o di “primo modo”), registrandoli in ordine decrescente di vulnerabilità.

Per ciascun tipo di meccanismo dovrà essere chiaramente illustrato lo schema statico/cinematico alla base del calcolo eseguito. Gli elementi/meccanismi investigati dovranno essere riportati in appositi elaborati grafici.

### **4.1.3 Analisi dei meccanismi globali**

Dovranno essere valutati i valori di accelerazione al suolo ed i periodi di ritorno per i quali risultano attivati i meccanismi di danneggiamento/collasso globale (o di “secondo modo”), evidenziando gli elementi che possono entrare progressivamente in crisi al crescere dell’accelerazione al suolo (salvo che per analisi ove questo tipo di verifica non sia richiesto – es. analisi statica non lineare per le murature).

I risultati saranno commentati, evidenziando le principali criticità (direzioni deboli, piani maggiormente vulnerabili, elementi sensibili, fasce di piano e/o maschi murari) e fornendo indicazioni circa eventuali interventi per il miglioramento della risposta sismica.

Il livello di approfondimento delle verifiche numeriche sarà legato alla complessità ed all’importanza della struttura. Andranno comunque eseguite verifiche preliminari di tipo approssimato che consentano un agevole controllo degli ordini di grandezza. Andranno inoltre evidenziate le vulnerabilità non valutabili numericamente o valutabili con scarsa affidabilità (normalmente legate a problematiche di faticenza di singoli elementi strutturali, collegamenti, ecc.) dando su di esse un giudizio esperto.

### **4.1.4 Modellazione della struttura - Metodo di analisi e criteri di verifica**

Il modello della struttura su cui verrà effettuata l’analisi deve rappresentare in modo adeguato la distribuzione di massa e rigidità effettiva considerando, laddove appropriato, anche il contributo degli elementi non strutturali.

In relazione alla tipologia strutturale, alle caratteristiche dei materiali, agli schemi resistenti alle forze verticali ed orizzontali ed alle vulnerabilità accertate il professionista deve inserire nel modello di calcolo tutti gli elementi ritenuti condizionanti per la capacità della struttura.

A titolo esemplificativo e non esaustivo si ricorda che è opportuno considerare, negli edifici in muratura:

- la disgregazione del paramento murario nel caso di tessitura fortemente irregolare, malte degradate e paramento scollegato in senso trasversale;
- ribaltamenti delle pareti fuori dal piano, se non ben ammorsate a quelle perpendicolari ed ai solai di piano (se
- sufficientemente rigidi e resistenti);
- elementi spingenti;
- pilastri isolati in muratura destinati a portare carico verticale;



- maschi murari corti chiamati a deformazioni angolari maggiori;
- lo stato di conservazione;

Negli edifici in cemento armato:

- la presenza di eccentricità tra centro di massa e di rigidezza;
- la presenza di piani a minor rigidezza o minor resistenza;
- la presenza di tamponature irregolari, sia in pianta, sia in altezza;
- i possibili effetti della tamponatura sulle zone di estremità dei pilastri, anche con modelli semplificati;
- la presenza di finestre a nastro che possono comportare l'insorgere di meccanismi fragili nei pilastri;
- fondazioni a quote diverse;
- lo stato di conservazione.

#### 4.1.5 Risultati dell'analisi: Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per S.L.

La valutazione della sicurezza consiste nel determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC2018, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali.

L'entità dell'azione sismica sostenibile è denominata **Capacità**, l'entità dell'azione sismica attesa è denominata **Domanda**. Entrambe vanno determinate per gli stati limite considerati.

Un modo sintetico ed esaustivo di esprimere l'entità dell'azione sismica, e quindi di Capacità e Domanda è il relativo periodo di ritorno  $TR$ , tuttavia è opportuno riportare i risultati della valutazione anche in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo, anche se questa grandezza, da sola, non descrive l'intero spettro, ma solo un punto di esso.

Viene quindi richiesto di determinare e riportare in una tabella riepilogativa i valori di accelerazione al suolo ( $PGAC$ ) e di periodo di ritorno ( $TRC$ ) corrispondenti al raggiungimento dei diversi stati limite:

**PGACLC** = capacità per lo stato limite di prevenzione del collasso ( $SLC$ ) – la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

**PGACLV** = capacità per lo stato limite di salvaguardia della vita ( $SLV$ ) - la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.



**PGACLD** = capacità per lo stato limite di danno (*SLD*) - la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

**PGACLO** = capacità per lo stato limite di operatività (*SLO*) la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi.

Analogamente per i periodi di ritorno TRC, gli indici diventano TRCLC, TRCLV, TRCLD e TRCLO rispettivamente per gli stati limite SLC, SLV, SLD ed SLO. Vanno determinati e riportati nella tabella riepilogativa i soli valori relativi agli stati limite considerati nell'analisi.

Si ribadisce che per gli edifici in oggetto è richiesta la verifica nei confronti dello stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) e nei confronti dei due stati limite di esercizio (SLO e SLD).

I diversi stati limite possono essere raggiunti per differenti elementi o meccanismi: ad esempio per il superamento della resistenza di elementi fragili (taglio o nodi) o per il superamento della capacità di deformazione di elementi duttili (rotazione rispetto alla corda). In una tabella riepilogativa andranno riportati i valori di PGAC e TRC corrispondenti all'attivazione dei diversi SL per diversi elementi o meccanismi.

Il Professionista incaricato non dovrà fermare l'analisi all'attivazione del primo meccanismo, ma dovrà spingerla oltre in modo da valutare cosa accadrebbe alla struttura se quel meccanismo venisse disattivato grazie ad un opportuno e mirato intervento. In altri termini, la prosecuzione dell'analisi oltre il primo meccanismo è utile per capire quale sia la possibilità di miglioramento della risposta della struttura e quali siano (almeno dal punto di vista concettuale) i possibili futuri interventi.

#### 4.1.6 Valori di riferimento

I valori che caratterizzano la Capacità devono essere confrontati con i valori che caratterizzano la domanda per i diversi stati limite, in termini sia di accelerazioni al suolo, sia di periodi di ritorno dell'azione sismica di riferimento (le grandezze di interesse si determinano dall'Allegato A alle NTC2018 tenendo conto dei periodi di riferimento, degli effetti di modifica locale dell'azione sismica e dello stato limite considerato). Si determina la Domanda in termini di PGA definendo, per gli stati limite considerati nella verifica, i valori delle accelerazioni di picco al suolo: PGADLC, PGADLV, PGADLD, PGADLO e i valori dei periodi di ritorno associati all'azione sismica: TRDLC, TRDLV, TRDLD e TRDLO rispettivamente per gli stati limite SLC, SLV, SLD ed SLO.

#### 4.1.7 Indicatori di rischio

Si definiscono e quindi dovranno essere quantificati due tipi di indicatori di rischio: il primo dato dal rapporto fra capacità e domanda in termini di PGA ed il secondo espresso dall'analogo rapporto fra i periodi di ritorno dell'azione sismica. Il primo rapporto è



concettualmente lo stesso utilizzato come indicatore di rischio per le verifiche sismiche effettuate in coerenza con gli allegati all'Ordinanza 3274/03 e s.m.i. e con il Decreto del Capo Dipartimento di Protezione Civile n. 3685/03. Tale indicatore, nel nuovo quadro normativo di riferimento determinatosi con le nuove NTC, non è sufficiente a descrivere compiutamente il rapporto fra le azioni sismiche, vista la maggiore articolazione della definizione di queste ultime. Esso, tuttavia, continua a rappresentare una "scala di percezione" del rischio, ormai largamente utilizzata e con la quale è bene mantenere un'affinità.

Viene quindi introdotto il secondo rapporto, fra i periodi di ritorno di Capacità e Domanda. Quest'ultimo, però, darebbe luogo ad una scala di rischio molto diversa a causa della conformazione delle curve di pericolosità (accelerazione o ordinata spettrale in funzione del periodo di ritorno), che sono tipicamente concave. Al fine di ottenere una scala di rischio simile alla precedente, quindi, il rapporto fra i periodi propri viene elevato ad un coefficiente "**a**" =  $1/2,43$  ottenuto dall'analisi statistica delle curve di pericolosità a livello nazionale. **auc** è un indicatore del rischio di collasso, **auv** del rischio per la vita, mentre **aeD** è un indicatore del rischio di inagibilità dell'opera ed **aeO** del rischio di non operatività. Valori prossimi o superiori all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle norme; valori bassi, prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio.

Gli indicatori di rischio, potranno essere utilizzati per determinare scale di priorità di intervento e quindi per la programmazione degli eventuali interventi.

Il professionista dovrà integrare i valori numerici degli indicatori ottenuti con considerazioni chiare tipiche della Valutazione (tecnica) della sicurezza per determinare se: l'uso della costruzione possa continuare senza interventi; l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso); sia necessario o opportuno procedere ad aumentare o ripristinare la capacità portante.

## 4.2 Indagini geologiche e geotecniche

Al fine di raggiungere l'obiettivo minimo che valuti, per l'opera da verificare, i livelli di accelerazione al suolo corrispondenti al raggiungimento dei differenti stati limite ed i loro rapporti con le accelerazioni di riferimento è necessario individuare le situazioni geologiche e geotecniche al contorno dell'area di sedime dell'opera nelle loro situazioni attuali e nel loro stato evolutivo.

Risulta, quindi, determinante ai fini della comprensione del sito e della verifica sismica dell'edificio una corretta e completa ricostruzione dei modelli geologico e geotecnico all'interno dei quali inserire la struttura in oggetto.

Per questo motivo potrebbero essere necessarie indagini specialistiche sulle strutture e sui terreni di fondazione per raggiungere i livelli di conoscenza previsti.

I modelli geologico e geotecnico dovranno ricostruire i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e geotecnici dell'area di sedime.



Il Professionista incaricato della verifica, una volta raccolti tutti i dati geologici e geotecnici dovrà indicare chiaramente in quale categoria di suolo di fondazione si attesta l'opera in verifica.

L'obiettivo è eseguire la verifica nel modo più idoneo al fine di ottenere il livello di rischio dell'opera associato alla effettiva situazione geologico/geotecnica.

## 5. FASE D: Sintesi dei risultati

Ferma restando la necessità di redazione di tutti gli elaborati previsti dalla normativa vigente, come riepilogate al paragrafo C10 della Circolare 2 febbraio 2009, n.617, le risultanze delle attività di valutazione della sicurezza dovranno essere compendiate in apposito documento consuntivo nel quale saranno:

- sintetizzati gli elementi salienti tra quelli descritti nei paragrafi precedenti (sintesi del percorso conoscitivo);
- riepilogate le problematiche emerse e le relative indicazioni sui possibili rimedi (criticità riscontrate e possibili rimedi).

### 5.1 Sintesi del percorso conoscitivo

Al termine della verifica dovrà essere sintetizzato tutto il percorso conoscitivo, dai sopralluoghi preliminari, al materiale informativo reperito, alle modalità di rilievo geometrico, materico e strutturale, all'analisi dei dissesti riscontrati, ai saggi effettuati, ai modelli ed alle analisi numeriche condotte.

### 5.2 - Criticità riscontrate e possibili rimedi

In questo punto vengono sintetizzati e commentati i risultati delle analisi, sia qualitative che numeriche, esprimendo un giudizio generale sul fabbricato, con riferimento ai quattro principali campi di indagine:

1. vulnerabilità non quantificabili;
2. verifiche nei confronti dei carichi statici;
3. analisi dei meccanismi locali;
4. analisi dei meccanismi globali.

Questo paragrafo è rivolto in modo particolare al Committente: sia il linguaggio che il contenuto deve essere adeguato a tale scopo. In particolare, dovranno essere chiaramente evidenziati:

- a) le eventuali limitazioni all'uso della costruzione (es. portata dei diversi campi di solaio);
- b) le vulnerabilità "non quantificabili" riscontrate;
- c) i livelli di sicurezza nei confronti dell'azione sismica, individuando i meccanismi (locali e globali) che, al crescere dell'input, progressivamente si attivano;
- d) l'indicazione dei principali interventi di consolidamento necessari per la mitigazione delle vulnerabilità riscontrate (interventi di miglioramento o



adeguamento, riparazioni o interventi locali che interessino elementi isolati e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti) con una stima sommaria dei relativi costi.

- e) il documento consuntivo dovrà essere completo, per ciascun edificio, della "Scheda di Sintesi di Livello 0" e dalla Scheda di sintesi di livello 1 e 2 della verifica sismica di edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico, adottate dal Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio Servizio Sismico Nazionale, compilate con gli appositi software.

Infine dovranno essere riportati gli indicatori di rischio di collasso e di inagibilità.

## 6. Tempi di esecuzione dell'incarico

La "relazione metodologica" di cui alla FASE A dovrà essere consegnata entro 8 giorni dalla data di affidamento.

L'Analisi storico-critica, piano di indagini, prove ed interpretazione dei risultati di cui alla FASE B dovranno essere consegnati entro 20 giorni dalla formale approvazione da parte del Rup della "relazione metodologica".

La modellazione e verifiche di cui alla FASE C dovranno essere consegnati entro 15 giorni dalla FASE B.

La sintesi dei risultati di cui alla FASE D dovranno essere consegnati entro 15 giorni dalla FASE C.

## 7. Oneri del soggetto affidatario

Il Professionista si impegna a proprie spese:

- a far eseguire le indagini diagnostiche ritenute necessarie, di tipo non distruttivo;
- a far eseguire l'analisi dei materiali da laboratori ufficiali o in possesso dell'autorizzazione prevista dalle norme vigenti in materia ed a fornire le certificazioni ottenute alla stazione appaltante in allegato alla "Relazione Finale"
- a far eseguire indagini geologiche in situ di qualsiasi natura, compreso i costi per le prove in laboratorio autorizzato;

Il Professionista si impegna, senza ulteriori compensi e su richiesta dell'AdSP a:

- a) partecipare a riunioni collegiali indette dall'amministrazione per l'illustrazione dell'attività in corso e dell'attività programmata,

Su richiesta dell'AdSP;

- a relazionare sulle operazioni svolte e sulle metodologie eseguite;
- a presenziare durante l'esecuzione delle indagini sulle strutture e sulle fondazioni.

Il mancato rispetto di quanto stabilito potrà determinare la risoluzione del contratto.

Resta a carico del soggetto affidatario ogni onere strumentale e organizzativo necessario per l'espletamento delle prestazioni.



Il professionista nell'espletamento dell'incarico è obbligato all'osservanza delle norme di cui agli articoli 2222 e seguenti del Codice Civile e della deontologia professionale. E' altresì obbligato all'osservanza della normativa vigente in materia correlata con l'oggetto di incarico, alle norme tecniche prescritte da leggi, decreti e circolari specifiche, vigenti al momento dell'espletamento dell'incarico la cui applicazione sia obbligatoria o anche solo opportuna al fine di ottenere la migliore tutela nell'interesse dell'AdSP.

L'incaricato dovrà espletare le proprie prestazioni professionali, nel conseguimento dell'interesse pubblico, evitando aggravii all'amministrazione comunale, non intralciando in alcun modo il normale svolgimento delle attività che trovano sede all'interno dell'edificio oggetto di intervento, secondo le prescrizioni organizzative impartite dalla stessa stazione appaltante.

L'incarico sarà svolto sotto la supervisione del RUP il quale si riserva in qualsiasi momento l'insindacabile facoltà di impartire istruzioni e direttive.

L'inosservanza delle suddette prescrizioni costituisce inadempienza contrattuale e può comportare la risoluzione del contratto.

## 8. Importo del servizio

### **Verifica sismica dell'edificio: O.P.C.M. n. 3362 dell'8/7/04**

Per gli edifici il costo convenzionale di verifica comprensivo delle indagini necessarie, è definito in funzione del volume totale dell'edificio, espresso in metri cubi e valutato dallo spiccato delle fondazioni, ed è pari:

- per edifici con volume fino a 10.000 mc al prodotto del volume dell'edificio per un costo unitario di 2,50 €/mc, con un minimo di 3.000 €/edificio;
- per edifici con volume superiore a 10.000 mc e fino a 30.000 mc alla somma del costo previsto per un edificio di 10.000 mc e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 10.000 mc ed un costo unitario di 1,80 €/mc;
- per edifici con volume superiore a 30.000 mc e fino a 60.000 mc alla somma del costo previsto per un edificio di 30.000 mc e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 30.000 mc ed un costo unitario di 1,20 €/mc;
- per edifici con volume superiore a 60.000 mc e fino a 100.000 mc alla somma del costo previsto per un edificio di 60.000 mc e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 60.000 mc ed un costo unitario di 0,60 €/mc;
- per edifici con volume superiore a 100.000 mc alla somma del costo previsto per un edificio di 100.000 mc e del prodotto fra il volume dell'edificio eccedente 100.000 mc ed un costo unitario di 0,30 €/mc.

L'ammontare presunto dell'onorario finale, come risulta dal seguente schema di parcella, comprensivo delle spese:

Cubatura dell'edificio mc. 24.792

mc 10.000 x 2,50 €/mc

€ 25.000,00



mc 14.792 x 1,80 €/mc	€ 26.625,60
Totale Onorario	€ 51.625,60
Spese 30%	€ 15.487,68
<b>Totale Onorari e spese</b>	<b>€ 67.113,28</b>
INARCASSA 4%	€ 2.684,53
Imponibile IVA 22%	€ 15355,52
Totale	€ 85.153,33

## 9. Documenti e normative di riferimento

Gli elaborati di verifica e il loro contenuto tecnico devono risultare coerenti con i seguenti documenti e normative che costituiscono parte integrante e sostanziale delle presenti istruzioni tecniche:

- D.M. 17/01/2018;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617;
- D.P.C.M. 09/02/2011 “*Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008*” (Gazzetta Ufficiale del 26/02/2011 n.47);
- O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i.
- D.P.R. n.380/2001 e ss.mm.ii.
- D.Lgs. n.50/2016 e relative Linee Guida ANAC;
- D.P.R. 207/2010 per la parte ancora in vigore;

Per quanto non diversamente specificato nelle NTC, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea;
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione delle NTC e per quanto non in contrasto con esse, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni e Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.);
- Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi ed impianti – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione civile – Giugno 2009;
- Linee guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni – Dipartimento Protezione Civile – ReLUIS – 2009.



## **Il presente documento costituisce parte integrante e sostanziale del contratto.**

### **Sommario**

1. Premessa .....	1
1.1 Ricerca ed acquisizione dei dati.....	2
1.2 Ispezioni.....	2
1.3 Saggi. ....	2
1.4 Prove. ....	2
1.5 Ricalcolazioni. ....	3
1.6 Giudizio sulla sicurezza strutturale.....	3
1.7 Provvedimenti.....	3
2. FASE A: Relazione metodologica .....	3
3. FASE B: Analisi storico-critica, piano di indagini, prove ed interpretazione dei risultati .....	4
3.1 Reperimento degli elaborati progettuali/atti .....	4
3.2 Rilievo strutturale.....	4
3.3 Caratteristiche geomorfologiche del sito .....	6
3.4 Quadro fessurativo e/o di degrado .....	6
3.5 Determinazione dei livelli di conoscenza .....	6
3.6 Elaborazione del piano di indagini strutturali .....	8
3.7 Criteri generali per l'individuazione degli elementi strutturali da indagare... 10	
3.8 Elaborazione ed interpretazione dei risultati delle prove.....	11
4. FASE C: Modellazioni e verifiche.....	12
4.1. Generalità.....	12
4.1.1 Verifica nei confronti dei carichi gravitazionali .....	12
4.1.2 Analisi dei meccanismi locali .....	13
4.1.3 Analisi dei meccanismi globali .....	13
4.1.4 Modellazione della struttura - Metodo di analisi e criteri di verifica .....	13
4.1.5 Risultati dell'analisi: Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per S.L. ....	14
4.1.6 Valori di riferimento .....	15
4.1.7 Indicatori di rischio .....	15
4.2 Indagini geologiche e geotecniche.....	16
5. FASE D: Sintesi dei risultati.....	17
5.1 Sintesi del percorso conoscitivo.....	17
	21



5.2 - Criticità riscontrate e possibili rimedi .....	17
6. Tempi di esecuzione dell'incarico .....	18
7. Oneri del soggetto affidatario .....	18
8. Importo del servizio .....	19
9. Documenti e normative di riferimento.....	20

F.to  
Il Dirigente dell' Area Tecnica  
e R.U.P.  
Ing. Alessandro Meloni