

**LINEA GUIDA E INDICAZIONI TECNICHE GENERALI**

per l'esecuzione delle verifiche di sicurezza strutturale e vulnerabilità sismica,  
classificazione e rischio sismico degli edifici di proprietà comunale

## Sommario

Premesse – Generalità .....	3
1. Ricostruzione storico-critica dell'edificio;.....	4
2. Definizione del rischio sismico del territorio in cui inserito l'edificio.....	4
2.1. Indagini geologiche e geotecniche .....	4
2.2. Indagini, caratterizzazione e modellazione geologica.....	4
2.3. Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica.....	5
2.4. Indicazione sulla categoria del suolo di fondazione.....	5
3. Valutazione dell'esposizione al rischio sismico dell'edificio .....	6
3.1. Vita nominale per tipi di opere .....	6
3.2. Classi d'Uso .....	6
3.3. Periodo di riferimento .....	6
4. Valutazione azione sismica .....	6
4.1. Stati limite e relative probabilità di superamento .....	6
4.2. Azione sismica di riferimento.....	7
5. Rilievo geometrico e strutturale dell'edificio .....	7
6. Esecuzione di indagini e prove in situ per la caratterizzazione meccanica dei materiali e dettagli costruttivi.....	9
6.1. Caratterizzazione Meccanica dei Calcestruzzi .....	9
6.2. Caratterizzazione Meccanica degli Acciai .....	10
6.3. Caratterizzazione Meccanica delle Murature.....	10
7. Verifica della sicurezza in presenza di azioni sismiche .....	10
7.1. Verifica nei confronti delle azioni sismiche .....	11
7.2. Fattori di confidenza.....	11
7.3. Regolarità dell'edificio in pianta ed elevazione .....	11
7.4. Analisi dei meccanismi globali.....	11
7.5. Vulnerabilità specifiche non quantificabili e degradi.....	11
7.6. Capacità in termini di accelerazione al suolo e tempo di ritorno .....	12
8. Valutazione dell'indice di rischio sismico.....	12
9. Classificazione sismica.....	13
10. Valutazione degli interventi di miglioramento/adequamento sismico .....	13
11. Valutazione dell'incremento di capacità sismica conseguibile con gli interventi.....	13
Risultati – Documentazione tecnica da produrre.....	13
Restituzione documenti e precisazioni .....	15
Normative di riferimento.....	15

## Premesse – Generalità

Il presente documento fornisce istruzioni tecniche per lo svolgimento delle attività relative alle verifiche di sicurezza strutturale, vulnerabilità sismica, classificazione e rischio sismico degli immobili di proprietà del Comune di Peschiera Borromeo.

I servizi tecnici sono finalizzati alla verifica tecnica di sicurezza strutturale, verifica di vulnerabilità sismica e rischio sismico, verifica di vulnerabilità degli elementi non strutturali, l'indicazione degli interventi di miglioramento/adequamento necessari per la mitigazione delle vulnerabilità riscontrate, compilazione di schede di sintesi della verifica sismica, di alcuni edifici scolastici di proprietà del Comune di Peschiera Borromeo mediante rilievi, campagne di indagini diagnostiche e relative attività edili accessorie, modellazioni numeriche, analisi strutturali, tenuto conto della necessità di garantire l'erogazione dei servizi pubblici in strutture aperte al pubblico e suscettibili di affollamento.

Le attività dovranno essere condotte in conformità alle vigenti norme tecniche statali e regionali, con particolare riferimento al DM 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni e s.m.i, la Circolare applicativa delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (Circ. 02/02/09 n°617) e s.m.i, le Ordinanze Presidente Consiglio dei Ministri 3274, 3431,3362, i DM n.58-65/2017, le Norme sulle opere pubbliche (Dlgs n° 50/2016 e DPR 207/10 per le parti vigenti), il Dlgs. 81/2008 e s.m.i e, in quanto compatibili, al Capitolato Tecnico e Linee Guida e relativi allegati, a corredo del Disciplinare di gara.

Le verifiche andranno svolte tenendo conto delle caratteristiche morfologiche degli edifici, sia come entità strutturale singola, sia come aggregato strutturale, tenendo in debito conto delle possibili interazioni tra edifici adiacenti. Un aggregato strutturale è costituito da un insieme di elementi strutturali non omogenei e che possono interagire sotto un'azione sismica (o dinamica in genere). Un aggregato strutturale può essere costituito da uno o più edifici accorpati e, per accorpamento, si deve intendere un contatto, o un collegamento, più o meno efficace tra edifici con caratteristiche costruttive generalmente diverse.

La presenza di un giunto di separazione, ove ritenuto efficace ai fini sismici, dà luogo alla individuazione di due aggregati strutturali ben distinti; all'interno degli aggregati strutturali si individuano gli edifici, definiti come *unità strutturali* omogenee da cielo a terra e, in genere, distinguibili dagli altri adiacenti per almeno una delle seguenti caratteristiche che individua un comportamento dinamico distinto:

- ✓ tipologia costruttiva;
- ✓ differenza di altezza;
- ✓ irregolarità planimetrica con parti non collegate efficacemente;
- ✓ età di costruzione;
- ✓ sfalsamento dei piani;
- ✓ talvolta, ristrutturazioni da cielo a terra.

Per le attività di verifica oggetto dell'incarico, sono stati identificati alcuni passaggi fondamentali che prevedono l'acquisizione dei dati relativi al contesto territoriale, delle caratteristiche strutturali necessarie alla modellazione matematica dell'edificio e l'analisi numerica tesa alla valutazione della sicurezza globale e locale per ogni stato limite considerato e sulla base delle quali dovrà essere articolata la prestazione e la relativa documentazione prodotta ed in particolare.

1. Ricostruzione storico-critica dell'edificio;
2. Definizione del rischio sismico del territorio in cui inserito l'edificio;
3. Valutazione della esposizione al rischio sismico dell'edificio;
4. Valutazione azione sismica;
5. Rilievo geometrico e strutturale dell'edificio;
6. Esecuzione di indagini e prove in situ per la caratterizzazione meccanica dei materiali e dettagli costruttivi;
7. Verifica della sicurezza in presenza di azioni sismiche;
8. Valutazione dell'indice di rischio sismico;
9. Classificazione sismica;
10. Valutazione degli interventi di miglioramento/adequamento sismico;

11. Valutazione dell'incremento di capacità sismica conseguibile con gli interventi proposti.

Di seguito si forniscono le linee guida che costituiscono parte integrante del contratto.

## **1. Ricostruzione storico-critica dell'edificio;**

La conoscenza del processo di costruzione di un edificio, le sue successive modifiche e gli eventi straordinari che lo hanno interessato sono elementi fondamentali per valutarne un eventuale stato di danno e individuarne le possibili vulnerabilità.

Le NTC 2008, citano che *“ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato”*.

L'Ente metterà a disposizione i principali dati informativi, geometrici, gli elaborati e la documentazione che risultano depositate agli atti ed in possesso dell'Amministrazione (es. disegni architettonici, elaborati strutturali, relazioni di calcolo, certificati di collaudo, documenti di cantiere, notizie storiche sul progetto, normativa vigenti all'epoca, modifiche successive alla realizzazione, condizioni di manutenzione, interventi di rafforzamento già eseguiti, relazioni geologiche del territorio in cui inserito l'edificio, studi di microzonazione sismica di primo e secondo livello, ecc.) La stessa dovrà essere verificata a cura e spesa del professionista e nulla potrà pretendere dal committente nel caso di non rispondenza alla situazione reale.

## **2. Definizione del rischio sismico del territorio in cui inserito l'edificio**

La definizione del rischio sismico parte dallo studio del territorio in cui è inserito l'edificio. Le mappature sismiche allegare alle normative, definiscono una classificazione sismica territoriale a cui corrisponde una determinata pericolosità. Integrando le informazioni relative al terreno, si correla la pericolosità territoriale, definita dalle mappature, alle vulnerabilità intrinseche dell'edificio, determinandone il rischio sismico.

Devono essere acquisite le informazioni relative alle caratteristiche morfologiche del sito, *nella misura necessaria alla definizione dell'azione sismica di riferimento* (effetti stratigrafici, topografici, etc.) e alla valutazione della sicurezza delle strutture di fondazione. I metodi per la definizione di dette caratteristiche possono variare significativamente, anche in funzione della documentazione a disposizione e della presenza o meno di eventuali problematiche connesse alle fondazioni ed al terreno di sedime.

### 2.1. Indagini geologiche e geotecniche

Prima di avviare le indagini il professionista dovrà acquisire tutte le informazioni necessarie sulla presenza di sottoservizi e redigere laddove necessario una planimetria con l'indicazione di questi, affinché le esplorazioni ecc. non arrechino danni ai sottoservizi (tale onere è compreso).

Per definire 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 a contorno dell'area di sedime dell'opera nelle loro situazioni attuali e nel loro stato evolutivo. Per comprendere le caratteristiche del sito ed effettuare la verifica sismica dell'edificio è indispensabile una corretta e completa ricostruzione del modello geologico all'interno del quale inserire la struttura in oggetto.

Per tutti gli edifici sono necessarie indagini specialistiche sulle strutture e sui terreni di fondazione per raggiungere i livelli di conoscenza previsti. Lo strutturista potrà avvalersi del Geologo per raggiungere il livello di conoscenza richiesto.

I modelli geologico e geotecnico dovranno ricostruire i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e geotecnici dell'area di sedime, ed essere sviluppati in modo da costituire utile elemento quantitativo, e non solo qualitativo, di riferimento per lo strutturista.

Il Geologo, investito da incarico professionale, dovrà redigere una relazione che sarà parte integrante della Verifica Tecnica e compilare la Scheda di sintesi nei paragrafi di propria competenza.

### 2.2. Indagini, caratterizzazione e modellazione geologica

La caratterizzazione geologica del sito consiste nella comprensione e descrizione dei seguenti aspetti relativi al sito in esame, al fine di definire il modello geologico: assetto geologico, ricostruzione stratigrafica, caratteristiche sismiche, assetto idrogeologico (con particolare riferimento alla vulnerabilità), caratteri geomorfologici, caratteri geostrutturali. I parametri geologici devono essere desunti dalle indagini che il geologo effettuerà.

L'ampiezza dei rilevamenti dovrà permettere di valutare in maniera oggettiva lo stato di fatto della

situazione geologica al contorno e la sua eventuale evoluzione che possa presagire fenomeni di instabilità in caso di evento sismico. Geologicamente dovranno essere valutate le condizioni che possono provocare effetti di amplificazione in caso di evento sismico.

È importante valutare la situazione stratigrafica del sito al fine di riconoscere eventuali e possibili livelli passibili di fenomeni di liquefazione. Tale valutazione è necessaria al fine di poter indirizzare le indagini geotecniche in modo mirato. In relazione ed in scheda di Sintesi dovrà essere indicata tale possibilità.

### 2.3. Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica

La caratterizzazione geotecnica consiste nell'individuare le caratteristiche fisiche e meccaniche del terreno, necessarie alla definizione del modello geotecnico e alla valutazione della sicurezza del sistema opera-terreno.

I parametri fisici e meccanici saranno desunti da prove eseguite in laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e/o attraverso l'elaborazione dei risultati di prove e misure in sito.

L'ubicazione delle indagini richiederà particolare cura in presenza di manufatti particolarmente sensibili ai cedimenti del terreno di fondazione, a fenomeni di liquefazione e/o a terreni che possono determinare fenomeni di amplificazione di sito in caso di evento sismico.

Il rischio di liquefazione deve essere valutato per i terreni suscettibili di tale comportamento. Per il calcolo del potenziale di liquefazione si deve fare riferimento ai risultati di prove in sito, utilizzando procedure condivise in letteratura.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulla capacità portante o sulla stabilità delle fondazioni, dovrà essere ben evidenziato in relazione e indicato nella Scheda di sintesi tecnica.

In presenza di possibili terreni liquefacibili, oltre a quelli precedentemente indicati, dovranno essere riportati la Densità Relativa ed il numero di colpi NSPT (per Standard Penetration Test o Cone Penetration Test).

### 2.4. Indicazione sulla categoria del suolo di fondazione

Il Geologo 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 in modo da ottenere il livello di rischio associato alla effettiva situazione geologico/geotecnica.

E' fatto obbligo comunque di tenere in considerazione per la verifica tecnica ed indicare nella Relazione di calcolo e nella Scheda di Sintesi i seguenti parametri geologici dell'area su cui insiste l'opera da verificare:

- ✓ Dati geologici/geomorfologici (litologia, presenza di limiti tettonici o di cambiamento litologico, fenomeni erosivi e di instabilità in atto e loro grado, presenza di cresta o dirupo, acclività del pendio, fenomeni erosivi e di instabilità in atto e loro grado);
- ✓ dati idrogeologici (vicinanza a corsi di acqua, presenza di falda entro i 3m dal p.c.);
- ✓ dati sismici (zona sismica di riferimento, valore di ancoraggio orizzontale del suolo, presenza di studi di microzonazione sismica etc., velocità media onde di taglio Vs30);
- ✓ dati di vulnerabilità geologica (area perimetrata ai sensi del DL 180/98 o in altre perimetrazioni specifiche di tipo nazionale o regionale).
- ✓ In particolare, in accordo con la normativa, si dovrà indicare:
- ✓ la metodologia utilizzata per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione necessaria per la definizione della azione sismica di progetto.
- ✓ il tipo di indagini eseguite: sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo, prova standard penetration test (SPT) o cone penetration test (CPT), prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole), prova sismica superficiale a rifrazione o MASW, analisi granulometrica, prove triassiali, prove di taglio diretto, ecc.);
- ✓ la presenza di eventuali anomalie nel terreno di fondazione, quali cavità, Sinkhole (sprofondamenti naturali) e/o la presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa;
- ✓ il parametro del terreno che consente di attribuire la categoria del suolo di fondazione direttamente attraverso il valore della velocità media onde di taglio Vs30 nei primi 30 metri misurati dal piano delle fondazioni (in m/s), calcolato secondo la formula 3.2.1 del paragrafo 3.2.2 delle NTC;
- ✓ informazioni circa la suscettibilità alla liquefazione, da compilare quando sussistono le condizioni

previste dalle NTC. Devono essere riportate: la profondità (in m) della falda e della fondazione rispetto al piano di campagna (nel caso di fondazioni a quote diverse fornire quella relativa all'estensione massima); l'indicazione della presenza o meno di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15m di profondità; lo spessore (in m) e la relativa densità dei terreni incoerenti suddivisi in sabbie fini, medie e grosse.

- ✓ sulla base dei parametri indicati ai punti precedenti, indicare la categoria di sottosuolo di fondazione così come indicato nella normativa.
- ✓ i valori dei parametri che modificano lo spettro di risposta per tener conto dell'influenza delle condizioni stratigrafiche locali.
- ✓ in base alle tabella 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC, indicare il valore del Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T$ .

Segnalare il caso in cui il fattore di amplificazione  $S_S$  ed il periodo  $T_C$  di transizione derivino da più approfonditi studi di risposta sismica locale (RSL).

### 3. Valutazione dell'esposizione al rischio sismico dell'edificio

La maggiore o minore presenza di persone e di beni esposti al rischio, la possibilità cioè di subire la perdita di vite umane o un danno ai beni culturali o altro danno economico definisce l'esposizione al rischio: le norme definiscono gli edifici strategici e/o rilevanti, come nell'OPCM 3274 e nella Tabella C.3.2.I. della Circolare del CSLP 617.

Pertanto nell'analisi dell'esposizione, i principali elementi a rischio presi in esame sono ovviamente le persone (ovvero la popolazione), successivamente verranno prese in considerazione altre due categorie: i manufatti e i beni. L'analisi dell'esposizione non deve essere legata esclusivamente al numero di elementi a rischio concentrati in una certa area: è fondamentale anche valutare l'importanza della funzione che esplicano nel sistema territoriale di una area vasta.

In generale, devono essere valutati i seguenti parametri:

#### 3.1. Vita nominale per tipi di opere

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale, salvo specifiche diverse indicazioni in sede di conferimento dell'incarico, deve essere assunta pari a quella di cui alle costruzioni di tipo 2 riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC, ovvero  $V_N \geq 50$ .

#### 3.2. Classi d'Uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in diverse classi d'uso.

Si precisa che il professionista incaricato dovrà valutare se particolari condizioni di utilizzo, anche in relazione all'attività ed agli affollamenti riscontrabili nelle strutture, ovvero disposizioni normative regionali, determinino la necessità di riferirsi ad una diversa classe d'uso, rispetto a quelle definite dalle NTC.

#### 3.3. Periodo di riferimento

Le NTC introducono il periodo di riferimento dell'azione sismica dato da  $V_R = V_N \times C_u$ . Al crescere di  $V_R$  aumenta l'azione sismica di riferimento per l'opera rispetto a tutti gli stati limite considerati.

### 4. Valutazione azione sismica

Individuato un determinato sito, l'azione sismica di riferimento da assumere per la verifica varia in funzione degli obiettivi che la verifica si propone.

#### 4.1. Stati limite e relative probabilità di superamento

Le NTC consentono quando opportuno, il riferimento a 4 stati limite per l'azione sismica riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali.

Gli stati limite di esercizio sono:

- ✓ *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto 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;

- ✓ *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto 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.

Gli stati limite ultimi sono:

- ✓ *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto 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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- ✓ *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

I quattro stati limite così definiti, consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (SLO, SLD, SLV, SLC), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi "continuo" le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC) valori della probabilità di superamento PVR pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano immutati quale che sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento  $V_R$  proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

#### 4.2. Azione sismica di riferimento

Sulla base dei dati relativi alle destinazioni d'uso presenti (vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento) ed alle caratteristiche geomorfologiche del sito, viene definita l'azione sismica di riferimento per ciascuno degli stati limite considerati (in termini di forme spettrali e/o accelerogrammi da impiegare nelle analisi sismiche).

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1 NTC, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4 NTC.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

### 5. Rilievo geometrico e strutturale dell'edificio

Le operazioni di rilievo della geometria strutturale, come recitano le NTC, sono un passo fondamentale per accrescere i livelli di conoscenza dell'edificio, nell'acquisizione dei dati necessari a mettere a punto un modello di calcolo accurato di edifici esistenti. Il rilievo si compone di un insieme di procedure relazionate e mirate alla conoscenza della geometria esterna delle strutture.

Per la geometria esterna, si richiede che il rilievo sia compiuto in maniera quanto più completa e dettagliata possibile, ai fini della definizione del modello strutturale necessario alla valutazione della sicurezza per le azioni prese in esame. Il rilievo e il relativo piano di indagini saranno pertanto adeguati al livello di conoscenza che si intende acquisire.

Le informazioni raccolte in questa fase devono consentire la ricostruzione completa ed esaustiva di tutti i meccanismi resistenti che compongono la struttura, nei confronti delle azioni sismiche.

Quando l'analisi documentale fornisce gli elaborati dei progetti architettonici e strutturali completi, il rilievo geometrico-strutturale consente di verificare accuratamente in situ i dati raccolti; qualora vengano riscontrate delle difformità coi progetti depositati, ed in tutti i casi in cui questi non sono disponibili o carenti, le attività di indagine completano le informazioni necessarie a quantificare le azioni a cui sono soggette le strutture e le caratteristiche delle membrature resistenti.

In mancanza di documentazione di progetto, si deve procedere alla esecuzione di un rilievo ex novo dell'organismo strutturale, che dovrà prevedere i seguenti contenuti minimi:

- ✓ verifica delle geometrie;
- ✓ verifica delle dimensioni degli elementi strutturali e non strutturali;
- ✓ esecuzione di saggi in situ per la caratterizzazione tipologica dei solai e dei tamponamenti, finalizzata alla determinazione dei pesi propri da computare nell'analisi dei carichi.

Per eseguire il rilievo dell'organismo strutturale si eseguono analisi non distruttive visive e termografiche, integrate con analisi distruttive che prevedono l'esecuzione di saggi localizzati.

- ✓ l'**analisi termografica** consente l'osservazione globale dell'involucro edilizio dall'interno e dall'esterno individuando lo scheletro strutturale e la posizione di pilastri o setti perimetrali annegati nei tamponamenti, l'orditura dei solai e la posizione dei rompitratta, oltre che la presenza di discontinuità o disomogeneità nella struttura.
- ✓ l'**esecuzione di demolizioni e scarificazioni** permette di definire le tipologie, caratteristiche costruttive e geometrie di fondazioni, delle strutture verticali, delle murature presenti, dei solai, e della copertura.
- ✓ I rilievi possono essere integrati con **analisi endoscopiche**, attraverso l'esecuzione di fori di piccole dimensioni, al fine di determinare eventuali stratificazioni degli elementi.

Dovranno essere previsti tutti i ripristini di demolizioni e scarificazioni eseguite.

Per l'identificazione della geometria della struttura dell'edificio, i dati raccolti devono includere almeno i seguenti elementi:

- ✓ **Copertura:**
  - la morfologia (piana, a falda inclinata, a shed, ecc.),
  - la tipologia costruttiva (laterocemento, legno, acciaio, ecc.),
  - la geometria e l'intelaiatura strutturale per definire il trasferimento dei carichi verticali (orditure secondarie e principali),
  - i carichi agenti (proprio, permanente, variabili);
  - il funzionamento statico (spingente, non spingente, con spinta eliminata, ecc.);
  - la capacità di redistribuzione (piano rigido, flessibile, ecc.)
- ✓ **Solai:**
  - la morfologia (piana, volta a botte, volta a crociera, ecc.),
  - la tipologia costruttiva (laterocemento, legno, acciaio, c.a., c.a.p., ecc.),
  - la geometria e l'intelaiatura strutturale per definire il trasferimento dei carichi verticali (orditure secondarie e principali, travetti e travi),
  - i carichi agenti (proprio, permanente, variabili);
  - il funzionamento statico (monodirezionale, bidirezionale, spingente, non spingente, ecc.);
  - la capacità di redistribuzione (piano rigido, flessibile, ecc.)
- ✓ **Struttura verticale:**
  - la morfologia (a telaio, a pareti portanti, mista, ecc.),
  - la tipologia costruttiva (c.a., c.a.p., muratura, legno, acciaio, ecc.),
  - la geometria e l'intelaiatura strutturale per definire il trasferimento dei carichi verticali (sistema resistente),
  - i carichi agenti (strutturali, non strutturali, ecc.);
  - il funzionamento statico (strutture a telaio, strutture a pareti, strutture miste telaio/pareti, ecc.);
  - la capacità di redistribuzione



✓ **Fondazioni:**

- la morfologia (dirette, indirette, ecc.),
- la tipologia costruttiva (plinti, travi rovesce, pali, ecc.),

## **6. Esecuzione di indagini e prove in situ per la caratterizzazione meccanica dei materiali e dettagli costruttivi**

Il rilievo strutturale dell'edificio deve prevedere un opportuno riscontro di altri due aspetti che determinano il livello di conoscenza (*dettagli costruttivi e proprietà dei materiali*). Questi possono essere occultati alla vista (ad esempio disposizione delle armature nelle strutture in c.a.) e possono richiedere rilievi a campione e valutazioni estensive per analogia: si accettano crescenti livelli di approfondimento dell'indagine.

Il Decreto Ministeriale 14/01/08 recante "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e la relativa Circolare n. 617 del 02/02/2009, alle quali occorre riferirsi per il progetto del piano delle indagini conoscitive e delle prove strutturali occorrenti per caratterizzare la qualità dei materiali, dei dettagli costruttivi e definire la capacità prestazionale di un edificio, definisce tre *Livelli di Conoscenza (LC)* a cui sono correlati altrettanti *Fattori di Confidenza (FC)* da utilizzarsi nelle analisi sismiche e nelle relative verifiche strutturali sia con riferimento agli stati limite ultimi e sia negli stati limite di esercizio e che costituiscono fattori di riduzione delle resistenze meccaniche dei materiali in situ, e pertanto tengono conto delle carenze nella conoscenza di parametri del modello strutturale.

Il livello di conoscenza minimo che si intende conseguire nelle analisi è quello denominato "**LC2**" nella Tabella C8A.1.2. corrispondente ad un fattore di confidenza "FC" pari a 1,20.

Le indagini conoscitive, oltre che nell'esecuzione di prove sui materiali in situ, consisteranno innanzitutto nel rilievo dell'organismo resistente della costruzione, "tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi" - punti 8.5.2 e 8.5.3 delle NTC.

Alla luce di tali prescrizioni ed indicazioni, accertato l'anno di realizzazione del progetto esecutivo e della costruzione dell'edificio, risulta di fondamentale importanza, oltre che acquisire la documentazione tecnica disponibile, ricostruire, attraverso opportuni rilievi ed indagini, la sequenza di esecuzione dell'edificio (sia in elevazione che in termini di corpi di fabbrica), nonché considerare le caratteristiche geometriche della struttura allo scopo di individuare elementi o parti che, per criterio di progetto o per condizioni di simmetria, siano stati similmente dimensionati (e armati nel caso di strutture in cemento armato).

Per le strutture in muratura, occorrerà eseguire una serie di saggi e/o di indagini strumentali finalizzate alla conoscenza della tipologia muraria, della sua tessitura sui paramenti esterni ed in senso trasversale, dei dettagli di ammorsamento utilizzati nei cantonali e negli incroci tra muri portanti.

Per eseguire la caratterizzazione meccanica dei materiali costituenti l'organismo strutturale si eseguono prove non distruttive in situ, di cui si fornisce di seguito una specificazione non esaustiva. Dovranno essere previsti tutti i ripristini dei saggi e delle scarificazioni eseguite.

### 6.1. Caratterizzazione Meccanica dei Calcestruzzi

Il **prelievo di carote di calcestruzzo**, secondo la norma UNI EN 12504-1/2002, consente di ottenere campioni di materiale da sottoporre a prove di laboratorio per caratterizzare la qualità del materiale, lo stato di conservazione e i parametri meccanici reali. Il prelievo viene eseguito riducendo al minimo il danneggiamento ed il disturbo sul manufatto. I prelievi saranno eseguiti nel numero adeguato in funzione della modellazione prescelta e nei punti idonei in funzione dei vincoli logistici. Sui provini viene eseguita, la prova di schiacciamento a rottura, presso laboratori ufficiali inserito nel relativo elenco del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, dalla quale si ricavano le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo.

Ad integrazione delle prove dirette sul calcestruzzo, saranno eseguire delle **prove indirette con metodo Son. Reb**. La prova combina i risultati di due prove che si eseguono separatamente. La sclerometrica (per la determinazione dell'indice di rimbalzo condotta in accordo a quanto stabilito dalla norma UNI-EN 12504-2) e la ultrasonica (misura della velocità di propagazione di un impulso sonico trasmesso attraverso il calcestruzzo eseguita in accordo con le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 12504-4:2005). Le rilevazioni saranno effettuate, a seconda del punto da provare utilizzando il metodo di trasmissione diretto o indiretto. Le superfici saranno trattate con pietra abrasiva a secco, onde eliminare ogni irregolarità del calcestruzzo e garantire così

un uniforme contatto con le sonde. Il metodo non fornisce in maniera univoca i valori della resistenza se non opportunamente tarato sul materiale di riferimento. Per la caratterizzazione del materiale saranno messi a confronto i risultati delle indagini distruttive (prelievi di carote), e di quelle non distruttive, allo scopo di calibrare i dati di queste ultime e di renderli attendibili. Nel caso si ritenesse necessario sarà compresa l'esecuzione preventiva di una scarificazione localizzata dell'intonaco.

### 6.2. Caratterizzazione Meccanica degli Acciai

Per il rilievo delle armature si procede con le **prove pacometriche**, sulle strutture in cemento armato, a mezzo di Pacometro elettronico per la rilevazione della posizione e disposizione delle armature, del copriferro e della misura approssimativa del diametro di armatura. Per tarare le misure ottenute tramite l'analisi indiretta pacometrica si eseguono delle scarificazioni localizzate per verificare la tipologia di barra e materiale impiegato.

In generale, è possibile eseguire delle prove indirette mediante la determinazione della qualità del materiale. La messa a nudo e la preparazione della porzione di armatura, consente di ottenere campioni di acciaio da sottoporre, direttamente in situ, alla **prova di durezza Leeb** che determina la durezza dell'acciaio. Attraverso tabelle di correlazione o taratura con prove dirette a trazione si determinano le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

### 6.3. Caratterizzazione Meccanica delle Murature

Sulle strutture in muratura, ad integrazione e completamento dell'analisi termografica si prevede, un'**analisi della tessitura** che attraverso la rimozione superficiale dell'intonaco di finitura consente di rilevare le tipologie di materiale impiegato oltre alla regolarità di posa o l'ammorsamento delle murature in corrispondenza dei nodi. Tale operazione viene eseguita su una superficie adeguata in funzione della tipologia muraria analizzata.

Ad integrazione delle analisi della tessitura delle murature utilizzando lo **sclerometro a pendolo** si verifica la qualità dei corsi di malta, secondo le norme di riferimento UNI 10766:1999 – ASTM C 805 – BS 1881:202 – DIN 1048 – prEN 12398 – UNI EN 12504-2:2001.

## **7. Verifica della sicurezza in presenza di azioni sismiche**

In base ai dati raccolti, gli esiti delle prove diagnostiche, le indicazioni tecniche generali di cui al presente documento e altre indicazioni che eventualmente verranno prescritte dall'Ente, dovranno essere effettuate una serie di elaborazioni (analisi strutturali e modellazioni numeriche), finalizzate a valutare la capacità della struttura per confrontarla con la domanda corrispondente ai vari stati limite previsti dalla normativa.

Di seguito sono riportate schematicamente le fasi e prestazioni richieste; queste ove non espressamente specificato, non possono in alcun modo essere ritenute alternative o sostitutive delle indicazioni del D.M. 14.01.2008 e della Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 e di eventuali ulteriori norme successivamente emanate ed in vigore all'atto dell'espletamento dell'incarico, ai cui testi integrali si rimanda.

Per tutte le analisi di tipo numerico di seguito riportate dovranno essere:

1. illustrate le ipotesi alla base della modellazione numerica, commentandone l'attendibilità; se necessario, si potrà far riferimento, di volta in volta, a schemi limite che considerino le condizioni estreme dei parametri più incerti (es: piano infinitamente rigido/diaframma inesistente; solaio in semplice appoggio/solaio incastrato o semi-incastrato; etc.);
2. chiaramente dichiarati i valori numerici dei parametri coinvolti (aspetti dimensionali - modello geometrico; carichi applicati - modello delle azioni; caratteristiche meccaniche dei materiali - modello meccanico), esplicitandone l'origine (ad esempio, indicando i riferimenti normativi/bibliografici e/o le prove sperimentali da cui sono "estratti" i dati impiegati);
3. illustrati i risultati delle analisi, sintetizzandoli mediante grafici, tabelle riepilogative e/o mappe di sintesi; grafici di sintesi della PGA, TR, per le diverse combinazioni/direzioni considerati; etc.

### 7.1. Verifica nei confronti delle azioni sismiche

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 (*come da indicazioni specifiche per ogni tipo strutturale*), il contributo degli elementi non strutturali.

Il metodo di analisi utilizzato dal progettista che deve essere coerente con le indicazioni di cui al *par. 7.3 delle NTC e par. C8.7.2.4 per costruzioni in cemento armato o acciaio*, deve consentire di valutare in maniera appropriata sia la resistenza che la duttilità disponibile.

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 indicativo e non esaustivo si ricorda che è opportuno considerare quanto segue:

- ✓ la presenza di eccentricità tra centro di massa e centro di rigidità;
- ✓ la presenza di piani a minor rigidità o minor resistenza;
- ✓ la presenza di tamponature irregolari, sia in pianta che in altezza;
- ✓ la presenza di finestre a nastro che possono comportare l'insorgere di meccanismi fragili nei pilastri;
- ✓ fondazioni a quote diverse;
- ✓ in generale le conseguenze dello stato di conservazione.

### 7.2. Fattori di confidenza

Nel caso di edifici esistenti si fa riferimento ai fattori di confidenza (FC) che variano a seconda del livello di conoscenza sulla struttura raggiunto, mediante le indagini in sito.

I fattori di confidenza hanno principalmente lo scopo di diminuire la resistenza dei materiali ottenuta dalle prove in situ e in alcuni casi di incrementare le sollecitazioni di verifica da applicare alla struttura.

Il valore numerico di FC è desunto dalla tabella C8A.1.2 della Circolare alle NTC per edifici in calcestruzzo o in acciaio.

Il livello di conoscenza minimo che si intende conseguire nelle analisi è quello denominato "**LC2**" nella Tabella C8A.1.2. corrispondente ad un fattore di confidenza "**FC**" pari a **1,20**.

### 7.3. Regolarità dell'edificio in pianta ed elevazione

La valutazione della sicurezza dell'edificio dovrà prevedere la valutazione di eventuali irregolarità dell'edificio. Le costruzioni devono avere, quanto più possibile, struttura iperstatica caratterizzata da regolarità in pianta e in altezza. Le condizioni di regolarità dell'edificio determinano il tipo di analisi da effettuare. La *regolarità strutturale in pianta* è data essenzialmente da una forma compatta, dalla simmetria di masse e rigidità, mentre la *regolarità in altezza* è data essenzialmente dalla presenza di elementi resistenti ad azioni orizzontali estesi a tutta l'altezza, dalla variazione graduale di massa e di rigidità con l'altezza e dalla ridotta entità delle variazioni, fra piani adiacenti, dei rapporti tra resistenza di piano effettiva e resistenza richiesta.

### 7.4. 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, evidenziando gli elementi che possono entrare via via in crisi al crescere dell'accelerazione al suolo. Partendo dalla verifica dei singoli elementi che costituiscono il sistema resistente andrà determinata la corrispondente classifica degli elementi definendo il tipo di crisi attivato (es: taglio, flessione..).

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

### 7.5. Vulnerabilità specifiche non quantificabili e degradi

Andranno evidenziate le vulnerabilità non direttamente valutabili numericamente o valutabili con scarsa affidabilità (normalmente legate a problematiche di fessurazione di singoli elementi strutturali, connessione tra elementi strutturali, etc.) dando su di esse un giudizio tecnico.

Tali vulnerabilità sono spesso correlate alle seguenti, non esaustive, condizioni:

- mancanza di dettagli costruttivi che tengano in debito conto nelle connessioni tra elementi delle azioni sismiche;
- processi di trasformazione edilizia (es. ampliamenti, ecc.) , modifiche, interventi straordinari che hanno interessato l'edificio nella sua vita,;
- carente manutenzione strutturale e non strutturale.

In particolare, in relazione a questa ultima condizione, dovranno essere rilevati i *quadri fessurativi* presenti ipotizzando la tipologia del meccanismo associato (distacco, rotazione, cedimenti differenziali, scorrimenti, spostamenti fuori dal piano, evidenti fuori piombo, rigonfiamenti, depressioni ecc.), e per quanto possibile, valutando l'eventuale necessità di approfondimento riguardo la velocità di evoluzione dei fenomeni in atto. Per una più facile localizzazione ed individuazione, le stesse andranno inserite in elaborati grafici planimetrici ed integrati da adeguata documentazione fotografica.

Dovranno essere identificati, inoltre, i "fattori di vulnerabilità geometrica" (ad esempio: piani sfalsati, muri in falso, disassamenti, volte non contrastate, coperture spingenti, ecc.).

### 7.6. Capacità in termini di accelerazione al suolo e tempo di ritorno

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 NTC, 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 ( $PGA_C$ ), periodo di ritorno ( $TR_C$ ), corrispondenti al raggiungimento dei diversi stati limite:

**$PGA_{C(SLV)}$**  = 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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

**$PGA_{C(SLD)}$**  = 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.

## **8. Valutazione dell'indice di rischio sismico**

L'indice sismico dell'edificio deve essere calcolato in modo indipendente per ogni Unità Strutturale che costituisce l'intero edificio oggetto dell'analisi.

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.

Tale indicatore, nel nuovo quadro normativo di riferimento determinato 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 una affinità.

Viene quindi introdotto il secondo rapporto, fra i periodi di ritorno di Capacità e Domanda.

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.

## 9. Classificazione sismica

La classificazione del Rischio sismico deve essere valutata, ai sensi dei DD.MM. 58-65 2017, attribuendo a ciascuna unità strutturale dell'edificio una specifica Classe di Rischio Sismico, da A+ a F.

L'appartenenza a ciascuna classe è determinata in base ai valori assunti dall'indice di sicurezza IS-V, definito - come descritto nel paragrafo precedente - dal rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo che determina il raggiungimento dello Stato Limite di salvaguardia della Vita e quella prevista, nello stesso sito per un nuovo edificio. Vengono così fissate sette diverse classi caratterizzate dai valori di soglia determinanti per ricadervi secondo i valori presentati in tabella

Indice di sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A <sup>+</sup> <sub>IS-V</sub>
$100\% \geq IS-V > 80\%$	A <sub>IS-V</sub>
$80\% \geq IS-V > 60\%$	B <sub>IS-V</sub>
$60\% \geq IS-V > 45\%$	C <sub>IS-V</sub>
$45\% \geq IS-V > 30\%$	D <sub>IS-V</sub>
$30\% \geq IS-V > 15\%$	E <sub>IS-V</sub>
$IS-V \leq 15\%$	F <sub>IS-V</sub>

## 10. Valutazione degli interventi di miglioramento/adequamento sismico

Il professionista perviene in modo critico, sulla scorta delle precedenti fasi concluse con la verifica globale e puntuale della struttura, alla definizione degli interventi necessari, immediati o da programmare nel tempo, per adeguare, migliorare o riparare l'edificio oggetto di indagine, ferma restando la definizione propedeutica di interventi più o meno urgenti, già previsti nelle precedenti fasi, che devono essere richiamati integralmente e funzionalmente in tale ultima fase.

Il professionista dovrà diagnosticare quali possano essere le cause di debolezza delle singole parti ed individuare o adattare alla situazione e l'intervento e la tecnologia più idonea a delimitarle o a ridurle drasticamente.

## 11. Valutazione dell'incremento di capacità sismica conseguibile con gli interventi

Nell'ultima fase del servizio, il professionista produce una stima dell'incremento di capacità sismica conseguibile con gli interventi di miglioramento/adequamento sismico.

Di seguito, infine, si forniscono i contenuti minimi che devono essere forniti dal professionista nella documentazione tecnica conclusiva:

### Risultati – Documentazione tecnica da produrre

Ferma la necessità di redazione di tutti gli elaborati previsti dalla normativa vigente, le risultanze della fase attuativa delle verifiche di sicurezza sismica (anche degli elementi non strutturali) dovranno essere comprese in apposito documento consuntivo nel quale saranno presenti:

**Relazione tecnica** per ogni edificio comprensiva di:

Sintesi degli elementi salienti tra quelli descritti nei paragrafi precedenti ed in particolare:

- ✓ **Pericolosità** del territorio in cui inserito l'edificio, con indicazione dei parametri di domanda per ogni stato limite definito dalle NTC;
- ✓ **Esposizione** al rischio sismico dell'edificio;
- ✓ **Analisi storico-critica** dell'edificio con indicazione della documentazione tecnica reperita e consultata;
- ✓ Contesto territoriale dell'edificio (aggregato urbano, entità singola, ecc.), e **scomposizione in unità**

**strutturali** distinte;

- ✓ **Rilievo geometrico-strutturale** dell'edificio nel suo complesso e nella composizione delle sue unità strutturali, comprensivo di descrizione di Coperture, Strutture orizzontali, Strutture verticali, Fondazioni.
- ✓ **Caratterizzazione meccanica dei materiali**, definiti per ogni unità strutturale costituente l'edificio;
- ✓ **Azione sismica** (stati limite e azione sismica di riferimento);
- ✓ **Definizione del modello** (metodi di analisi e criteri di verifica);
- ✓ **Definizione irregolarità** per ogni unità strutturale costituente l'edificio;
- ✓ Analisi dei meccanismi globali;
- ✓ Vulnerabilità specifiche non quantificabili;
- ✓ **Stato di conservazione** dell'edificio (quadro fessurativo e/o di degrado);
- ✓ Valutazione dell'**indice di rischio sismico** (in termini di PGA e di tempi di ritorno);
- ✓ **Classificazione sismica** ai sensi dei DD.MM. 58-65 2017;
- ✓ Valutazione interventi di miglioramento/adequamento sismico;
- ✓ Valutazione **incremento capacità sismica** conseguibile con gli interventi.

**Scheda di sintesi** per ogni unità strutturale costituente l'edificio comprensiva di:

- ✓ **Classificazione sismica** ai sensi dei DD.MM. 58-65 2017;
- ✓ Destinazione d'uso;
- ✓ Età edificio;
- ✓ Definizione irregolarità (centro di massa e rigidità);
- ✓ Parametri di domanda e capacità di resistenza, **indici di sicurezza sismica** allo stato limite SLV e SLD, locale e globale,
- ✓ Principali caratteristiche morfologiche elementi strutturali e non strutturali (copertura, elementi strutturali orizzontali, elementi strutturali verticali, elementi non strutturali, fondazioni, ecc.);
- ✓ **Vulnerabilità specifiche** non quantificabili ed altre note salienti;
- ✓ Schede di raccolta dati geometrici e materici per ogni elemento analizzato (contenente definizione elementi, morfologia, tipologia costruttiva, carichi e pesi, rappresentazioni grafiche, caratterizzazione materiali) comprensive di documentazione fotografica;
- ✓ **Riepilogo verifiche sismiche**, contenente per ogni elemento strutturale:
  - ✓ azione sismica di domanda;
  - ✓ azione di capacità resistente;
  - ✓ indici di sicurezza allo stato limite SLV e SLD;
  - ✓ meccanismo di collasso;
  - ✓ sequenza di crisi (classifica degli elementi)
  - ✓ Relazioni tecniche specialistiche e certificati di laboratorio:
  - ✓ Relazione geologica (se prevista);
  - ✓ Certificati prove materiali;
  - ✓ Relazioni prove distruttive;

**Elaborati grafici** per ogni unità strutturale costituenti l'edificio comprensivi di:

- ✓ Tavole planimetriche per individuare tutti gli elementi strutturali, individuando denominazione e tipologia mediante apposite retinature colorate;
- ✓ Copertura (comprensiva di intelaiatura strutturale, orditure, ecc.);
- ✓ Solai (comprensiva di intelaiatura strutturale, orditure, ecc.);
- ✓ Strutture verticali (elementi portanti e non portanti, ecc.);
- ✓ Tavole planimetriche per **localizzazione punti di prova** e tipologie prove in situ;
- ✓ Tavole planimetriche con individuazione **sistema strutturale resistente** (comprensivo di denominazione elementi, tipologia elementi, localizzazione centro delle masse e delle rigidità e

relativa posizione nocciolo delle rigidezze;

- ✓ Tavole di planimetriche con restituzione grafica delle **verifiche sismiche** in cui sono indicati i singoli elementi del sistema resistente con apposite retinature colorate indicanti i livelli di sicurezza in relazione alle verifiche agli stati limite considerati SLV e SLD.
- ✓ Tavole planimetriche con restituzione grafica delle **vulnerabilità specifiche** non quantificabili (localizzazione e definizione).

## Restituzione documenti e precisazioni

Tutti gli elaborati devono essere forniti:

- ✓ in formato cartaceo, timbrati e firmati in originale;
- ✓ in formato digitale, con ogni file firmato digitalmente (sono ammessi i formati .doc, .xls, .pdf, .jpg, .dwg, .p7m).

Dovrà, essere garantita la funzionalità ed operatività dell'attività durante tutte le operazioni legate allo svolgimento di tutte le fasi della verifica.

## Normative di riferimento

Gli elaborati di verifica e il loro contenuto tecnico devono risultare coerenti oltre con i riferimenti normativi sopra riportati, anche con i seguenti documenti e normative, parte integrante e sostanziale delle presenti istruzioni tecniche:

- ✓ D.M.14.01.2008, Norme tecniche per le costruzioni;
- ✓ Circolare 2 febbraio 2009, n.617;
- ✓ T.U. Edilizia D.P.R. n.380/2001 di cui vanno osservate modalità e procedure;
- ✓ Legge e regolamento dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture;
- ✓ O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i.;
- ✓ D.M. n. 65 del 7 marzo 2017;

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, a integrazione delle NTC e per quanto con esse non in contrasto, 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 – Giugno2009;
- ✓ Linee guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni – Dipartimento Protezione Civile – ReLUIS – 2009.

L'elenco di cui sopra non è da intendersi esaustivo, inoltre il riferimento sarà quello del quadro normativo vigente al momento dell'espletamento delle prestazioni. L'eventuale variazione della normativa durante l'espletamento delle prestazioni, comporta l'obbligo da parte del professionista di adeguare il lavoro già svolto ed a svolgere a quanto previsto dalla nuova normativa (onere già compreso).

Il presente documento costituisce parte integrante e sostanziale del disciplinare di incarico professionale.