



VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SUGLI EDIFICI ESISTENTI

**Le prove per le strutture in carpenteria metallica
secondo le NTC 2018**

La **valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti**, nei confronti sia delle combinazioni di azioni gravitazionali, sia di quelle sismiche, è condotta sulla base delle indicazioni riportate nella attuale normativa, Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, NTC 2018 (D.M.17.01.2018), la quale definisce gli aspetti da tener conto nella valutazione:

- *lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;*
- *i difetti di impostazione e di realizzazione;*
- *le azioni, anche eccezionali, a cui fu ed è sottoposta;*
- *il degrado e/o modifiche significative delle strutture, rispetto alla situazione originaria.*

La geometria, i particolari costruttivi, le proprietà meccaniche dei terreni, i carichi permanenti e le proprietà meccaniche dei materiali sono le caratteristiche da considerare nella definizione dei modelli strutturali.

L'analisi è condizionata dal livello di approfondimento raggiunto, la norma prevede, infatti, che i **metodi di analisi e di verifica dipendano dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile**. La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un **procedimento quantitativo**, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo sollecitato dalla attuale normativa.

Le normative richiedono, perciò, a fronte di una accurata analisi conoscitiva della costruzione, l'esecuzione di verifiche di sicurezza in funzione alla tipologia costruttiva e la determinazione delle criticità e delle vulnerabilità presenti. Una volta determinate queste ultime si procederà alla successiva progettazione degli interventi di messa in sicurezza, siano questi di adeguamento, di miglioramento o del solo intervento locale.

Gli edifici esistenti, frequentemente, presentano livelli di sicurezza non adeguati a quelli previsti dalle normative vigenti, giacché la loro progettazione è stata condotta in gran parte per i soli carichi gravitazionali.

IN QUALI CASI SI ESEGUE LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DI UNA STRUTTURA

La valutazione della sicurezza, nella attuale normativa, ripropone quanto già presente nella precedente versione del 2008, introducendo delle interessanti novità.

Il D.M. 2018 (NTC2018) è molto chiaro su quando eseguirla, la condizione fondamentale è che

- ci siano evidenti riduzioni della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti, provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi;
- esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, con elementi strutturali;
- ogni qualvolta si eseguano gli **interventi strutturali di cui al § 8.4 delle NTC 2018** e nelle opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.

LE FASI PROPEDEUTICHE ALLA DEFINIZIONE DEL MODELLO

Nelle costruzioni esistenti il **modello** per la valutazione della sicurezza **viene definito e giustificato dal progettista, caso per caso**, in relazione al comportamento strutturale atteso, mediante una analisi storico-critica del fabbricato; un rilievo geometrico-strutturale riferito alla geometria sia della costruzione, sia degli elementi costruttivi, individuando l'organismo resistente del fabbricato e la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi; la caratterizzazione meccanica dei materiali in modi di conseguire un'adeguata conoscenza delle loro caratteristiche ed infine la individuazione dei livelli di conoscenza e dei fattori di confidenza. Nel modello, poi vengono individuati i valori delle azioni e le loro combinazioni da considerare nel calcolo.

LA FASE DEL RILIEVO NELLE COSTRUZIONI IN ACCIAIO

Una volta realizzato l'analisi storico-critica, nel rilievo, dovrà essere **identificata sia la geometria esterna sia i dettagli degli elementi costruttivi con funzione strutturale o meno**.

I dati raccolti, per quanto riguarda le **costruzioni in acciaio**, devono includere **la forma originale dei profili, le loro dimensioni geometriche e la tipologia e morfologia delle unioni**. Un rilievo visivo a campione viene eseguito nei casi dove si abbia a disposizione i disegni originali verificandone la corrispondenza tra costruito e disegni di progetto essendo di particolare importanza i dati sui **dettagli costruttivi** per fabbricati in presenza di sisma.

I **rilievi in situ** sono fondamentali per verificare la rispondenza alla realtà del costruito nonostante si disponga dei disegni originali. I livelli di indagine possono essere limitati, estesi o esaustivi, con gradi di approfondimenti in aumento.

A seguito del rilievo geometrico, al fine di **determinare il numero e la localizzazione delle indagini in-situ per un fabbricato in acciaio** è opportuno identificare:

- *la tipologia e la localizzazione dei giunti tra le membrature;*
- *i particolari di appoggio dei solai;*
- *la modalità di collegamento alle fondazioni.*

LA QUESTIONE DELLE PROVE SU EDIFICI ESISTENTI

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza e deformabilità dei materiali con i quali è realizzato un fabbricato, la norma prevede (§ 8.5.3 delle NTC) che per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o integrazioni, 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 e successivi aggiornamenti. Ciò fa riferimento, esclusivamente, al prelievo dei campioni per le prove distruttive i cui esiti sono soggetti a certificazione ai sensi dello stesso articolo 59 del DPR 380/01.

Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nella *Circolare del 03/12/2019 n.633/STC* identifica i criteri per il rilascio dell'autorizzazione, da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai Laboratori per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti, di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 "Testo Unico per l'Edilizia".

Con l'entrata in vigore della Legge 14 giugno 2019, n. 55 (art. 3), di conversione del "Decreto Sblocca Cantieri" e la pubblicazione della Circolare del 03/12/2019 n.633/STC, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti autorizza con proprio decreto anche i laboratori per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti, di cui all'art.59 del D.P.R. n. 380/2001, lettera c-bis (Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia).

Questo nuovo settore di autorizzazione si affianca a quelli già precedentemente attivi, in particolare i Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione (lettera a) ed i Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce (lettera c), di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001.

Il sistema di controllo e certificazione per i materiali ed i prodotti ad uso strutturale pienamente attuato per le nuove costruzioni, viene così completato anche per gli interventi sull'esistente, di cui al cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

L'autorizzazione disciplinata dalla suddetta Circolare riguarda i settori A, B e C.

EDIFICI ESISTENTI: LE PROVE IN SITU SU STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (SETTORE B)

Il Settore B è quello di competenza per le **prove su strutture metalliche e strutture composte**, in situ, ed i rispettivi **laboratori autorizzati** devono essere in grado di effettuare, documentare e certificare almeno le prove elencate in seguito (fra parentesi le norme di riferimento):

- *Prova magnetoscopica (UNI EN ISO 9934:2017);*
- *Liquidi penetranti (UNI EN ISO 23277:2015);*
- *Ultrasuoni (UNI EN ISO 11666:2018);*
- *Prova di durezza Brinell in situ (UNI EN ISO 6506:2015);*
- *Prova di durezza Vickers in situ (UNI EN ISO 6507:2018);*
- *Prova di durezza Rockwell in situ (UNI EN ISO 6508:2024);*
- *Prove di durezza di Lebb in situ (UNI EN ISO 16859:2015);*
- *Spessometria in situ, mediante ultrasuoni (UNI EN 16809:2019);*
- *Misura delle coppie di serraggio (UNI EN 14831:2005);*
- *Prelievo di bulloni e di campioni di carpenteria.*

Il **numero delle prove** sui materiali sarà diverso, a seconda del livello di approfondimento e di conoscenza che si intende raggiungere. Le prove possono essere "limitate", "estese" o "esaustive".

Per l'acciaio devono essere raccolte le **seguenti caratteristiche del materiale**:

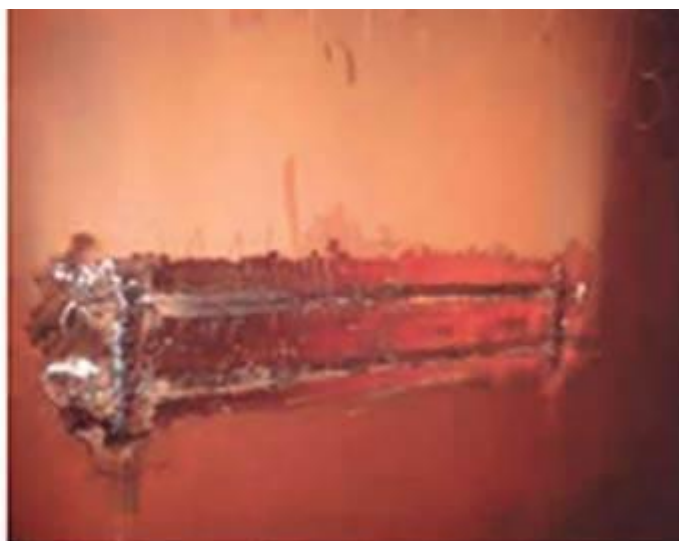
- *Tensione di snervamento,*
- *resistenza a rottura,*
- *allungamento dell'acciaio.*

Da sottolineare che è **possibile**, con prove non distruttive, a partire della durezza ricavata del materiale con le prove richiamate in precedenza, **stimare la correlazione tra durezza misurate e resistenza a trazione del materiale**.

Per quanto riguarda i campioni di carpenteria, sottoposto a prova, **dopo il prelievo si dovrà provvedere al ripristino dell'elemento, mediante saldatura in opera**.



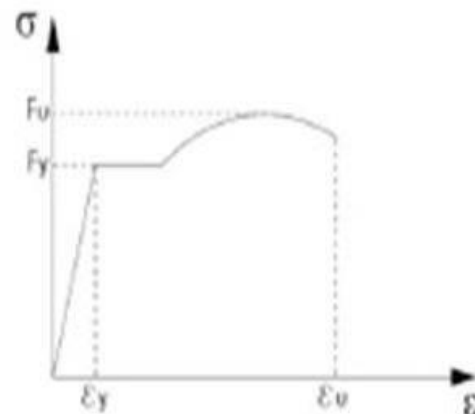
Prelievo di un campione di una trave principale



Ripristino mediante saldatura in opera



Prova a trazione



DALLA FASE CONOSCITIVA ALLA DEFINIZIONE DEI FATTORI DI CONFIDENZA

Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive, citate in precedenza, si devono **individuare i livelli di conoscenza ed i fattori di confidenza**. Si distinguono tre livelli di conoscenza, ordinati per informazione crescente LC1, LC2 e LC3; 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.

Con riferimento alle specifiche contenute al § 8.5 delle NTC, la circolare applicativa (GU 11.02.2019) riporta una guida alla stima dei Fattori di Confidenza (FC) definiti con riferimento ai tre Livelli di Conoscenza (LC).

DEFINIZIONE ORIENTATIVA DEI LIVELLI DI RILIEVO E PROVA PER GLI EDIFICI IN ACCIAIO

Una definizione orientativa dei livelli di rilievo e delle prove da eseguire, per edifici in acciaio, adeguate ad ottenere le informazioni necessarie a identificare il fabbricato esistente in uno dei tre livelli di conoscenza previsti, sono presenti nella **circolare alla tabella C8.5.VI** di seguito riportata:

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

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

La circolare sottolinea che le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove hanno **valore indicativo** e vanno adattati ai singoli casi, in funzione delle eventuali situazioni ripetitive sia per geometria sia per ruoli nello schema strutturale.

Le **prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio** utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione.

Ai fini delle prove sui materiali, è **consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate**, tarate su quelle distruttive.

Infine, il numero di provini riportato nella tabella precedente può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale stesso.

Saranno poi i **laboratori autorizzati** ad eseguire, le prove in situ e le prove necessarie sui campioni prelevati: tensione di snervamento, resistenza a rottura ed allungamento dell'acciaio od altre eventuali come quella della composizione chimica. Sarà il **progettista a identificare il numero e le tipologie di prove**. I certificati di prova, l'identificazione e la conservazione dei campioni di materiali sottoposti alle prove, a cura del laboratorio, devono rispettare le indicazioni delle normative e delle circolari citate.

La circolare applicativa (GU 11.02.2019), al solo titolo orientativo, fornisce anche delle indicazioni, nella **tabella C8.5. IV**, sulla informazione minima da reperire per conseguire i diversi livelli di conoscenza. Da sottolineare che la tabella è la stessa sia per edifici esistenti in calcestruzzo armato sia in acciaio:

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	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	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		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.

Si evince da quanto soprariportato che è fondamentale, per individuare il livello (limitato, esteso, esaustivo) delle indagini, fare riferimento alla quantità di rilievi e delle prove per la valutazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

Nella progettazione di interventi sulle costruzioni esistenti, specie se soggette ad azioni sismiche, particolare attenzione sarà posta agli aspetti che riguardano la **ductilità**. Si dovranno quindi assumere le informazioni necessarie a valutare se i dettagli costruttivi, i materiali utilizzati ed i meccanismi resistenti siano in grado di sostenere cicli di sollecitazione o deformazione anche in campo anelastico.

Per il **calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili** si impiegano le proprietà dei materiali esistenti, determinate secondo le modalità indicate al § 8.5.3 della attuale normativa (NTC 2018) divise per i fattori di confidenza corrispondenti al livello di conoscenza raggiunto.

Si desume, perciò, che è di **fondamentale importanza individuare le prove da realizzare sugli elementi in acciaio in un edificio esistente.**

Contenuti a cura di Fondazione Promozione Acciaio. Riproduzione riservata.

Immagine per gentile concessione tratte dall'intervento: "La verifica in situ delle strutture in acciaio" – Ing. Virginio Brocajoli, PQRS srl / LabTecMan srl – all'interno del convegno "Acciaio strutturale: la normativa in evoluzione", Istituto Giordano – Torino, 24/05/2013

Immagine di apertura: BORA FLAGSHIP STOR, PICHLER projects Srl

Pubblicazione: Marzo 2024