



Finanziato
dall'Unione europea

PROVINCIA
di VARESE



Comune di Tradate

TAVOLA

01 01

P E S T O 1 0 1

CODICE ELABORATO

PROGETTO ESECUTIVO

AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA, ESECUTIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE CON FACOLTA' DI AFFIDAMENTO EX ART. 63 c. 5 D.Lgs. 50/2016 DEL SERVIZIO DI DIREZIONE LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, RELATIVAMENTE ALL'INTERVENTO DI RIGENERAZIONE URBANA DI CAPANNONE INDUSTRIALE PER LA CREAZIONE DI UN NUOVO MUSEO DELLA MOTOCICLETTA FRERA, RISTORANTE, AULE STUDIO BIBLIOTECA PARCHEGGI E SISTEMAZIONI ESTERNE.

CIG CUP C68I21000260001

PROGETTISTI
Arch. Giorgio Pala



Project Building Art s.r.l.

Project Building Art s.r.l.
Via Pavia, 22 - 00161 Roma
P. Iva C.F. 10355621003
AMMINISTRATORE UNICO
Arch. Pasquale Barone

Ing. Giuseppe CERVAROLO



COLLABORATORI

Arch. Viola D'Ettore
Arch. Cecilia Marati
Arch. Paolo Monesi
Arch. Michele Preiti
Arch. Maria Simonetti
Ing. Ilario Greco
Ing. Rosario Ierardi
Ing. Cosimo Mellone



RUP

DIREZIONE LAVORI

ELABORATO

EDIFICIO MUSEO - RELAZIONE SUL LIVELLO DI CONOSCENZA

SCALA

DATA

GIUGNO 2023

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
01	MARZO 2023	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO			
02					
03					
04					

Sommario

PREMESSA	2
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
FASE CONOSCITIVA	2
RILIEVO	5
CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI	8
PROVE GEOGNOSTICHE	8
LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA	10



PREMESSA

Il presente progetto esecutivo ha come oggetto l'intervento di adeguamento dell'edificio costituente il "Museo Frera"

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **D.M. 17/01/2018:** "Norme tecniche per le costruzioni"
- **Circolare CSLPP n. 7 del 21/01/2019:** "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- **Consiglio Nazionale delle Ricerche:** "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni (CNR/DT 207/2008)." 19 febbraio 2008

FASE CONOSCITIVA

Per l'individuazione del Livello di Conoscenza della struttura esistente in oggetto il *D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"* prescrive al *par. 8.5* e secondo quanto esplicitato dalla *Circolare n. 7 C.S.LL. PP del 21 gennaio 2019*, **che il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal Progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale attendibile della costruzione.**

Negli stessi paragrafi sono indicate le modalità indicative da seguire, ovvero:

- *Analisi Storico – Critica – par. 8.5.1*

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il **processo di realizzazione** e le successive **modificazioni subite** nel tempo dalla costruzione, nonché gli **eventi** che l'hanno interessata;

- *Rilievo – par. 8.5.2*



Il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito alla geometria complessiva, sia della costruzione, sia degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte dall'analisi storico-critica. Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presenti la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi. Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno;

- ***Caratterizzazione Meccanica dei Materiali – par. 8.5.3***

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà sulla documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali. Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche; nel caso di costruzioni sottoposte a tutela, ai sensi del *D. Lgs. 42/2004*, di beni di interesse storico-artistico o storico-documentale o inseriti in aggregati storici e nel recupero di centri storici o di insediamenti storici, dovrà esserne considerato l'impatto in termini di conservazione. 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. Per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001;

- ***Livelli di Conoscenza e Fattori di Confidenza – par. 8.5.4***



Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i “livelli di conoscenza” dei diversi parametri coinvolti nel modello e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza. Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti, ordinati per informazione crescente:

- LC1 (FC = 1,35);
- LC2 (FC = 1,20);
- LC3 (FC = 1,00);

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono: geometria della struttura, dettagli costruttivi, proprietà dei materiali, connessioni tra i diversi elementi e loro presumibili modalità di collasso. Specifica attenzione dovrà essere posta alla completa individuazione dei potenziali meccanismi di collasso locali e globali, duttili e fragili.

- **Azioni** – par. 8.5.5

I valori delle azioni e le loro combinazioni da considerare nel calcolo, sia per la valutazione della sicurezza sia per il progetto degli interventi, sono quelle definite dalla presente norma per le nuove costruzioni, salvo quanto precisato nel presente capitolo. Per i carichi permanenti, un accurato rilievo geometrico-strutturale e dei materiali potrà consentire di adottare coefficienti parziali modificati, assegnando a YG valori esplicitamente motivati. I valori di progetto delle altre azioni saranno quelli previsti dalla presente norma.

La **conoscenza** della costruzione è di fondamentale importanza ai fini di un’adeguata analisi, e può essere conseguita con diversi livelli di approfondimento, in funzione dell’accuratezza del rilievo, dell’analisi storica e delle indagini sperimentali.

RILIEVO

La fase conoscitiva è stata effettuata tramite lo studio delle planimetrie e dei prospetti rappresentanti la struttura oggetto di adeguamento.

Si riportano di seguito alcuni rilievi.

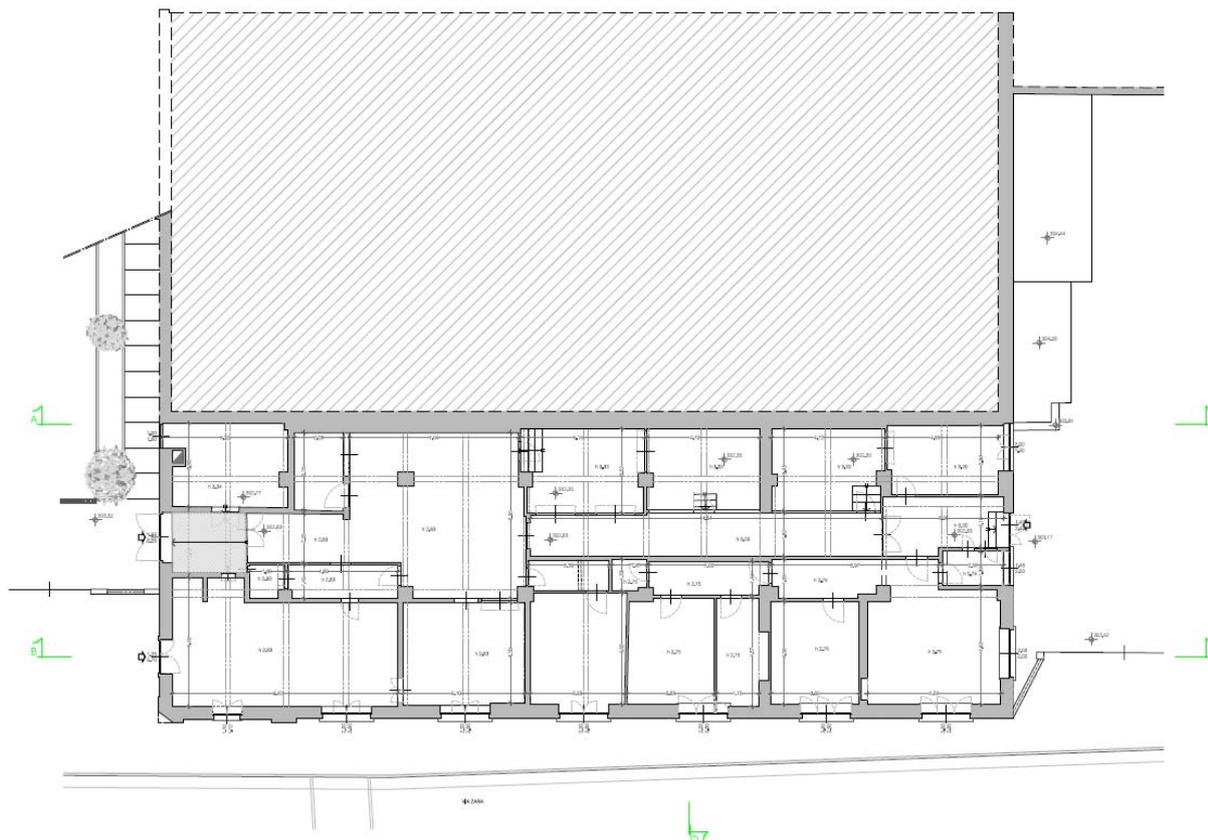


Figura 1 - Pianta piano seminterrato

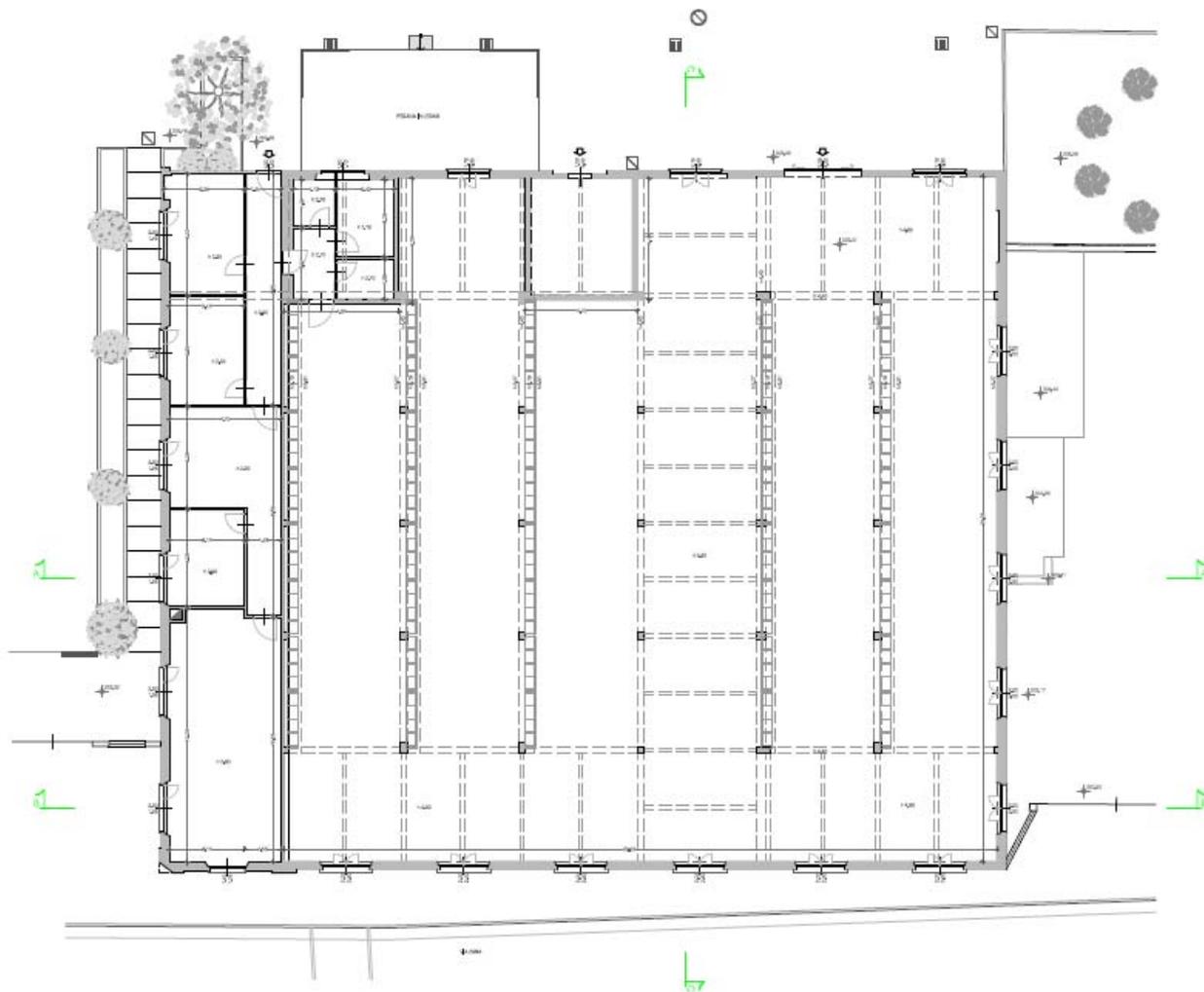


Figura 2 - Pianta piano terra



Figura 3 - Prospetto esterno

Il rilievo geometrico ha permesso di ricavare le sezioni di travi e pilastri utilizzate nel calcolo. In particolare sono state adottate le seguenti sezioni:

- Pilastri quadrati 30x30
- Travi rettangolari 30x55

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Le proprietà meccaniche dei materiali e le armature di travi, pilastri e solai sono state assunte in accordo con i minimi valori previsti dalla normativa vigente all'epoca della costruzione.

In particolare, sono stati assunti i seguenti materiali:

- **Travi di fondazione:** CLS C20/25, Armature B450C;
- **Pilastri:** CLS C20/25, Armature B450C;
- **Travi in elevazione:** CLS C20/25, Armature B450C;
- **Muratura in mattoni pieni e malta di calce:** le caratteristiche della muratura sono state ricavate dalla tabella C8.5.I della Circolare 7/2019.

PROVE GEOGNOSTICHE

Per la definizione preliminare delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato dal citato progetto sono stati valutati i risultati di 4 prove penetrometriche dinamiche superpesante eseguita nell'area esterna dell'edificio e indagini sismiche di tipo attivo (MASW) e passivo (Tromino).

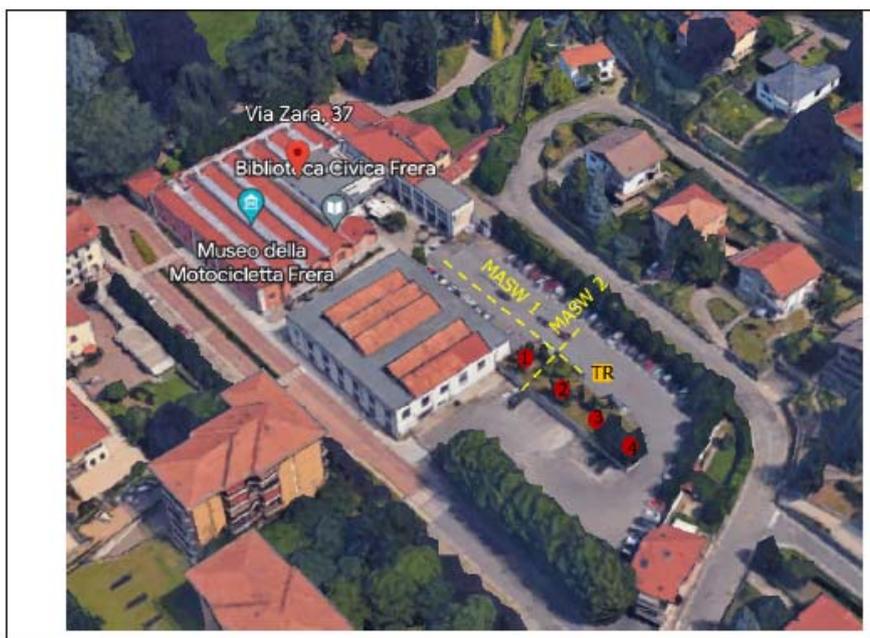


Figura 4 - Localizzazione delle prove

Per la definizione preliminare delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato dal citato progetto sono state valutate anche la stratigrafia di 1 sondaggio geognostico spinto fino alla profondità di circa 10 metri da P.C.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite complessivamente 2 prove SPT in foro a 3 e 6 metri da P.C.

Sulla base dei risultati delle indagini, delle osservazioni di campagna e delle elaborazioni effettuate, si è pervenuti alla caratterizzazione geotecnica dei materiali costituenti il sottosuolo e ad una valutazione indicativa della capacità portante del terreno di fondazione.

LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

La Circolare n. 7 C.S.LL. PP del 21 gennaio 2019, esplicitativa del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", al paragrafo C8.5 **specifica indicativamente** che è necessario indagare sui seguenti aspetti della struttura:

- **geometria**, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali,
- **dettagli strutturali**, ossia la quantità e la disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, per il c.a., i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti,
- **proprietà dei materiali**, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

Dunque, sulla base degli approfondimenti effettuati nelle tre fasi conoscitive sopra riportate, vengono individuati i **Livelli di Conoscenza (LC)** dei diversi parametri coinvolti nel modello: *geometria, dettagli costruttivi e materiali*; possono così essere definiti i correlati **Fattori di Confidenza (FC)**, da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza in modo tale da tenere conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello.

Si fa riferimento ai Fattori di Confidenza poiché la progettazione relativa ad un edificio esistente rispetto a quella relativa ad una struttura nuova è normalmente affetta da un grado di incertezza maggiore. L'impossibilità di risalire o di determinare in situ le effettive caratteristiche meccaniche di tutti i materiali utilizzati porta con sé un valore di incertezza di cui è necessario tenere conto nei calcoli di verifica appunto attraverso l'utilizzo di tali Fattori di Confidenza. Il Livello di Conoscenza acquisito in base ai rilievi, alle indagini sui dettagli strutturali e alle prove sui materiali, determina i valori dei Fattori di Confidenza da applicare alle proprietà dei materiali e suggerisce il metodo di analisi più appropriato.

Per gli edifici in muratura si hanno tre livelli di indagini prescritte dalla Circolare 21 gennaio 2019, n. 7:

Indagini limitate



Si tratta di indagini di tipo visivo, eseguite rimuovendo un'adeguata superficie di intonaco al fine di esaminare la tipologia di muratura presente. Le indagini limitate servono a verificare:

- il grado di ammorsamento fra le murature ortogonali;
- le zone di appoggi dei solai, il collegamento fra solai e pareti e l'eventuale presenza di cordoli di piano;
- la presenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture;
- la presenza di eventuali catene messe in opera per eliminare la spinta di archi e volte o per impedire il ribaltamento fuori piano della parete;
- presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità;

Indagini estese

Sono uguali alle indagini limitate, con la differenza che vanno estese in maniera sistematica a tutto il fabbricato. La Normativa Tecnica non fissa un numero minimo di saggi, spetta quindi al progettista valutare il numero sufficiente di saggi da eseguire per le indagini estese.

Indagini esaustive

Sono le stesse indagini del punto precedente, ma estese ad un punto tale che sia chiara la morfologia e qualità della muratura sia all'esterno che nello spessore murario.

I fattori di confidenza sono utilizzati per la riduzione dei valori dei parametri meccanici dei materiali e devono essere intesi come indicatori del livello di approfondimento raggiunto. Di seguito, con riferimento alle specifiche contenute al § 8.5 delle NTC, sono riportati i Fattori di Confidenza (FC), definiti con riferimento ai tre Livelli di Conoscenza (LC) crescenti, secondo quanto segue.



- LC1: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e indagini limitate sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, prove limitate sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,35$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC2 solo a causa di una non estesa conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);
- LC2: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e indagini estese sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, prove estese sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,2$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC3 solo a causa di una non esaustiva conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);
- LC3: si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, come descritta al § C8.5.1, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte, e indagini esaustive sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2, prove esaustive sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, come indicato al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1$ (da applicarsi limitatamente ai valori di quei parametri per i quali sono state eseguite

le prove e le indagini su citate, mentre per gli altri parametri meccanici il valore di FC è definito coerentemente con le corrispondenti prove limitate o estese eseguite).

Si fa riferimento alla Tabella C8.5. IV della *Circolare n. 7 C.S.LL. PP del 21 gennaio 2019* di seguito riportata. Si precisa inoltre che **la quantità e il tipo di informazioni richieste per conseguire uno dei tre livelli di conoscenza previsti, sono, a titolo esclusivamente orientativo.**

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Il Livello di Conoscenza LC1 si intende raggiunto quando sia stata effettuata l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, la geometria della struttura sia nota tramite rilievo completo ex novo, i dettagli costruttivi siano valutati tramite progetto simulato in accordo con le normative dell'epoca e svolgendo indagini limitate in situ, le caratteristiche meccaniche dei materiali siano note sulla base della pratica costruttiva dell'epoca, integrati da prove limitate in situ; il corrispondente Fattore di Confidenza è FC = 1,35. La valutazione della sicurezza è eseguita mediante metodi di analisi lineare o non lineare, statici o dinamici; le informazioni raccolte sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelle riguardanti i dettagli strutturali, devono consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo. A titolo esclusivamente orientativo, nella Tabella C8.5. V si lega il livello (*limitato, esteso, esaustivo*) delle indagini alla quantità di rilievi dei

dettagli costruttivi e di prove per la valutazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

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

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<u>limitato</u>	<u>La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi</u>	<u>1 provino di cls. per 300 m² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio</u>
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati in Tabella hanno valore "indicativo" e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- (a) nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale;
- (b) le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per il livello di conoscenza è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali con esclusione delle staffe;
- (c) ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive;
- (d) il numero di provini riportato nelle tabelle 8A.3a e 8A.3b può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei;