

SPRINKLER 4.0

IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI E L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

LA NORMA UNI-EN 12845 REV.1-2015: LE NOVITA' E LE PROSPETTIVE PER LA REV.2

GAETANO COPPOLA
PAOLO BIGATTI
HUGHES ASSOCIATES EUROPE SRL
JENSEN HUGHES EUROPEAN ALLIANCE
WWW.HAE.IT

INTRODUZIONE

2

- La corrente versione della UNI EN 12845-Giugno 2015 (pubblicata in Italia nell'Agosto 2015) rappresenta la revisione 1 della norma Europea sui sistemi sprinkler, e in questo senso annulla e sostituisce la norma precedente EN 12845:2004+A2:2009.
- In realtà, il testo era stato sviluppato come emendamento alla norma (sarebbe stato il terzo - A3).
- Il CEN valutò che la quantità delle informazioni contenute nel documento predisposto fossero «troppe» per un emendamento.

INTRODUZIONE

3

- Il WG5 del TC 191, per non perdere completamente tutto il lavoro svolto e considerando la contemporanea scadenza quinquennale per la revisione periodica della norma, propose di adottare il testo direttamente come Revisione 1.
- Questa precisazione è opportuna per una più completa e circostanziata comprensione dell'attuale testo: il WG5 con i lavori sul terzo emendamento si era dato, tra gli altri, l'obiettivo di includere le tecnologie sprinkler che sebbene ormai largamente impiegate da decenni in tutto il mondo, ancora non avevano riscontro nella norma Europea: segnatamente i CMSA e gli ESFR.

INTRODUZIONE

4

- In questa presentazione illustreremo le principali novità introdotte nella Revisione 1, con particolare attenzione alle nuove appendici riguardanti le «nuove tecnologie» sprinkler.
- Faremo una rapida rassegna puntuale delle principali variazioni nei diversi capitoli.
- Ci soffermeremo su un piccolo quanto controverso capitolo introdotto nella revisione 1, il capitolo 21.
- Daremo alcuni cenni – per quanto possibile anticipare – sui contenuti della revisione 2 della EN 12845, attualmente in elaborazione da parte del WG 5-TG2 del TC 191.

EN12845 – EDIZIONE 2015 REV.1

5

- A livello macro, le principali novità sono:
 - ⇒ Modifica del titolo della appendice F (normativa):
 - Da: *Requisiti particolari per gli impianti a salvaguardia delle persone*
 - A: *Misure addizionali per il miglioramento della affidabilità e della disponibilità del sistema [sprinkler]*
 - ⇒ Aggiunta di tre nuove Appendici:
 - **APPENDICE N: SPRINKLER CMSA (normativa)**
 - **APPENDICE O: ESEMPIO DI P&ID (informativa)**
 - **APPENDICE P: PROTEZIONI SPRINKLER ESFR (normativa)**
 - ⇒ Aggiunta di un nuovo (brevissimo) capitolo (n.21: Third party inspection)

EN12845 – REV.1

6

- Più in dettaglio, sono stati modificati numerosi articoli e aggiunti alcuni nuovi articoli in quasi tutti i capitoli della norma.
 - ⇒ Capitolo 2 - **Riferimenti normativi:**
 - Ampliato l'elenco dei riferimenti normativi
 - ⇒ Capitolo 3 - **Termini e definizioni:**
 - Il numero complessivo è rimasto invariato (84).
 - Completamente sostituita la 3.39 (DA: Life Safety System - A: Coefficiente di scarica K)
 - ⇒ Capitolo 4 - **Progettazione e documentazione contrattuale:**
 - § 4.2: la nota è stata inglobata nel testo principale
 - § 4.4.2 i): riferimento al P&ID introdotto in appendice O
 - § 4.4.3.2: aggiunta la nota
 - ⇒ Capitolo 5- **Estensione della protezione sprinkler:**
 - Riordino numerazione paragrafi

EN12845 – REV.1

7

⇒ Capitolo 6 - Classificazioni delle attività e dei rischi di incendio:

- Riordino della numerazione interna del paragrafo 6.2
- Riscritta la TABELLA 2:
 - È stata aggiunta la colonna dei PERICOLI in modo che per ciascuna configurazione ST fosse contemplata l'opzione OH e l'opzione HH.
 - Sono state esplicitate in apposite colonne, per ciascuna configurazione e per ciascun pericolo, la massima superficie dei singoli «blocchi» di stoccaggio, la larghezza dei corridoi separanti le file di stoccaggio, il minimo spazio libero attorno ai singoli «blocchi» di stoccaggio.
 - Sono state aggiunte una serie di note per caratterizzare il dimensionamento idraulico delle linee di sprinkler interne alle scaffalature.

EN12845 – REV.1

8

Table 2 — Limitations and protection requirements for different storage configurations

Storage Configuration	Layout limitations	Protection in addition to sprinklers at ceiling or roof	Applicable table notes:
ST1	Storage shall be confined to blocks not exceeding 150 m ² in plan area for C III and IV.	None	2, 3
ST2	"Aisles between rows shall be not less than 2,4 m wide."	None	2
ST3	Storage shall be confined to blocks not exceeding 150 m ² in plan area.	None	2
ST4	Aisles separating rows are equal or greater than 1,2 m wide.	Intermediate sprinklers are recommended.	1, 2
	Aisles separating rows are less than 1,2 m wide.	Intermediate sprinklers are required.	1
ST5	Either the aisles separating rows shall be no less than 1,2 m wide, or storage blocks shall be no more than 150 m ² in plan area.	Intermediate sprinklers are recommended.	1, 2
ST6	Either the aisles separating rows shall be no less than 1,2 m wide, or storage blocks shall be no more than 150 m ² in plan area.	Intermediate sprinklers are required or, if this is impossible, continuous full height vertical bulkheads with Euroclass A1 or A2 or an equivalent in existing national classification systems shall be fitted longitudinally and transversely within each shelf.	1, 2

NOTE 1 When the ceiling is more than 4 m above the highest level of stored goods, intermediate levels of in-rack sprinklers should be used.

NOTE 2 Storage blocks should be separated by aisles no less than 2,4 m wide.

NOTE 3 Storage should be confined to blocks not exceeding 150 m² in plan area for C I and C II.

Table 2 — Protection requirements and limitations for storage configurations ST1 to ST6

Storage configuration	Hazard	Applicable conditions	Maximum storage block area m ²	Width of aisles separating rows of storage m	Minimum separation clearance around storage block area m
ST1	OH		50	^a	2,4
	HH		150	^a	2,4
ST2	OH		50	2,4 or greater	2,4
	HH		unlimited	2,4 or greater	^a
ST3	OH		50	^a	2,4
	HH		150	^a	2,4
ST4	OH		50	1,2 or greater	2,4
	HH	without intermediate level in-rack sprinkler protection ^{b, c}	unlimited	1,2 or greater	^a
		with intermediate level in-rack sprinkler protection ^d		Less than 1,2	^a
		with intermediate level in-rack sprinkler protection ^e		greater than 1,2 but less than 2,4	^a
with intermediate level in-rack sprinkler protection ^f	2,4 or greater	^a			
ST5	OH		50	1,2 or greater	2,4
	HH	without intermediate level in-rack sprinkler protection ^{b, c}	150	less than 1,2	2,4
		with intermediate level in-rack sprinkler protection ^d	150	less than 1,2	2,4
	with intermediate level in-rack sprinkler protection ^g	Unlimited	1,2 or greater	^a	
ST6	OH	use HH protection			
	HH	with intermediate level in-rack sprinkler protection ^{c, h}			
			150	1,2	2,4

^a Not applicable.

^b intermediate level in-rack sprinkler protection is recommended.

^c Protection method limited to risks where the ceiling sprinklers are less than 4 m above the highest level of stored goods. Where the ceiling sprinklers are more than 4 m above the highest level of stored goods, intermediate level in-rack sprinklers shall be used.

^d Assume intermediate level in-rack sprinkler protection in three racks is hydraulically involved, see 7.2.3.3.

^e Assume intermediate level in-rack sprinkler protection in two racks is hydraulically involved, see 7.2.3.3.

^f Assume intermediate level in-rack sprinkler protection in one rack is hydraulically involved, see 7.2.3.3.

^g Assume intermediate level in-rack sprinkler protection in one or two racks is hydraulically involved, see 7.2.3.3.

^h If it is not possible to install intermediate sprinklers in ST6 storage longitudinal and transverse full height bulkheads shall be fitted longitudinally within each shelf. The full height bulkheads shall be constructed to EN 13501-1, Euroclass A1, A2 or national equivalent.

EN12845 – REV.1

9

⇒ Capitolo 7 – Criteri di progettazione idraulica:

- Riscritto il paragrafo 7.2.2: protezione solo a soffitto
 - Rimando al confronto con l'autorità per fabbricati di altezza maggiore a 12 m
 - Aggiunti due paragrafi: 7.2.2.2 Limiti di altezza di stoccaggio e 7.2.2.3 Distanza Eccessiva (excessive clearance).
 - In caso di Distanza Eccessiva introdotte l'opzione 1 (incrementare la densità di progetto di 2,5mm/min per il primo metro in eccesso e 1mm/min per ogni eventuale metro ulteriore) e l'opzione 2 (aggiungere in-rack sprinkler).

EN12845 – REV.1

10

⇒ Capitolo 8 – Alimentazioni idriche:

- Riscritto il paragrafo 8.5.1
- Aggiunto il paragrafo 8.5.2

⇒ Capitolo 9 – Tipo di alimentazioni idriche:

- Vari aggiustamenti editoriali nell'organizzazione di alcuni paragrafi
- Prospetto 12 ristrutturato

⇒ Capitolo 10 – Pompe:

- 10.1 Generale: tolto il riferimento alla «stabilità» delle curve (**NdA: rappresenta un «buco» normativo che probabilmente verrà colmato con la pubblicazione della EN 12295-parte 12**)
- 10.8.1.3: aggiunto requisito prestazionale → 15s dall'avviamento per raggiungere la portata nominale
- 10.8.2: sostanzialmente estesa la descrizione dell'alimentazione elettrica
- Altre variazioni: alcune note eliminate ed integrate nel testo normativo.

EN12845 – REV.1

11

⇒ Capitolo 11 – Tipo e dimensioni degli impianti:

- La principale novità riguarda gli impianti dry, per i quali la limitazione volumetrica indicata nel prospetto 18 è diventata una limitazione temporale. Le limitazioni volumetriche sono state «ridotte» al rango di nota affermando che impianti dotati di acceleratori e con quelle limitazioni volumetriche – in funzione della classificazione LH, OH, HH – rispondono alle limitazioni temporali.

EN12845 – REV.1

⇒ Capitoli 12 – 20

- ⇒ 12.4.7 aggiunto un requisito relativo tipo di costruzione utilizzata e il riferimento all'AHJ in caso di profondità superiori ai 700 mm.
- ⇒ 12.5.1 aggiunto riferimento al transversal flue space da 100 mm
- ⇒ 14.2.3 cambiata l'applicabilità installativa degli sprinkler sidewall
- ⇒ 15.2 rafforzato il concetto di non installare valvole di sezionamento a valle delle valvole di controllo di sistema
- ⇒ 18.2.3.2 unificati i requisiti per le targhe informative delle valvole di controllo
- ⇒ 19.2 aggiunto requisito per un'ispezione da parte di «third party»
- ⇒ 20.1.1 aggiunto il requisito per la definizione di un responsabile per il sistema sprinkler
- ⇒ 20.3.2.8 aggiunto riferimento al test dei pressostati d'allarme
- ⇒ 20.3.4.2.2 aggiunta richiesta di test annuali per impianti alimentati non da sistemi di pompaggio
- ⇒ 20.3.5.2 aggiunto riferimento a serbatoi con intervallo di manutenzione a 10 anni.

EN12845 – REV.1: Gli Annex N e P

13

- Prima di descrivere il contenuto di queste due nuove appendici, è opportuno introdurre le definizioni che caratterizzano le prestazioni delle due tecnologie sprinkler coinvolte: CMSA e ESFR.
- Per farlo partiamo dalla rappresentazione classica di curva dell'incendio

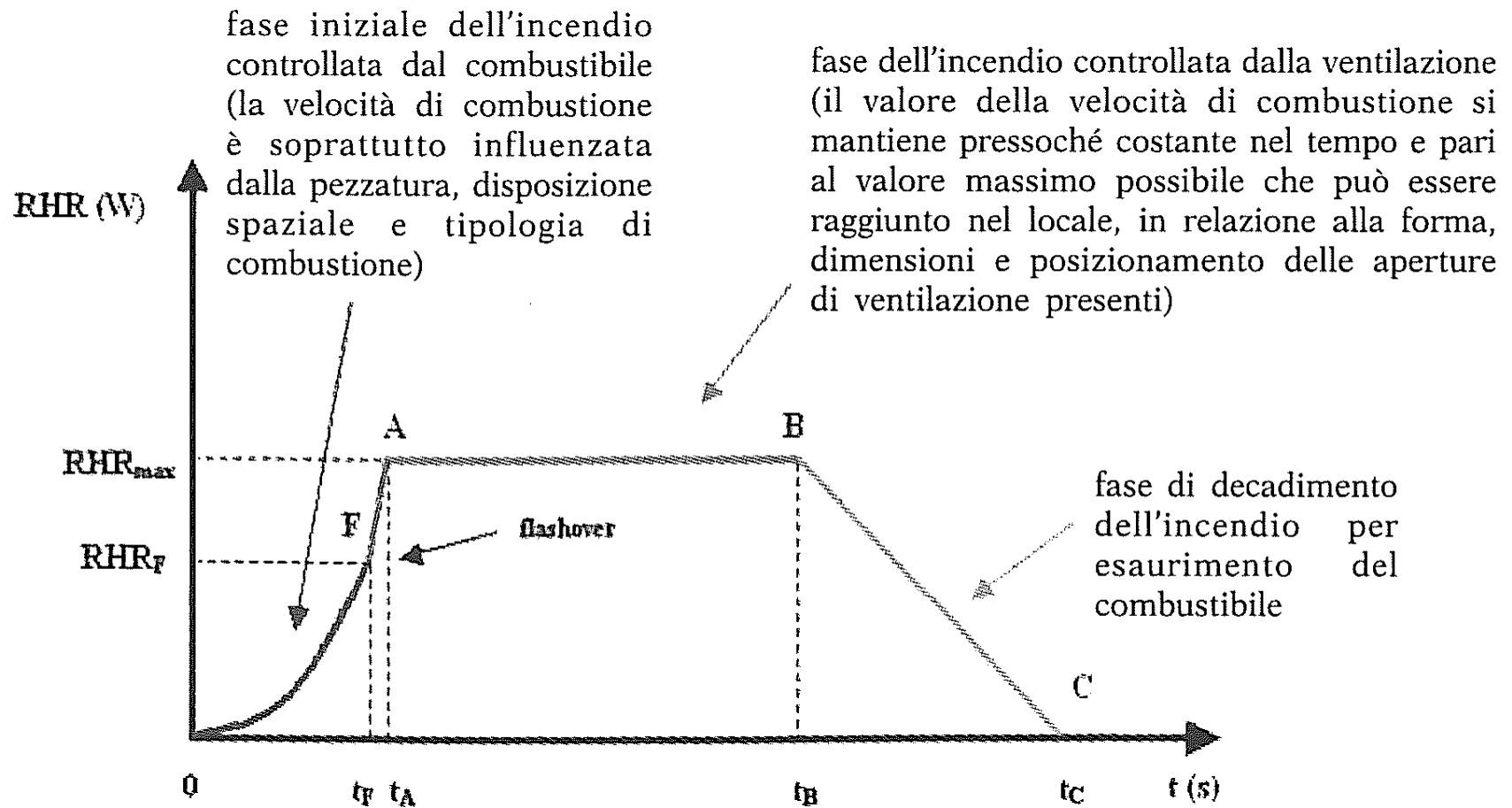
La curva dell'incendio

14

- E' possibile rappresentare l'andamento nel tempo del rilascio termico prodotto da un incendio: la curva **RHR**
- Descrive in forma grafica il comportamento di un incendio qualsiasi: l'andamento è pressoché simile a prescindere dal tipo di combustibile coinvolto e dal livello di potenza rilasciata.
- Nella nostra analisi siamo interessati esclusivamente dalla “forma” di questa curva.

La curva dell'incendio

15



La curva dell'incendio

16

- E' opportuno segnalare come la norma internazionale distingue tra i seguenti concetti:
 - ▣ **Fire Control**: Limitare la dimensione di un incendio mediante una adeguata distribuzione dell'acqua in modo da diminuire la potenza termica rilasciata e bagnare i combustibili adiacenti impedendone la partecipazione all'incendio.
 - ▣ **Fire Extinguishment**: Il completo spegnimento di un incendio al punto che nessuno dei combustibili presenti partecipi più alla combustione.
 - ▣ **Fire Suppression**: La forte riduzione della potenza termica rilasciata dall'incendio tale da impedire il riavvio dell'incendio stesso.

La curva dell'incendio

17

❑ MODALITA' OPERATIVA

- ❑ Come agisce uno sprinkler sull'incendio?
 - ❑ CONTROL MODE: Deve solo controllarne la propagazione, limitandone l'estensione entro un'area predefinita.
 - ❑ SUPPRESSION MODE: Deve potere drasticamente abbattere la potenza termica e, nel caso della tecnologia ESFR, giungere all'estinzione.

- ❑ Nei due casi cambiano completamente il dimensionamento idraulico e il tipo di erogatore da impiegare

La curva dell'incendio

18

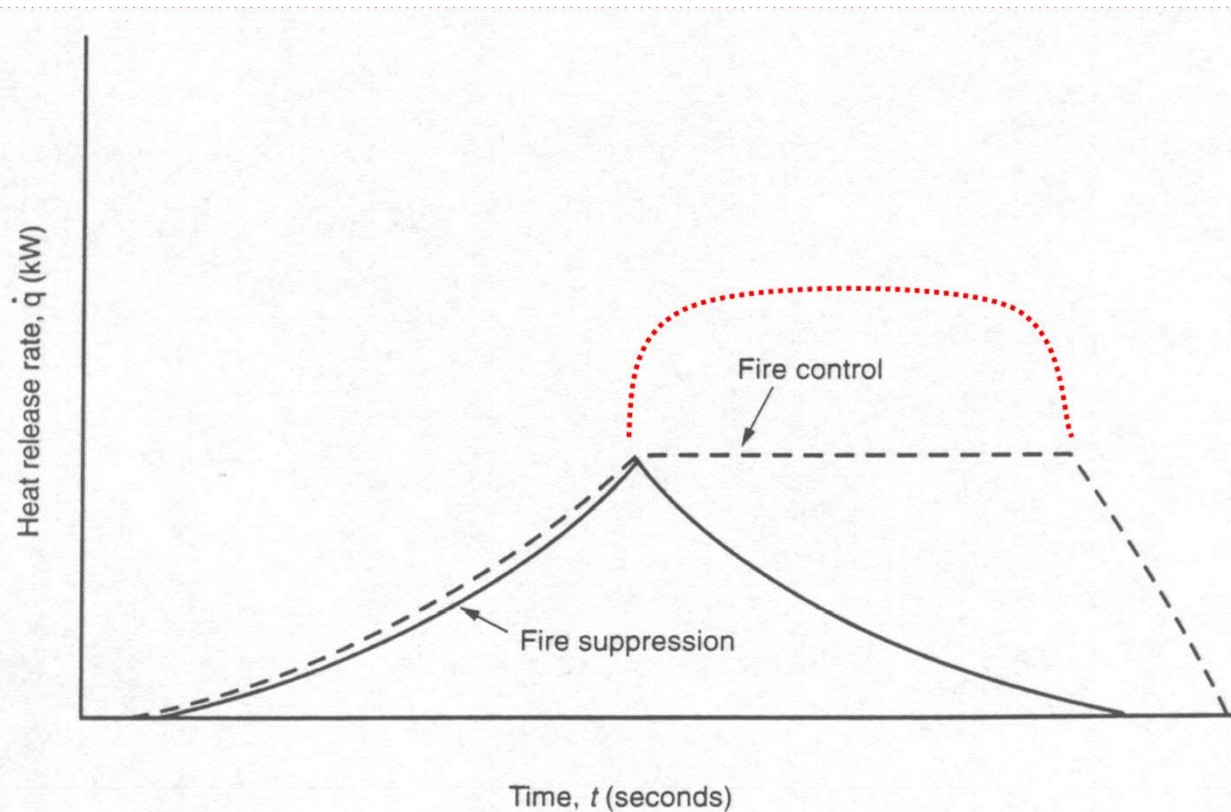


FIG. 6-10L. Simplified fire control/fire suppression analogy.

EN12845 – REV.1: ANNEX N - CMSA

19

- Gli sprinkler in modalità di controllo per applicazioni specifiche hanno un fattore K uguale o maggiore di 160. Questi sprinkler possono essere applicati per rischi speciali di deposito o per condizioni di pericolo alto.
- Gli sprinkler CMSA sono principalmente utilizzati per il controllo degli incendi in caso di rischi di deposito. Si può prevedere che, con un progetto appropriato, il soffitto sia sottoposto per 3 min a una temperatura media minore di 300°C, per garantire che le strutture di acciaio non protette non collassino. Vi è poco spazio per gli errori di progettazione e di installazione di questi sistemi sprinkler; i principi di progettazione e le caratteristiche operative sono significativamente differenti da una protezione con sprinkler normali.
- Gli sprinkler CMSA potrebbero non essere in grado di far fronte a caratteristiche di progettazione sfavorevoli e non conformità, che potrebbero costituire una pratica comune nell'installazione di una protezione con sprinkler normali. Quando è applicata una protezione CMSA, è pertanto essenziale la conformità a tutti i requisiti della presente appendice, senza alcuna eccezione.

EN12845 – REV.1: ANNEX N - CMSA

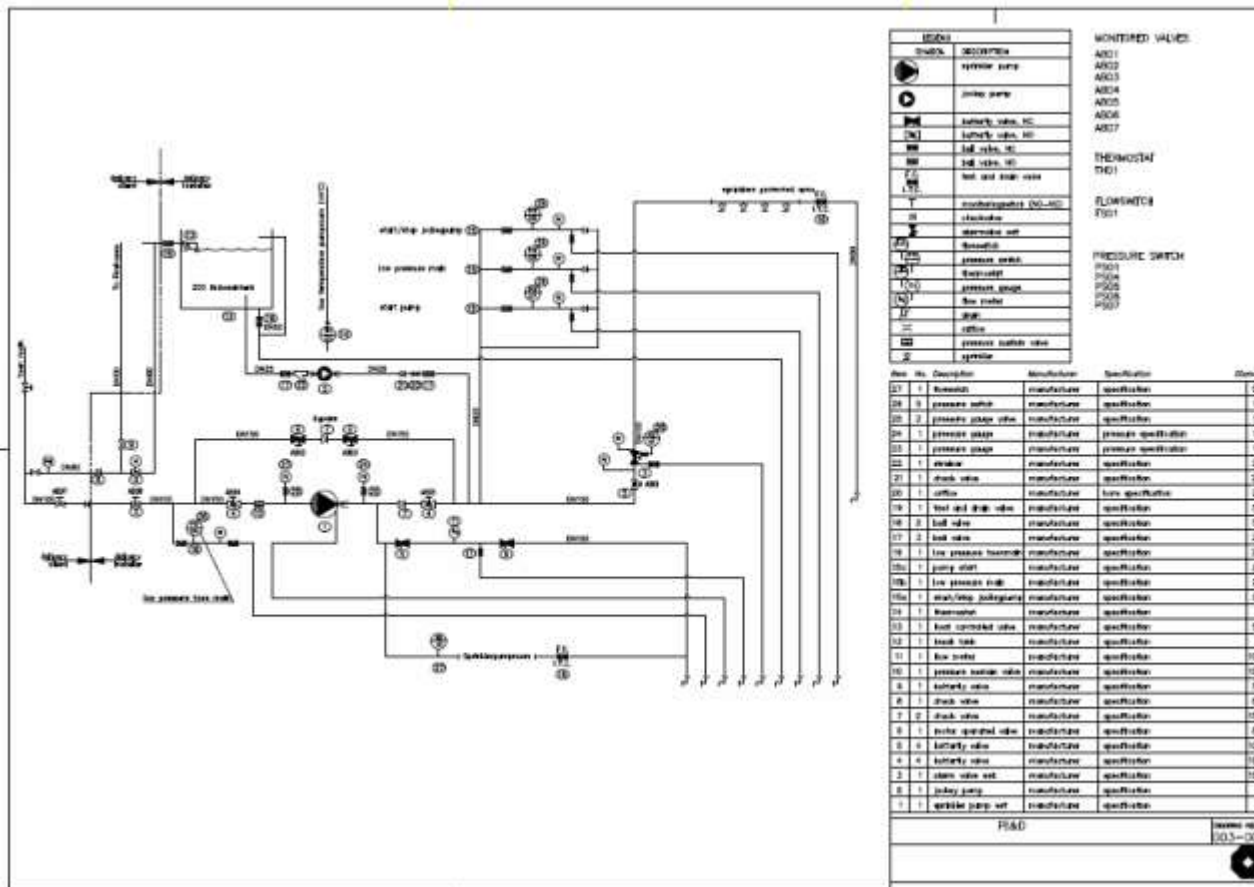
20

- L'allegato è normativo, ed è sostanzialmente strutturato come uno stand-alone standard, nel senso che sono fornite informazioni circa il posizionamento degli erogatori, le ostruzioni e la progettazione senza la necessità di consultare gli “omologhi” capitoli della norma.

- Le tipologie di stoccaggio proteggibili con CMSA sono:
 - Stoccaggio al coperto di pallet in legno impilati (ST1)
 - Stoccaggio di pallet in plastica impilati (ST1)
 - Stoccaggio impilati (ST1) tipo HHS1, HHS2 e HHS3 escluso plastiche
 - Stoccaggio impilati (ST1) tipo HHS3 e HHS4 escluso plastiche espanse e pneumatici
 - Stoccaggio su scaffali singoli, doppi e multipli (ST4) tipo HHS1, HHS2 e HHS3 escluso plastiche
 - Stoccaggio su scaffali singoli, doppi e multipli (ST4) tipo HHS3 e HHS4 escluso plastiche espese

EN12845 – REV.1

⇒ ANNEX O: ESEMPIO DI P&ID



EN12845 – REV.1: ANNEX P - ESFR

22

- Gli sprinkler ESFR (a risposta rapida a spegnimento tempestivo) sono sprinkler a soffitto che hanno la capacità di estinzione degli incendi in caso di rischi di deposito. Vi è poco spazio per gli errori nella progettazione e nell'installazione dei sistemi sprinkler ESFR; i principi di progettazione e le caratteristiche operative sono significativamente differenti da una protezione con sprinkler normali
- Gli sprinkler ESFR potrebbero non essere in grado di far fronte a caratteristiche di progettazione sfavorevoli e non conformità, che potrebbero costituire una pratica comune nell'installazione di una protezione con sprinkler normali.
- Gli scostamenti della progettazione e dell'installazione dalla presente norma potrebbero non solo comportare un'efficacia ridotta, ma piuttosto un guasto totale del sistema. Quando è applicata una protezione ESFR, è pertanto essenziale la conformità a tutti i requisiti della presente appendice, senza alcuna eccezione.

EN12845 – REV.1: ANNEX P - ESFR

23

⇒ Classificazione delle merci

- Per la progettazione dei sistemi sprinkler ESFR il sistema di classificazione di riferimento della EN 12845 è stato sostituito da quattro differenti categorie di plastica:
 - Cartonata non espansa
 - A vista non espansa
 - Cartonata espansa
 - A vista espansa
- Per merci non contenenti affatto plastica, o contenenti quantità di plastica molto piccole (cioè di categoria I e II), devono essere utilizzati i criteri di progettazione per la plastica cartonata non espansa.

EN12845 – REV.1: ANNEX P - ESFR

24

- ❑ L'allegato è normativo, ed è sostanzialmente strutturato come uno stand-alone standard, nel senso che sono fornite informazioni circa il posizionamento degli erogatori, le ostruzioni e la progettazione senza la necessità di consultare gli "omologhi" capitoli della norma.
- ❑ Il dimensionamento è basato su 12 sprinklers simultaneamente operativi (per soffitti con $h > 4,5$ m) oppure 6 (per soffitti con $h < 4,5$ m come per i mezzanini) ad una pressione minima di scarica che varia in funzione dei parametri geometrici dello stoccaggio e in funzione della classificazione.
- ❑ Il prospetto P1 fornisce una guida all'uso degli sprinkler ESFR.

EN12845 – REV.1: ANNEX P - ESFR

25

Guida all'uso degli sprinkler ESFR

		Metodo di deposito			
		ST1	ST2/ST3	ST4	ST5
Prodotto		Riferimento ai prospetti			
Plastica					
Non espansa	cartonata	P2	P3	P3	P2
Non espansa	a vista	P4	P5	P5	P4
Espansa	cartonata	P6	P7	P7	P6
Espansa	a vista	P8	P9	P9	P8
Pneumatici di gomma			P14	P14	
Bobine di carta depositate verticalmente:					
	Peso medio	P10	—	—	—
	Carta velina	P11			
	Pesante	P12	—	—	—
	Pesante rivestita di plastica	P13	—	—	—
Prodotti depositati sotto soppalchi		P15	P16	P16	—

EN12845 – REV.1

26

⇒ Capitolo 21 - ISPEZIONE DA PARTE DI TERZI:

- *Il sistema sprinkler deve essere ispezionato periodicamente almeno una volta all'anno da una terza parte. Il rapporto di ispezione deve valutare se il sistema è in conformità alla presente norma in relazione alla manutenzione, al funzionamento e all'adeguatezza al rischio presente. Deve essere redatto un elenco degli scostamenti per intraprendere le azioni necessarie.*

⇒ La questione è controversa per molte ragioni: perché connessa all'ordinamento giuridico di ciascuno stato, perché interpretata come un netto incremento dei costi....

⇒ Di fatto il CEN ha imposto al WG5 – attraverso il TC 191 – di rivedere il contenuto di questo testo per questioni formali pena la cancellazione totale: una norma CEN non deve indicare **chi deve fare cosa** e in particolare non è ammesso dalle regole CEN l'uso esplicito di alcuni termini, tra i quali «Parte Terza».

EN12845 – REV.1

27

- ⇒ Il WG5 ha quindi proposto, nella riunione di Giugno 2017, un testo diverso per questo capitolo, nel quale il termine «**terza parte**» è stato sostituito con il termine «**esperto**», aggiungendo una nuova appendice alla norma (Appendice Q - informativa)
- ⇒ L'appendice Q indica come questo genere di ispezione deve essere svolta da un **ente indipendente**, quindi:
 - Non il proprietario dell'impianto
 - Non l'utente dell'impianto
 - Non l'installatore dell'impianto (o un installatore concorrente)
 - Non il manutentore dell'impianto (o un suo concorrente)
- ⇒ L'esperto è una persona addestrata, qualificata per conoscenza ed esperienza pratica, con la necessaria competenza per eseguire le verifiche e i test necessari ai fini dell'ispezione.

LA REVISIONE 2

28

- ❑ Suddivisione del lavoro in sottogruppi dedicati, ciascuno dei quali si è occupato di una sezione della futura norma.
- ❑ I capitoli dell'attuale norma sono stati accorpati, modificati e ridistribuiti in 7 sezioni principali:
 - ✓ Sezione 1: Scopo e campo di applicazione
 - ✓ Sezione 2: Valutazione del rischio
 - ✓ Sezione 3: Progettazione
 - ✓ Sezione 4: Installazione
 - ✓ Sezione 5: Alimentazioni idriche
 - ✓ Sezione 6: Prove e Messa in servizio
 - ✓ Sezione 7: Manutenzione

Rev.2 Sezione 2: valutazione del rischio

29

- La classificazione delle attività e dei rischi di incendio sarà articolata in 4 categorie:
 - ▣ **NON PRODUTTIVE** (*NON MANUFACTURING*):
 - Stazioni ferroviarie, Aeroporti, uffici, ospedali.....
 - ▣ **PRODUTTIVE** (*MANUFACTURING*):
 - Chemicals, Pharmaceutical, Appliances, Food&Beverage.....
 - ▣ **STOCCAGGI** (*STORAGES*):
 - HHS1.....HHS5
 - ▣ **RISCHI SPECIALI** (*SPECIAL HAZARD*):
 - Quelli attualmente contenuti nell'Appendice G più eventuali altre estensioni.

Rev.2 Sezione 5: alimentazioni idriche

30

- I capitoli dell'attuale EN 12845 inseriti in questa sezione sono:
 - ▣ Cap.8: Alimentazioni idriche
 - ▣ Cap.9: Tipo di alimentazioni Idriche
 - ▣ Cap. 10: Pompe
- L'idea è quella di puntualizzare alcuni concetti chiave che nella attuale versione mancano o si prestano ad interpretazioni fuorvianti:
 - ▣ Criteri di installazione dei gruppi di pompaggio
 - ▣ Prescrizioni sulle caratteristiche costruttive dei locali pompe
 - ▣ Definizione del tipo di pompe ammesse come pompe antincendio

LA REVISIONE 2

31

- ❑ Il lavoro dei singoli sottogruppi è stato assemblato in un unico testo che è ora al vaglio del TG2 del WG5, il quale nelle sue riunioni esamina riga per riga ogni paragrafo.
- ❑ Un lavoro così impostato, che non ha raccolto i favori unanimi dei membri del TG2, necessariamente comporta tempi.....lunghi. Ad oggi il lavoro di revisione puntuale è circa al 50% del testo complessivo.

Principali criticità Rev. 2

32

- ❑ Forti resistenze all'innovazione e al cambiamento.
- ❑ Assoluta mancanza di risorse economiche per poter finanziare qualsiasi attività di ricerca/test che possa sostenere una qualsiasi impostazione alternativa.
- ❑ Avversione verso l'impostazione delle norme internazionali, tipicamente NFPA e – in qualche misura – anche FM.

Aspetti positivi Rev. 2

33

- ❑ Il superamento di alcune lacune «strutturali»:
 - ❑ Indicazioni per la progettazione in aree sismiche
 - ❑ Individuazione di gruppi di pompaggio per uso antincendio
- ❑ Un processo di classificazione del rischio auspicabilmente più moderno, che consenta di evidenziare i principali fattori che caratterizzano le diverse condizioni operative.
- ❑ L'adozione di misure orientate a rendere più semplici e meno onerose le protezioni sprinkler per le classi di rischio più lievi.
- ❑ Il riconoscimento dell'aggravio del rischio rappresentato dalla presenza dei materiali plastici negli stoccaggi.

SPRINKLER 4.0

IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI E L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA



GAETANO COPPOLA
PAOLO BIGATTI
HUGHES ASSOCIATES EUROPE SRL
JENSEN HUGHES EUROPEAN ALLIANCE
WWW.HAE.IT

GRAZIE!



HUGHES ASSOCIATES EUROPE, srl
FIRE SCIENCE & ENGINEERING

XVII CONVEGNO AIIA
Milano 03.09.2017

