4. Valutazione del rischio

4.1 Quando fare la valutazione del rischio

L'art. 84 del D.Lgs. 81/08 impone ai datori di lavoro di provvedere affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature siano protetti dagli effetti dei fulmini secondo le norme tecniche.

Ne discende che la valutazione del rischio da fulmini (di seguito VdR), in tutti i luoghi di lavoro, è un obbligo legislativo.

Rimane un obbligo legislativo anche per tutte quelle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco (rif. DPR 151/2011) la cui norma tecnica verticale preveda la protezione dalle scariche atmosferiche. Ne sono un esempio non esaustivo le seguenti attività:

- **Edifici storici destinati a contenere biblioteche ed archivi** (DPR 418 del 30/06/1995)
- **Edifici storici destinati a contenere musei, gallerie, esposizioni e mostre** (DPR 569 del 20/05/1992)
- **Impianti di distribuzione stradale di GPL** (DPR 340 del 24/10/2003)
- **Impianti di distribuzione di gas naturale per autotrazione** (DM 28/06/2002)
- **Impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione** (DM 23/10/2018)
- **Grandi depositi di GPL** (DM 13/10/1994)
- **Depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8** (DM 03/02/2016)

E per gli edifici di civile abitazione?

Per gli edifici civili che non sono luogo di lavoro non sussiste uno specifico obbligo relativo alla VdR ed alla protezione contro i fulmini. Tuttavia rimane sempre l'obbligo giuridico, in capo al responsabile della struttura, di agire con perizia, prudenza e diligenza, da cui ne deriva la necessità di valutare il rischio di fulminazione di tale struttura.

Per tale motivo meritano sicuramente un approfondimento i nuovi edifici residenziali realizzati con il concetto dell'ecosostenibilità, che prevedono strutture portanti e/o coperture in legno (per approfondimenti si rimanda al paragrafo "Spunti di riflessione").

Inoltre la Norma CEI 64-8 prescrive che gli impianti elettrici siano dotati di misure di protezione contro le sovratensioni... come si può eseguire una corretta progettazione di tali protezioni senza prima eseguire una valutazione del rischio di fulminazione?

A prescindere da tutti gli obblighi normativi sopra esposti la domanda da porsi rimane comunque sempre la stessa:

POSSIAMO ACCETTARE IL RISCHIO CHE UN FULMINE COLPISCA LA STRUTTURA?

Ambienti ATEX

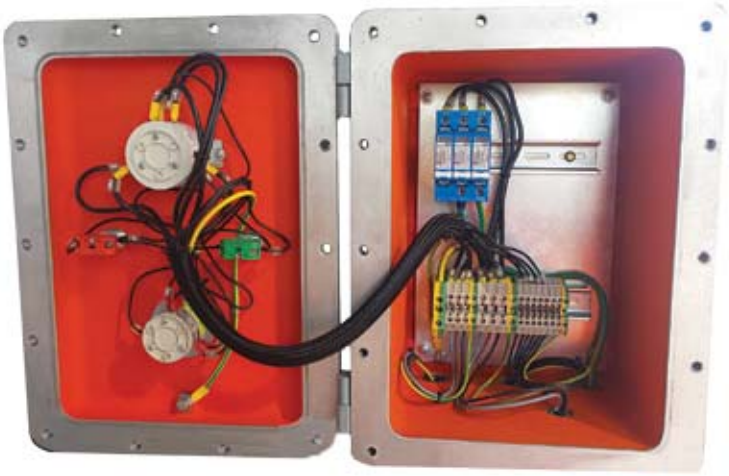
L'art. 290 del D. Lgs. 81/08 impone al Datore di Lavoro di valutare i rischi specifici derivanti da atmosfere esplosive considerando, tra tutti gli aspetti, anche la probabilità che le fonti di accensione siano presenti e divengano attive ed efficaci.

Il D.Lgs. 85 del 19/05/2016 indica tra le sorgenti d'innesco di un'atmosfera esplosiva scintille, archi elettrici, temperature superficiali elevate, onde elettromagnetiche, tutti fenomeni che possono manifestarsi al passaggio della corrente da fulmine.

Anche le linee guida dell'INAIL "Il rischio di esplosione, misure di protezione ed implementazione delle Direttive ATEX 94/9/CE e 99/92/CE" Edizione 2013, annoverano tra le sorgenti di innesco le scariche atmosferiche, in quanto considerate sorgenti efficaci poiché sono in grado di fornire all'atmosfera esplosiva un'energia sufficiente a provocare l'accensione.

Infine anche la norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) "Atmosfere esplosive Parte 14: Progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici" indica di prendere provvedimenti per ridurre ad un livello sicuro gli effetti dovuti al fulmine nel corso della progettazione delle installazioni elettriche, rimandando alla norma IEC 62305.

Visto quanto sopra esposto per gli ambienti Atex appare quanto mai necessario ed opportuno eseguire la valutazione del rischio fulminazione secondo la norma CEI EN 62305-2 per valutare in maniera corretta il rischio esplosione generato dal fulmine quale potenziale sorgente d'innesco.



Scaricatore in cassetta Ex-d installato in area con pericolo di esplosione

4.2 Considerazioni sulla nuova variante V5 alla norma CEI 64-8

Il primo marzo 2019 è entrata in vigore la variante V5 della norma CEI 64-8; essa, tra le altre, riscrive completamente la sezione 443: "*Protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica o dovute a manovra*" e la sezione 534: "*Dispositivi di protezione contro le sovratensioni transitorie*".

La Variante 5 prende in considerazione solamente le sovratensioni dovute alla fulminazione diretta o indiretta delle linee elettriche che alimentano l'impianto (oltre che le sovratensioni di manovra), stabilendo quando servono gli SPD. Rimanda invece alle norme della serie CEI EN 62305 (art. 443.1 nota 1) per la valutazione del rischio dovuto alla fulminazione diretta ed indiretta della struttura, considerando quest'ultima quasi un approfondimento ulteriore per chi non applica direttamente la norma CEI EN 62305-2.

In questo quadro normativo quantomai complesso in cui le due norme si sovrappongono parzialmente sorge spontaneo chiedersi se e quando è possibile applicare solo l'una o l'altra norma.

L'art. 443.4 della CEI 64-8 V5 stabilisce quando deve essere prevista la protezione contro le sovratensioni transitorie ed individua quattro situazioni in cui gli effetti di tali sovratensioni possano avere delle conseguenze:

1. sulla vita umana (es.: servizi di sicurezza, dispositivi di assistenza medica);
2. sui servizi pubblici e sul patrimonio culturale (es.: perdita di servizi pubblici, centri IT, musei);
3. sulle attività commerciali o industriali (es.: hotel, banche, industrie, mercati commerciali, fattorie);
4. su un gran numero di persone (es.: grandi edifici, uffici, scuole).

In merito all'elenco sopra riportato si possono fare le seguenti considerazioni:

- le situazioni riportate nei quattro punti precedenti sono estremamente generiche pertanto il progettista o l'installatore potrebbero essere portati ad installare sempre gli SPD;
- le quattro situazioni sopra descritte sono esattamente sovrapponibili ai quattro profili di rischio previsti dalla serie di Norme 62305 (R1-rischio vita; R2-perdita di servizio pubblico; R3-perdita di patrimonio culturale insostituibile; R4-rischio economico). E' interessante rilevare che la nor-

ma CEI EN 62305-2 prevede come obbligatorio il calcolo dei valori di rischio R1-R2-R3 e facoltativo il rischio R4. La nuova variante V5, invece, includendo le attività commerciali ed industriali nelle situazioni per le quali devono essere previsti gli SPD, sembra voler includere anche il rischio di perdita economica tra quelli rilevanti e non prescindibili che può determinare la necessità o meno dell'installazione degli SPD. Alla luce di ciò, nel caso in cui il Committente non voglia installare gli SPD in quanto funzionali alla sola riduzione del rischio economico, si consiglia di documentare per iscritto tale volontà per evitare possibili richieste di risarcimento danni in futuro;

– tutte le attività elencate sono luoghi di lavoro per i quali si deve applicare il D.Lgs. 81/08, il quale impone al Datore di Lavoro di eseguire la valutazione del rischio fulminazione (art. 84). In questo caso dovendo obbligatoriamente considerare tutte le sorgenti di rischio, ovvero fulminazione diretta ed indiretta sia della linea che della struttura, è necessario far riferimento alla serie di norme CEI EN 62305.

Procedendo nell'analisi della Variante 5, l'art. 443.4 prosegue dicendo che per i casi non ricompresi nei precedenti quattro punti, è possibile eseguire una valutazione del rischio (descritta nell'art. 443.5) con lo scopo di determinare la necessità o meno della protezione contro le sovratensioni (causate sempre e solo dalla fulminazione diretta ed indiretta delle linee) tramite SPD.

Eseguendo la valutazione del rischio descritta all'art. 443.5, risulta che la lunghezza massima della linea equivalente Lp oltre la quale è necessario installare SPD è pari a 850 m in ambiente urbano e 85 m in ambiente suburbano e rurale (calcolata secondo il metodo indicato in detto paragrafo e considerando NG=1). Tale valutazione, essendo semplificata rispetto alla valutazione del rischio su base probabilistica proposta dalla CEI EN 62305-2, risulta necessariamente cautelativa. Infatti se si esegue tale valutazione semplificata assumendo un valore per la lunghezza della linea pari a 1 km (in analogia anche a quanto indicato nella serie di norme del CT81) in quanto non si conoscono esattamente i dati richiesti (lunghezza della linea aerea in BT, lunghezza del cavo interrato in BT, lunghezza della linea aerea in AT e lunghezza del cavo interrato in AT[1]) e considerando un valore di N_G almeno pari a 1[2]; risulta necessaria l'installazione di SPD.

Tale semplificazione del metodo proposto all'art. 443.5 è riconosciuta anche dalla stessa Variante V5, a questo proposito il commento all'articolo cita: "*Si ricorda che la serie di norme CEI EN 62305 presenta il metodo più generale (basato sull'approccio probabilistico) per la valutazione del rischio e la scelta degli SPD. Il metodo descritto nel presente documento, pur semplificato, non confligge con le indicazioni della serie di norme CEI EN 62305*".

Una volta stabilita la necessità di installare gli SPD, la sezione 534 della V5, non fornisce indicazioni pratiche per stabilire quando occorre impiegare SPD di tipo 1, per questo aspetto bisogna comunque far riferimento alla serie di norme del CT81.

In conclusione, visto quanto sopra esposto, riteniamo che la valutazione del rischio eseguita in conformità alla serie di norme CEI EN 62305 sia sempre da preferire, soprattutto in tutti gli ambienti di lavoro per i quali vige sempre il D.Lgs. 81/08 e dove una valutazione del rischio eseguita in base alla CEI 64-8 V5 non permette di considerare tutti i rischi legati alla fulminazione.

Quanto sopra esposto trova conferma anche nella nota 1 dell'art. 443.5 della V5 ovvero: "*per la protezione di una struttura e dei suoi sistemi elettrici contro i fulmini e le sovratensioni di origine atmosferica si applica la serie di norme CEI EN 62305*".

Sicuramente l'entrata in vigore della nuova variante V5 ha introdotto un aspetto importante per quanto riguarda le dichiarazioni di conformità degli impianti elettrici. A causa dell'introduzione degli SPD, la DI.CO. redatta ai sensi del D.M. 37/08, non potrà più fare riferimento alla sola CEI 64-8 ma dovrà fare riferimento anche alla CEI EN 62305-2, la cui omissione verrebbe interpretata come mancanza della valutazione del rischio da fulminazione e pertanto l'impianto potrebbe non essere a regola d'arte.

Lo stesso discorso potrebbe valere per il progettista elettrico che rediga un progetto in conformità alla sola CEI 64-8. Anche in questo caso il mancato riferimento alla CEI EN 62305-2 significherebbe la mancata valutazione del rischio da fulminazione e pertanto il progetto potrebbe non essere considerato a regola d'arte.

[1]) Con AT la norma indica genericamente tensioni > 1kV; di fatto si tratta di media tensione (MT).

[2]) L'art. 6.5 della guida CEI 81-30 indica che occorre considerare un valore minimo di N_G pari a 1.

4.3 Le sorgenti di danno

Tra le principali innovazioni introdotte dalla **Norma CEI EN 62305-1** c'è la definizione del meccanismo di azione del fulmine in termini di causa ed effetto, dove esso è inteso come **quattro sorgenti di danno**, messe in relazione a tre conseguenti danni (esseri viventi, materiali e guasti agli impianti) ed a quattro relative perdite (vite umane, pubblico servizio, patrimonio culturale insostituibile ed economiche). Nella scelta delle protezioni risulta necessario definire la o le sorgenti di rischio alle quali l'impianto è soggetto per poi prendere le opportune contromisure.

SIPF® è pensare l'impianto di protezione in modo più libero, ampliando gli schemi convenzionali

Sorgente di danno	Punto d'impatto
S1	Sulla Struttura
S2	In prossimità della struttura
S3	Sui servizi entranti
S4	In prossimità dei servizi entranti

Le quattro sorgenti di danno e le relative componenti di rischio

S1 **Fulminazione diretta della struttura:**
R_A, danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'interno ed all'esterno della struttura;
R_B, danni materiali alla struttura (incendi, esplosioni, rilascio di sostanze tossiche);
R_C, danni agli apparati per sovratensioni e sovracorrenti dovute all'accoppiamento induttivo e resistivo.

S2 **Fulminazione indiretta della struttura:**
R_M, danni agli apparati per sovratensioni indotte per campi elettromagnetici irradiati da fulmini a terra in prossimità della struttura.

S3 **Fulminazione diretta della linea entrante:**
R_U, danni agli esseri viventi per fulminazione sul servizio (tensioni di contatto);
R_V, danni materiali alla struttura per fulminazione sul servizio (incendi, esplosioni, rilascio di sostanze tossiche);
R_W, danni agli apparati per fulminazione sul servizio.

S4 **Fulminazione indiretta della linea entrante:**
R_Z, danni agli apparati per sovratensioni indotte dal fulmine che cade in prossimità del servizio.

Considerazioni

Le componenti di rischio in una struttura sono influenzate dalle caratteristiche della struttura stessa e dalle possibili misure di protezione prese.

I pericoli generati da una fulminazione diretta ed indiretta nei servizi entranti ed indiretta per la struttura sono riducibili a valori accettabili con la realizzazione di un **LPS interno**, mentre se i pericoli sono generati da una scarica diretta sulla struttura è necessario realizzare anche un **LPS esterno**.

Scopo dell'LPS esterno

L'LPS esterno ha la funzione di intercettare i fulmini sulla struttura, compresi quelli sulle facciate laterali, e di condurre la corrente di fulmine dal punto d'impatto a terra.

L'LPS esterno ha anche la funzione di disperdere la corrente nel terreno senza che si verifichino danni termici o meccanici e scariche pericolose, ritenute tali in quanto in grado d'innescare incendi o esplosioni.

Scopo dell'LPS interno

L'impianto di protezione interno è la parte di un impianto di protezione costituita da collegamenti equipotenziali e/o isolamento elettrico dell'LPS. Esso ha lo scopo di evitare il verificarsi di scariche pericolose all'interno della struttura da proteggere, durante il passaggio della corrente di fulmine sull'LPS esterno o su altre parti metalliche della struttura.

Precisazione

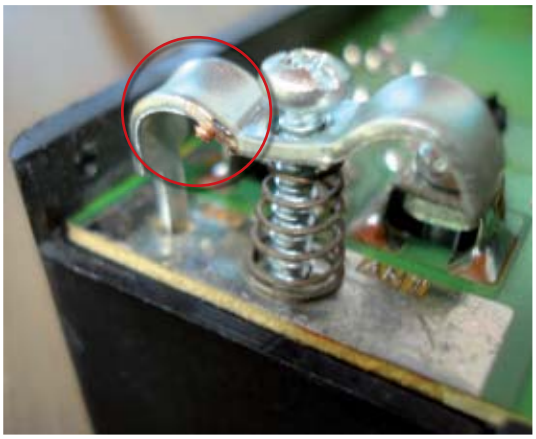
L'installazione di un LPS esterno implica necessariamente la realizzazione dell'LPS interno.

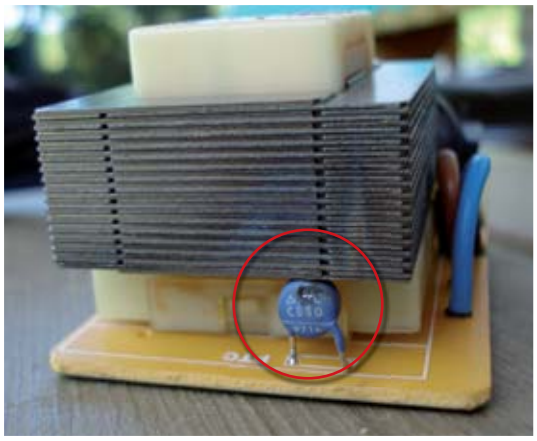
Per la nostra filosofia aziendale è imperativo che l'impianto di protezione esterno garantisca la struttura dalla fulminazione diretta, "accompagnando" il fulmine fino alla dispersione ed evitando che esso trovi percorsi alternativi, condizione quest'ultima che renderebbe impossibile il dimensionamento degli SPD e le funzioni dell'LPS interno.

Sistema si protezione a pali di captazione. In questo impianto la struttura realizzata in cemento armato posato in opera è stata utilizzata come elemento naturale di calata.

4.4 Fulmini, fascino e problematiche

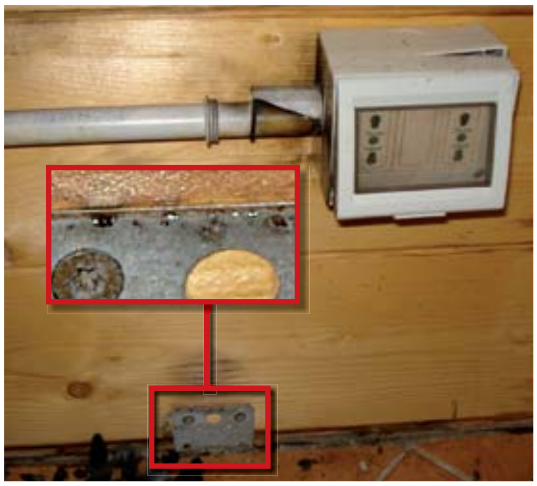
Spesso gli effetti delle fulminazioni indirette sono talmente puntuali da trovarne traccia solo in piccoli particolari. Particolari il cui danneggiamento crea comunque costi e disservizi.





Un alimentatore d'antenna danneggiato probabilmente da un effetto capacitivo.

Man mano che ci si avvicina al punto d'impatto gli effetti sono sempre più evidenti. Cresce il rischio d'incendio ed i pericoli per la vita delle persone.



Una sovratensione sulla linea aerea di alimentazione di un osservatorio astronomico ha trovato modo di scaricarsi su una piastra di fondazione perforando la canalizzazione e trenta centimetri d'aria, sono infatti visibili i punti d'impatto.

La fulminazione diretta è devastante, i danni economici sono molto elevati ed il rischio morte di persone non è dovuto solo al carico d'incendio.
Gli effetti dovuti a fulminazione diretta possono essere:

Sforzi elettrodinamici

Fulmini, fascino e problematiche

Incendio

Le linee aeree aumentano notevolmente il rischio di fulminazione diretta.

Provincia di Forlì, un fulmine sulla linea aerea in media tensione ne ha fuso i conduttori e ha fatto esplodere il trasformatore, mettendo al buio una intera zona rurale e obbligando l'Enel a portare un gruppo elettrogeno e ripristinare il guasto, bonificando anche il terreno sottostante intriso d'olio.

Esplosione

Nonostante gli effetti di un tale evento siano devastanti, troppo spesso si effettuano valutazioni dei rischi sottostimando la loro reale portata. Ciò comporta, per il progettista, l'assunzione di un'enorme responsabilità, quasi sempre in conseguenza della più classica richiesta del committente: risparmiare. Dopodichè, in caso di danno agli impianti, paradossalmente sarà proprio il committente il primo a chiedere conto al progettista di quanto avvenuto.

Un impianto di protezione realizzato a regola d'arte secondo la Norma CEI EN 62305 è sinonimo di sicurezza e garantisce l'intero investimento.

Esplosione di un impianto per la produzione del biogas (digestore anaerobico) a Daugendorf (Germania)
(Fonte: www.feuerwehr-riedlingen.de)

Fulmini, fascino e problematiche

Spostamento d'aria

Chiesa di Casola Val Senio (RA), il solo impatto di un fulmine sul campanile ha proiettato le tegole e parte del cornicione sul parcheggio di un condominio attiguo (a 18 m di distanza), danneggiando diverse macchine e sull'impianto solare termico della casa di fronte posta oltre la strada statale (a circa 34 m di distanza).

Non sempre la verifica dei rischi (secondo la norma CEI EN 62305-2) evidenzia i reali pericoli a cui è sottoposta una struttura e le persone presenti al suo interno.
Quando una struttura è costruita in mattoni, ed ancor peggio in pietra, non è possibile far dipendere il rischio elevato o la morte di persone esclusivamente dal carico d'incendio, in quanto gli effetti del fulmine all'interno sono devastanti.

Chiesa di Tasola (PR), non si è verificata una strage solo perché il fulmine è caduto a mezzanotte!
Foto a destra esplosione del pilastro causata dagli sforzi elettrodinamici che si sono venuti a creare al passaggio del fulmine.

L'evento documentato da queste foto è un ottimo esempio anche per sottolineare che il sistema di protezione va eseguito e regola d'arte in tutte le sue parti. Questa struttura aveva un parafulmine, sia pure con una sola calata, ma il problema si è manifestato per i 420 Ω di impedenza riscontrati sull'impianto disperdente. Questo ha elevato talmente il potenziale di terra che il fulmine ha preferito entrare all'interno tramite un chiavistello per poi giungere dopo un devastante percorso al contatore dell'Enel. Da notare che la deflagrazione, oltre a spargere massi, calcinacci ed uno strato di polvere in tutta la chiesa, ha generato una sovrappressione tale da far esplodere i vetri di tutte le finestre.

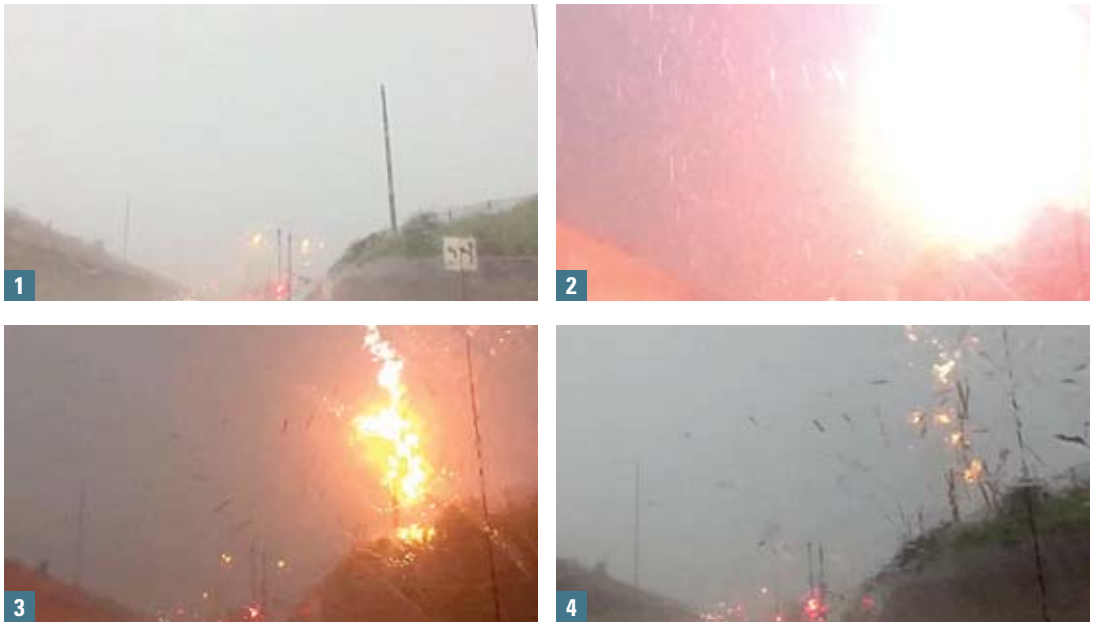
Chiesa di Tasola (PR), Le tre foto a fianco documentano gli effetti causati dal passaggio del fulmine: foto in alto, spostamento d'aria (i banchi sono stati spostati dalla forza d'urto che si è generata al passaggio del fulmine).
Foto in basso a sinistra: esplosione della parete causata dagli sforzi elettrodinamici.
Foto in basso a destra: esplosione dei vetri.

Ciò che lascia perplessi è che, anche ipotizzando una presenza superiore a mille persone, oggi la verifica dei rischi definirebbe la struttura autoprotetta. Per questo ed altri motivi i risultati di una analisi dei rischi secondo CEI EN 62305-2 sono un punto di riferimento, ma vanno sempre presi con senso critico e non per assodati.

Potremmo pertanto definire "deboli" tutte quelle strutture, combustibili e non, che non sono in grado di resistere al passaggio di un fulmine.

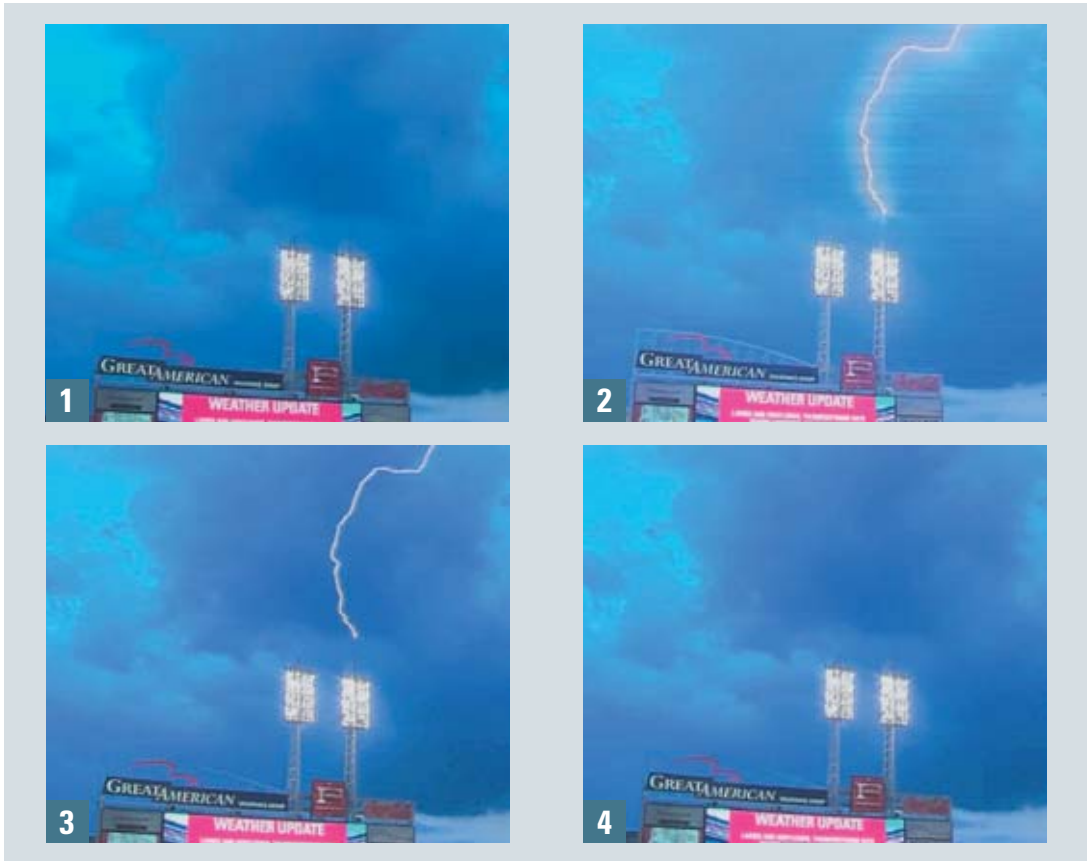
Se da un lato una struttura debole non isolata ha generalmente una probabilità minore di essere colpita da un fulmine, in quanto il fulmine stesso trova minor impedenza in strutture conduttive, dall'altro lato gli effetti che una fulminazione diretta ha su questo tipo di strutture sono devastanti, poiché il fulmine che colpisce una struttura non conduttiva sceglierà una qualsiasi via per scaricare a terra il proprio potenziale e, trovando "percorsi"non progettati per tale scopo, provocherà un'onda d'urto lungo tutto il percorso fino a terra (si veda il caso della Chiesa di Casola).

Sono un esempio di strutture "deboli" gli edifici con strutture portanti in legno, muratura o pietra.



Esempio di struttura "debole": il palo in legno (foto **1**) colpito dal fulmine (foto **2** e **3**) si disintegra incendiandosi; inoltre l'accoppiamento ohmico/induttivo con la linea elettrica mette fuori servizio l'impianto di illuminazione pubblica (foto **4**). Fotogrammi ricavati da filmati presenti su You Tube.

Per contro possiamo definire "forti" tutte quelle strutture conduttive quali gli edifici in cemento armato posato in opera, in cemento armato prefabbricato con ferri di armatura elettricamente continui o le strutture metalliche.



Esempio di struttura "forte": la torre faro di uno stadio, colpita dal fulmine, lo conduce a terra senza arrecare danni agli impianti. Fotogrammi ricavati da filmati presenti su You Tube.

Pertanto gli effetti attendibili della fulminazione diretta su una struttura debole sono: incendio, esplosione, spostamento d'aria, sforzi elettrodinamici, tensioni di passo e contatto.

Per contro, l'effetto che ci si può aspettare su una struttura forte è l'incendio, nella sola ipotesi in cui venga colpito un servizio entrante (torrino, impianto solare termico, UTA, ecc…), o la copertura non regga il punto caldo d'impatto col fulmine.

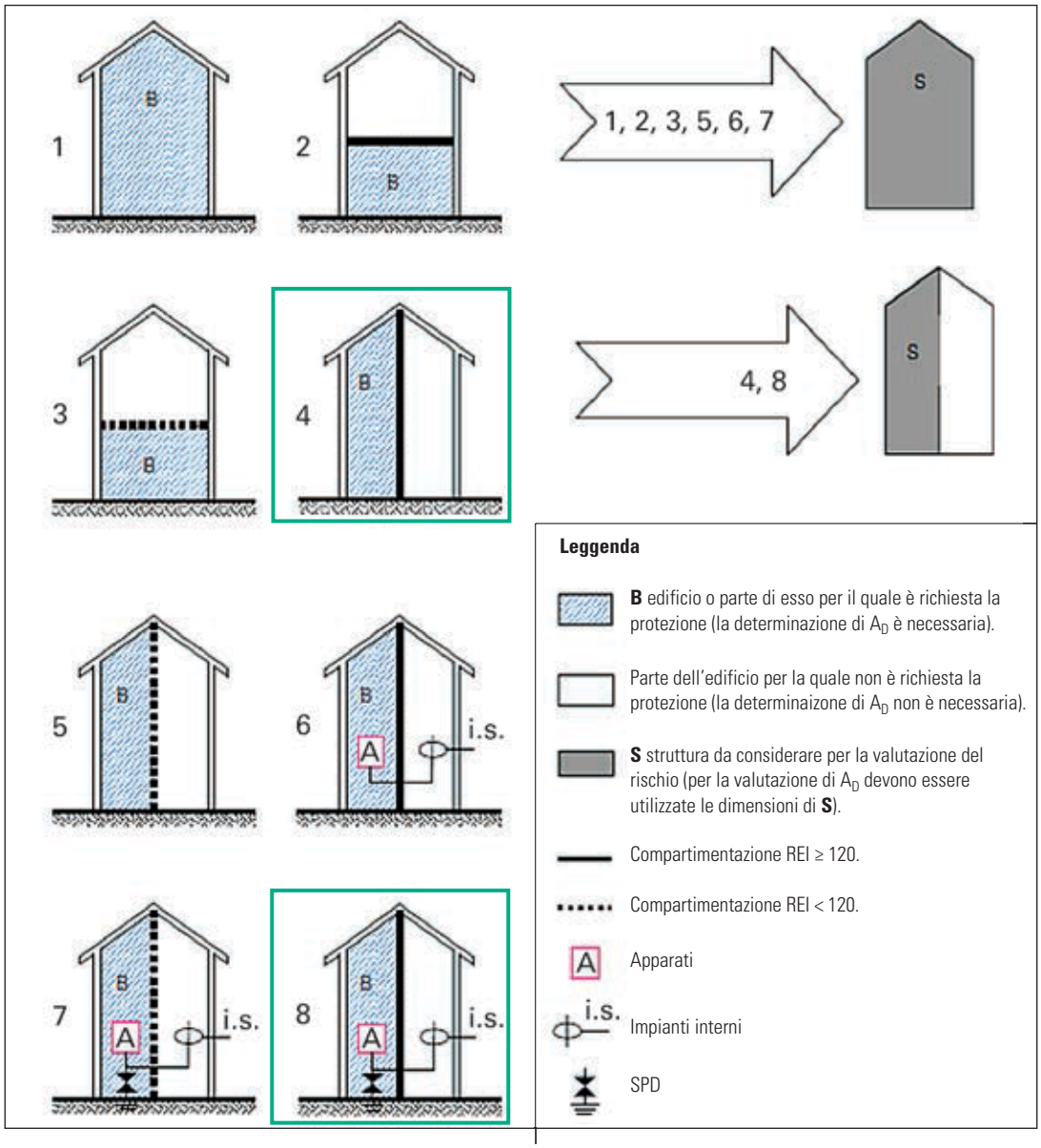
4.5 Spunti di riflessione

Scopo del presente paragrafo è fornire al progettista degli elementi su cui riflettere, per affrontare la VdR con senso critico e in accordo con quanto indicato al capitolo 2 della Norma CEI EN 62305.

Chi si accinge ad eseguire la VdR, oltre ad avere una buona conoscenza della Norma e di come funzionano i programmi di calcolo, occorre che abbia anche senso critico nell'inserimento dei dati. Il rischio è strettamente legato al carico d'incendio (o pericolo d'esplosione) e al numero delle persone contenute nella struttura. Se si imputa che all'interno della struttura non vi sia presenza di persone il rischio è nullo, come è nullo se ci sono persone, ma non c'è nessun carico d'incendio (o pericolo d'esplosione), condizione discutibile. Diversamente nelle zone definite «esterne» il rischio considerato è solo quello dovuto alle tensioni di passo e contatto.

Il calcolo non sempre esprime i reali rischi per la struttura ed il contenuto

Separazione delle strutture



La norma CEI EN 62305, "nel caso di strutture adiacenti (non sovrapposte) consente di considerare solo la struttura «**S**» parte dell'intero edificio solamente se sono soddisfatte tutte le seguenti quattro condizioni (casi n° 4 e n° 8 evidenziati nei riquadri rossi):

1. la struttura **S** è una parte separata verticalmente dell'edificio;
2. l'edificio non presenta rischio di esplosione;

3. la propagazione dell'incendio tra la struttura **S** e le altre parti dell'edificio è impedita mediante pareti caratterizzate da una resistenza al fuoco di 120 minuti o mediante altre misure di protezione equivalenti;
4. la propagazione delle sovratensioni lungo le linee comuni, se presenti, è impedita per mezzo di SPD installati nel punto d'ingresso di dette linee nella struttura o mediante altre misure di protezione equivalenti".

Attuare questo procedimento di suddivisione della struttura per effettuare calcoli separati (ammesso che sia possibile per le condizioni sopra indicate), quando la proprietà è unica, porta all'assurdo che una porzione di stabilimento vede ridursi il rischio di fulminazione diretta per la presenza del resto dello stabilimento. E' giusto questo nei confronti della Committenza? Va specificato che, anche se fosse possibile una parzializzazione dell'LPS esterno, questo non esclude quanto già definito per l'LPS interno, in quanto il campo elettromagnetico è comunque presente senza nessuna attenuazione e la definizione e l'equipotenzializzazione con scaricatori delle isole equipotenziali permane necessaria, siano essi di energia, di segnale o altro!

Si vuole infine portare all'attenzione il fatto che, in riferimento al punto 2, se sono presenti zone Atex occorre considerare l'intera struttura. Tale indicazione trova riscontro nel fatto che strutture di separazione REI 120 o altre misure equivalenti evitano la propagazione dell'incendio ma non certo l'effetto domino causato da un'esplosione.

Presenza di persone

Nel caso di un archivio in un edificio storico (struttura debole nei confronti del fulmine – per la definizione di struttura debole si rimanda al paragrafo "Ad ogni struttura la sua protezione") si potrebbe avere un numero di persone bassissimo e, nonostante un'elevata probabilità di fulminazione diretta, così dalla VdR potrebbe facilmente risultare una struttura autoprotetta. Dal punto di vista della salvaguardia dell'edificio e dei beni contenuti nell'archivio storico, è accettabile questo? È accettabile far riferimento alla statistica per sentirsi sicuri?

Carico d'incendio

Attenzione al carico d'incendio! Le indicazioni della nota 2 in calce alla tabella C5 della norma CEI EN 62305-2 indica che, indipendentemente dal contenuto, il carico d'incendio deve essere considerato "elevato" se la copertura è in materiale combustibile (ad esempio copertura in legno o con pannelli sandwich).

Per contro la presenza di una zona Atex 2-22 di per sé corrisponde, nel rischio, ad un carico d'incendio ridotto (< 400 MJ/m^2). Ovviamente, se oltre alla zona Atex 2-22, è presente un carico d'incendio ordinario od elevato, allora nel calcolo è prioritario considerare tale carico d'incendio. Infine la presenza di una zona Atex 1-21 equivale ad un carico d'incendio elevato (> 800 MJ/m^2).

Zone Atex

Norma CEI EN 62305-2, tabella C.5, nota 9

Le strutture con aree pericolose non dovrebbero essere considerate strutture con rischio di esplosione se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

a. il tempo di presenza della sostanza esplosiva è inferiore a 0,1 ore/anno;
b. il volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la EN 60079-10 [3] e la EN 60079-10-2 [4];
c. la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impedite scariche pericolose nella zona stessa.

Le condizioni «**a**» e «**b**» corrispondono, in pratica, all'assenza di zone con pericolo d'esplosione.

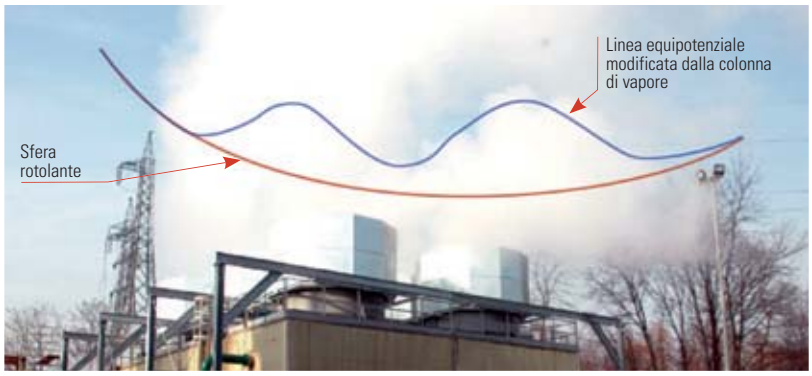
La condizione «**c**» è stata così chiarita dal CEI:

– "la condizione «**c**» si ritiene comunque soddisfatta se la zona pericolosa si trova all'interno di struttura:
- protetta con LPS;
- con struttura portante metallica;
- in cemento armato con ferri d'armatura continui;
- in cemento armato gettato in opera;

purché gli organi di captazione naturale impediscano perforazioni o problemi di punto caldo nella zona

e gli impianti interni alla zona, se presenti, siano protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose".

È inoltre fondamentale individuare la tipologia delle aree Atex che il fulmine può raggiungere infatti una tubazione metallica, se colpita direttamente, può anche reggere il punto caldo, ma conduce il fulmine fino al punto di lavorazione, magari in zona 0.



Attenzione ai particolari

Correnti umide o emissioni industriali possono modificare il potenziale dell'aria.

Se queste sono di rilevante entità bisogna tenerne conto nel dimensionamento dell'impianto di protezione. Infatti il metodo della sfera rotolante permette di identificare il punto d'impatto, dando però per scontato che il dielettrico sia uniforme, pertanto non considerare questo aspetto può dare adito a gravi errori nel dimensionamento dell'LPS.

Attenzione ai particolari

A nostro parere e per la nostra esperienza i rischi per le persone all'interno della struttura non sono solamente legati al rischio incendio. La foto riportata a fianco mostra una struttura autoprotetta per ridotto carico d'incendio, ma nella quale permane un elevato rischio per gli addetti alla saldatura. Infatti un fulmine sul bordo o sui camini di aspirazione, attraverso le tubazioni metalliche, si presenta direttamente nel punto di lavorazione.

Attenzione alla terminologia

La norma CEI EN 62305 indica il raggio che deve avere la sfera rotolante in base al livello di protezione dell'LPS.

Attenzione però che tale raggio è definito come il raggio massimo che la sfera può avere per l'LPS con un determinato livello di protezione. Nulla pertanto vieta, in casi particolari, di scegliere un raggio inferiore a parità di grado di protezione dell'LPS.

Infatti nel dimensionare l'impianto di captazione, che si prediliga il metodo della sfera rotolante o quello della maglia, se si scelgono i parametri indicati nella tabella 2 (CEI EN 62305-3 II ed.), significa essere già al limite per il livello di protezione richiesto.

Attenzione all'area circostante

Nell'ultima versione della norma si sono esclusi gli alberi come elementi di riduzione del rischio di fulminazione contenuti all'interno del coefficiente di posizione, tuttavia essi possono innalzare le probabilità di fulminazione dell'area circostante.

Si prenda come esempio una cabina del gas con aree Atex, senza presenza di persone all'interno, ma con probabile passaggio. A seguito della VdR tale struttura risulterebbe autoprotetta. Se in adiacenza ad essa fosse presente un albero molto alto, più alto delle costruzioni che circondano la cabina, risulterebbe ancora autoprotetta?

Molte delle situazioni appena esposte difficilmente si riescono a rappresentare con i programmi che si utilizzano per eseguire la VdR, ecco pertanto che qui diventa fondamentale il senso critico del progettista, il quale non deve limitarsi esclusivamente ad inserire nel programma una serie di dati, bensì deve valutare da un lato la struttura nel suo complesso (impianti, strutture, contenuto, presenza di persone, ecc…) e dall'altro il contesto in cui è inserita.

Efficacia dell'impianto di protezione

Quando si affronta la progettazione di un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche, la norma prescrive di realizzare un impianto che sia in grado di intercettare almeno l'84% dei fulmini (rif. tab. 5 CEI EN 62305-1), considerando la probabilità associata a tali eventi accettabile e di conseguenza anche i relativi danni.

Nel momento in cui un committente affida l'incarico di progettazione e realizzazione di tale impianto viene informato relativamente a questo aspetto? Nel momento in cui esso paga per avere un impianto di protezione, siamo sicuri che accetti di pagare per qualcosa che lo protegge solo all'84% anche se conforme alla normativa?

O preferirebbe avere un impianto più efficace anche a fronte di una maggiore spesa? Riteniamo che come progettisti non possiamo certo rispondere a tali domande, le cui risposte sicuramente sono soggettive e possono essere differenti da caso a caso; quello che sicuramente ci sentiamo di suggerire è di informare sempre il committente circa l'efficacia dell'impianto che andiamo a proporre in modo da evitare spiacevoli conseguenze future.

- **Analisi critica della struttura**: non sempre la presenza di zone Atex significa necessità di impianto di protezione per l'intera struttura, occorre sempre valutare in modo critico tutto il complesso dell'attività. Cerchiamo di chiarire questo aspetto con un esempio: si consideri una struttura in cemento armato prefabbricato in cui i ferri d'armatura non sono elettricamente continui.

  All'interno la tipologia della lavorazione porta ad avere un carico d'incendio pressoché nullo, ma vi sono due zone Atex limitate a due ambienti confinati che possono essere raggiunte dal fulmine, in quanto in collegamento con l'esterno tramite due camini che sfociano sul coperto (*vedi foto sotto*).

  I rischi dovuti al fulmine sono funzione del carico d'incendio (o aree Atex) presenti all'interno della struttura. Se nella VdR si inserisce «carico d'incendio ridotto», l'intera struttura è autoprotetta; l'obbligo di realizzare un LPS è generato esclusivamente dalla presenza delle due piccole aree Atex.

  La mancanza di compartimentazioni verticali con tenuta di almeno due ore al fuoco porterebbe ad estendere l'LPS esterno sull'intera struttura. In questo caso si possono generare due VdR per dimostrare che l'esigenza del LPS è dovuta esclusivamente alla presenza delle aree Atex interne allo stabilimento.

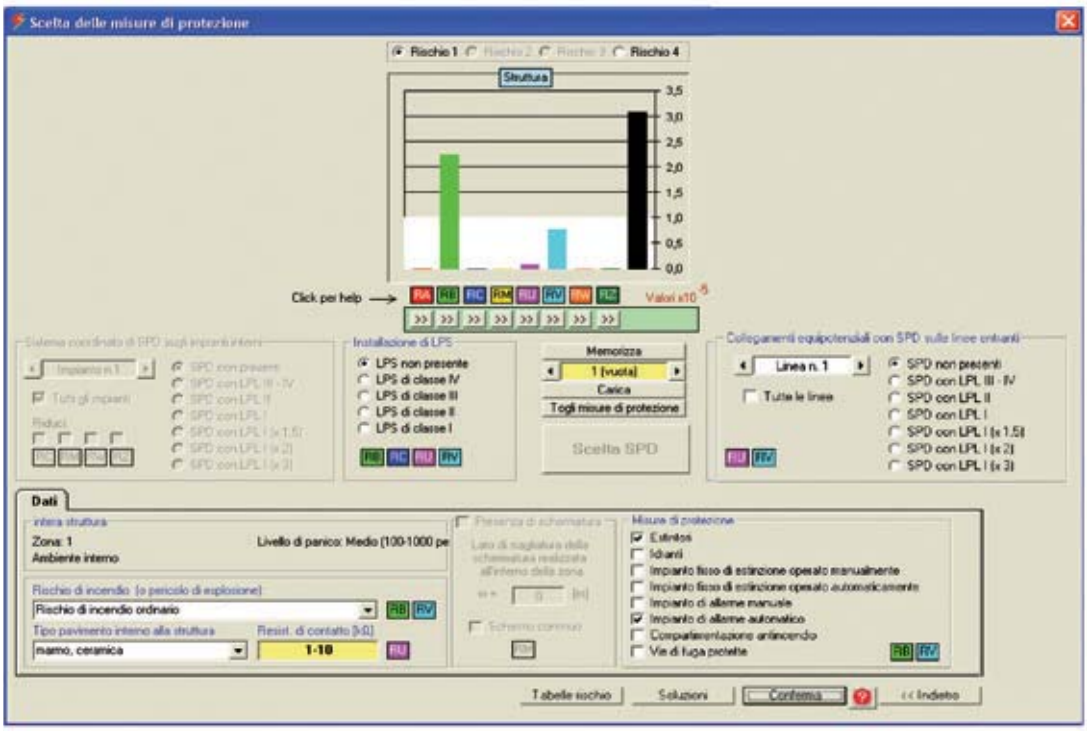
  Nella prima VdR si considererà l'intera struttura con presenza di aree Atex raggiungibili dal fulmine e si determinerà il livello di protezione necessario. Tale protezione sarà circoscritta ai camini di sfiato ed alla copertura tramite un LPS isolato, verificando che ulteriori tubazioni in copertura non portino la scarica nella zona pericolosa. Infine si completerà la protezione con SPD sugli impianti interni.

  La seconda VdR verrà invece eseguita considerando sempre l'intera struttura, ma questa volta senza aree Atex, in quanto non più raggiungibili dal fulmine per la presenza dell'LPS. Questa seconda VdR determinerà la necessità o meno di un LPS sull'intera struttura, che in questo caso, avendo carico di incendio ridotto, risulterà autoprotetta.

4.6 Valutazione della protezione

Esempio - La valutazione del rischio secondo CEI EN 62305-2 ha evidenziato che la struttura in esame risulta avere la componente di rischio R_B elevata, *"...poiché, per il rischio considerato, il rischio dovuto al fulmine è superiore al valore di rischio tollerato,* ***la protezione contro il fulmine della struttura è necessaria****"*.

La figura mostra la schermata sulla "scelta delle misure di protezione" del software per la valutazione del rischio dovuto al fulmine e la scelta delle misure di protezione secondo la serie di Norme CEI EN 62305, denominato Flash by CEI. In questa semplice rappresentazione sono messe in relazione le componenti di rischio e le possibili soluzioni per attenuarle.



Siamo sicuri che serva?

Prima di affermare l'esigenza dell'impianto parafulmine è doveroso chiedersi se possiamo tuttavia evitarne la spesa.

La componente R_B è funzione dei parametri strutturali e zonali propri della struttura che non sono modificabili, è però possibile valutare **soluzioni che riducano l'entità del danno** generato dal fulmine sulla struttura.

› 1. Livello di panico

Verificare se le indicazioni per i pericoli particolari sono state fornite correttamente e/o se si possono considerare valori inferiori.

Il valore del coefficiente di riduzione "hz", che incrementa l'ammontare relativo della perdita in presenza di pericoli particolari, cambia infatti a seconda che il livello di panico sia definito "ridotto, medio o elevato"; inoltre incide negativamente la presenza di persone impossibilitate a muoversi (es. ospedali, case di cura, ecc.), ancora maggiormente il pericolo per le strutture circostanti e l'ambiente, e pesantemente il pericolo di contaminazione dell'ambiente.

Strutture limitate a due piani, con numero di persone inferiori a 100, sono considerate a livello di panico ridotto; strutture destinate ad eventi culturali e sportivi, con numero di partecipanti compreso fra 100 e 1000 persone, sono considerate a livello di panico medio; strutture destinate ad eventi culturali e sportivi con numero di partecipanti maggiore di 1000 persone sono considerate a livello di panico elevato.

2. Carico d'incendio

Verificare se i valori di MJ/m² riportati dal committente sono reali. Il valore del coefficiente di riduzione "rf" cambia infatti a seconda che il rischio d'incendio sia definito "esplosione, elevato, ordinario o ridotto".
Con rischio d'esplosione si intendono strutture contenenti materiali esplosivi solidi o zone pericolose come definite dalle Norme EN 60079-10-1 e EN 60079-10-2.
Strutture con carico d'incendio maggiore di 800 MJ/m² sono considerate a rischio d'incendio elevato; strutture con carico d'incendio compreso tra 800 MJ/m² e 400 MJ/m² sono considerate a rischio d'incendio ordinario; strutture con carico d'incendio inferiore a 400 MJ/m² sono considerate a rischio d'incendio ridotto.

NOTA: la norma 81-4 ci aveva abituato al carico d'incendio espresso in kg di legna standard equivalente su m^2, la CEI EN 62305 considera invece i MJ/m^2; il rapporto fra kg/m^2 e MJ/m^2 è pari a 1:17,50 (es.: Q=19,72 kg legna standard/m^2 → Q=19,72 • 17,50 = 345,10 MJ/m^2).

3. Provvedimenti per ridurre le conseguenze dell'incendio

Mediante l'inserimento nella struttura di elementi come estintori, idranti, piuttosto che impianti di spegnimento e rivelazione dell'incendio o compartimentazioni antincendio, è possibile attenuare il valore di R_B.

NB: Gli impianti fissi di allarme automatici possono essere considerati ai fini della riduzione del rischio solo se protetti contro le sovratensioni ed altri danneggiamenti e la squadra antincendio può intervenire entro 10 minuti.

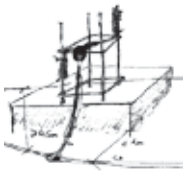
A questo punto, se dall'analisi la componente R_B risulta ancora troppo elevata, è necessario l'**LPS esterno**.

NOTA: la norma 81-4 considerava un coefficiente di riduzione per ogni elemento introdotto, la CEI EN 62305 introduce il coefficiente di riduzione "r_p" con valore 0,5 per impianti di estinzione e di allarme manuali, valore che diventa 0,2 se gli impianti sono automatici.

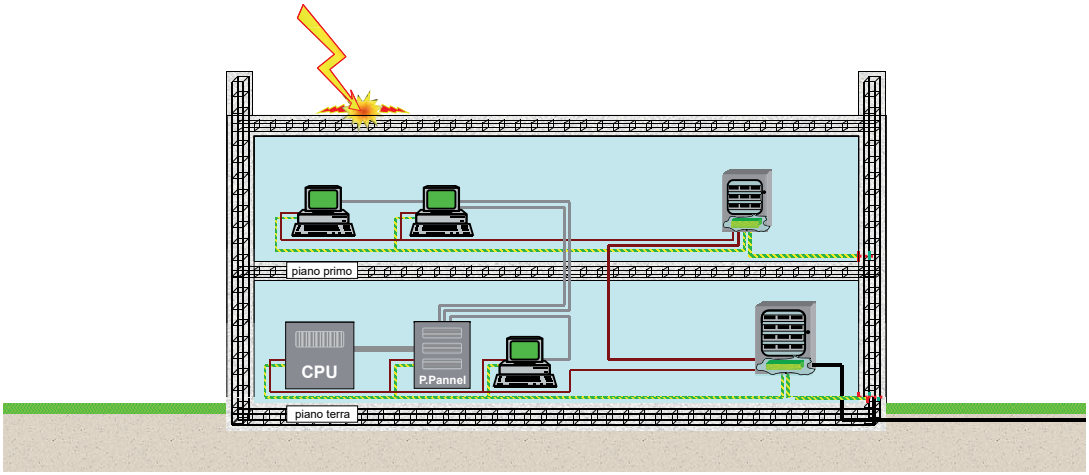
E se l'LPS esterno fosse già presente?

Centrale Turbogas, struttura realizzata interamente in cemento armato e travi portanti di acciaio con copertura metallica. La soluzione ideale è l'impiego di elementi naturali. Per proteggere gli impianti in copertura elettricamente continui con l'interno si è garantita la continuità fra i vari elementi in fase di costruzione e si è scelta una captazione con astine connesse alla copertura in più punti per evitare i problemi derivanti dal "punto caldo" (hot spot).

4.7 Valutazione della struttura



Un'altra importante innovazione introdotta dalla Norma CEI EN 62305 è l'ufficializzazione dei benefici di riduzione del danno derivanti dall'utilizzo dei **ferri d'armatura** delle strutture in cemento armato come **elementi naturali di captazione e di calata**.



Una struttura in cemento arrmato o in travi di acciaio potrebbe essere già un ottimo impianto naturale di protezione dalle scariche atmosferiche.

Connessione alle gabbie di armatura con morsetto SP555612.

La probabilità P_B che il fulmine su una struttura causi danno materiale quando è installato il miglior impianto parafulmine (LPS di livello 1) vale 0,02.
Se permane la captazione di livello 1, ma come calate si utilizzano i ferri d'armatura dei pilastri in cemento armato, P_B diventa pari a 0,01, quindi le probabilità di danno sono dimezzate.

Se come captazione si usa la copertura metallica della struttura e come calate si impiegano i ferri d'armatura dei pilastri in cemento armato, P_B si riduce ulteriormente a 0,001, ovvero le probabilità di danno sono 20 volte meno del miglior impianto parafulmine.

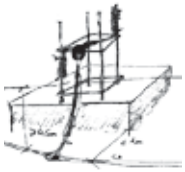
...forse è il caso di farci un pensiero!

I benefici dati dall'uso della struttura portante metallica o dei pilastri in cemento armato (in cui la continuità elettrica è garantita) come elementi naturali sono diversi:

1. non è richiesto il rispetto della distanza di sicurezza tra LPS esterno e corpi metallici interni;
2. non servono conduttori ad anello addizionali per l'interconnessione delle calate;
3. le tensioni di contatto nelle calate diventano tollerabili;
4. maggior facilità nella protezione degli impianti interni per l'attenuazione delle interferenze elettromagnetiche dovute alla corrente di fulmine;
5. maggior resistenza alla corrosione;
6. possibilità di utilizzare gli elementi metallici anche come conduttori equipotenziali.

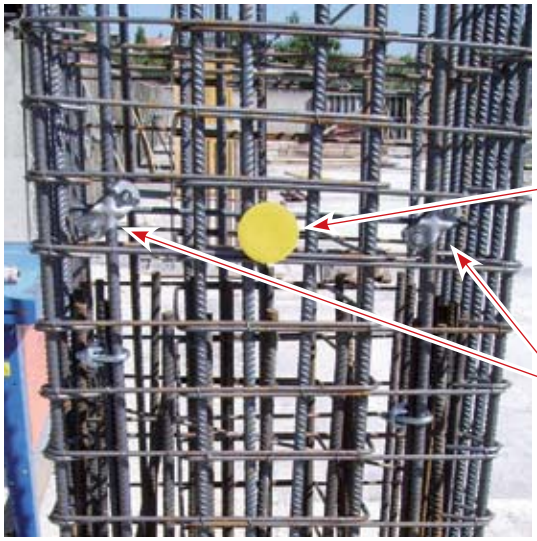
4.8 Utilizzo degli elementi naturali

Elementi immersi nel calcestruzzo

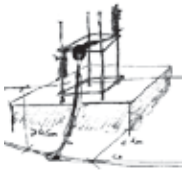


Le armature d'acciaio immerse nel calcestruzzo modificano il proprio potenziale elettrochimico, che si avvicina così a quello del rame. Il rame invece, anche se immerso nel calcestruzzo, non modifica il proprio potenziale elettrochimico. Ne consegue che, se immersi nel calcestruzzo, metalli tipo rame, ferro e acciaio possono venire accoppiati senza timore di generare coppie elettrochimiche pericolose.
Va precisato che la corrosione dei ferri di armatura è un processo di ossidazione e, come evidenzia la parola stessa, esso avviene solo in presenza di ossigeno. È assodato che questo elemento non è presente all'interno di muri in cemento quindi, indipendentemente dal luogo e dall'ambiente in cui si trova la struttura, il problema corrosione non sussiste.
Questo slittamento verso una maggiore nobiltà dell'acciaio, una volta immerso nel calcestruzzo, introduce dei seri problemi allorché il dispersore intenzionale dell'impianto di terra fosse in acciaio zincato. Infatti, la superficie esposta al terreno da parte del dispersore di fatto, rappresentato dagli elementi di armatura, può essere equiparata a quella delle fondamenta ed è perciò notevolmente estesa; quindi, risulta senz'altro superiore di molto a quella del dispersore intenzionale, costituito per esempio da un insieme di conduttori orizzontali interrati alla profondità di 50 cm e da picchetti infissi nel terreno a profondità superiori. L'acciaio dell'armatura, avendo acquisito tensioni di polarizzazione più elevate, assume il ruolo di catodo rispetto all'acciaio zincato del dispersore intenzionale, il quale, in qualità di anodo, viene esposto al rischio di corrosione. È allora opportuno che, in sede di progetto, si adottino elementi disperdenti in rame, beninteso salvaguardando dalla corrosione le eventuali strutture metalliche interrate che dovessero trovarsi nelle vicinanze. Per ciò che riguarda le tubazioni in acciaio zincato (dell'acqua, del gas o utilizzate come condotti per cavi), equipotenzializzate e poste a contatto col terreno, esse richiedono d'essere protette contro la corrosione mediante un rivestimento isolante continuo e di adeguato spessore, oppure sostituite con tubazioni di rame o di materiale isolante.
La corrosione è un problema particolarmente evidente nei passaggi verso l'esterno.
Questi collegamenti devono essere realizzati con particolare cura. Una soluzione è isolare i conduttori in uscita con guaine termorestringenti, posizionate a cavallo del punto di uscita.
Un'altra soluzione è quella di utilizzare allo scopo materiali nobili come il rame o l'acciaio inossidabile. Un esempio sono i "**punti fissi**", elementi in inox formati da un disco con filetto femmina centrale e codolo posteriore per la connessione ai ferri interni.
Essi vanno posizionati e connessi ai ferri di armatura prima della "gettata".
A cemento consolidato si presentano col disco

Corrosione di un tondino in acciaio zincato Ø 10 mm utilizzato impropriamente come impianto disperdente in un terreno con forte presenza di fondazioni in cemento armato.

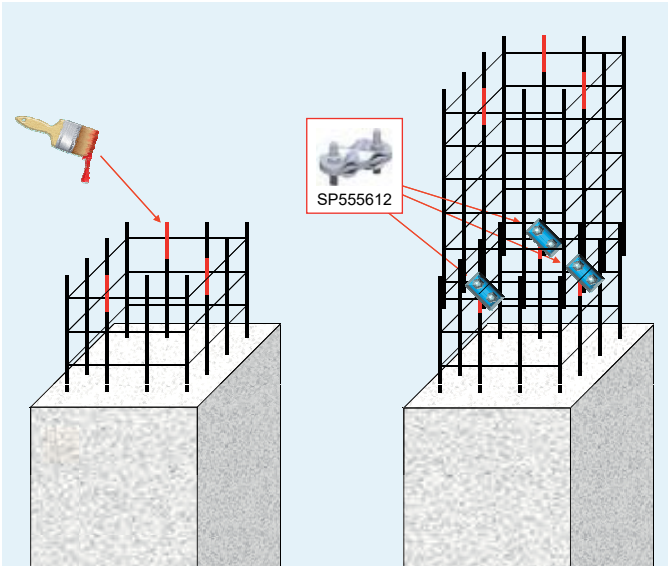


Punto fisso SP560606 collegato alla gabbia messa in continuità con morsetti SP555612.



lineare al muro, pronti per essere connessi all'impianto esterno. I punti fissi di messa a terra, se orientati verso l'esterno della struttura, diventano i riferimenti per l'impianto di terra e l'impianto parafulmine ma, se sono orientati verso l'interno, possono essere utilizzati come nodi equipotenziali di piano.
I ferri del cemento armato, se continui, possono svolgere anche la funzione di captatori, a condizione che sia accettabile il danno della parte sovrastante i ferri.
La Norma CEI EN 62305 al capitolo 3 solleva alcuni dubbi sulla tenuta della legatura edile alle forze elettrodinamiche generate da una scarica da fulmine.
Questa è però una condizione che si realizza nei primi ferri interessati dalla scarica, in quanto *"si può ritenere che nelle strutture in cemento armato almeno un terzo delle legature realizzi la connessione elettrica così che praticamente tutti i ferri d'armatura risultano fra loro elettricamente connessi"* e le forze elettrodinamiche di conseguenza attenuate da una drastica ripartizione della corrente di fulmine.
Se si temono danni nel punto d'impatto, o sono presenti impianti elettricamente continui con l'interno, è preferibile prevedere la protezione della copertura con un idoneo sistema di captazione.
Se la struttura è realizzata in opera, l'impianto di captazione può essere connesso direttamente alla struttura, basta coordinarsi con la D.LL. e lo strutturista per determinare i punti di connessione ed i tempi d'intervento. Anche nelle strutture già esistenti, i ferri d'armatura del calcestruzzo possono svolgere la funzione di calate naturali, ma a condizione che la resistenza tra la sommità e la base sia inferiore a 0,2 Ohm.

Nelle strutture realizzate in opera l'edile avanza per stadi; si consiglia di identificare prima della gettata alcuni tra i principali ferri verticali che saranno utilizzati come elementi naturali per poi meglio ritrovarli nell'operazione di connessione con la gabbia successiva.
Per tutto ciò che non sarà ispezionabile è indispensabile una chiara documentazione fotografica.



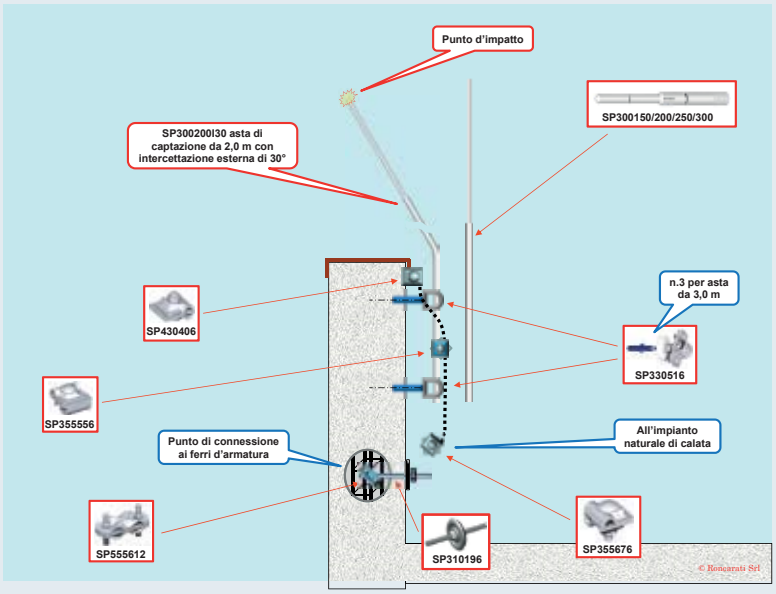
L'utilizzo dei ferri d'armatura come elementi naturali migliora l'equipotenzialità ed attenua drasticamente il campo elettromagnetico indotto negli impianti interni, ma nel dimensionamento dell'LPS interno si dovrà tenere conto che gli SPD saranno soggetti ad una porzione di corrente di fulmine. La corrente presunta sarà funzione di come si ripartisce la corrente di fulmine, ma la forma d'onda sarà comunque in 10/350 µs, quindi sui quadri generali di piano saranno necessari scaricatori performati anche in classe I.

Sbancamento e ferri di fondazione per la nuova torre uffici Unipol di Bologna (h 134 m).
La tipologia dell'edificio e la quantità di ferro utilizzato rendono la struttura stessa elemento naturale di calata e di dispersione.

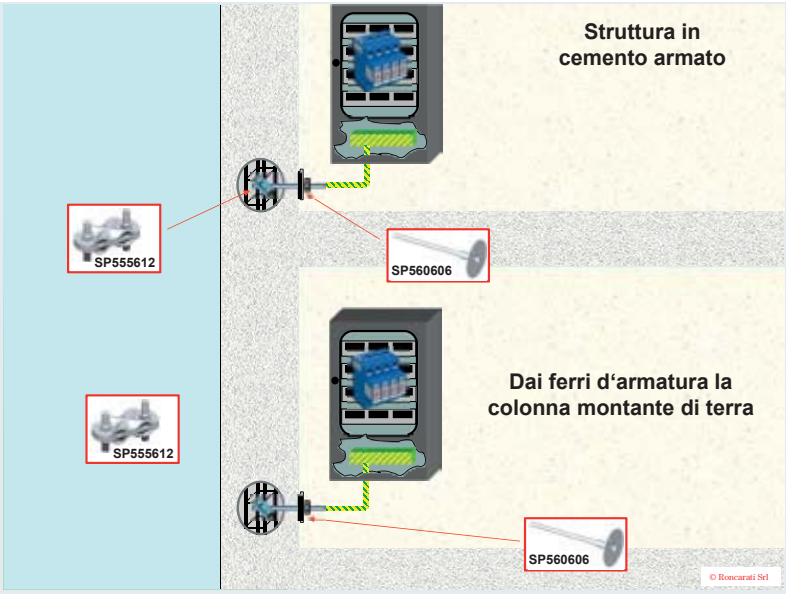
In grandi strutture quali grattacieli, strutture industriali o amministrative, che sono spesso realizzati con strutture portanti metalliche o in calcestruzzo armato (o entrambe), gli elementi metallici ***dovrebbero*** *essere usati come calate naturali"* (Norma CEI EN 62305 capitolo 3).

Utilizzo dei ferri d'armatura di struttura realizzata in opera

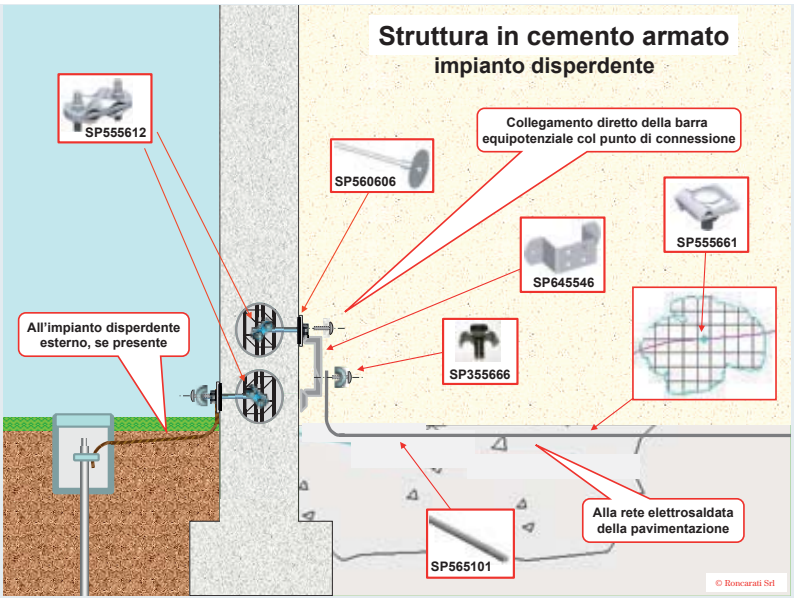
Tipici d'installazione



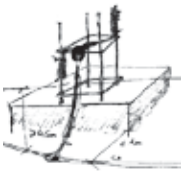
La figura schematizza un esempio di captazione su una struttura in cemento armato realizzata in opera dove i ferri d'armatura svolgono anche la funzione di calata naturale.



La figura evidenzia che in una struttura in cemento armato realizzata in opera è possibile utilizzare i ferri d'armatura come colonna montante di terra.



La figura schematizza l'impianto disperdente in una struttura in cemento armato realizzata in opera. Per la quantità di ferri costituenti le fondamenta i valori di resistenza di terra sono spesso così bassi da rendere superfluo l'anello disperdente esterno (dispersore intenzionale).



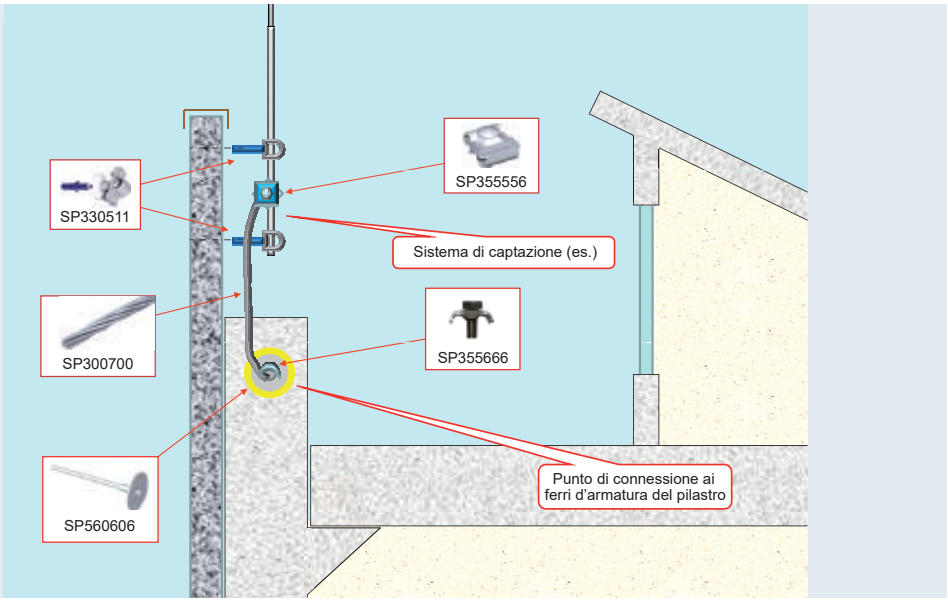
Le strutture prefabbricate possono essere utilizzate come **elementi naturali**, è però necessario riuscire ad interloquire col prefabbricatore fin dalle prime fasi del progetto al fine di poter predisporre i punti di connessione per l'impianto disperdente ed il sistema di captazione.
Sarebbe infatti ottimale riuscire a connettere i ferri dei plinti di fondazione con la rete elettrosaldata della pavimentazione, con i pilastri usati come calata naturale e con l'anello di terra esterno, al fine di realizzare una piattaforma equipotenziale molto utile per la protezione degli impianti sensibili interni.
Innanzitutto bisogna distinguere tra pilastri la cui sommità fuoriesce in copertura (Fig. 4) e pilastri la cui sommità termina sotto la copertura (Fig. 5). Nel primo caso basta programmare l'intervento in copertura prima che sia realizzata l'impermeabilizzazione, mentre nel secondo caso è necessario installare i conduttori di continuità durante la posa dei pannelli perimetrali. Condizione quest'ultima che rende indispensabile la programmazione dell'intervento in accordo con la D.LL. e con il prefabbricatore, al fine di non trovarsi a struttura montata senza più la possibilità di utilizzare i pilastri come elementi naturali.
E' opportuno specificare al prefabbricatore anche la posizione dei punti fissi di uscita nei pilastri.

Per i plinti di fondazione, se realizzati in opera, la connessione può essere una semplice corda di rame nudo da 50 mm^2 saldamente ancorata ai principali ferri della gabbia che fuoriesca quanto basta per consentire di arrivare alla barra equipotenziale (Fig. 6), mentre per i prefabbricati è consigliabile prevedere punti fissi di connessione come per i pilastri.

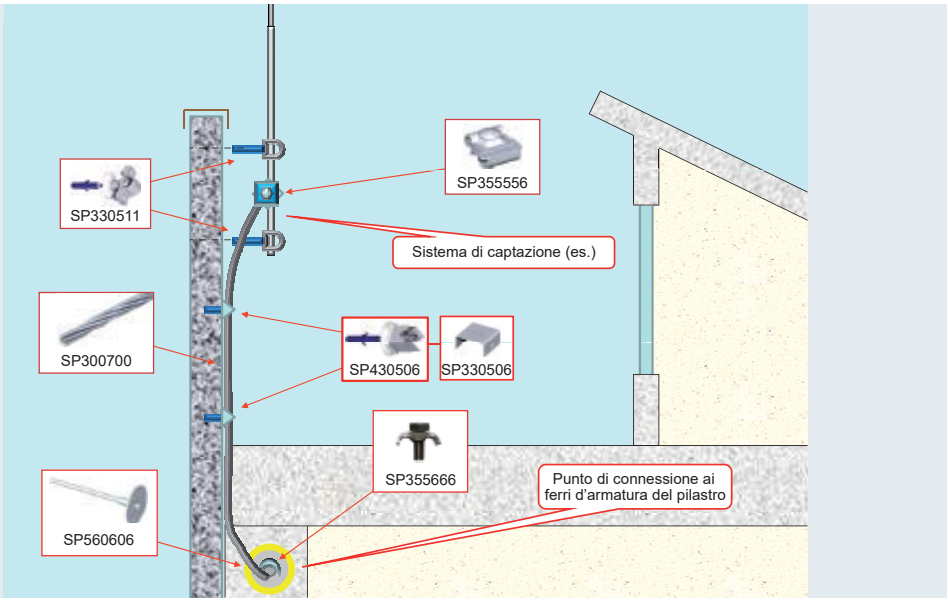
Per garantire la continuità fra la rete elettrosaldata della pavimentazione ed il sistema disperdente, prima della gettata finale è consigliata la posa di un conduttore in rame o acciaio zincato con connessioni ogni 5 metri circa alla rete elettrosaldata stessa, con percorso orizzontale tra i vari pilastri perimetrali.

Utilizzo dei ferri d'armatura su struttura prefabbricata

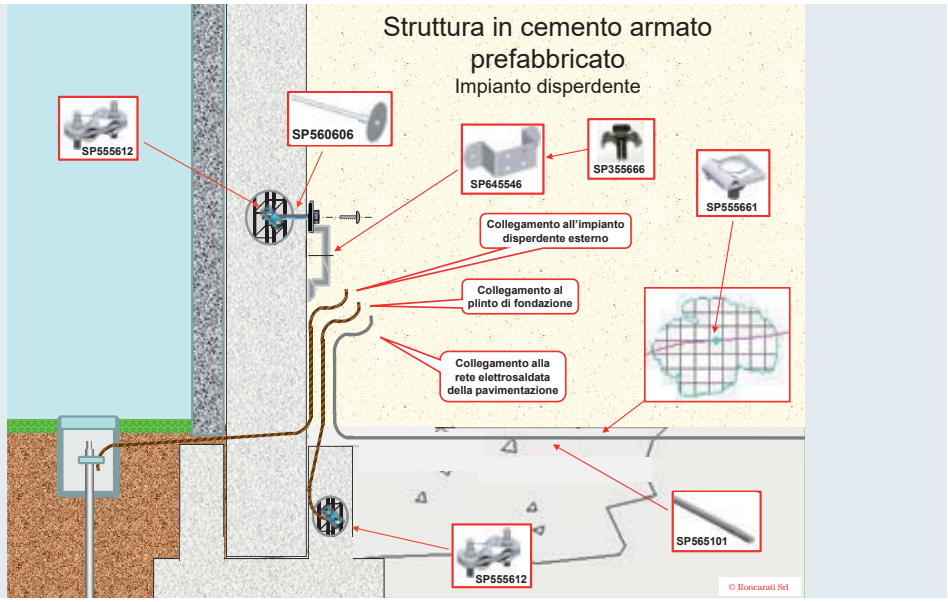
Tipici d'installazione



La figura schematizza un esempio di captazione su una struttura in cemento armato prefabbricato dove i ferri d'armatura nei pilastri esterni svolgono anche la funzione di calata naturale. La sommità dei pilastri fuoriesce in copertura.



La figura schematizza un esempio di captazione su una struttura in cemento armato prefabbricato dove i ferri d'armatura nei pilastri esterni svolgono anche la funzione di calata naturale. La sommità dei pilastri termina sotto la copertura



La figura schematizza l'impianto disperdente in una struttura in cemento armato prefabbricato. Il plinto di fondazione, che è l'elemento principale di dispersione, va connesso alla rete elettrosaldata della pavimentazione, all'anello disperdente esterno ed al punto fisso alla base del pilastro (solo se quest'ultimo è utilizzato come elemento naturale di calata).

La foto mostra un esempio di connessione ai ferri d'armatura di una struttura in cemento armato già esistente, mediante il dispositivo SP560616 e relativo morsetto SP555301.

La foto mostra la connessione di cui alla foto precedente a lavoro ultimato.

La foto mostra un captatore a fungo SP400500 ancorato alla rete elettrosaldata della pavimentazione di un parcheggio scoperto posto sulla copertura di un edificio.

Argomento di studio

FICO, Fabbrica Italiana Contadina, Bologna – scelta del tipo di LPS

Caratteristiche della struttura

- Copertura combustibile (struttura portante in legno lamellare e copertura in legno con guaina bituminosa).
- Struttura priva di compartimentazioni al fuoco (EI 120 minimo).
- Livello di panico elevato (presenza di ben oltre 10.000 persone al giorno per almeno 5000 ore/anno).
- È presente un LPS esistente appoggiato di livello IV che utilizza i pilastri in cemento armato come calate naturali.
- È presente impianto fotovoltaico posizionato incautamente sopra al LPS.
- È stato realizzato un impianto Sprinkler di spegnimento automatico sotto la copertura.

La struttura che oggi contiene il FICO è stata realizzata negli anni '90, con copertura in legno ed un impianto di captazione di livello IV a maglia appoggiata in tondino di rame, posizionata sui bordi e sui colmi e poi, lungimiranza del tempo, completata con calate naturali realizzate utilizzando i pilastri in cemento armato perimetrali. L'impianto era perfetto per la funzione di protezione richiesta. La copertura era sì combustibile, ma non conduttiva, condizione che analizzata sotto l'aspetto elettrotecnico dava la certezza che il punto d'impatto sarebbe stato il tondino della maglia (il fulmine, trova in risposta una elevata impedenza su tutta la copertura tranne che negli elementi di captazione e pertanto è portato ad intercettarli ed a percorrerli verso l'impianto di dispersione). In tempi più recenti le strutture sono state ricoperte di moduli fotovoltaici e purtroppo, durante l'installazione, non c'è stata cura e rispetto dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche presente; difatti anch'esso si ritrova oggi in buona parte ricoperto dei moduli fotovoltaici. La copertura divenne così conduttiva ai fini del fulmine, rendendo impossibile identificare il punto d'impatto.

Identificazione del sistema di protezione

Dalla Valutazione dei Rischi risulta necessario un impianto LPS di LIVELLO I con calate naturali realizzate utilizzando i ferri d'armatura dei pilastri in cemento armato. La condizione di copertura combustibile e conduttiva impone che il punto d'impatto del fulmine non sia a contatto con la struttura; la copertura a falde plurime non permette l'utilizzo di funi di captazione. È necessario pertanto realizzare un impianto di captazione ad aste. L'impossibilità di smontare l'impianto FV porta a considerare la maglia esistente in rame come elemento di calata per le aste di captazione. Si è studiato quindi un impianto LPS ad aste di livello I (sfera rotolante di raggio 20 m) collegato al preesistente impianto a maglia di livello IV, condizione possibile in quanto si sono disposti gli elementi di captazione in modo che il fulmine trovi sempre almeno due percorsi verso l'impianto di dispersione. Non potendo distanziare la maglia esistente dall'impianto FV e, soprattutto, non essendo consentito alcun intervento sul preesistente impianto appoggiato, permane per i moduli la condizione non ideale di equipotenzialità con l'LPS stesso. Si sono posizionati SPD in classe di prova I + II su tutti i conduttori in ingresso alla struttura.