

IL CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI E LA PROGETTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO

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, 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.

Abstract

Nel presente lavoro è affrontato il tema della progettazione delle prestazioni di resistenza al fuoco, con specifico riferimento alle strutture di acciaio e composte acciaio-calcestruzzo, tenendo conto di quanto previsto per la progettazione delle opere pubbliche nel Codice dei contratti pubblici [1], attualmente in fase di revisione. Viene in particolare evidenziato come quanto previsto dal Codice dei contratti pubblici per le diverse fasi della progettazione (fattibilità tecnica ed economica, definitiva ed esecutiva) richieda una specifica rispondenza nelle fasi della progettazione delle soluzioni progettuali ai fini della resistenza al fuoco, di tipo conforme o alternativa, e la necessità che la documentazione oggetto di esame progetto da parte degli Organi di controllo sia almeno corrispondente a quanto previsto nella fase della progettazione definitiva.

IL CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI E LA PROGETTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO

AUTORI

M. Antinori, Fondazione Promozione Acciaio
A. Marino, Corpo nazionale dei Vigili del fuoco
E. Nigro, Università di Napoli "Federico II"
S. Pustorino, SIS Ingegneria.

1. PREMESSA

Negli ultimi anni la progettazione strutturale antincendio ha subito, nel nostro paese, un'evoluzione normativa davvero impressionante, con un percorso reso necessario anche dall'armonizzazione delle normative di prevenzione incendi di tutti i Paesi membri della Comunità Europea. Basti pensare che fino al 2007 erano ancora validi per la progettazione strutturale antincendio i criteri della Circolare 91 del 1961 – norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile, con estensioni discutibili a tutte le tipologie strutturali diverse dall'acciaio e con destinazione d'uso qualsiasi. Si è passati da una visione basata sulla protezione degli elementi strutturali come unica possibilità di resistere all'azione dell'incendio, rigorosamente nominale, all'introduzione delle curve naturali di incendio e del metodo analitico, rispettivamente con i DD.MM. 09.03.2007 e 16.02.2007, sebbene senza una piena fiducia nelle possibilità offerte, tanto è vero che è prevista la cosiddetta "doppia verifica", con la quale sostanzialmente veniva inibita la progettazione strutturale antincendio per effetto di incendi naturali, dal momento che era necessaria una successiva verifica nei confronti dell'incendio nominale per garantire alcune classi minime di resistenza al fuoco.

La vera svolta è avvenuta con il Codice di P.I., D.M. 03.08.2015 e s.m.i., di cui la più rilevante è quella intervenuta con i DD.MM. 12.04.2019 e 18.10.2019. Per quanto riguarda la progettazione delle prestazioni delle strutture ai fini della resistenza al fuoco, come per tutte le altre misure tecniche antincendio, il Codice di P.I. ha di fatto reso possibile, indifferentemente, l'impiego delle soluzioni conformi, ottenute mediante la diretta applicazione della regola tecnica di tipo prescrittivo, e delle soluzioni alternative, ottenute mediante l'applicazione dei metodi dell'ingegneria antincendio, con un approccio meglio conosciuto come FSE (Fire Safety Engineering) sebbene non limitato solo al modello d'incendio, ma comprensivo anche delle analisi termica e termo-strutturale. Di tale evoluzione normativa è stato tenuto conto anche nelle NTC, prima nella versione del 2008 e oggi in quella del 2018 [5], le quali hanno riconosciuto l'importanza della progettazione strutturale nei confronti delle azioni eccezionali, nonché quella legata alla robustezza, facendo rientrare tali problematiche tra i principi fondamentali per la progettazione strutturale.

Di pari passo si è evoluta la normativa sui Lavori Pubblici, che è oggi regolata dal D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., noto come Codice degli Appalti, dando ancora maggiore importanza alla progettazione delle opere pubbliche, come meglio descritto di seguito.

Pertanto, in considerazione dell'importanza di una esaustiva e dettagliata progettazione di un'opera pubblica, supportata anche dal sempre più frequente ricorso alla metodologia BIM (Building Information Modeling) per favorire l'eliminazione di errori progettuali e delle conseguenti problematiche (economiche e temporali) nella realizzazione delle opere pubbliche, sarebbe inaccettabile non progettare in maniera completa, conforme ed esaustiva le strutture, anche nei confronti delle azioni eccezionali, tra cui in primis l'incendio. Di questo, e delle relative modalità attuative, si vuole discutere nella presente pubblicazione, con particolare riferimento alle strutture in acciaio, per le quali la progettazione antincendio assume particolare importanza.

2. II CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI

2.1. Introduzione

I livelli di progettazione, per le opere pubbliche, sono definiti nell'art. 23 *“Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi”* dell'attuale codice degli Appalti (decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e s.m.i) [2]. Per i contenuti della progettazione nei tre livelli, in questa fase di transizione e fino all'entrata in vigore del futuro Regolamento, continuano ad applicarsi le disposizioni del precedente D.P.R. n.207/2010 [1]. Il Regolamento definitivo, recentemente completato, sta compiendo il suo lungo iter di approvazione che vede coinvolti, oltre ai Ministeri delle Infrastrutture e delle Economia, i Consigli dei Ministri e di Stato. Una volta che il Regolamento assumerà la forma di DPR, sarà sottoposto al parere della Conferenza Stato Regioni, quello del Consiglio di Stato e quello delle commissioni parlamentari competenti. Infine, il testo giungerà in Consiglio dei Ministri per l'approvazione definitiva. Nonostante lungo iter, arenato dall'emergenza in corso, focalizzeremo l'attenzione sui livelli di progettazione presenti nella bozza del nuovo Regolamento, giacché non si avvertono notevoli scostamenti rispetto a quanto già presente nel D.P.R. N. 207/2010 citato in precedenza, ma introduce interessanti novità per quanto riguarda i livelli di progettazione antincendio.

Nel documento, in oggetto, *“Schema di regolamento di esecuzione, attuazione e integrazione del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, recante “codice dei contratti pubblici”* [2], redatto dalla Commissione di supporto *giuridico-amministrativo per l'esame dello schema di regolamento unico recante disposizioni di esecuzione, attuazione e integrazione del codice dei contratti pubblici di cui al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50*, sono definite le nuove modalità per la presentazione dei progetti.

Il documento prevede tre livelli di successivi approfondimenti del progetto:

- a) progetto di fattibilità tecnica ed economica;
- b) progetto definitivo;
- c) progetto esecutivo.

Al fine di individuare il grado di approfondimento della progettazione delle prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture portanti di acciaio e composte acciaio-calcestruzzo per ognuno di essi, di seguito è riportato una breve sintesi dei tre livelli di progetto previsti nel documento [2]. I concetti che si esporranno varranno in generale per qualsiasi tipologia strutturale e qualsiasi materiale.

La progettazione è finalizzata *ad assicurare, nei tre livelli di approfondimenti tecnici, la qualità del processo e la qualità del progetto, per quanto concerne gli aspetti legati sia alle regole tecniche, sia ai principi della sicurezza e della sostenibilità economica, territoriale ed ambientale dell'intervento, con particolare riferimento alla compatibilità territoriale in termini di sicurezza e di pubblica e privata incolumità, oltre che al rispetto del miglior rapporto fra i benefici e i costi globali di costruzione, manutenzione e gestione, nonché, ove previsto, in relazione ai costi del ciclo di vita dell'intervento.*

Al fine di assicurare la rispondenza degli interventi da progettare ai fabbisogni della collettività ed alle esigenze dell'amministrazione committente e dell'utenza a cui gli interventi stessi sono destinati, nonché per consentire al progettista di avere piena contezza delle esigenze da soddisfare, degli obiettivi posti a base dell'intervento e delle modalità con cui tali obiettivi ed esigenze devono essere soddisfatti, l'amministrazione committente redige ed approva il quadro esigenziale e il documento di indirizzo alla progettazione (DIP).

Il quadro esigenziale riporta:

- gli obiettivi generali da perseguire attraverso la realizzazione dell'intervento;
- i fabbisogni, le esigenze qualitative e quantitative dell'amministrazione, della collettività o della specifica utenza alla quale l'intervento è destinato, che dovranno essere soddisfatte attraverso la realizzazione dell'intervento stesso;
- l'indicazione della predisposizione del documento di fattibilità delle alternative progettuali, tenendo conto della necessità di analizzare almeno due soluzioni progettuali alternative tra le quali la cosiddetta "opzione zero".

Il DIP è redatto e approvato dalla stazione appaltante prima dell'affidamento della redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica, oppure del documento di fattibilità delle alternative progettuali, sia in caso di progettazione interna, che di progettazione esterna all'amministrazione. Il DIP, da redigere in coerenza con il quadro esigenziale, con particolare riferimento all'indicazione dello studio delle alternative progettuali, indica le caratteristiche, i requisiti e gli elaborati progettuali necessari per la definizione di ogni livello della progettazione. Già in questa fase è importante individuare le necessità concernenti la sicurezza antincendio, compresa quella impattante per diverse motivazioni tecniche ed economiche relativa alle prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture.

Il quadro esigenziale e il DIP costituiscono documenti propedeutici alla progettazione e sono di esclusiva competenza dell'amministrazione.

2.2. Progetto di fattibilità tecnica ed economica

Il documento iniziale che deve essere realizzato ai fini della progettazione è il *Documento di fattibilità delle alternative progettuali* (DOCFAP) che è propedeutico al *Progetto di fattibilità tecnica ed economica* (PFTE).

Il DOCFAP è redatto nel rispetto dei principi del codice e dei contenuti del quadro esigenziale e del DIP. Esso individua ed analizza le possibili soluzioni progettuali che possono riguardare la localizzazione dell'intervento per le opere di nuova costruzione, le scelte modali e le alternative di tracciato per le infrastrutture di trasporto, le diverse soluzioni tipologiche, tecnologiche, impiantistiche, organizzative e finanziarie da adottare per la realizzazione dell'intervento, Il DOCFAP è sviluppato con un livello di approfondimento e di contenuto differenziato in relazione al tipo ed alla dimensione dell'opera o dell'intervento da realizzare.

Il *Progetto di fattibilità tecnica ed economica* sviluppa solo la soluzione progettuale che è stata prescelta nel DOCFAP. Il PFTE è elaborato sulla base degli esiti dei rilievi, di studi, prove.... Il progettista nel PFTE dapprima analizza le possibili alternative progettuali, al fine di valutare quale sia la soluzione migliore in termini qualitativi, tecnici ed economici, nonché sotto il profilo della compatibilità ambientale, e quindi sviluppa esclusivamente la soluzione prescelta sulla base del miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività e per l'ambiente, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire.

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica, in relazione alle dimensioni, alla tipologia ed alla categoria dell'intervento, è composto dai seguenti elaborati:

- a) relazione generale;
- b) relazione tecnica, corredata da rilievi, accertamenti, indagini e studi specialistici;
- c) eventuali studi di fattibilità ambientale e paesaggistica;
- d) relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione dei criteri minimi ambientali (CAM) di riferimento;
- e) calcolo sommario della spesa e piano economico e finanziario di massima, ove pertinente;
- f) elaborati grafici relativi all'intervento;
- g) cronoprogramma di massima dei lavori;
- h) capitolato prestazionale;
- i) piano particellare preliminare delle aree da espropriare o da acquisire;
- j) prime indicazioni e misure per la stesura del piano di sicurezza e coordinamento, finalizzato alla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori nei cantieri;
- k) prime indicazioni per la stesura dell'elaborato progettuale della sicurezza in coerenza con le previsioni del DIP, qualora non sia prevista la redazione del piano di sicurezza e coordinamento;
- l) piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo nei casi previsti dalla legislazione vigente;
- m) elenco delle autorizzazioni, concessioni, licenze, pareri, intese, nulla osta e atti di assenso comunque denominati, necessari alla realizzazione ed esercizio dell'intervento.

È da segnalare che, in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dell'opera o dell'intervento da realizzare, la relazione tecnica, corredata da indagini e studi specialistici, ove pertinente, deve includere la *sicurezza antincendio*, in relazione agli ipotetici e potenziali rischi e scenari incidentali.

2.3. Progetto definitivo

Il progetto definitivo, predisposto sulla base del PFTE approvato, individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto di tutti i vincoli tecnici, giuridici ed economici esistenti, del quadro esigenziale e del DIP, degli eventuali ulteriori criteri ed indicazioni espressi dalla stazione appaltante, nonché di quanto emerso in sede di conferenza dei servizi e di comitato tecnico amministrativo (per opere statali), ove previsti.

Il progetto definitivo è elaborato in conformità alle scelte effettuate nel PFTE, fatte salve eventuali modifiche progettuali, specificamente motivate dal progettista, e sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi, nonché i relativi calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo; inoltre riporta tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio dei necessari titoli abilitativi, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente, ai sensi della legislazione vigente; a tal fine, al progetto definitivo sono allegati gli atti della conferenza dei servizi e i relativi provvedimenti di raggiunta intesa ai fini della localizzazione dell'intervento e della conformità urbanistica, ai sensi della legislazione vigente.

Il progetto definitivo, in relazione alle dimensioni, alla tipologia e alla categoria dell'intervento, comprende i seguenti elaborati, ove pertinenti:

- a) relazione generale;
- b) relazioni tecniche e relazioni specialistiche;
- c) rilievi planoaltimetrici;
- d) studio di inserimento urbanistico, ove pertinente;
- e) elaborati grafici;
- f) studio definitivo ambientale;
- g) nei casi previsti dalla legislazione vigente, piano di utilizzo delle terre e delle rocce da scavo;
- h) calcoli delle strutture e degli impianti;
- i) disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
- j) censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
- k) piano particellare di esproprio;
- l) elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- m) computo metrico estimativo;
- n) piano di sicurezza e coordinamento;
- o) elaborato progettuale della sicurezza;
- p) quadro economico;
- q) cronoprogramma delle fasi dell'intervento;
- r) piano economico e finanziario;
- s) elenco aggiornato delle autorizzazioni, concessioni, licenze, pareri, intese, nulla osta e atti di assenso comunque, denominati, necessari alla realizzazione ed esercizio dell'intervento.

Tra le relazioni specialistiche non è esplicitamente citata nella normativa ancora vigente (D.P.R. n. 207/2010) la progettazione antincendio, sebbene nei criteri generali della verifica della documentazione progettuale sia previsto di controllare la compatibilità con la normativa inerente la sicurezza antincendio. Nello schema di regolamento in bozza di cui sopra è invece prevista la relazione antincendio, la quale:

- descrive in forma dettagliata le misure di mitigazione adottate nel progetto definitivo in base agli ipotetici e potenziali rischi e scenari incidentali;
- descrive gli impianti di protezione antincendio attivi e passivi indicandone le caratteristiche tecnico-funzionali ed i relativi dati tecnici sulla base dei calcoli di progetto;
- elenca il quadro normativo di riferimento per la prevenzione incendi.

A parte l'utilizzo non proprio del linguaggio della prevenzione incendi, è certamente un primo passo importante per riconoscere il peso e l'importanza che riveste in una progettazione integrata di un'opera pubblica, sebbene il quadro normativo attuale sia abbastanza chiaro e non soggetto a diverse interpretazioni. Non è possibile ignorare il D.P.R. 151/2011 e s.m.i., le norme di Prevenzione Incendi, tra cui in primis il Codice di P.I., né tantomeno le NTC 2018, relative alla progettazione strutturale, che non può prescindere dalle valutazioni nei confronti della sicurezza antincendio.

2.4. Progetto esecutivo

Il progetto esecutivo è redatto in conformità al precedente livello di progettazione e determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo previsto, con l'indicazione delle coperture finanziarie ed il cronoprogramma coerente con quello del progetto definitivo. Il progetto esecutivo è sviluppato ad un livello di definizione tale che ogni elemento sia identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. Il progetto è, altresì, corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, in relazione al ciclo di vita dell'opera stessa.

Il progetto esecutivo è redatto nel pieno rispetto delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza dei servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, ove previste.

Il progetto esecutivo costituisce l'ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico, l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamento, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisorie. Salva diversa motivata determinazione dell'amministrazione, il progetto esecutivo, in relazione alle dimensioni, alla tipologia e alla categoria dell'intervento, è composto dai seguenti documenti, anche con riferimento alla loro articolazione:

- a) relazione generale;
- b) relazioni specialistiche;
- c) elaborati grafici, comprensivi anche di quelli relativi alle strutture ed agli impianti, nonché, ove previsti, degli elaborati relativi alla mitigazione ambientale, alla compensazione ambientale, al ripristino ed al miglioramento ambientale;
- d) calcoli del progetto esecutivo delle strutture e degli impianti;

- e) piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- f) aggiornamento del Piano di sicurezza e di coordinamento, o dell'elaborato progettuale della sicurezza;
- g) quadro di incidenza della manodopera;
- h) cronoprogramma;
- i) elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- j) computo metrico estimativo e quadro economico;
- k) schema di contratto e capitolato speciale di appalto;
- l) piano particellare di esproprio aggiornato rispetto al documento;
- m) relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione dei criteri minimi ambientali (CAM) di riferimento, di cui al codice, ove applicabili;
- n) fascicolo adattato alle caratteristiche dell'opera, recante i contenuti di cui all'Allegato XVI del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Per le opere soggette a valutazione d'impatto ambientale (VIA) e comunque ove espressamente richiesto, il progetto esecutivo comprende inoltre il Manuale di gestione ambientale del cantiere, redatto conformemente a quanto previsto dalla Norma ISO 14001 o dal Sistema EMAS o da altri sistemi asseverati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

3. LA PROGETTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO: SOLUZIONI CONFORMI ED ALTERNATIVE

Le norme tecniche di prevenzione incendi (Codice di P.I.) trattano la misura antincendio "*Resistenza al Fuoco*" nel cap. S.2, nell'ambito della strategia antincendio, che si compone di 10 misure (capp. da S.1 a S.10).

Fermo restando che si può progettare la resistenza al fuoco di una struttura con le indicazioni del cap. S.2 se e solo se l'intera progettazione di prevenzione incendi viene interamente affrontata con il codice di P.I., si evidenzia che il cap. S.2 rappresenta lo strumento normativo, di carattere prestazionale o semi prestazionale, più avanzato per tale finalità, in quanto rende possibile il perseguimento di qualsiasi approccio progettuale, senza porre limitazioni di carattere prescrittivo, al fine di dimostrare il raggiungimento di un'adeguata prestazione di resistenza al fuoco.

Innanzitutto sono definiti i livelli di prestazione della resistenza al fuoco per un'opera da costruzione ed i criteri per la loro attribuzione alla medesima opera da costruzione; tali criteri, generalmente accettati, non sono tassativi, nel senso che l'attribuzione di un appropriato livello di prestazione può essere verificata in maniera alternativa utilizzando i metodi di cui al par. G.2.7 del codice di P.I., tra cui l'approccio ingegneristico, dimostrando il raggiungimento dei pertinenti obiettivi di sicurezza antincendio.

I livelli di prestazione I e II ammettono il crollo dell'opera da costruzione o di una sua porzione (solo livello II), se sono verificate ben determinate condizioni, richiedendo, in assenza di sufficienti distanze di separazione, la valutazione (nell'ambito di soluzioni "*alternative*") delle modalità di collasso della stessa, che sostanzialmente dovrà essere di tipo implosivo. Il livello III prevede il mantenimento della capacità portante dell'opera da costruzione per l'intera durata dell'incendio (nominale o naturale), mentre i livelli IV e V, richiedendo rispettivamente, dopo la fine dell'incendio, un danneggiamento limitato e il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa, necessitano della valutazione anche di deformazioni e spostamenti.

Una volta individuato l'appropriato livello di prestazione, è necessario verificare che l'opera da costruzione in progetto lo raggiunga effettivamente. A tal fine le norme tecniche di prevenzione incendi propongono al progettista strutturale due differenti approcci progettuali, a ciascuno dei quali corrisponde un ben determinato livello di prestazione:

- a) **soluzioni conformi**, definite secondo un approccio prescrittivo, nel quale l'azione termica è rappresentata da una curva temperatura/tempo di tipo nominale, quale ad esempio la curva di incendio standard ISO 834;
- b) **soluzioni alternative**, definite secondo un approccio prestazionale, in base alle quali l'azione termica è rappresentata da curve temperatura/tempo o flussi termici determinati ad hoc per ciascuno scenario di incendio di progetto individuato come rappresentativo dell'evento che può verificarsi.

Nel cap. S.2 sono stabiliti i criteri per la progettazione strutturale in condizioni d'incendio, che non differiscono troppo da quanto previsto nella previgente normativa.

La capacità portante del sistema strutturale in condizioni di incendio si può determinare sulla base di quella propria degli elementi strutturali singoli, di porzioni di struttura o dell'intero sistema costruttivo, tenendo conto sia delle condizioni di carico e di vincolo presenti in condizioni di incendio che dell'eventuale presenza di materiali protettivi (di fatto, però, solo con curve d'incendio nominali, utilizzate per la loro qualificazione, i cui esiti sono riportati nei rapporti di valutazione). Le corrispondenti valutazioni possono essere condotte nel dominio delle temperature, delle resistenze e del tempo.

In merito alle deformazioni ed espansioni imposte o impedito dovute ai cambiamenti di temperatura per effetto dell'esposizione al fuoco, è evidente che le stesse producono sollecitazioni indirette, forze e momenti nei singoli elementi strutturali, che devono essere tenuti in considerazione, fatta esclusione per i casi in cui è riconoscibile a priori che esse sono trascurabili o favorevoli (valutazione tutt'altro che semplice) oppure se i requisiti di sicurezza all'incendio sono valutati in riferimento a una curva nominale d'incendio.

Le azioni agenti sulla struttura sono dunque quelle della combinazione di carico eccezionale di cui alle NTC 2018:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k(t) + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} + A_d(t)$$

Pertanto, in presenza dell'azione eccezionale incendio, le azioni permanenti e di precompressione sono valutate secondo il loro valore caratteristico, mentre quelle variabili sono ridotte rispetto al valore caratteristico secondo il coefficiente $\psi_{2,i}$ che tiene conto della contemporaneità delle stesse con l'azione eccezionale; le sollecitazioni indirette generate dall'incendio sono contemplate nel termine $A_d(t)$, che varia durante la sua evoluzione e che non è normalmente calcolabile in maniera diretta prima dell'esecuzione di analisi termostrutturali.

In conseguenza di tali criteri generali, le soluzioni conformi possono essere progettate facendo riferimento alla capacità portante propria degli elementi strutturali singoli esposti ad una curva nominale d'incendio, potenzialmente in un qualsiasi dominio, mentre quelle alternative, principalmente sviluppabili nel dominio del tempo, devono essere progettate facendo riferimento alla capacità portante di porzioni di struttura o dell'intero sistema strutturale esposte ad un incendio naturale (curve naturali, flussi termici, ecc.), a meno di verificare a priori, per la particolare struttura oggetto di studio, che l'effetto delle deformazioni ed espansioni imposte o impedito dovute ai cambiamenti di temperatura sia trascurabile (ad esempio struttura isostatica senza sollecitazioni di compressione o trazione).

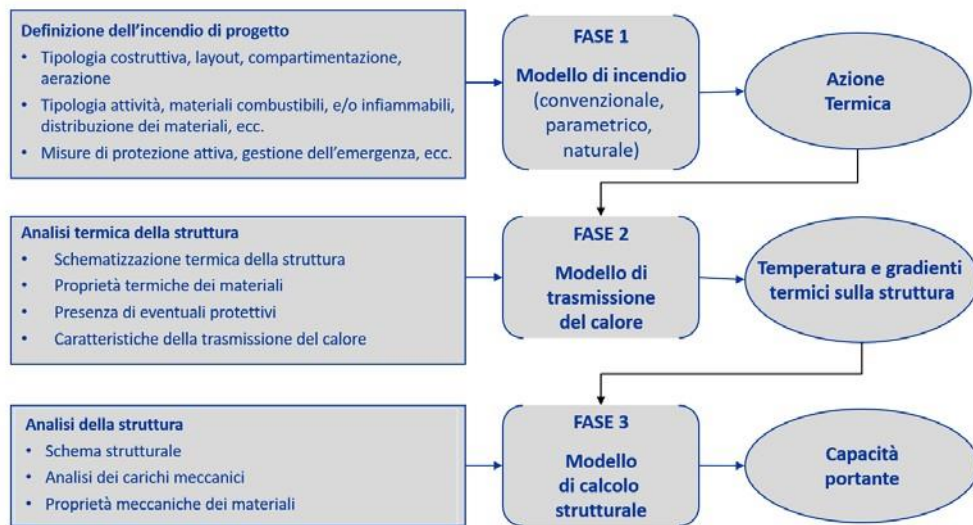
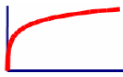
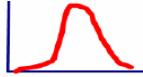


Figura 1: procedura per la progettazione della resistenza al fuoco

Con riferimento alla Figura 1, che illustra schematicamente le tipiche fasi della progettazione strutturale antincendio, si desume che il grado di difficoltà associato alle soluzioni conformi è certamente minore rispetto a quello delle soluzioni alternative: ciò è dovuto sia alla predeterminazione dell'azione incendio (fase 1), rappresentata da una curva nominale applicata a tutti gli elementi in progetto, sia alla possibilità conseguente di utilizzare metodi di calcolo (tabellari, sperimentali o analitici) più semplici su singoli elementi (fasi 2 e 3); di contro le soluzioni alternative, più complicate almeno nelle medesime fasi 1 (a causa della determinazione degli scenari d'incendio di progetto e delle relative azioni termiche in termini di curve temperatura tempo o flussi termici) e 3 (per il ricorso a metodi analitici avanzati che tengano conto del comportamento dinamico delle strutture, delle non linearità geometriche e dei materiali, delle dilatazioni termiche, ecc.), consentono di esplorare in maniera più accurata le prestazioni strutturali e di pervenire, a parità di livello di prestazione e di sicurezza strutturale antincendio, a configurazioni finali della struttura tipicamente meno onerose tecnicamente ed economicamente. Ciò non significa verificare le strutture sempre e soltanto per come sono state progettate o realizzate, senza effettuare interventi di miglioramento o adeguamento antincendio: questi diventano tanto più probabili quanto più la progettazione in condizioni a freddo è slegata da quella antincendio per le nuove realizzazioni, mentre per molte opere esistenti è davvero difficile non effettuare alcun intervento che consenta di garantire alcuni comportamenti a caldo per i quali le strutture non sono state progettate in origine.

Uno schema sintetico riassuntivo di quanto sopra illustrato, che può guidare il progettista strutturale per gli aspetti di resistenza al fuoco, è riportato nella tabella seguente:

Tabella 1: schema soluzioni progettuali resistenza al fuoco

SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E SOLUZIONI PROGETTUALI	Soluzioni conformi 	Soluzioni alternative 
Analisi per singoli elementi	SI	NO (salvo rari casi)
Analisi per parti della struttura	SI (ha poco senso)	SI
Analisi globale della struttura	SI (ha poco senso)	SI

4. LE FASI DELLA PROGETTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO SECONDO IL CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI E L'ITER AUTORIZZATIVO DEL PROGETTO DI PREVENZIONE INCENDI

4.1. Introduzione

Il progetto delle prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture di acciaio in generale ha importanti implicazioni sulle seguenti caratteristiche del progetto:

- di tipo prestazionale, ad esempio in termini di soluzione architettonica, strutturale o di durabilità;
- di tipo economico, in termini di costi della soluzione progettuale, sia in fase di costruzione che con riferimento alla manutenzione delle opere.

Tenendo conto degli obiettivi e dei criteri progettuali previsti dalle recenti Norme tecniche di prevenzione incendi [4], cui il presente documento si riferisce ai fini della Prevenzione Incendi, di seguito è riportato un percorso logico della progettazione della sicurezza antincendio, che è valido nello specifico anche per la progettazione e la verifica delle prestazioni di resistenza al fuoco delle strutture di acciaio e composte acciaio-calcestruzzo, in linea con gli schemi di indirizzo alla progettazione riportato nel Codice dei contratti pubblici [2].

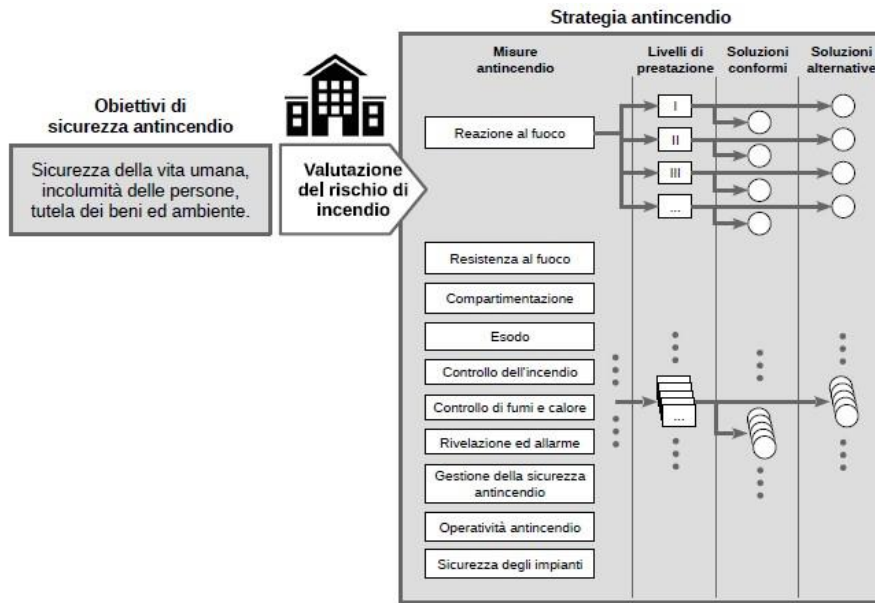


Figura 2: Schema della metodologia generale delle Norme tecniche di prevenzione incendi [4]

Con riferimento alla misura S.2, il percorso logico da seguire nella progettazione strutturale antincendio è rappresentato dal seguente diagramma di flusso:

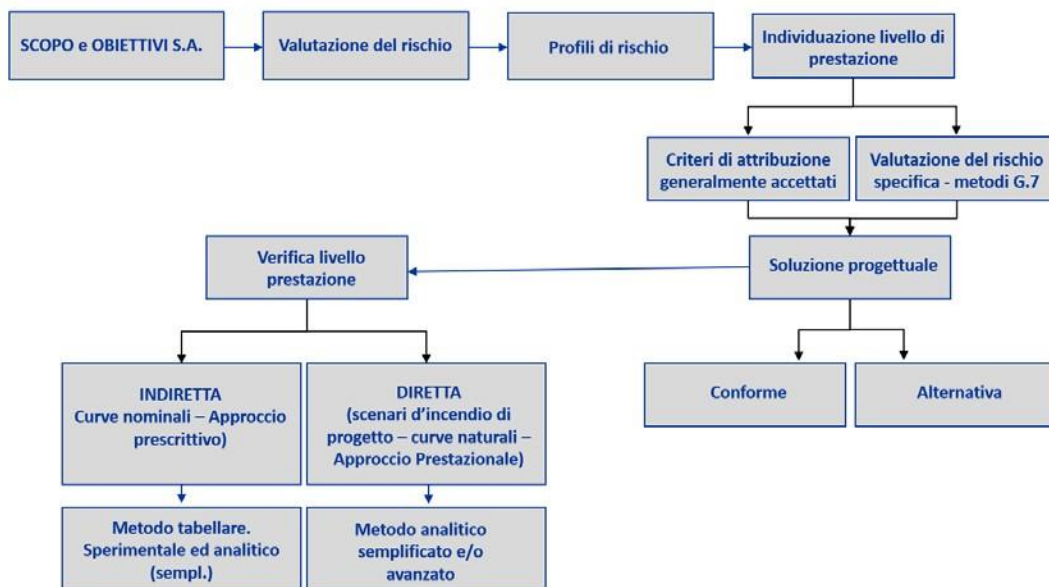


Figura 3: flusso logico progettazione e verifica S.2

In pratica, si procede come di seguito illustrato:

- vanno fissati lo scopo della progettazione antincendio e quindi gli obiettivi di sicurezza antincendio da perseguire;

- è necessario effettuare una completa ed esaustiva valutazione del rischio incendio; solo una volta che sia stata ultimata, il progettista è in grado di individuare i profili di rischio, che sono degli indicatori speditivi del rischio che riguardano la salvaguardia della vita umana, quella dei beni economici e la tutela dell'ambiente;
- con le risultanze della valutazione del rischio e con i profili di rischio è possibile individuare il livello di prestazione di resistenza al fuoco adeguato attraverso i criteri di attribuzione generalmente accettati, proposti dal Codice di P.I., oppure attraverso una valutazione del rischio specifica effettuata utilizzando uno dei metodi di cui al pt. G.2.7 del Codice di P.I.;
- una volta attribuito il livello di prestazione di resistenza al fuoco, va individuata una soluzione progettuale, conforme o alternativa:
 - a. **ricorso a soluzione conforme:** si effettua una verifica indiretta del raggiungimento del livello di prestazione individuato utilizzando metodi semplificati (tabellare, tranne che per strutture in acciaio, sperimentale e analitico su singoli elementi);
 - b. **ricorso a soluzione alternativa:** si effettua una verifica diretta del raggiungimento del livello di prestazione individuato definendo l'azione termica (fase 1) a valle dell'applicazione della FSE, si calcolano le temperature e i loro gradienti all'interno degli elementi strutturali e quindi si procede al calcolo strutturale tenendo conto degli effetti della temperatura sulle strutture in termini di degrado delle proprietà meccaniche e geometriche al variare dell'esposizione temporale all'incendio naturale.

4.2. Fase del progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE)

Il PFTE sviluppa la soluzione prescelta e, per quanto riguarda le misure tecniche di prevenzione incendi, deve contenere e prevedere:

- a) l'individuazione delle attività presenti, gli obiettivi della sicurezza antincendio, la valutazione del rischio e la strategia antincendio per la mitigazione del rischio;
- b) gli elaborati grafici relativi all'intervento, necessari per la rappresentazione della progettazione effettuata al punto a);
- c) il cronoprogramma di massima dei lavori richiesti dalle soluzioni progettuali ipotizzate;
- d) il capitolato prestazionale antincendio, contenente il livello delle prestazioni individuato per le dieci misure antincendio di protezione attiva e passiva previste dalla strategia antincendio adottata;
- e) l'elenco delle autorizzazioni, concessioni, licenze, pareri, intese, nulla osta e atti di assenso comunque denominati, necessari alla realizzazione ed esercizio dell'intervento.

Considerando gli obiettivi della prevenzione incendi e le metodologie di progettazione della sicurezza antincendio definiti nella regola tecnica vigente, D.M. 03.08.2015 e s.m.i., il PFTE deve contenere la definizione dei seguenti criteri progettuali:

- a. l'individuazione delle attività presenti;
- b. la valutazione del rischio di incendio per ogni specifica attività;
- c. l'attribuzione dei profili di rischio;

d. l'applicazione della strategia antincendio per la mitigazione del rischio;

e. l'attribuzione dei livelli di prestazione alle singole misure antincendio.

Tenendo conto dei livelli di successivi approfondimenti del progetto previsti da [2], appare logico che la definizione del successivo criterio progettuale:

f. l'individuazione delle soluzioni progettuali per la resistenza al fuoco,

che possono essere di tipo conforme o alternativa, da affrontare nella fase successiva del progetto, quella del progetto definitivo. In questa fase della progettazione (PFTE) la soluzione per la struttura di acciaio o composta acciaio-calcestruzzo può fermarsi alla definizione dei livelli di prestazione che devono essere verificati, nonché ad una prima individuazione delle misure tecniche da adottare ai fini della resistenza al fuoco in funzione delle prestazioni attese. In sostanza sembra logico che la specificazione della soluzione progettuale, di tipo conforme o alternativa, avvenga nella successiva fase del progetto, quella definitiva.

Possono costituire un'eccezione a questa regola generale i seguenti casi:

- quando il progetto, trattandosi di un'attività esistente, abbia già una definita soluzione progettuale non sufficiente per le prestazioni richieste, che risulta operativamente di difficile miglioramento;
- quando sia di particolare importanza il parametro prestazionale della manutenzione della struttura. Quando i suddetti casi hanno una valenza importante nel processo della progettazione, può essere utile definire la soluzione alternativa già nella Fase del progetto di fattibilità tecnica ed economica.

4.3. Fase del progetto definitivo

Secondo quanto previsto da [2], il progetto definitivo è sviluppato ad un livello di definizione tale che:

- nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo;
- siano riportati tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio dei necessari titoli abilitativi, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente, ai sensi della legislazione vigente.

Questi requisiti del progetto definitivo, oltre al fatto che deve essere comprensivo dei calcoli delle strutture (art. 24 comma 2 lettera f), fanno sì che esso debba necessariamente prevedere l'individuazione delle soluzioni progettuali, di tipo conforme o alternativa, per la misura antincendio della resistenza al fuoco. Infatti la progettazione della soluzione progettuale di tipo conforme o alternativa comporta in generale conseguenze di tipo economico per la realizzazione delle strutture e/o di tipo impiantistico, ad esempio per la misura antincendio della rilevazione e allarme e/o del controllo di fumi e calore, che hanno significativa rilevanza in termini di costo e che richiedono opportune verifiche da parte dell'autorità competente di controllo dei progetti.

Ad esempio, pensando all'iter della progettazione della soluzione alternativa, è evidente come la selezione degli scenari di incendio di progetto e la loro verifica prestazionale debba essere eseguita in questa fase della progettazione, essendo il livello di dettaglio richiesto certamente almeno pari a quello previsto nel progetto definitivo.

In sostanza sia il piano economico e finanziario del progetto sia le autorizzazioni necessarie alla realizzazione e all'esercizio dell'intervento richiedono che questa scelta progettuale sia eseguita nell'ambito della Fase del progetto definitivo.

Considerando infine che è in tale fase che vanno acquisite tutte le autorizzazioni necessarie per l'approvazione del progetto dell'opera pubblica, compresa quella ai fini della sicurezza antincendio, sembra logico e scontato prevedere la presentazione dell'istanza per la valutazione del progetto di prevenzione incendi nell'ambito della fase del progetto definitivo. Tale discorso, con riferimento in particolare alla resistenza al fuoco, è certamente valido sia per le soluzioni conformi che per quelle alternative: nel primo caso, qualora si utilizzino protettivi per migliorare le prestazioni delle strutture in acciaio o composte acciaio-calcestruzzo, l'esatta consistenza e caratteristiche degli stessi va calcolata, quantificata economicamente e in termini di posa in opera, va inclusa nel piano di manutenzione dell'opera, bisogna tenerne conto nel piano di sicurezza e coordinamento, ecc.; nel secondo caso il livello di impatto sulla progettazione definitiva è ancora più importante, in quanto "costringe" le varie professionalità coinvolte nella progettazione ad una profonda interazione, necessaria per la corretta selezione degli scenari d'incendio di progetto, per la definizione delle destinazioni d'uso dei vari locali dell'attività, fondamentali per una corretta analisi preliminare e quantitativa degli stessi e per i calcoli termo-strutturali, che sono parte integrante dei calcoli relativi alle strutture, che vanno depositati presso l'autorità regionale incaricata del loro controllo.

Qualora, sebbene sia un'evenienza tanto frequente quanto inopportuna (di fatto significa affermare di aver sbagliato la progettazione definitiva), in fase di progettazione esecutiva o durante la costruzione delle opere vengano effettuate modifiche sostanziali in termini di prevenzione incendi, in particolare quindi anche per la resistenza al fuoco, sarà necessario acquisire nuovamente il parere sul progetto da parte del Comando VV.F. competente per territorio.

4.4. Fase del progetto esecutivo

Obiettivo del progetto esecutivo è che ogni elemento della costruzione sia identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. Il progetto deve inoltre essere corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, in relazione al ciclo di vita dell'opera stessa.

Questa fase della progettazione può essere compiutamente svolta dopo che la soluzione progettuale sia stata oggetto di approvazione da parte delle autorità competenti e quindi ogni elemento della costruzione possa essere definito con le specifiche verifiche prestazionali predisposte.

Per quanto riguarda le costruzioni in acciaio o composte acciaio-calcestruzzo, le stesse rientrano nella categoria OS 18-A (opere superspecialistiche, componenti strutturali in acciaio), che è una delle categorie a qualificazione obbligatoria nell'ambito dei lavori pubblici (art. 89, comma 11 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., art.2, comma 2, D.M. n. 248 del 2016) perché comprende lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture): tale previsione normativa è legata all'elevata specializzazione richiesta nell'esecuzione di tali opere, che pertanto richiede una progettazione esecutiva che tenga conto dell'elevata componente tecnologica insita nell'esecuzione di tali opere, compresa la realizzazione e posa in opera di protettivi e di particolari costruttivi che hanno grossa influenza nel loro comportamento nei confronti dell'incendio.

5. CONCLUSIONI

È evidente che la progettazione antincendio, compresa quella della resistenza al fuoco delle strutture in acciaio, su cui è focalizzata la presente pubblicazione, è un elemento imprescindibile nella progettazione generale integrata di opere pubbliche, sia di nuova costruzione che esistenti, dal momento che l'incidenza tecnica ed economica, che le misure antincendio possono avere sulla configurazione finale dell'opera pubblica, sono potenzialmente molto significative ed impattanti.

Come specificato nel Codice dei contratti pubblici [2], anche la progettazione strutturale antincendio va affrontata fin dalle fasi iniziali in cui nasce il progetto dell'opera pubblica (quadro esigenziale, DIP e CODFAP), per poi essere pienamente recepita nella PFTE, con la quale spesso vengono acquisite e stabilite le prime indicazioni progettuali e fissato con una maggior precisione il budget necessario alla realizzazione dell'opera pubblica, una volta individuata la soluzione ottimale sotto diversi punti di vista. È però nel progetto definitivo che la progettazione strutturale antincendio va sviluppata e completata, individuando le soluzioni progettuali (conformi o alternative) idonee a verificare il livello di prestazione di resistenza al fuoco individuato dal progettista antincendio. Tra l'altro, come anche previsto dalle NTC 2018 [5], una corretta progettazione strutturale deve comprendere anche le verifiche nei confronti delle azioni eccezionali, tra cui rientra l'incendio, senza dimenticare la necessità di garantire un'opportuna robustezza delle strutture nei confronti delle medesime azioni. La certezza che le soluzioni di resistenza al fuoco progettate possono essere sviluppate nel dettaglio nella successiva fase di progettazione esecutiva viene garantita solo dall'approvazione del progetto antincendio da parte del competente Comando VV.F., ferme restando le responsabilità del progettista di garantire il rispetto della normativa antincendio applicabile. Pertanto la fase della progettazione definitiva è, a parere degli autori, la fase in cui deve essere operata la completa definizione delle soluzioni progettuali di resistenza al fuoco delle opere pubbliche, di tipo conforme o alternativa. E questa definizione non può non essere presente nella documentazione progettuale che è oggetto dell'esame progetto da parte del competente Comando VV.F. Ovviamente tale modus operandi nella progettazione è auspicabile venga replicato anche nel caso di realizzazione di opere non pubbliche o in generale non rientranti nel campo di applicazione del Codice degli Appalti, in modo da evitare le sorprese tecniche ed economiche cui spesso si va incontro nelle progettazioni strutturali antincendio eseguite a posteriori, secondo una cattiva consuetudine piuttosto diffusa nel nostro paese.

Nei casi in cui vengano effettuate modifiche sostanziali alla progettazione strutturale antincendio in fase di progettazione esecutiva o, peggio ancora, durante la costruzione delle opere, evenienze che purtroppo si verificano di sovente, sarà necessario acquisire il parere positivo sulla valutazione progetto ai sensi dell'art. 3 del D.P.R. 151/2011 e s.m.i. prima di realizzarle.

BIBLIOGRAFIA

- [1] D.P.R. n.207/2010 Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»
- [2] Schema di regolamento di esecuzione, attuazione e integrazione del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, recante “Codice dei contratti pubblici” - Commissione di supporto giuridico-amministrativo per l’esame dello schema di regolamento unico recante disposizioni di esecuzione, attuazione e integrazione del codice dei contratti pubblici di cui al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (Bozza regolamento del 16 luglio 2020);
- [3] Ministero dell’Interno. DM 3 agosto 2015, Norme tecniche di prevenzione incendi, gazzetta ufficiale n. 192 del 20 agosto 2015, Roma, 2015;
- [4] Ministero dell’Interno. DM 18 ottobre 2019, Norme tecniche di prevenzione incendi, gazzetta ufficiale n. 256 del 31 ottobre 2019, Roma, 2019;
- [5] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”, gazzetta ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018, Roma, 2018.