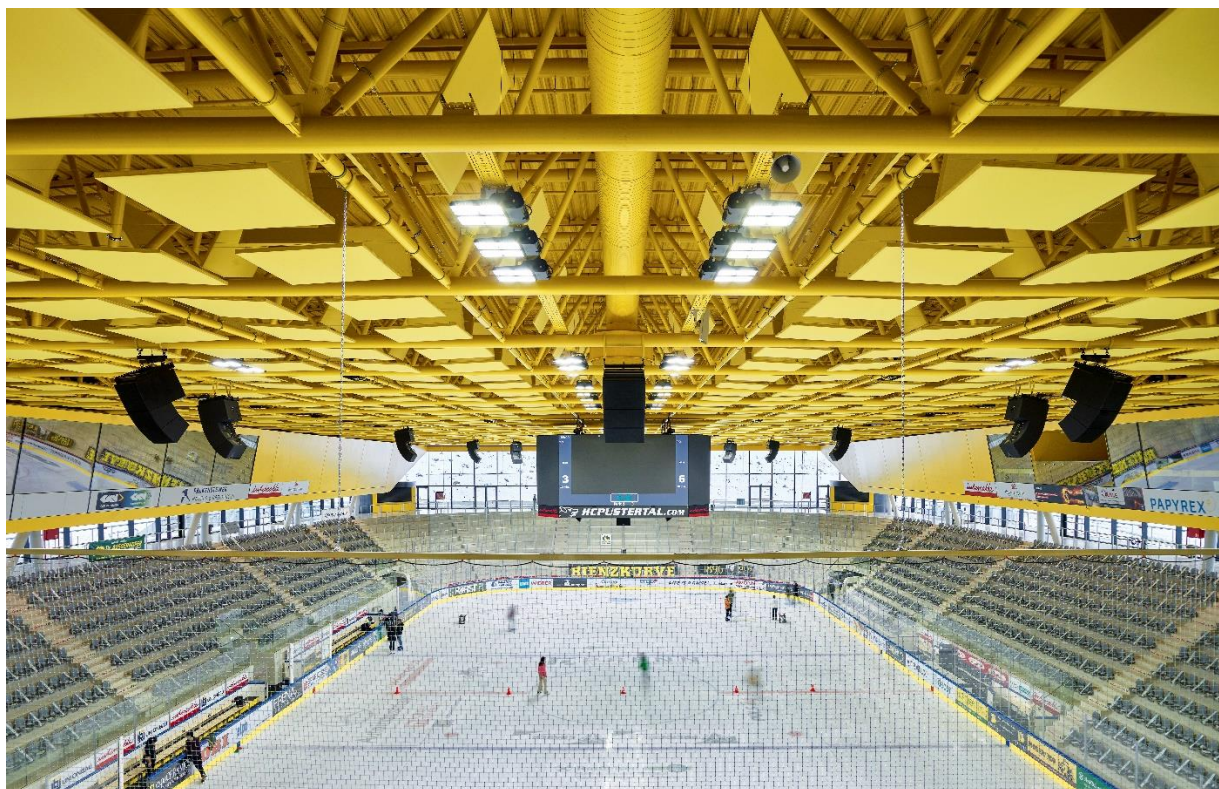


LA PRESTAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO: ARMONIZZAZIONE, RAZIONALIZZAZIONE E SEMPLIFICAZIONE DELLE FASI DI PROGETTO, ESECUZIONE, COLLAUDO E SCIA ANTINCENDIO

Documento a cura di:



Commissione per la Sicurezza
delle Costruzioni in Acciaio
in caso d'Incendio





Commissione per la Sicurezza
delle Costruzioni in Acciaio
in caso d'Incendio

Il presente articolo è frutto delle attività della Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso di Incendio.

Il Tavolo Tecnico-Scientifico permanente è stato istituito il 20 gennaio 2006 su iniziativa di Fondazione Promozione Acciaio e del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ed è finalizzato a valutare i risultati della ricerca nazionale ed europea, all'analisi tecnica della norma nazionale e confronto con quella europea al fine di fornire contributi tecnici per un suo aggiornamento; fornire strumenti appropriati all'organo di controllo per la valutazione della sicurezza delle strutture in acciaio e garantire l'aggiornamento professionale dei tecnici impegnati nell'attività di prevenzione incendi.

La Commissione è composta da rappresentanti nazionali nel campo della ricerca europea, da esponenti del Ministero dell'Interno coinvolti nella definizione del quadro normativo nazionale, da docenti universitari e da liberi professionisti:

- Prof. Ing. Emidio Nigro (Coordinatore) - Ordinario di Strutture Speciali e Tecnica delle Costruzioni Università Federico II di Napoli;
- Ing. Mauro Caciolai – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco;
- Ing. Andrea Marino – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco;
- Prof. Ing. Franco Bontempi – Ordinario Tecnica delle Costruzioni Università di Roma La Sapienza;
- Ing. Sandro Pustorino – Libero professionista

Prestano la loro collaborazione su aspetti specifici in merito alla sicurezza strutturale e alla protezione attiva:

- Ing. Luca Ponticelli – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
- Ing. Piergiacomo Cancelliere – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
- Ing. Armando De Rosa – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

Per tutte le informazioni sulle attività della Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso d'Incendio e di Fondazione Promozione Acciaio: www.promozioneacciaio.it

LA PRESTAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO: ARMONIZZAZIONE, RAZIONALIZZAZIONE E SEMPLIFICAZIONE DELLE FASI DI PROGETTO, ESECUZIONE, COLLAUDO E SCIA ANTINCENDIO

AUTORI

A. Marino, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
E. Nigro, Università degli Studi di Napoli "Federico II"
S. Pustorino, SIS Ingegneria.

1. Introduzione

I criteri che regolano la progettazione e la realizzazione della **prestazione di resistenza al fuoco** di un'opera da costruzione sono oggetto delle due norme tecniche:

- 1) Ministero dell'Interno – DM 3 agosto 2015 e s.m.i., *Norme tecniche di prevenzione incendi* (o, nei casi in cui questa norma non è applicabile, dei DM 09.03.2007, DM 16.02.2007 e DM 09.05.2007);
- 2) Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – DM 17 gennaio 2018, *Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*, di seguito NTC 2018.

Oltre ai criteri validi per la determinazione delle prestazioni di resistenza al fuoco, queste norme definiscono anche le procedure in vigore per le fasi del deposito dei progetti presso gli uffici competenti (Uffici provinciali del Genio Civile e Comandi provinciali dei Vigili del fuoco), dell'esecuzione delle opere, del collaudo strutturale e dei pareri autorizzativi delle autorità competenti, compreso il rilascio dell'autorizzazione all'esercizio delle attività ai fini antincendio e della sicurezza strutturale.

Nel presente articolo si è centrata l'attenzione sull'iter procedurale ed operativo con il quale questa prestazione deve essere progettata e realizzata, a partire dalla fase del progetto, alle fasi di esecuzione della costruzione, del collaudo strutturale, fino alla fase di certificazione delle prestazioni di resistenza al fuoco nell'ambito della SCIA antincendio ex art. 4 del D.P.R. 151/2011 e s.m.i., cercando di armonizzare, razionalizzare e semplificare l'applicazione delle procedure previste dalle suddette normative vigenti.

2. La prestazione di resistenza al fuoco nelle Norme Tecniche di Prevenzione Incendi (Codice di P.I.)

La prestazione di resistenza al fuoco di un'opera da costruzione è definita e documentata anzitutto nel **progetto di prevenzione incendi**, all'interno della **strategia antincendio**, redatto ai sensi delle Norme tecniche di prevenzione incendi (DM 03.08.2015 e s.m.i., detto anche **Codice di prevenzione incendi o Codice di P.I.**) o della normativa previgente (DM 09.03.2007, DM 16.02.2007, DM 09.05.2007, ecc.), nei casi in cui il suddetto Codice di P.I. non sia applicabile.

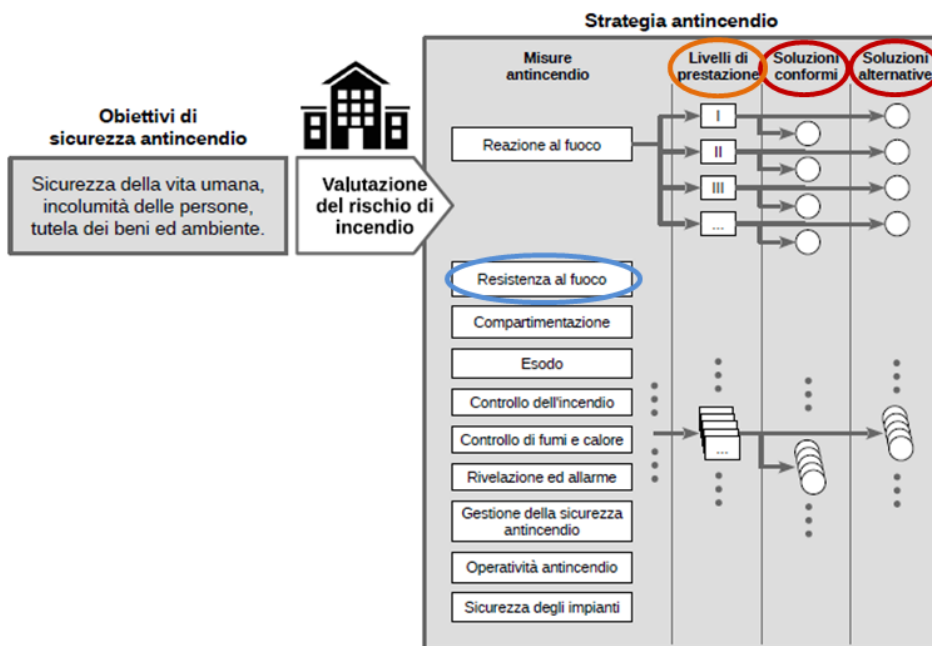


Figura 1 – Metodologia generale del Codice di prevenzione incendi [1]

Infatti, nell'ambito della vigente normativa di prevenzione incendi e con riferimento alle attività soggette ai controlli del CNVVF (elenco riportato nell'Allegato I al D.P.R. 151/2011 e s.m.i.), le prestazioni di resistenza al fuoco sono definite:

- nel progetto presentato al Comando dei Vigili del Fuoco territorialmente competente ai fini della valutazione ex art. 3 del D.P.R. 151/2011 e s.m.i. per le attività soggette ricadenti nelle categorie B e C, o nell'istanza di deroga, a prescindere dalla categoria;
- nella SCIA ex art. 4 del D.P.R. 151/2011 e s.m.i. per le attività soggette ricadenti nella categoria A.

È evidente che, anche nel caso b), vi è un'attività di progettazione che precede la realizzazione delle opere che deve essere documentata nella SCIA presentata al Comando dei Vigili del Fuoco territorialmente competente.

Per le attività non soggette ai controlli del CNVVF resta invece in carico al progettista strutturale valutare, nella fase della progettazione, se l'azione eccezionale incendio (così come urti ed esplosioni) sia un'azione ragionevolmente prevedibile nella vita nominale della struttura e, in caso affermativo, quali siano le prestazioni di resistenza al fuoco delle opere e come progettarle e realizzarle.

In ogni caso, che si tratti di attività soggetta o non soggetta, un aspetto fondamentale della progettazione antincendio e strutturale è costituito dalla determinazione delle prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture delle opere da costruzione nelle quali è ospitata l'attività; a tal fine è necessario procedere come segue, sia per opere da costruzione nuove che esistenti:

- individuazione delle opere da costruzione con indipendenza strutturale;
- caratterizzazione geometrica e meccanica delle strutture;
- individuazione degli eventuali compartimenti antincendio;
- attribuzione del livello di prestazione a ciascuna opera da costruzione e, se presenti, a ciascun compartimento antincendio in cui la stessa può essere suddivisa;
- adozione delle soluzioni progettuali idonee a raggiungere il livello di prestazione individuato.

Le soluzioni progettuali, utilizzando il linguaggio del Codice di P.I., facilmente estendibile anche a situazioni nelle quali il Codice stesso non è applicabile, possono essere:

- 1) conformi/prescrittive;
- 2) alternative/prestazionali;
- 3) in deroga.

Nel caso 1) si tratta di una soluzione progettuale prevista dalla normativa di riferimento, la quale attribuisce ad essa il raggiungimento del collegato livello di prestazione. Questa soluzione progettuale è tipicamente definita per classi di resistenza al fuoco (R/RE/REI) e le classi da attribuire a ciascuna opera da costruzione e ai suoi compartimenti sono determinate in funzione del livello di prestazione e, non in tutti i casi, dal carico d'incendio specifico di progetto; l'azione eccezionale incendio è sempre rappresentata da una curva nominale temperatura – tempo, che è unica in ogni punto del compartimento o dell'opera da costruzione (non varia nello spazio) e quindi agisce in egual modo sulla superficie esposta all'incendio degli elementi strutturali.

Nel caso 2) si tratta di una soluzione progettuale individuata mediante una delle prestazioni previste nella normativa di prevenzione incendi, la cui verifica deve essere dimostrata nel progetto di prevenzione incendi impiegando i metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio ammessi. Non si fa riferimento alle classi di resistenza al fuoco, ma, mediante metodi di calcolo avanzati, sono stimate le curve naturali o flussi termici, entrambi variabili anche nello spazio, risultanti dalle elaborazioni numeriche degli scenari d'incendio di progetto; le prestazioni di resistenza al fuoco vengono normalmente poi valutate nel dominio del tempo o delle resistenze, in funzione del livello di prestazione attribuito a ciascuna opera da costruzione ove viene svolta l'attività. Si evidenzia che il ricorso ai metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio non può essere limitato alla determinazione del cimento termico agente sugli elementi strutturali, essendo necessario poi effettuare analisi termiche per valutare i campi di temperatura all'interno degli elementi strutturali stessi e analisi termo-strutturali per valutare la risposta delle strutture in presenza dell'incendio. Uno schema esemplificativo è riportato nella Figura 2.

Nel caso 3), infine, oltre al possibile utilizzo degli stessi metodi di cui al caso 2), si può ricorrere al cosiddetto giudizio esperto, difficilmente standardizzabile e basato su valutazioni soggettive derivanti principalmente dall'esperienza; la presupposta garanzia di aver individuato adeguatamente le prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture è rappresentata dal parere di deroga, espresso dal Presidente del Comitato Tecnico Regionale al termine della seduta di valutazione dell'istanza.

Uno schema esemplificativo è riportato nella Figura 2.

Si noti che lo schema è ovviamente valido anche per le opere da costruzione esistenti, ma in tal caso assume notevole importanza la preliminare valutazione della sicurezza ex pt 8.3 NTC2018 (individuazione opere da costruzione strutturalmente autonome, loro caratterizzazione geometrica e meccanica).

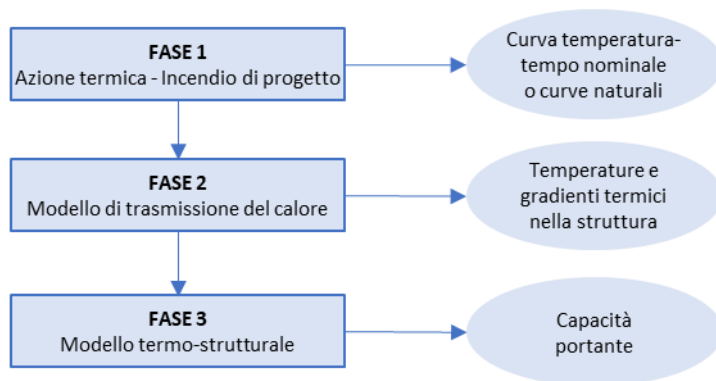


Figura 2– Schema della progettazione della prestazione di resistenza al fuoco in soluzione conforme o alternativa

Le procedure tecnico-amministrative di prevenzione incendi per le attività soggette ai controlli del CNVVF sono regolate dal D.P.R. 151/2011 e s.m.i. e dal DM 07.08.2012.

Pertanto il progetto di prevenzione incendi, nel quale devono necessariamente essere individuate le prestazioni di resistenza al fuoco di ciascuna opera da costruzione ove viene svolta l'attività, che sia soggetta a valutazione del Comando o del Comitato Tecnico Regionale o, nel caso di categoria A, documentate direttamente nella SCIA, è il documento che individua le prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture, una volta che sia rilasciato con esito positivo il parere di conformità dal Comando VVF competente per territorio o, nel caso delle attività di tipo A, la SCIA sia rispondente alla documentazione di progetto asseverata.

Si riporta di seguito uno schema riassuntivo di quanto sopra esposto, nel quale la progettazione antincendio e quella strutturale sono integrate; gli articoli citati sono riferiti al D.P.R. 151/2011 e s.m.i.

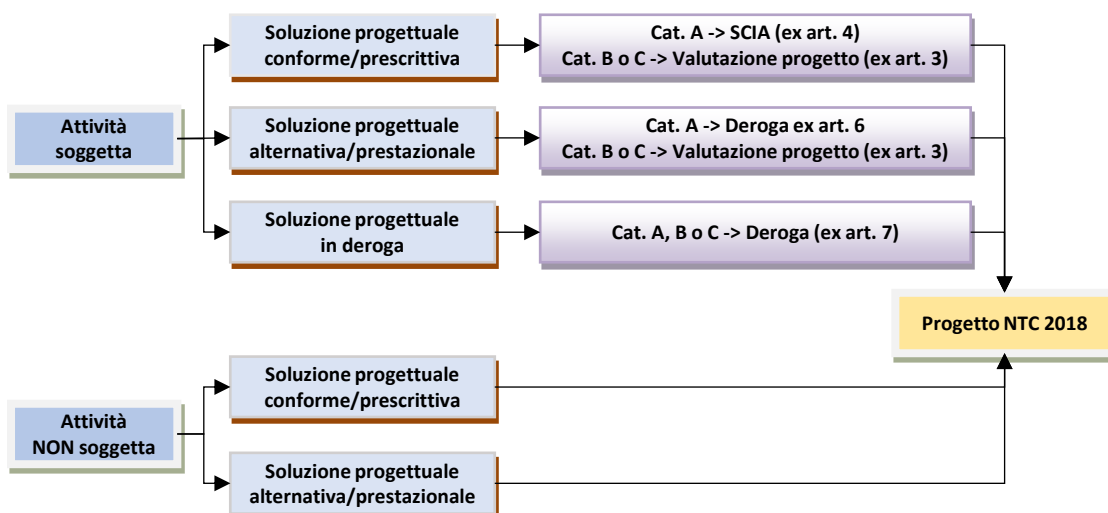


Figura 3– Schema della progettazione ai sensi delle Norme tecniche di prevenzione incendi [1]

3. La prestazione di resistenza al fuoco nell'ambito del progetto, esecuzione e collaudo delle strutture ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)

Le **Norme Tecniche per le Costruzioni** (NTC) sono definite nel **D.M. 17.01.2018**, emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di concerto con il Ministero dell'Interno e il capo del Dipartimento della Protezione Civile. A supporto di una corretta applicazione delle Norme Tecniche è stato pubblicato il **DM 17.01.2019** relativo alla **Circolare Esplicativa**.

Le NTC2018 mantengono il concetto di "testo unitario" introdotto per la prima volta dalle NTC2005 (D.M. 14.09.2005) e confermato dalle NTC2008 (D.M. 14.01.2008). Esse:

- definiscono i **principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni**, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di **requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio**, e di durabilità;
- forniscono i **criteri generali di sicurezza**;
- precisano **le azioni che devono essere utilizzate nel progetto**;
- definiscono **le caratteristiche dei materiali e dei prodotti**;
- più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla **sicurezza strutturale delle opere**.

L'oggetto delle norme è accompagnato dalla chiara precisazione "*Circa le indicazioni applicative per l'ottenimento delle prescritte prestazioni, per quanto non espressamente specificato (...), ci si può riferire a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici elencati nel Capitolo 12*". In particolare, quelle fornite dagli Eurocodici strutturali con le relative Appendici Nazionali costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle Norme Tecniche.

Nel testo della norma (Capitolo 2) sono illustrati i **principi fondamentali da seguire per il conseguimento dei requisiti di sicurezza e le prestazioni attese** delle opere di Ingegneria Civile.

Questo aspetto della Norma trova il suo corrispondente nell'ambito degli **Eurocodici strutturali**, in particolare nella norma EN1990 "Basis of structural design", a cui la nuova stesura delle NTC2018 fa costante e puntuale riferimento. L'avvicinamento agli Eurocodici è un chiaro obiettivo del Legislatore (vedi §2.1 della Circolare), essendo questi indicati, con i relativi **Annessi Nazionali**, come la principale categoria dei "documenti di comprovata validità" (cfr. Capitolo 12), cui le NTC fanno riferimento laddove siano necessari approfondimenti o ulteriori indicazioni rispetto a quanto contenuto nelle NTC stesse.

Il metodo di riferimento per la verifica della sicurezza e delle prestazioni attese di un'opera è quindi il **metodo semiprobabilistico agli Stati Limite o dei "fattori parziali"**. Metodi di livello superiore, quali le analisi di tipo probabilistico, sono consentiti per opere di particolare complessità, facendo riferimento ai metodi riportati in documenti di comprovata validità.

Le NTC2018 nel **par. 2.1 (Principi fondamentali)** riportano l'elencazione dei requisiti che le opere debbono possedere, secondo quanto stabilito nei vari capitoli delle stesse NTC:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU);
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE);

- **sicurezza antincendio** (definita come la “capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d’incendio, per un periodo richiesto”);
- durabilità;
- robustezza.

I **requisiti delle opere strutturali** (par. 2.2), relativamente alla **sicurezza antincendio**, vengono declinati nel seguente modo nel **par. 2.2.3**: “**Quando necessario, i rischi derivanti dagli incendi devono essere limitati progettando e realizzando le costruzioni in modo tale da garantire la resistenza e la stabilità degli elementi portanti, nonché da limitare la propagazione del fuoco e dei fumi**”.

Infine, nel **par. 2.2.6 (Verifiche)** si evidenzia che le opere strutturali devono essere verificate:

- a) per gli stati limite ultimi che possono presentarsi;
- b) per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese;
- c) **quando necessario, nei confronti degli effetti derivanti dalle azioni termiche connesse con lo sviluppo di un incendio.**

Va sottolineato poi che il rispetto del **requisito di robustezza**, intesa come la “*capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all’entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti*” e, più in generale, rispetto a qualsiasi evento di carattere eccezionale, che possa causare il collasso di una parte limitata dell’organismo strutturale, rimane un obbligo. Le NTC2018 elencano al §2.2.5 alcuni criteri di carattere generale, che nella letteratura e nella normazione internazionale sono riconosciuti quali criteri di base per il conseguimento della robustezza. Essi sono:

- a) progettazione della struttura in grado di resistere ad azioni eccezionali di carattere convenzionale, combinando valori nominali delle azioni eccezionali alle altre azioni esplicite di progetto;
- b) prevenzione degli effetti indotti dalle azioni eccezionali alle quali la struttura può essere soggetta o riduzione della loro intensità;
- c) adozione di una forma e tipologia strutturale poco sensibile alle azioni eccezionali considerate;
- d) adozione di una forma e tipologia strutturale tale da tollerare il danneggiamento localizzato causato da un’azione di carattere eccezionale;
- e) realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili è possibile;
- f) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l’opera può essere sottoposta.

È chiaro che i criteri in elenco non sono applicabili per ogni progetto e che il conseguimento della robustezza dipende da molti fattori, tra i quali anche misure di carattere non strutturale, come, ad esempio la previsione di sistemi di protezione esterni alla costruzione stessa o di carattere architettonico o impiantistico. Più in generale, la robustezza attiene alla corretta concezione dell’organismo strutturale.

Con riferimento alla sicurezza antincendio, il citato criterio d) del requisito della robustezza richiama l’attenzione rivolta nelle nuove versioni degli Eurocodici (vedi l’Appendice C di EN 1991-1-2) ai criteri di calcolo implementati per la valutazione degli effetti di un incendio localizzato, che spesso non possono essere trascurati nell’analisi di questa azione eccezionale.

Sempre con riferimento ai temi della progettazione antincendio, un altro aspetto di particolare importanza trattato dalla Circolare è relativo alla disciplina delle regole da adottare per la verifica della sicurezza delle parti cosiddette “non strutturali”, come le facciate ventilate in acciaio o alluminio, le lastre in vetro o gli elementi di sostegno di impianti e gli impianti stessi e che può esser estesa anche ai sistemi protettivi antincendio, sia di tipo attivo che passivo. Alla domanda: “Quando è necessario verificare queste membrature secondo le NTC2018?” la risposta offerta dalla Circolare è la sintesi del dibattito in sede internazionale: *“Ferme restando le procedure autorizzative previste per le parti strutturali, viene precisato che i componenti, sistemi e prodotti, edili od impiantistici, non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma, nei casi in cui il loro eventuale cedimento sia causa di conseguenze non trascurabili per la sicurezza, debbano essere progettati ed installati nel rispetto dei livelli di sicurezza e delle prestazioni previste per gli elementi a carattere propriamente strutturale.”*

Le NTC2018 (Capitoli 2 e 3) forniscono anche le indicazioni per la determinazione delle **azioni sulle costruzioni**, che sono definite in modo coerente con quanto previsto negli Eurocodici 1 e 8. Il progettista trova quindi i criteri di riferimento per la definizione dei carichi variabili per le diverse destinazioni d'uso previste (qui rinominati “sovraccarichi”), per l'azione sismica, per le azioni del vento, per le azioni della neve, per le azioni della temperatura e per le azioni eccezionali, tra le quali quelle che si presentano in occasione di eventi come l'incendio. Si trovano quindi i criteri e le prescrizioni relative alla definizione delle azioni eccezionali, tra cui l'incendio, ed all’**“Incendio di progetto”** (par. 3.6), nonché le regole di combinazione delle azioni eccezionali con le altre azioni previste sulla costruzione, definite dalla **“combinazione eccezionale”**, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali (par. 2.5).

Sono poi trattati nelle NTC2018:

- i **criteri di progettazione strutturale relativi alle varie tipologie di costruzioni civili ed industriali** (Capitolo 4), in funzione del materiale utilizzato, tra le quali sono ovviamente comprese le costruzioni di acciaio e quelle composte acciaio-calcestruzzo; nelle sezioni relative a ciascuna tipologia strutturale c'è l'esplicito riferimento, per la verifica di resistenza al fuoco, all'Eurocodice strutturale pertinente (ad esempio per le strutture di acciaio e composte acciaio-calcestruzzo il competente paragrafo recita *“Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1993-1-2 (ovvero UNI EN1994-1-2), utilizzando i coefficienti γ_M relativi alle combinazioni eccezionali”*);
- i criteri generali e le indicazioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali e ferroviari (Capitolo 5);
- i criteri della progettazione geotecnica (Capitolo 6);
- la progettazione in presenza di azioni sismiche, comprendente un importante paragrafo riguardante esplicitamente i criteri generali di progettazione e modellazione delle strutture (Capitolo 7);
- la corretta strategia per la preservazione delle costruzioni esistenti e la disciplina degli interventi su di esse, al fine di minimizzare i danni alle persone e alle cose (Capitolo 8).

Con riferimento alle valutazioni della sicurezza in caso di incendio delle costruzioni esistenti, vale la pena ricordare le novità introdotte nella Circolare relativamente al concetto di Livelli di conoscenza e di Fattori di

confidenza (§C8.5.4), segnalando come questi concetti siano di importanza non trascurabile nel caso dei sistemi di protezione antincendio delle strutture esistenti.

Il Capitolo 9 delle NTC2018 è dedicato alle prescrizioni generali relative al **Collaudo statico delle opere**. Con questo aggiornamento normativo sono state introdotte limitatissime modifiche al testo delle previgenti NTC2008, tenuto anche conto che questa materia è trattata nelle fonti normative di rango primario, quali il D.P.R. n. 380/2001 e le sue successive modifiche e integrazioni.

In questa versione delle NTC è stato generalizzato il principio secondo il quale *“il collaudo statico, tranne casi particolari, va eseguito in corso d’opera”* riferendosi in particolare ai casi in cui *“vengono posti in opera elementi strutturali non più ispezionabili, controllabili e collaudabili a seguito del proseguire della costruzione”*.

Il collaudo statico accompagna tutto l’iter della fase realizzativa di una costruzione e la Circolare ne indica e chiarisce la funzione e l’articolazione precisando:

- le responsabilità e le facoltà del collaudatore;
- il contenuto minimo di un certificato di collaudo.

È inoltre precisato che il collaudo statico riguarda l’intero contenuto del progetto strutturale, nonché delle relative eventuali varianti depositate presso gli uffici competenti.

Sono inoltre trattate (Capitolo 10) le **regole generali da seguire per la redazione dei progetti strutturali e delle relazioni di calcolo**, fornendo indicazioni puntuali sulla completezza della documentazione che caratterizza un buon progetto esecutivo, con particolare riferimento al caso in cui le verifiche siano condotte con l’ausilio di codici di calcolo.

Per il conseguimento di questi obiettivi, la Norma indica la corretta articolazione degli elaborati del progetto strutturale, come di seguito richiamati, precisandone le caratteristiche salienti e fornendo precise indicazioni per la loro redazione:

- relazione di calcolo strutturale;
- relazione sui materiali;
- elaborati grafici;
- particolari costruttivi;
- piano di manutenzione della parte strutturale dell’opera;
- relazioni specialistiche sui risultati sperimentali forniti dalle indagini eseguite.

In merito alle analisi e verifiche svolte con l’ausilio di codici di calcolo, le NTC2018 e il corrispondente paragrafo della Circolare (§10.2) richiedono che:

- la relazione di calcolo sia redatta dal Progettista con tutta la cura necessaria affinché la presentazione delle impostazioni del calcolo e dei risultati finali ne garantisca “la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità”, precisando criteri e modalità per la organizzazione del documento;
- nel caso di opere di particolare importanza, ritenute tali dal Committente, il Progettista delle strutture effettui un controllo incrociato sui risultati delle calcolazioni; a tal fine potrà risultare utile, in taluni casi, il confronto con i risultati ottenuti dalla ripetizione dei calcoli da parte di un soggetto terzo, adeguatamente qualificato, appositamente scelto dal Committente.

Il testo del Capitolo 11 delle NTC2018 è in accordo con le disposizioni del Regolamento UE sui prodotti da costruzione n. 305 del 9 marzo 2011, comunemente detto “CPR”, acronimo dell’inglese *Construction Products Regulation*, entrato in vigore nei Paesi membri della UE a far data dal 1° luglio 2013. Il Regolamento fissa **condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione** e abroga la Direttiva n. 89/106/CEE, comunemente detta CPD (*Construction Products Directive*), emanata nel 1988, che per prima aveva avuto lo scopo di assicurare che i prodotti da costruzione immessi sul mercato fossero tali da garantire i requisiti ritenuti essenziali per la sicurezza, la salute e altre esigenze di ordine collettivo e alla quale faceva riferimento la precedente edizione delle NTC2008.

È quindi di fondamentale importanza che il Direttore dei Lavori sia pienamente a conoscenza del sistema normativo europeo e nazionale che regola le procedure di qualificazione e identificazione dei prodotti, per non incorrere nelle sanzioni di carattere amministrativo e penale, introdotte dal D. Lgs. 16 giugno 2017, n. 106 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE GURI 159 del 10/07/2017”, al fine di garantire la necessaria piena credibilità del settore delle costruzioni e dei relativi controlli.

Il richiamato D. Lgs. istituisce sanzioni nel caso di violazione del quadro legislativo nazionale in materia di prodotti da costruzione ad uso strutturale e antincendio per tutti i soggetti coinvolti nella filiera, quali il fabbricante, l’importatore, il distributore, il costruttore, il Progettista, il Direttore dei Lavori, il Collaudatore fino agli organismi e laboratori di parte terza.

Infine, il Capitolo 12 elenca i **riferimenti tecnici, cosiddetti di “comprovata validità”**, cui viene fatto costante riferimento per gli eventuali approfondimenti che si rendessero necessari. Tali documenti possono essere utilizzati a integrazione delle NTC e per quanto non in contrasto con esse. L’elenco dei documenti di comprovata validità vede, ovviamente, quale primo riferimento gli **Eurocodici strutturali**, elaborati dal CEN (Comitato Europeo di Normazione) Technical Committee 250 (TC250), con le precisazioni riportate nelle **Appendici nazionali agli Eurocodici**, di cui al D.M. 31 luglio 2012 “Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l’applicazione degli Eurocodici”.

Come è noto, il ricorso alle indicazioni progettuali contenute negli Eurocodici strutturali, integrati dai parametri di determinazione nazionale, contenuti nelle Appendici, garantiscono il conseguimento dello stesso livello di sicurezza previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. È quindi possibile concludere che il sistema normativo nazionale è integrato con gli Eurocodici, allineandosi con quello degli altri Paesi europei.

Nel quadro di cui sopra, al fine di escludere interpretazioni soggettive di che cosa debba intendersi per “documento di comprovata validità”, appare particolarmente utile l’ultimo paragrafo del Capitolo 12: “*Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per il tramite del Servizio Tecnico Centrale, predispone e pubblica, sentiti il Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e l’Ente Italiano di Normazione (UNI), l’elenco dei documenti che costituiscono riferimento tecnico per le Norme tecniche per le costruzioni ai sensi del presente capitolo. Con analoga procedura sono anche predisposti e pubblicati gli aggiornamenti periodici a tale elenco, nonché gli aggiornamenti degli elenchi delle specifiche tecniche volontarie UNI, EN ed ISO richiamate nella presente norma*”.

L'ampio excursus precedente consente di concludere che, **dal momento in cui anche le Norme Tecniche per le Costruzioni NTC2018 (in continuità con le precedenti NTC2005 ed NTC2008) hanno incluso nel loro ambito la verifica della prestazione di resistenza al fuoco, fornendo per ogni tipologia costruttiva e materiale da costruzione i criteri di verifica per la condizione di esposizione all'incendio (anche con l'ausilio delle cosiddette parti fuoco di ogni Eurocodice strutturale), appare evidente come le verifiche di resistenza al fuoco debbano essere incluse fin dal principio nel processo generale della progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture (Figura 4). Pertanto, il progetto delle strutture deve contenere anche la verifica di resistenza al fuoco, ovvero la verifica di sicurezza nei confronti della combinazione eccezionale in condizioni di incendio (combinazione di carico definita nelle NTC al pari delle altre di SLU e SLE), come espressamente richiesto dalle Norme Tecniche delle Costruzioni nelle sue varie parti, a cominciare dai principi generali enunciati nel capitolo 2. Di conseguenza anche le fasi di esecuzione e di collaudo delle strutture devono comprendere le attività relative alla prestazione di resistenza al fuoco richiesta alle strutture. Qualunque differente impostazione ed iter procedurale risulterebbero contrari alle norme vigenti!**

Ad esempio, la prassi spesso seguita in passato in cui la verifica di resistenza al fuoco si eseguiva esclusivamente, laddove necessario, individuando al di fuori delle fasi di progetto strutturale e di esecuzione della struttura, un rivestimento protettivo della struttura di acciaio oggi sarebbe un percorso, oltre che non coerente con le normative vigenti, poco razionale e tecnicamente impraticabile sia per il dimensionamento del sistema protettivo, sia per quello della struttura portante di acciaio e/o composta acciaio-calcestruzzo. D'altro canto, le strutture, se progettate adeguatamente fin dal principio anche nei confronti degli effetti dell'incendio, potrebbero soddisfare i requisiti di resistenza al fuoco (sia nell'ambito dell'approccio prescrittivo che di quello ingegneristico) senza ricorrere a sistemi protettivi, anche in dipendenza delle peculiarità di ciascuna tipologia strutturale.

Inoltre, se inquadrato correttamente fin dalla fase del progetto strutturale, questo procedimento ha anche il vantaggio di includere la prestazione della resistenza al fuoco nel collaudo statico delle strutture, fornendo alla certificazione della resistenza al fuoco (Cert.Rei) e alla SCIA antincendio (vedi par.4) una completa documentazione tecnica.

Quest'ultimo aspetto verrà ripreso nel successivo par. 4, dedicato alla certificazione della resistenza al fuoco nell'ambito della SCIA antincendio.

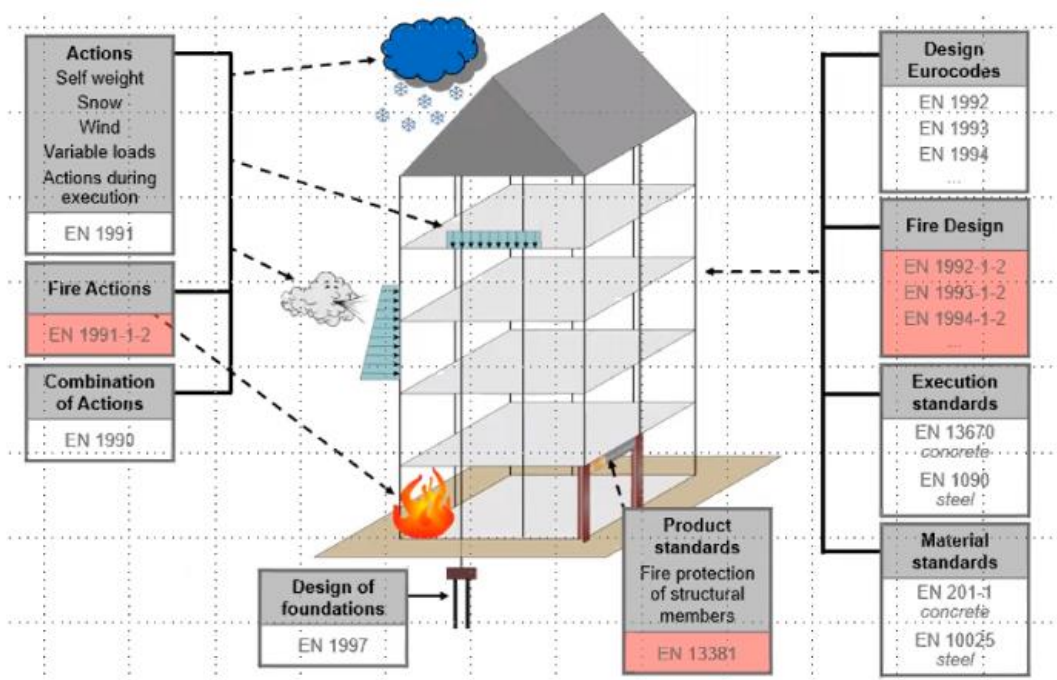


Figura 4 - Schema generale della verifica strutturale mediante i criteri di calcolo previsti dagli Eurocodici

4. La certificazione della resistenza al fuoco nell'ambito della SCIA antincendio

La certificazione di resistenza al fuoco è un atto tecnico amministrativo da produrre necessariamente per le strutture e gli elementi progettati con prestazioni di resistenza al fuoco, comprese le eventuali proprietà di compartimentazione, presenti nelle attività soggette. Riguarda sia tutti gli elementi costruttivi che hanno caratteristiche intrinseche di resistenza al fuoco (es. pilastri, colonne, travi, pareti, scale, solai, porte o portoni tagliafuoco, pareti di separazione tra compartimenti, serrande tagliafuoco, ecc.) sia quelli che contribuiscono alla resistenza al fuoco di elementi costruttivi (es. schermi, membrane, protettivi, ecc.).

Tale atto esiste da diverso tempo ed ha la funzione di documentare la corretta progettazione ed esecuzione degli elementi previsti con prestazioni di resistenza al fuoco richieste per l'attività. All'epoca della sua emanazione non era possibile verificare le proprietà di resistenza al fuoco delle strutture con i metodi avanzati, resi possibili solo dall'entrata in vigore dei D.M.Int. 09.03.2007, 16.02.2007 e 09.05.2007. Esso pertanto è stato definito in origine principalmente per elementi con caratteristiche valutate rispetto alla curva nominale standard ed ancora oggi il modello PIN (Figura 5) relativo risente di questa impostazione. Altro aspetto da considerare è che, fino alla pubblicazione delle NTC 2005, le norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture non prevedevano esplicitamente alcun dimensionamento o verifica delle strutture nei confronti dell'azione incendio.

L'obbligo di produrre le certificazioni di resistenza al fuoco dei prodotti/elementi costruttivi portanti e/o separanti, sempre a firma di professionista antincendio, è previsto dal combinato disposto dell'art. 16 del D.Lgs. 139/2006 e s.m.i., dell'art. 4 comma 4 del D.P.R. 151/2011 e s.m.i., dell'art. 4 e dall'allegato II del DM 07.08.2012.

I noti modelli PIN, utilizzati dai professionisti per la documentazione della progettazione e della realizzazione della sicurezza antincendio, reperibili sul sito del CNVVF <https://www.vigilfuoco.it>, sono stati oggetto di diverse circolari della Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica, molte di aggiornamento, le cui più recenti si elencano qui di seguito:

- lettera Circolare prot. n. 515/4101 del 24.04.2008 – aggiornamento della modulistica di prevenzione incendi da allegare alla domanda di sopralluogo ai fini del rilascio del C.P.I.;
- nota prot. DCPREV n. 13552 del 31.10.2012 – modulistica di presentazione delle istanze, delle segnalazioni e delle dichiarazioni, prevista nel decreto del Ministro dell'Interno 7 agosto 2012;
- nota prot. DCPREV n. 4849 del 11.04.2014 – Modifica della modulistica di presentazione delle istanze, delle segnalazioni e delle dichiarazioni, prevista nel decreto del Ministro dell'interno 7 agosto 2012;
- nota prot. DCPREV n. 6542 del 16.05.2018 – Modifica della modulistica di presentazione delle istanze, delle segnalazioni e delle dichiarazioni, prevista nel decreto del Ministro dell'Interno 7 agosto 2012.

Ai fini della resistenza al fuoco dei soli elementi costruttivi strutturali, hanno interesse i seguenti modelli PIN con le relative specificazioni:

- **CERT.REI** – si utilizza **per ogni elemento costruttivo portante** e deve riferirsi alle effettive caratteristiche riscontrate in opera relative a numero, posizione e geometria degli elementi, materiali costitutivi, condizioni di incendio, condizioni di carico e di vincolo, caratteristiche e modalità di posa di eventuali protettivi, ecc.; tale modello è evidentemente adatto ad oggi, come già evidenziato in precedenza, per la certificazione di elementi portanti in soluzione conforme/prescrittiva, che viene condotta tipicamente su singoli elementi per i quali va specificata, tra le varie informazioni, la classe di resistenza al fuoco e le prestazioni R, E, I, S, M, W; in soluzione alternativa tale certificazione può ragionevolmente riferirsi, senza modificare la forma, a porzioni di strutture o intere strutture, senza però indicare alcuna classe, che non è definibile in tali casi (il concetto di classe perde significato in presenza di metodi basati su incendi naturali, essendo definita unicamente in presenza di curve nominali), bensì indicando livello di prestazione e tempo di mantenimento della capacità portante e, qualora richiesto in progetto, anche le prestazioni in termini di mantenimento parziale o totale della funzionalità dell'opera da costruzione al termine dell'incendio, espresse in termini di deformazioni, spostamenti, ecc.;
- **DICH.PROD** – **in presenza di soli elementi strutturali, riguarda la rispondenza di protettivi applicati su elementi strutturali alle prestazioni richieste dal progetto**, da cui si evincano tipologia, dati commerciali di identificazione e ubicazione, ivi inclusa l'indicazione del numero del rapporto di valutazione e dei dati connessi alla marcatura CE; in sostanza servono a certificare innanzitutto che, all'arrivo in cantiere, il protettivo abbia le prestazioni definite in progetto; quindi il professionista antincendio che lo sottoscrive garantisce che il protettivo sia correttamente posato in opera, secondo le indicazioni delle norme tecniche applicabili e del produttore, nel rispetto delle prestazioni certificate da campagne sperimentali; si ribadisce che il documento di riferimento per i protettivi è il rapporto di valutazione, i cui estremi vanno sempre riportati e da tenere a disposizione per gli eventuali controlli del CNVVF.

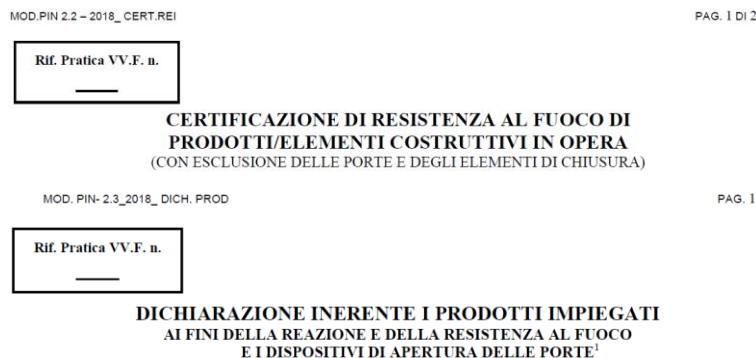


Figura 5– Intestazione dei modelli PIN da utilizzare nelle certificazioni di resistenza al fuoco

Ricordando quanto già osservato alla fine del par. 3, sulla base di quanto stabilito dalle NTC2018 (in continuità con le precedenti NTC2005 ed NTC2008), nelle quali l'azione incendio è, al pari di vento, neve, sisma, etc., una delle azioni da considerare nella progettazione strutturale, a meno che non sia trascurabile, è necessario che le certificazioni di resistenza al fuoco per tutti gli elementi strutturali redatte su tali modelli siano congruenti con la documentazione tecnica relativa alla realizzazione ed al collaudo delle strutture, se non direttamente desumibili da quest'ultima. **In sostanza, non è più tecnicamente praticabile, né coerente con le normative vigenti, procedere come era previsto consuetudine prima dell'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni, assumendo la documentazione della certificazione della resistenza al fuoco come sostitutiva del collaudo strutturale per gli aspetti inerenti alla sola resistenza al fuoco.**

Pertanto, gli elementi costruttivi strutturali, come meglio esplicitato nel paragrafo successivo, considerando l'azione eccezionale incendio congiuntamente alle altre azioni sin dall'inizio della progettazione strutturale, è un'operazione tecnica necessaria, oltre che razionale e semplificativa.

Ciò permette anche di procedere conseguentemente con la corretta esecuzione delle caratteristiche delle strutture derivanti anche dal progetto antincendio e con la relativa fase di collaudo. In tale processo la certificazione della resistenza al fuoco degli elementi strutturali nell'ambito della SCIA antincendio è un atto di sintesi e riordino di quanto contenuto nei documenti del collaudo strutturale, necessario per l'inquadramento di questa misura tecnica nell'ambito delle altre misure tecniche di cui è costituita la strategia antincendio del progetto di prevenzione incendi.

5. Iter delle fasi operative: dalla fase del progetto, alla fase di autorizzazione, fino all'inizio dell'attività

Come descritto nei paragrafi precedenti le Norme tecniche di prevenzione incendi [4] e le Norme tecniche per le costruzioni [2] individuano i criteri del progetto delle prestazioni di resistenza al fuoco di un'opera da costruzione e le relative operazioni di esecuzione e collaudo delle opere e della certificazione SCIA antincendio necessaria per l'inizio dell'attività.

L'iter tecnico di queste operazioni può essere quindi così sintetizzato, per conseguire auspicabilmente armonizzazione, razionalizzazione e semplificazione delle predette fasi, nonché la coerenza con le citate normative tecniche:

- **Prestazione di resistenza al fuoco**

La prestazione di resistenza al fuoco di un'opera da costruzione è definita nel progetto di prevenzione incendi, nel quale il progettista, una volta stabilito scopo ed obiettivi di sicurezza antincendio ed effettuata una esaustiva valutazione del rischio, individua le 10 misure tecniche della strategia antincendio dell'attività o delle attività che si svolgono nell'opera da costruzione. Il parere positivo del Comando dei Vigili del fuoco competente per territorio, ove previsto, costituisce quindi il primo step necessario per la progettazione delle prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture.

Nel caso delle soluzioni conformi è sufficiente definire le prestazioni in termini di livello e della conseguente classe di resistenza al fuoco. Nel caso delle soluzioni alternative è invece necessario, una volta definite le prestazioni, verificarle in maniera più articolata in funzione del livello attribuito. È chiaro che questa individuazione, sia nel caso della classe per le soluzioni conformi che della prestazione da verificare per le soluzioni alternative, deve essere supportata da una preliminare analisi delle caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi della struttura, che devono essere adeguate alle verifiche richieste. Questo aspetto è maggiormente significativo nel caso delle opere da costruzione esistenti, per le possibili incertezze iniziali circa il Livello di Conoscenza ed il Fattore di Confidenza degli elementi della struttura e degli eventuali sistemi protettivi esistenti.

Pertanto, in estrema sintesi, è necessario che il progetto di prevenzione incendi sia documentato mediante una specifica tecnica, riferita al progetto delle prestazioni di resistenza al fuoco, che deve essere adeguata alla soluzione progettuale individuata. Questa specifica tecnica deve essere sufficientemente consistente per permettere al Comando dei Vigili del fuoco competente per territorio di rilasciare il parere di conformità del progetto di prevenzione incendio.

Tenendo conto dell'iter generale della progettazione delle opere da costruzione, è compito del progettista antincendio fare in modo che il progetto di prevenzione incendi sia completato in tempo utile affinché la fase di progetto della resistenza al fuoco possa essere eseguita, insieme alle altre fasi del progetto strutturale, alla luce del parere positivo rilasciato dal Comando VF.

- **Progetto della resistenza al fuoco**

Il progetto e la verifica della resistenza al fuoco della struttura è una parte del progetto strutturale complessivo, eseguito sulla base dei dati di progetto della struttura e secondo i criteri previsti dalle Norme tecniche per le costruzioni, tenendo conto dei criteri definiti nel Codice di prevenzione incendi per la determinazione della soluzione progettuale, conforme o alternativa. Per una soluzione conforme questa il progetto della resistenza al fuoco è la fase di calcolo necessaria per la verifica della classe di resistenza al fuoco prevista dal parere di conformità del progetto di prevenzione incendi. Per una soluzione alternativa è l'applicazione dei metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio per verificare le prestazioni di resistenza al fuoco previste dal parere di conformità del progetto di prevenzione incendi.

Il progetto strutturale, comprensivo del progetto della resistenza al fuoco, deve essere depositato al Genio Civile, a firma di progettista strutturale, prima dell'inizio dei lavori, in modo tale che esso sia disponibile per l'attività del direttore dei lavori. È evidente la necessità, come detto in precedenza, che questo deposito sia eseguito alla luce del parere positivo rilasciato dal Comando VF (ex art. 3 D.P.R. 151/2011 e s.m.i) sul progetto di prevenzione incendi.

Il progettista strutturale, responsabile del deposito del progetto al Genio Civile, è un professionista abilitato secondo le regole previste dalle Norme tecniche per le costruzioni [2] per il progetto strutturale. Questi può non essere un professionista antincendio. Deve essere invece, ai sensi del DM 07.08.2012, un professionista antincendio il responsabile della certificazione di resistenza al fuoco nell'ambito della SCIA antincendio. Nel caso in cui queste due figure siano distinte è fondamentale che ci sia tra loro il giusto coordinamento, in modo tale che sia assicurata la corrispondenza tra le due documentazioni tecniche, quella del Collaudo ai sensi delle NTC e quella della certificazione della SCIA antincendio.

- **Esecuzione delle strutture**

L'esecuzione delle strutture avviene nel rispetto del progetto strutturale depositato al Genio Civile, sotto la responsabilità del direttore dei lavori strutturali. Per questo motivo è di fondamentale importanza che il progetto strutturale contenga anche il progetto della prestazione di resistenza al fuoco della struttura. Il direttore dei lavori strutturali può non essere il professionista antincendio che sottoscriverà la certificazione di resistenza al fuoco delle strutture nell'ambito della SCIA antincendio; pertanto, in tal caso, è bene che ci sia coordinamento e sinergia tra queste due figure professionali, al fine di rendere coerenti tra loro la relazione a strutture ultimate (da depositare a cura del direttore dei lavori presso il Genio Civile) e la certificazione nell'ambito della SCIA antincendio.

- **Collaudo delle strutture**

Il collaudo delle strutture attesta la conformità del progetto e dell'esecuzione delle strutture con riferimento a tutte le azioni di progetto e, quindi, anche ai fini delle prestazioni di resistenza al fuoco. Il collaudo delle strutture deve essere acquisito dal professionista antincendio, il quale è il soggetto abilitato per decreto a sottoscrivere le certificazioni di resistenza fuoco delle strutture nell'ambito della SCIA antincendio. Pertanto, il progettista antincendio, nei casi in cui non coincida con il direttore dei lavori strutturali, deve essere coinvolto durante l'esecuzione dei lavori riguardanti le strutture, sia che si tratti di nuove costruzioni sia per interventi su opere da costruzione esistenti.

- **Scia antincendio**

Sia per nuove costruzioni, sia per interventi su opere da costruzione esistenti, il collaudo delle strutture eseguito ai sensi delle NTC dovrebbe essere allegato alla SCIA antincendio e, in ogni caso, deve essere di riferimento per il professionista antincendio che, ai sensi del D.M. 07.08.2012, redige e sottoscrive le certificazioni di resistenza al fuoco, su modello CERT.REI, insieme alle certificazioni delle altre misure tecniche antincendio, che allega alla SCIA antincendio.

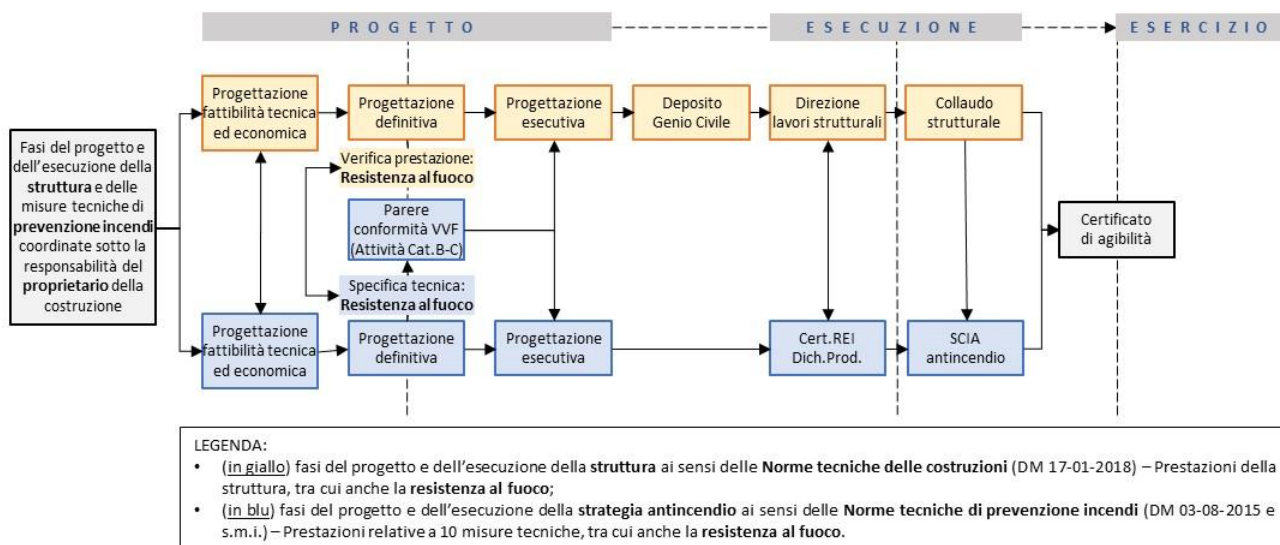


Figura 6 – Iter della progettazione antincendio e strutturale

6. Conclusioni

In questo articolo è stato proposto un iter procedurale ed operativo, coerente con le normative vigenti (in particolare le Norme tecniche per le costruzioni e le Norme tecniche di prevenzione incendi), con il quale la prestazione di resistenza al fuoco di un'opera da costruzione deve essere progettata ed attuata, a partire dalla fase del progetto e fino alle fasi di esecuzione della costruzione, di collaudo strutturale e della certificazione della suddetta prestazione nell'ambito della SCIA antincendio, con l'obiettivo di armonizzare, razionalizzare e semplificare l'applicazione delle procedure previste dalle citate normative.

Quanto illustrato nei paragrafi precedenti consente le seguenti conclusioni:

- Coerentemente con le Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018), la verifica della prestazione di resistenza al fuoco delle strutture, richiesta anche dalle Norme tecniche di prevenzione incendi (Codice P.I.), deve essere inclusa fin dal principio nel processo generale della progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture stesse.
- In sostanza, il progetto delle strutture deve contenere anche la verifica di resistenza al fuoco, ovvero la verifica di sicurezza nei confronti della combinazione eccezionale in condizioni di incendio (combinazione di carico definita nelle NTC al pari delle altre di SLU e SLE), come espressamente richiesto dalle Norme Tecniche delle Costruzioni nelle sue varie parti, a cominciare dai principi generali enunciati nel capitolo 2. Di conseguenza anche le fasi di esecuzione e di collaudo delle strutture devono comprendere le attività relative alla prestazione di resistenza al fuoco richiesta alle strutture.
- Qualunque differente impostazione ed iter procedurale risulterebbero contrari alle norme vigenti!
- In tal senso, la prassi spesso seguita in passato in cui la verifica di resistenza al fuoco si eseguiva esclusivamente, laddove necessario, individuando al di fuori delle fasi di progetto strutturale e di esecuzione della struttura, un rivestimento protettivo della struttura di acciaio oggi sarebbe un percorso, oltre che non coerente con le normative vigenti, poco razionale e tecnicamente impraticabile sia per il

dimensionamento del sistema protettivo, sia per quello della struttura portante di acciaio e/o composta acciaio-calcestruzzo. D'altro canto, le strutture, se progettate adeguatamente fin dal principio anche nei confronti degli effetti dell'incendio, potrebbero soddisfare i requisiti di resistenza al fuoco (sia nell'ambito dell'approccio prescrittivo che di quello ingegneristico) tramite opportune scelte di ottimizzazione degli schemi statici e degli elementi strutturali, tenendo conto anche delle peculiarità di ciascuna tipologia strutturale.

- L'iter procedurale ed operativo che ne scaturisce, coerente con le NTC 2018 e con il Codice P.I., è illustrato in dettaglio nel par. 5 ed ha il vantaggio di includere la prestazione della resistenza al fuoco nel collaudo statico delle strutture, fornendo anche alla SCIA antincendio una completa documentazione tecnica.

In definitiva, l'iter esposto delle fasi di progettazione, esecuzione, collaudo delle strutture di una costruzione e di certificazione nell'ambito della SCIA antincendio evidenzia che la razionalizzazione e la semplificazione cercate, nonché l'armonizzazione e la coerenza con l'applicazione delle vigenti norme tecniche di prevenzione incendi e per le costruzioni, possono e devono essere ottenute grazie alla sinergia, fin dalle fasi iniziali del progetto, tra la progettazione antincendio delle attività e la progettazione delle strutture delle opere da costruzione.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ministero dell'Interno. DM 3 agosto 2015, «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»;
- [2] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- [3] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»;
- [4] Ministero dell'Interno. DM 18 ottobre 2019, Modifiche all'allegato 1 del decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»;
- [5] CEN (European Committee for Standardisation), 2002. Eurocode 1 Part 1-2: EN 1991-1-2, "General actions – Actions on structures exposed to fire";
- [6] CEN (European Committee for Standardisation), 2005. Eurocode 3 Part 1-2: EN 1993-1-2, "Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-2: Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio";
- [7] CEN (European Committee for Standardisation), 2005. Eurocode 4 Part 1-2: EN 1994-1-2, "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo. Parte 1-2: Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio";
- [8] Appendici Nazionali Eurocodici, Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 31 luglio 2012, Gazzetta Ufficiale del 27 marzo 2013;
- [9] Appendici Nazionali Eurocodici, Ministero delle Infrastrutture, approvati nell'Adunanza del Consiglio dei LLPP del 26 luglio 2019;
- [10] P. Croce, P. Formichi, Le nuove norme tecniche delle costruzioni (NTC 2018 e Circolare 7/2019), Wolters Kluwer Italia, 2019;
- [11] Ministero dell'Interno. DM 24 novembre 2021, Modifiche all'allegato 1 del decreto del Ministro dell'Interno del 3 agosto 2015, concernente l'approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi.