

SIPF® è
un marchio registrato della

RONCARATI

SERVIZI ELETTRICI INDUSTRIALI

 **SIPF**®

Soluzioni Innovative
di **Protezione** contro i **Fulmini**



l'Azienda

relatori

RONCARATI SRL SERVIZI ELETTRO INDUSTRIALI

www.roncarati.eu

40138 Bologna - Via dell'Elettricista 18

Tel / Fax 051 8492741

Resp.Tecn. **Leonardo Roncarati**

cell. **348 266 76 18**

e-mail leonardo@roncarati.eu



SIPF® Soluzioni Innovative di Protezione contro i Fulmini



Manuela Marzadori

Ingegnere

Viale G. Salvemini 11/5

40132 - Bologna

Cell. +39 333 3402689

E-mail: mmarzadori@gmail.com

Pec: manuela.marzadori@ingpec.eu

Skype: [mmarzadori1](#)

C.F. MRZMNL76H65A944M - P.I. 03513381206

l'Azienda

chi siamo



**prodotto
in Bologna**

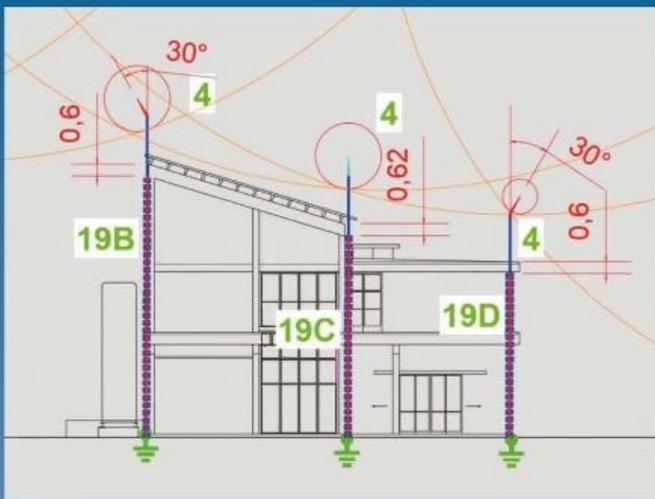
Siamo una azienda di Bologna specializzata nella protezione contro i fulmini e le sovratensioni.

Siamo fermamente convinti che perseguire l'eccellenza attraverso la conoscenza, la ricerca, l'innovazione e la qualità, dalla progettazione ai materiali, è l'unica condizione che consente di realizzare efficaci soluzioni di protezione e di acquisire sempre maggiori considerazioni dal mercato.

Supporto alla Progettazione
Progettiamo per il Progettista

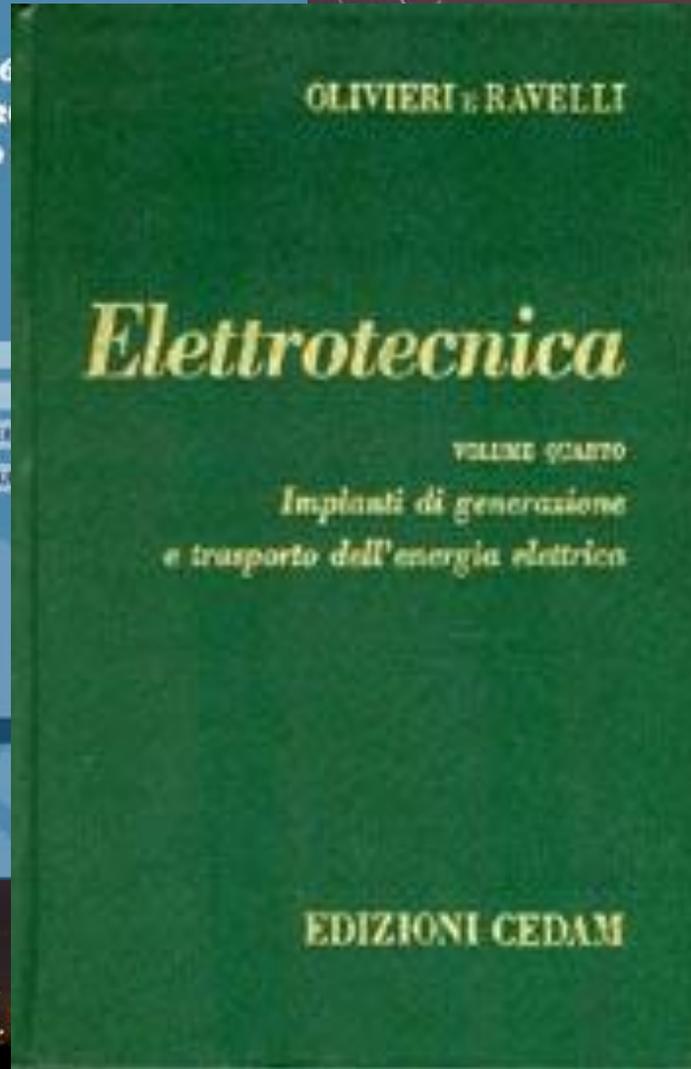
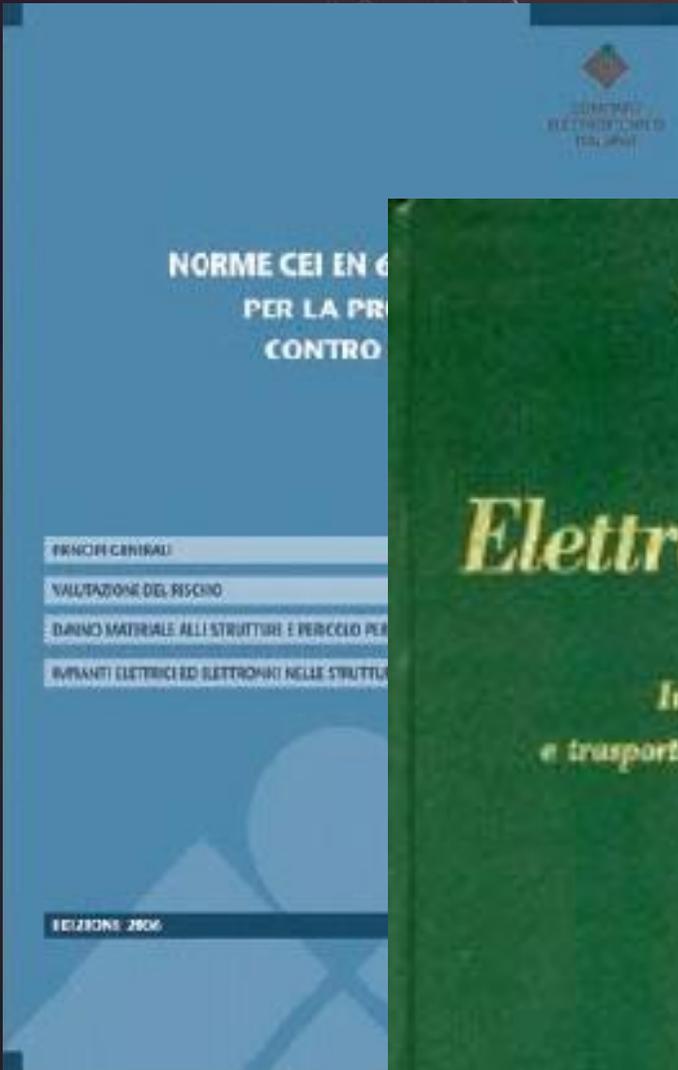
Produzione di fondamenti per la
protezione dalle scariche
atmosferiche

Dispositivi di protezione
dalle sovratensioni

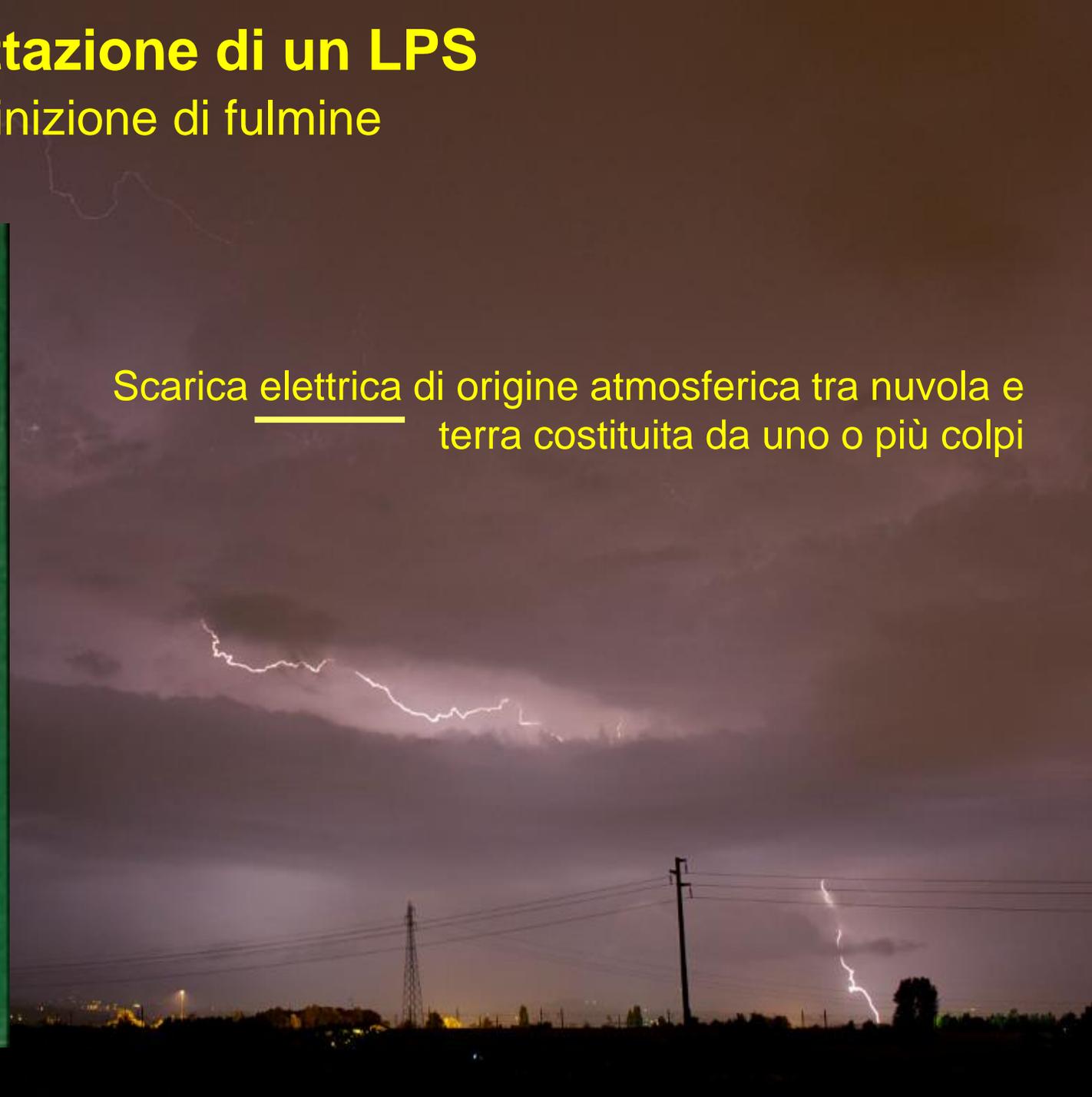


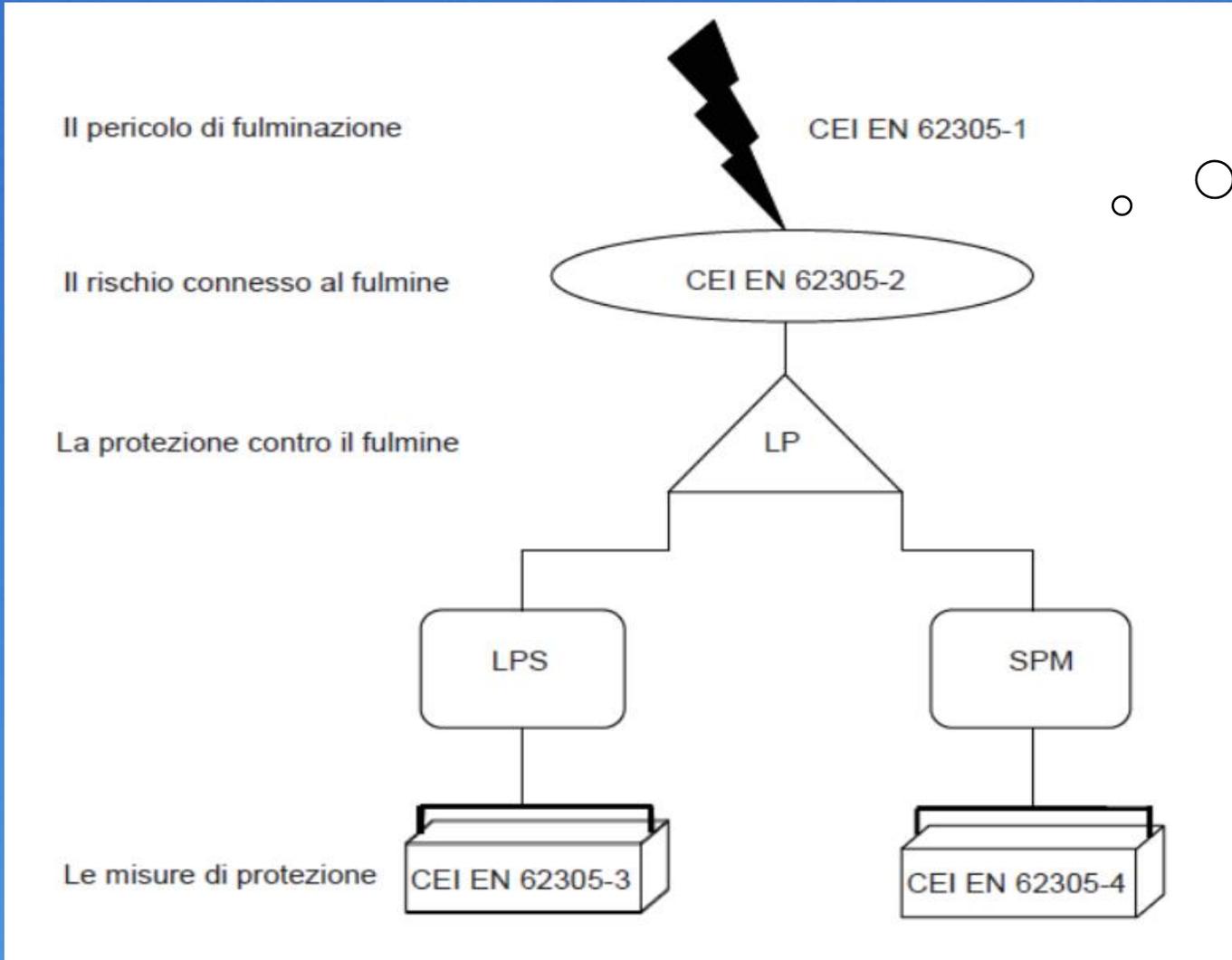
Progettazione di un LPS

definizione di fulmine



Scarica elettrica di origine atmosferica tra nuvola e terra costituita da uno o più colpi





Il edizione: 2013
Le valutazioni fatte prima
del 2013 vanno rifatte

CEI 81-29: Linee guida per
l'applicazione delle norme CEI
EN 62305

CEI 81-2: Guida per la verifica
delle misure di protezione
contro i fulmini

| TIPO DI DANNO | VALORI TIPICI DELLE PERDITE | | | TIPO DI STRUTTURA $R_x = N_x \times P_x \times L_x$ |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--|
| | % media di vittime | IEC 62305-2 | CEI 81-10-2 | |
| D1 Danno ad esseri viventi | L_T - per elettrocuzione | 10^{-2} | 10^{-2} | Tutti i tipi |
| D2 Danno materiale | L_F - per danno materiale | 10^{-1} | 10^{-2} | Rischio di esplosione |
| | | 10^{-1} | 10^{-2} | Ospedali, alberghi, abitazioni, scuole |
| | | 5×10^{-2} | 5×10^{-3} | Pubblico spettacolo, chiese, musei |
| | | 2×10^{-2} | 2×10^{-3} | Industriale, commerciale |
| | | 10^{-2} | 10^{-3} | Altro |
| D3 Guasto di impianti interni | L_O - per guasto impianti interni | 10^{-1} | 10^{-2} | Rischio di esplosione |
| | | 10^{-2} | 10^{-3} | Blocchi operatori e rianimazione |
| | | 10^{-3} | 10^{-4} | Altre parti di ospedali |

Nota del comitato italiano I valori riportati in Tab. C.2, diversi da quelli proposti dall'IEC, sono stati assegnati dal CEI.

NOTA 2 ALLA Tab. C2 della norma CEI 81-10 parte 2: nel caso di struttura con rischio esplosione, i valori di L_F ed L_O possono richiedere una valutazione più accurata, tenendo conto del tipo di struttura, del rischio di esplosione, del concetto di zona di area pericolosa e delle misure atte a ridurre il rischio.

Numero di eventi pericolosi N_M dovuto a fulmini in prossimità della struttura

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

↓

$$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$$

A_M = area che si estende fino a una distanza di ~~500~~ m dal perimetro della struttura.

350 m

La valutazione del Rischio

Chi la può redigere?

P.to 1.3.12 CEI 81-2* :

«La valutazione del rischio dovuto al fulmine è eseguita da uno specialista competente ed esperto nelle misure di protezione contro il fulmine, in collaborazione con il committente.»

«NOTA: nell'ambito di applicazione del D.Lgs. 81/08, la revisione della valutazione del rischio è richiesta dall'articolo 29 comma 3 ed il suo contenuto deve tener conto di quanto espresso nell'articolo 28 comma 3 del decreto stesso.»

(*) "Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini"



LUOGO DI LAVORO
D.Lgs. 81/08



**ATTIVITA' SOGGETTA AL
CONTROLLO DEI VIGILI
DEL FUOCO**
D.M. 03/08/2015
RTV



**PRESENZA DI AREE
ATEX**
D.Lgs. 81/08
Norme CEI EN 60079

**VALUTAZIONE DEL
RISCHIO DA SCARICHE
ATMOSFERICHE**
CEI EN 62305-2 Ed. 2013

D.Lgs 81/08 – Luoghi di lavoro

- Art. 84 – Protezione dai fulmini

«Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini realizzati secondo le norme tecniche.»

- Art. 15 Misure generali di tutela

c) l'eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico;





D.P.R. 151/2011 – Attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco

S.10.6.4 del D.M. 03.08.2015 - Codice di prevenzione incendi

«1. Per tutte le attività deve essere eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini.

2. Sulla base dei risultati della valutazione di tale rischio, gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche devono essere realizzati nel rispetto delle relative norme tecniche.»



Attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco – R. T. V.

- Edifici storici destinati a contenere biblioteche ed archivi (D.P.R. 418 del 30/06/1995)
- Edifici storici destinati a contenere musei, gallerie, esposizioni e mostre (D.P.R. 569 del 20/05/1992)
- Depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e depositi di biogas (D.M. 03/02/2016)
- Impianti di distribuzione stradale di G.P.L. (D.P.R. 340 del 24/10/2003)
- Impianti di distribuzione di gas naturale per autotrazione (D.M. 28/06/2002)
- Impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione (D.M. 23/10/2018)
- Depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m³ e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg (D.M. 13/10/94)
- Norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali e per il trasporto degli oli stessi (D.M. 31/07/34)



In presenza di aree Atex.....

- Art. 85 – comma 1 – D.Lgs. 81/08

Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dai pericoli determinati dall'innesco elettrico di atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza o sviluppo di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili infiammabili, o in caso di fabbricazione, manipolazione o deposito di materiali esplosivi.

- 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.

(*) Attuazione della direttiva 2014/34/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.



In presenza di aree Atex.....

- Linee guida INAIL*

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.

- CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) **

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.

(*) "Il rischio di esplosione, misure di protezione ed implementazione delle Direttive ATEX 94/9/CE e 99/92/CE"
Edizione 2013

(**) "Atmosfere esplosive Parte 14: Progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici"

Progettazione di un LPS

effetti del fulmine

Effetti attesi all'interno di una struttura debole ($P_B=1$)



- incendio
- esplosione
- spostamento d'aria
- sforzi elettrodinamici
- sovratensioni impulsive
- tensioni di passo e contatto

Effetti attesi all'interno di una struttura forte ($P_B=0$)



- Nessun effetto

Ogni struttura reagisce in maniera diversa al fulmine e gli effetti possono essere irrisoni o devastanti!

Di ciò dobbiamo esserne coscienti fin dalla verifica dei rischi

Progettazione di un LPS

identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura forte ($P_B=0$)



STRUTTURA FORTE

Progettazione di un LPS

identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura debole ($P_B=1$)



STRUTTURA DEBOLE

Il castello fu colpito da un fulmine nel 1696 e la struttura subì seri danni.

Progettazione di un LPS

fenomeno del punto caldo

I componenti metallici delle strutture possono essere utilizzati come elementi naturali di captazione ... ma attenzione al fenomeno del punto caldo.

Spessore minimo delle lastre e delle tubazioni metalliche usate come captatori

| Classe LPS | Materiale | Spessore ^(a) t (mm) | Spessore ^(b) t' (mm) |
|------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Da I a IV | Piombo | - | 2,0 |
| | Acciaio (inossidabile, galvanizzato) | 4 | 0,5 |
| | Titanio | 4 | 0,5 |
| | Rame | 5 | 0,5 |
| | Alluminio | 7 | 0,65 |
| | Zinco | - | 0,7 |

(a) t impedisce la perforazione
 (b) t' solo per lastre di metallo se non è importante prevenire la perforazione, il punto caldo o i problemi di accensione

Progettazione di un LPS

fenomeno del punto caldo

Tabella F.1 – Temperatura massima θ_{max} sulla superficie interna di una parete metallica di spessore z per LPL I (Q = 200 °C)

| Metallo | Spessore z [mm] | | | |
|--------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Rame | 910 | 690 | 540 | 450 |
| Alluminio | 650 | 610 | 540 | 460 |
| Acciaio | 1100 | 850 | 680 | 540 |
| Acciaio Inox | 960 | 640 | 430 | 310 |

Tabella F.2 – Temperatura massima θ_{max} sulla superficie interna di una parete metallica di spessore z per LPL III - IV (Q = 100 C)

| Metallo | Spessore z [mm] | | | |
|--------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Rame | 535 | 390 | 310 | 270 |
| Alluminio | 600 | 500 | 410 | 370 |
| Acciaio | 825 | 595 | 450 | 300 |
| Acciaio Inox | 630 | 390 | 265 | 180 |

| SOSTANZA | | T °C DI ACCENSIONE |
|----------|------------------------|--------------------|
| SOLIDI | LEGNO | 220 ÷ 250 |
| | CARTA | 230 |
| | SCHIUME POLIURETANICHE | 400 |
| LIQUIDI | ACETONE | 535 |
| | BENZINA | 270 |
| | GASOLIO | 220 |
| | KEROSENE | 260 |
| GAS | ACETILENE | 305 |
| | IDROGENO | 560 |
| | BUTANO | 365 |

| CLASSE DI TEMP. | MAX. T (°C) SUPERFICIALE DEI PRODOTTI ATEX | T (°C) DI ACCENSIONE DELLA SOSTANZA INFIAMMABILE |
|-----------------|--|--|
| T1 | 450 °C | > 450 °C |
| T2 | 300 °C | > 300 °C |
| T3 | 200 °C | > 200 °C |
| T4 | 135 °C | > 135 °C |
| T5 | 100 °C | > 100 °C |
| T6 | 85 °C | > 85 °C |

Progettazione di un LPS

errori d'installazione

Un impianto a maglia appoggiata su copertura conduttiva non è in grado d'intercettare il fulmine, se esistono problemi per il punto caldo sono necessari elementi di captazione ad asta, ovvero in grado di anticipare il punto d'impatto. Se non esistono problemi di punto caldo, allora la copertura può essere considerata un elemento naturale



Progettazione di un LPS

fenomeno del punto caldo

Attenzione al carico d'incendio! Le indicazioni della tabella C5 (CEI EN 62305-2) esplicitano che indipendentemente dal contenuto, il carico d'incendio deve essere preso "elevato" se la copertura è in materiale combustibile (legno, pannelli sandwich contenenti poliuretano, ecc ...)

Carico
d'incendio

Tabella C.5 – Coefficiente di riduzione r_f in funzione del rischio d'incendio o di esplosione della struttura

| Rischio | Entità del rischio | r_f |
|-----------------------|--------------------------------|-----------|
| Esplosione | Zone 0, 20 ed esplosivi solidi | 1 |
| | Zone 1, 21 | 10^{-1} |
| | Zone 2, 22 | 10^{-3} |
| Incendio | Elevato | 10^{-1} |
| | Ordinario | 10^{-2} |
| | Ridotto | 10^{-3} |
| Esplosione o incendio | Nulla | 0 |

NOTA 5 Strutture realizzate con materiali combustibili, strutture con coperture realizzate con materiale combustibile o strutture con carico specifico d'incendio maggiore di 800 MJ/m^2 sono considerate a rischio d'incendio elevato.



Progettazione di un LPS

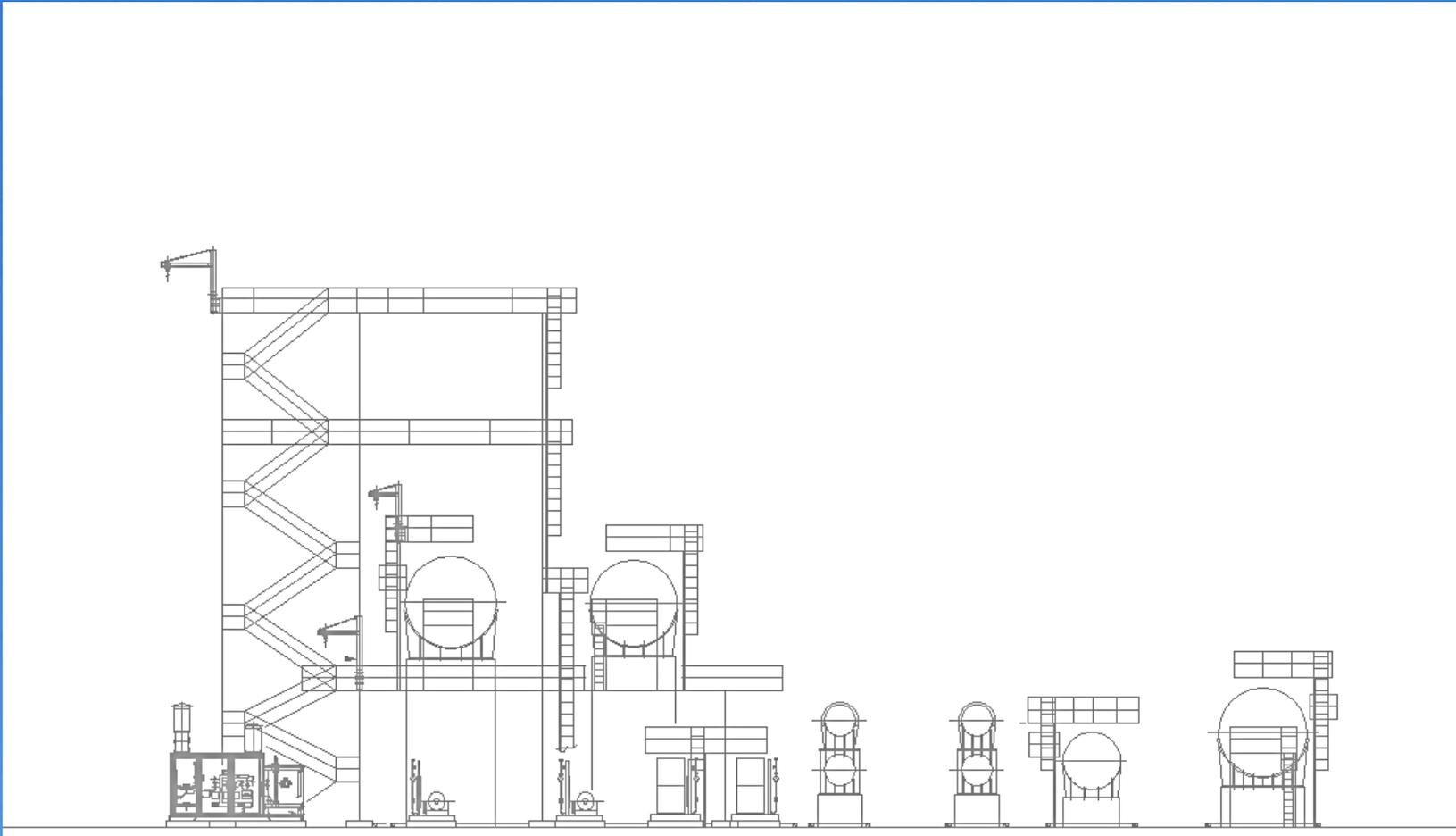
scelta del tipo di impianto

| CARATTERISTICHE TETTO | TIPO IMPIANTO | ESEMPIO |
|---|--|--|
|  | <p>L'impianto è semplice: basta rispettare i bordi, i colmi, le sporgenze ed il lato di magliatura in funzione del livello di protezione richiesto</p> |  |
|  | <p>Il sistema di captazione è semplice come il precedente ma deve essere distanziato di almeno 10 cm dalla copertura</p> |  |
|  | <p>Occorre verificare lo spessore della lamiera ma probabilmente essa può essere utilizzata come elemento naturale di captazione</p> |  |
|   | <p>Il sistema di captazione deve tenere conto del punto caldo sulla lamiera della copertura. Quando non è accettabile il punto d'impatto sulla lamiera, essendo questa conduttrice come gli elementi di captazione, deve essere innalzato il punto d'impatto, unica soluzione che consente di intercettare il fulmine prima che impatti sulla copertura. In seguito si può poi valutare se la copertura può essere o meno utilizzata per condurre la corrente da fulmine alle calate, ma permane tassativo dimensionare il sistema col metodo della sfera rotolante, presa di raggio in funzione del livello di protezione indicato dalla verifica dei rischi.</p> |  |

Progettazione di un LPS

identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura forte ($P_B=0$)

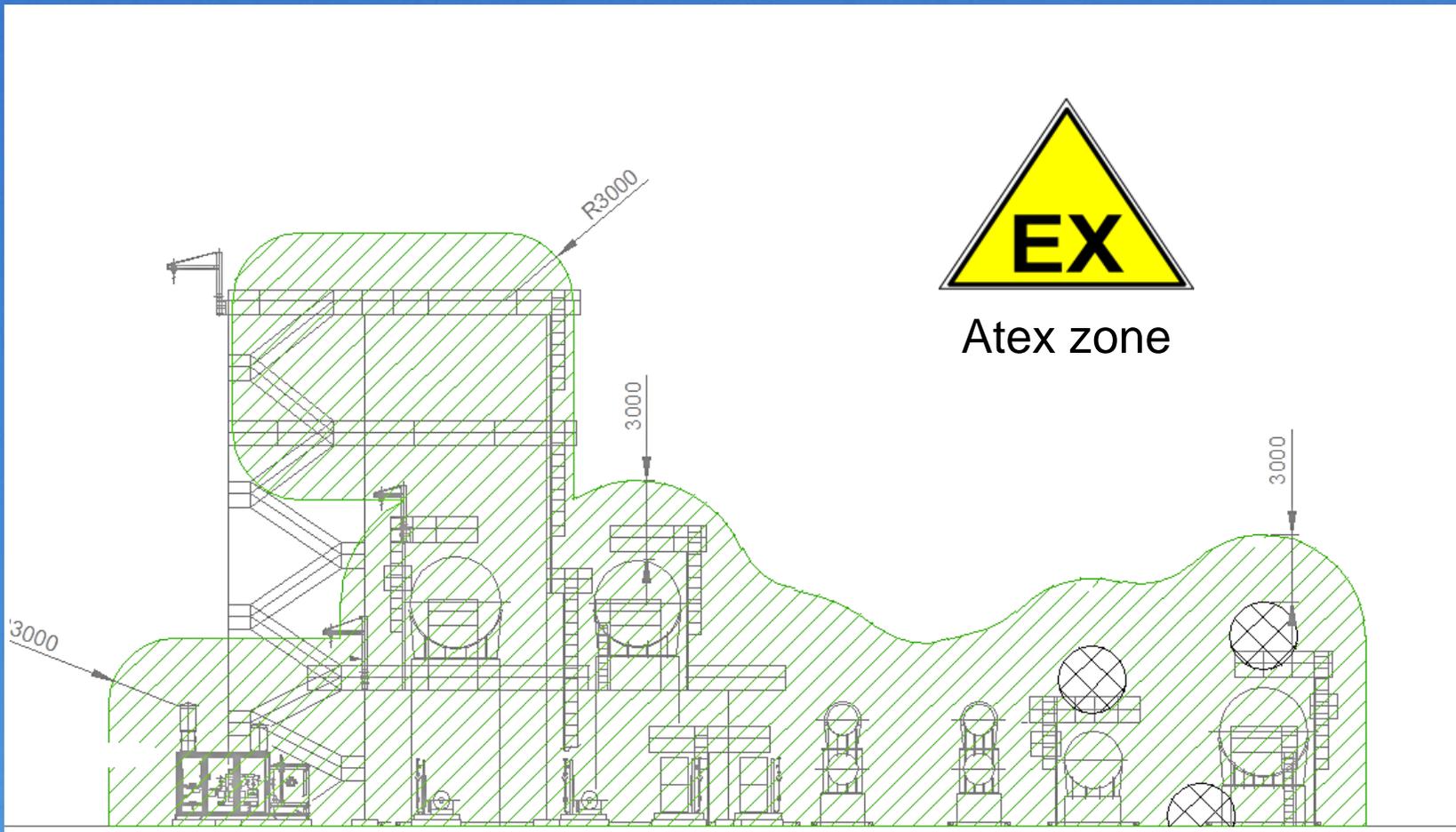


STRUTTURA FORTE

Progettazione di un LPS

identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura debole ($P_B=1$)



Atex zone



La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

Norma CEI EN 62305, punto 6.1, nota 1

Le scariche che si verificano nelle strutture con pericolo di esplosione sono sempre scariche pericolose

Energia minima d'innesco di gas e vapori infiammabili:

0,01 ÷ 1,5 mJ

(un interruttore elettrico che si chiude emette circa 100 mJ)

Energia minima d'innesco di polveri infiammabili:

10 ÷ 150 mJ

(l'elettricità statica accumulata da una persona
può raggiungere i 135 mJ)



La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

- Nota 9, p.to C.3, Norma CEI EN 62305-2:

«Non si considera il rischio esplosione se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

A. *tempo di presenza della sostanza esplosiva < 0,1 ore /anno;*

B. *volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la EN 60079-10 e la EN 60079-10-2;*

C. *la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impedito scariche pericolose nella zona stessa.»*



La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

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:

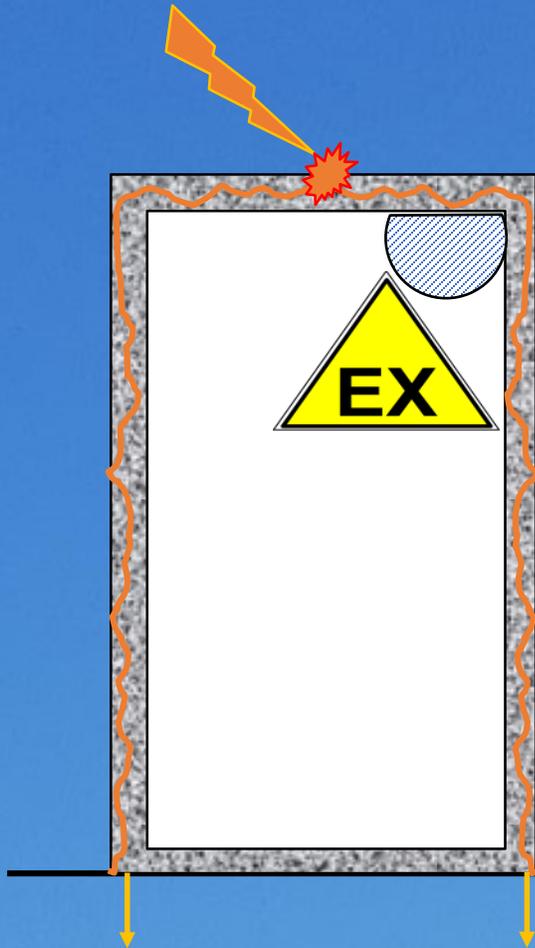
- *protetta con LPS;*
- *con struttura portante metallica;*
- *in cemento armato con ferri d'armatura continui;*
- *in cemento armato gettato in opera;*

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.



La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

Edificio in c.a. gettato in opera
ferri elettricamente continui

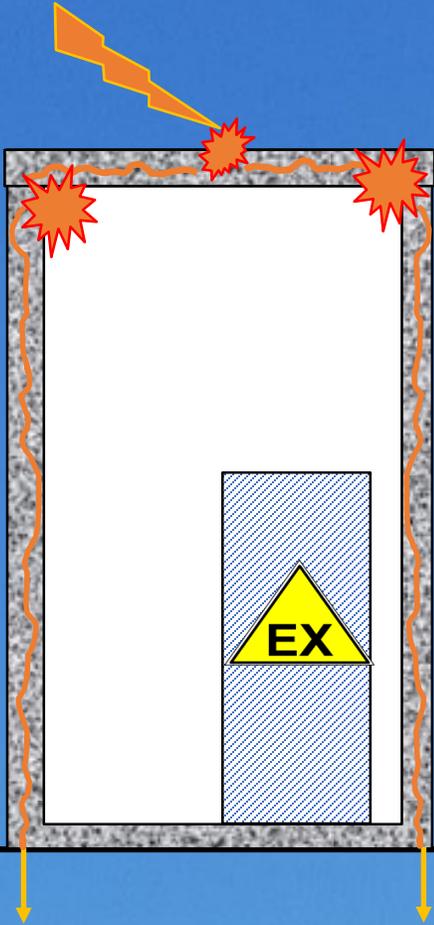


Edificio in c.a. prefabbricato
ferri non elettricamente continui

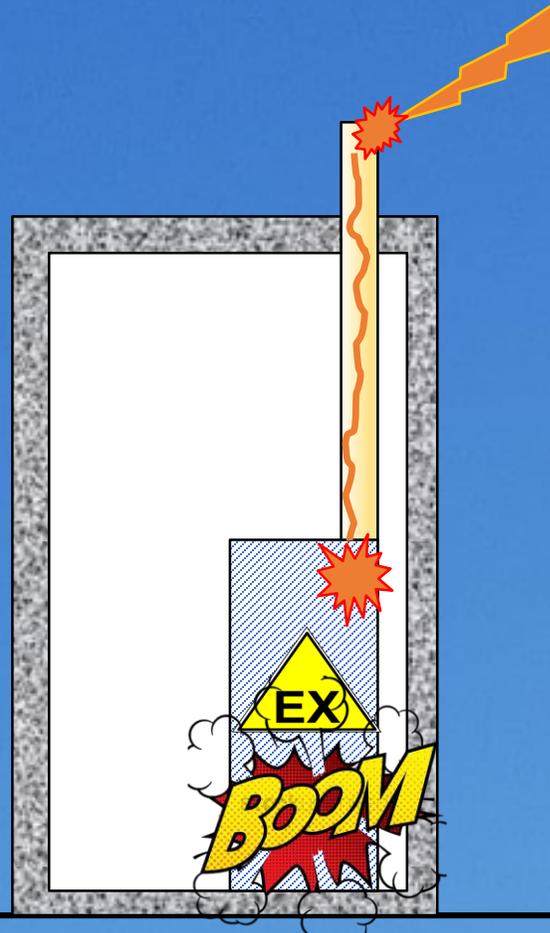


La valutazione del Rischio in presenza di aree ATEX

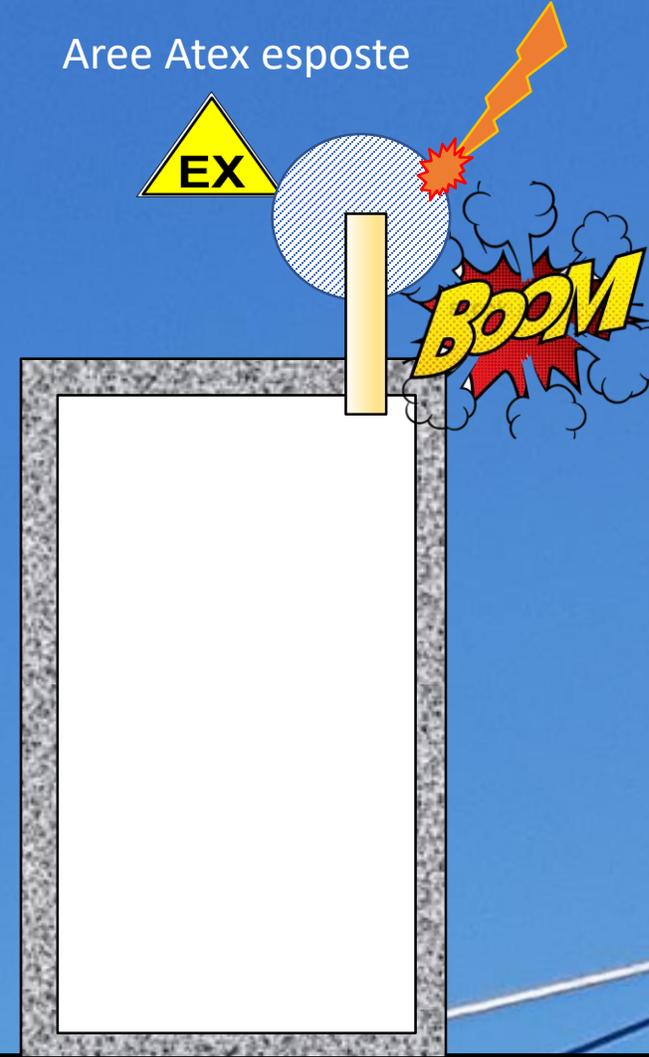
Edificio in c.a. prefabbricato
ferri non elettricamente continui



Camino metallico in
collegamento con l'interno



Aree ATEX esposte



ZONE ATEX E IMPIANTO LPS

LE ZONE ATEX NON
POSSONO ESSERE
ATTRAVERSATE DAL
FULMINE

ATTENZIONE

LE ZONE ATEX NON
DEVONO SUBIRE GLI
EFFETTI DEL FULMINE

- . Temperature (MATERIALI – PUNTO CALDO)
- . Energia di innesco (CONTINUITA' ELETTRICA)
- . Captare il fulmine 1 m al di fuori delle zone Atex

Progettazione di un LPS

scopo

L'LPS (Lightning Protection System) 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 in quanto in grado d'innescare incendi o esplosioni

E' COSTITUITO DA:

- Elementi di captazione
- Elementi di calata
- Elementi di dispersione

Progettazione di un LPS

prima è meglio ...

P.to 4.2 – CEI EN 62305-3

«L'ottimizzazione tecnica ed economica del progetto di un LPS può essere effettuata se le fasi del progetto stesso e della costruzione dell'LPS sono coordinate con le fasi del progetto e della costruzione della struttura che deve essere protetta.»

| Caratteristiche della struttura | Classe dell'LPS | Efficienza di protezione |
|--|-----------------|--------------------------|
| Struttura protetta con LPS | IV | 80% |
| | III | 90% |
| | II | 95% |
| | I | 98% |
| Captazione + ferri d'armatura | | 99% |
| Copertura metallica + ferri d'armatura | | 99,9% |

Progettazione di un LPS

metodi di dimensionamento

P.to 5.5.5 – Norma CEI EN 62305-3

- METODO SELLA SFERA ROTOLANTE: adatto in ogni caso
- METODO DELLA MAGLIA: adatto alla protezione di superfici piane
- METODO DELL'ANGOLO DI PROTEZIONE: adatto per edifici di forma semplice, con limiti di altezza

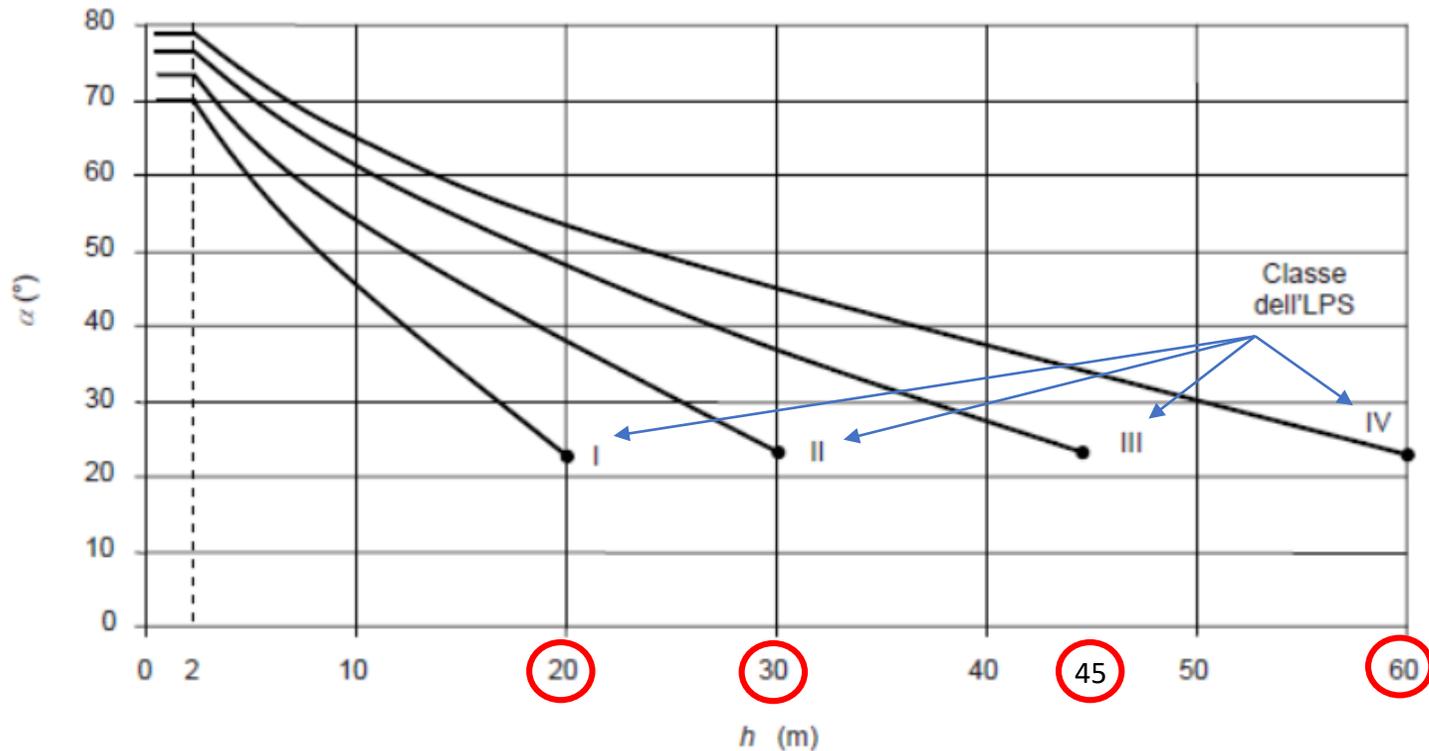
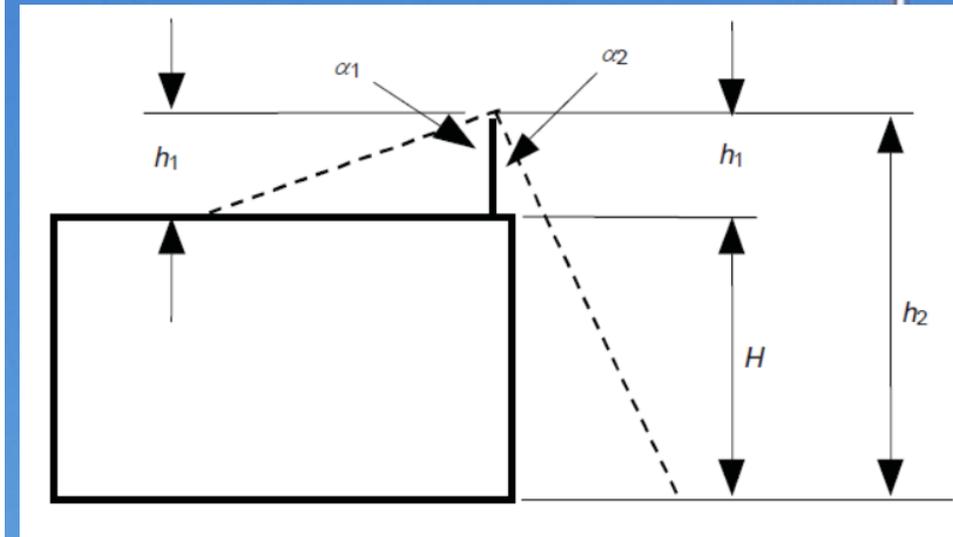


Tabella 2 – CEI EN 62305-3



Progettazione di un LPS metodi di dimensionamento

| Classe dell'LPS | Metodo di protezione | | |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| | Raggio della sfera rotolante r (m) | Lato di magliatura w_m (m) | Angolo di protezione α (°) |
| I | 20 | 5 x 5 | |
| II | 30 | 10 x 10 | |
| III | 45 | 15 x 15 | |
| IV | 60 | 20 x 20 | |

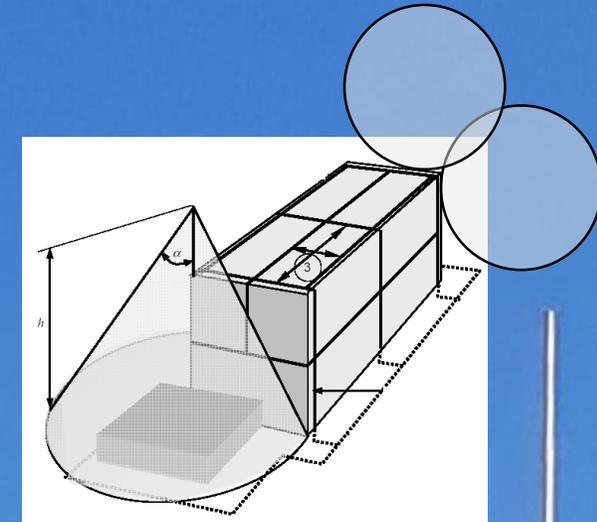
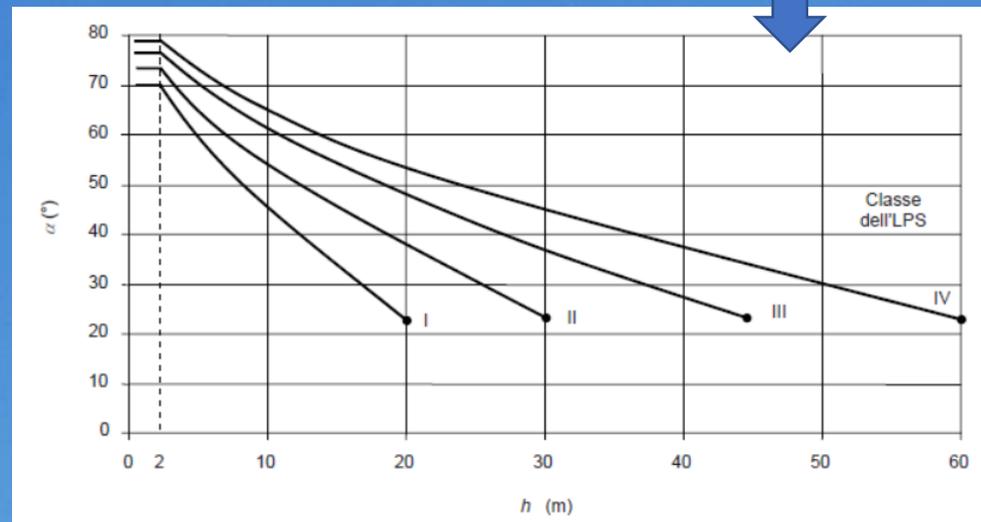


Tabella 2 – CEI EN 62305-3

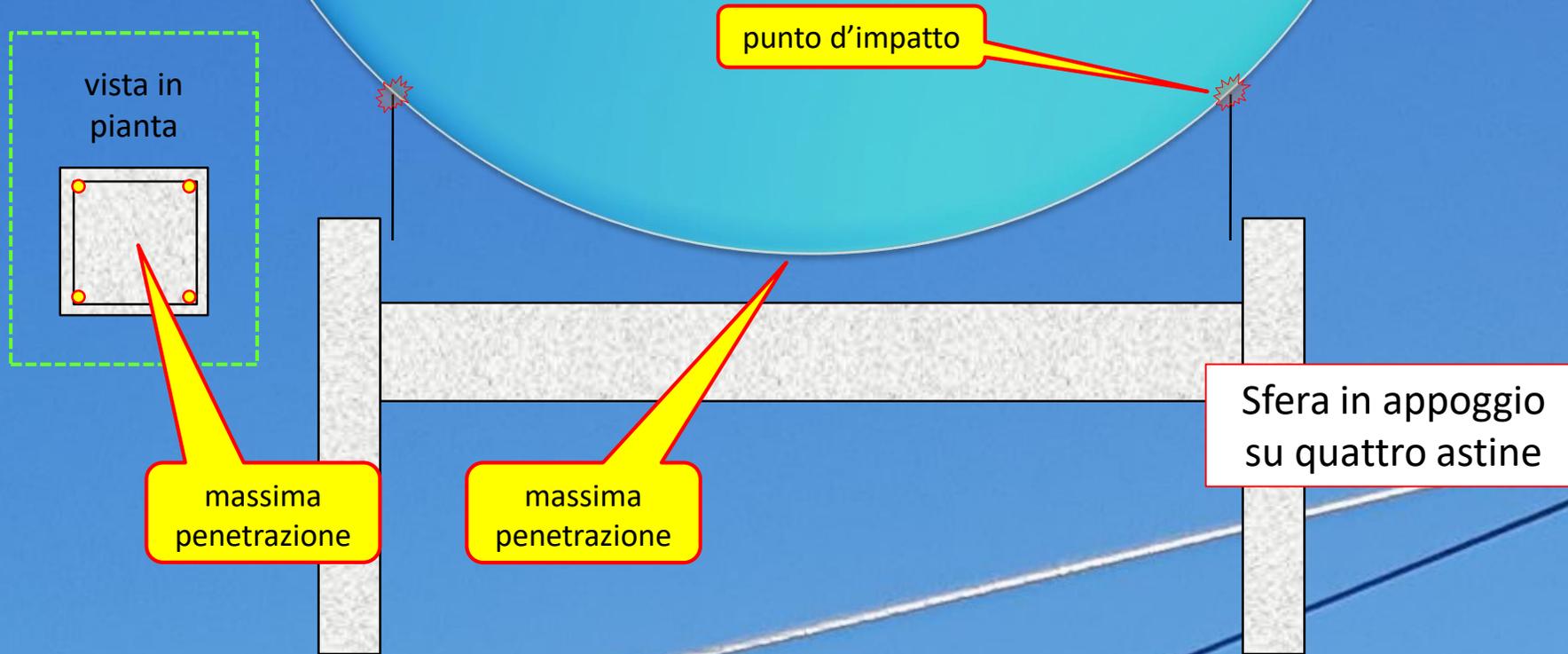
Valori massimi dei parametri di dimensionamento dell'LPS in funzione della classe di protezione



Progettazione di un LPS metodi di dimensionamento

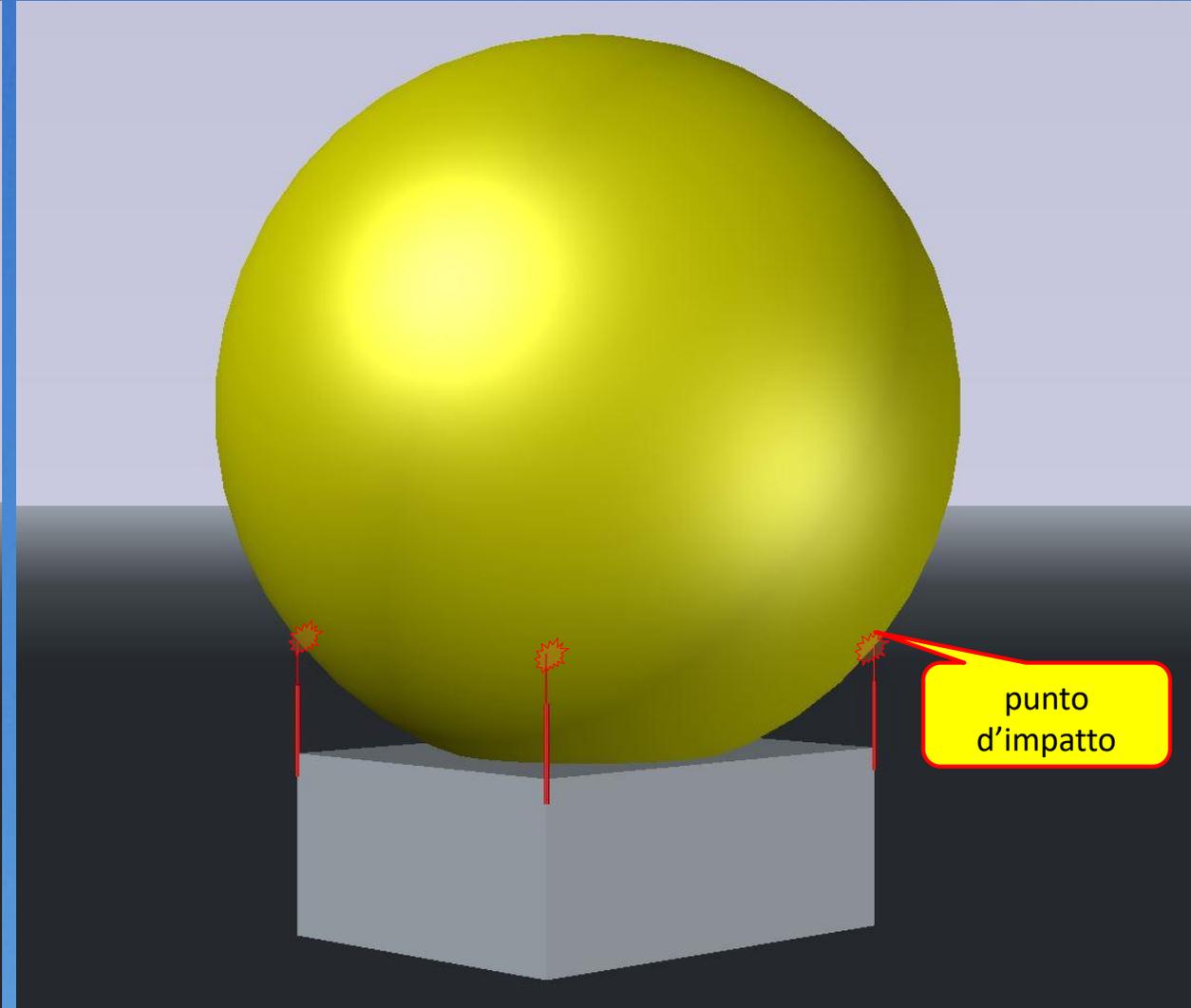
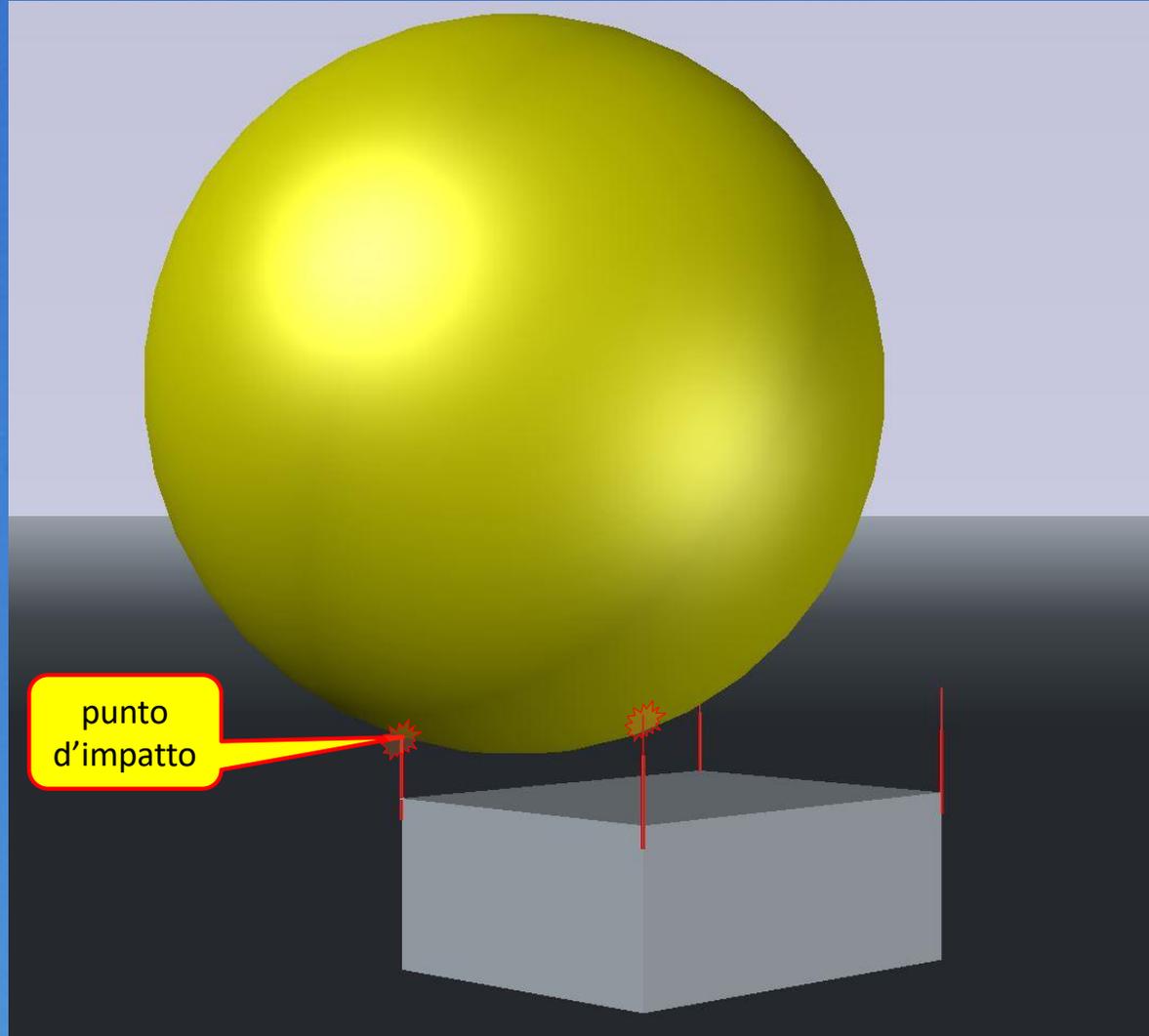
errori di dimensionamento

Nella vista in prospettiva è errato posizionare la sfera sulle punte delle prime due aste, bisogna considerare che essa scenderà ulteriormente in quanto si appoggerà anche sulle due aste successive. È sempre necessario identificare la condizione peggiore che è quella intermedia fra le aste.



Progettazione di un LPS

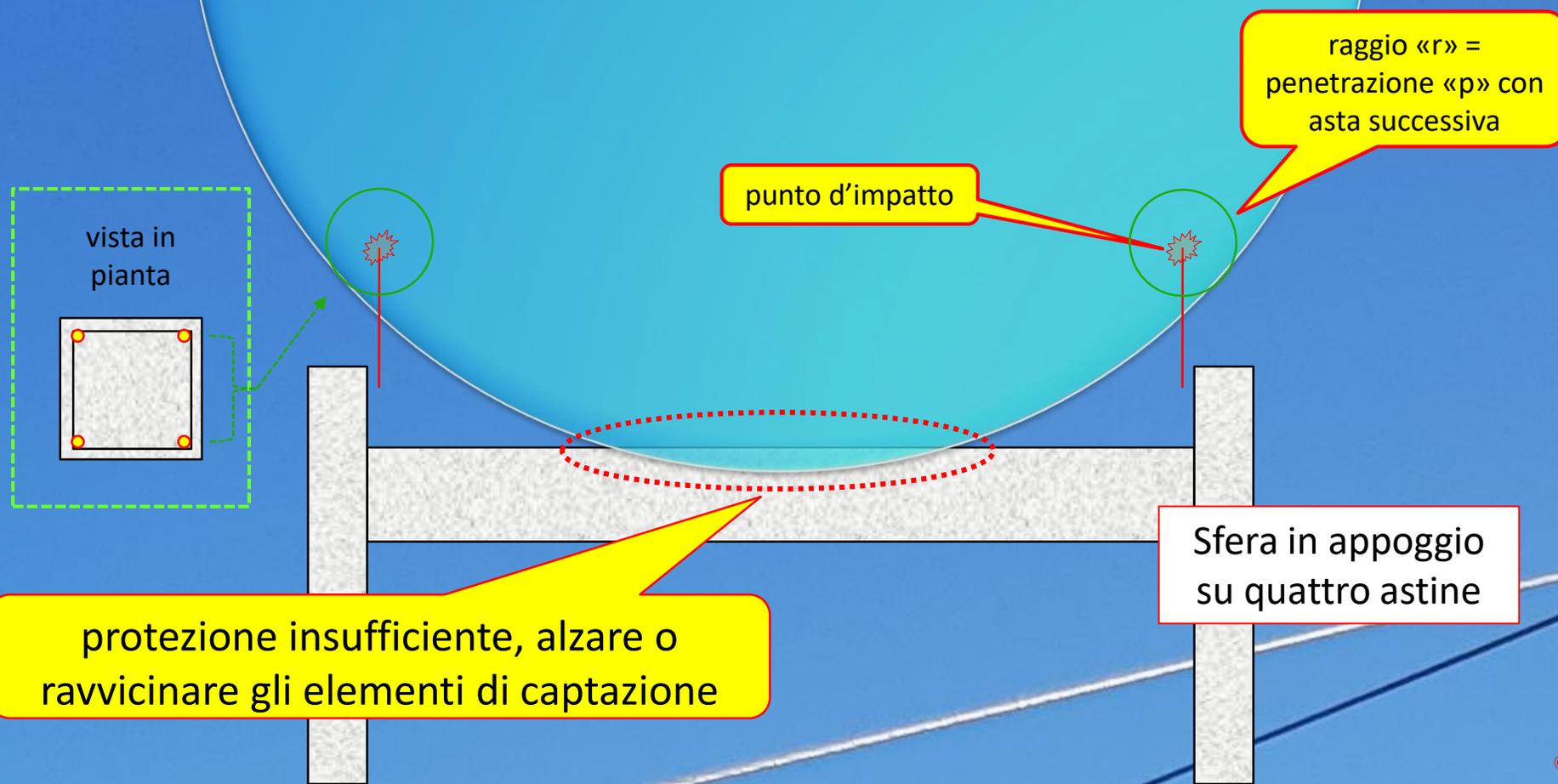
metodi di dimensionamento



Progettazione di un LPS metodi di dimensionamento

dimensionamento corretto

Nella vista in prospettiva l'efficacia delle aste dovrà essere peggiorata del valore di penetrazione che la sfera ha in funzione della distanza con le aste successive



Progettazione di un LPS

metodo della sfera rotolante in presenza di zone Atex

- P.to D.5.1 – Norma CEI EN 62305-3

«Tutte le parti dell’LPS esterno (captatori e calate) devono, se possibile, essere distanziate di almeno 1 m dalle zone di pericolo. Se questo non è possibile, i conduttori che passano nella zona pericolosa dovrebbero preferibilmente essere privi di connessioni o avere connessioni idonee per zone con pericolo di esplosione.

Devono essere impediti allentamenti accidentali delle connessioni nelle aree pericolose.»

Progettazione di un LPS

LPS appoggiato o isolato

■ P.to 5.1.2 – CEI EN 62305-3

L'uso di un LPS esterno isolato dovrebbe essere previsto nei seguenti casi:

- strutture con copertura combustibile ($d > 10$ cm)
- strutture con pareti combustibili
- presenza di aree con pericolo di esplosione e d'incendio
- quando la suscettibilità del contenuto richiede la riduzione del campo elettromagnetico irradiato associato alle correnti di fulmine nelle calate

Progettazione di un LPS

distanza di sicurezza

L'isolamento elettrico tra i captatori o le calate da una parte, ed i corpi metallici interni, gli impianti elettrici, di telecomunicazione e di segnale dall'altra, può essere ottenuto:

- per distanziamento: calcolo distanza di sicurezza «s»
- per interposizione di materiale isolante.

■ Nota al P.to 5.2.6 – CEI EN 62305-3

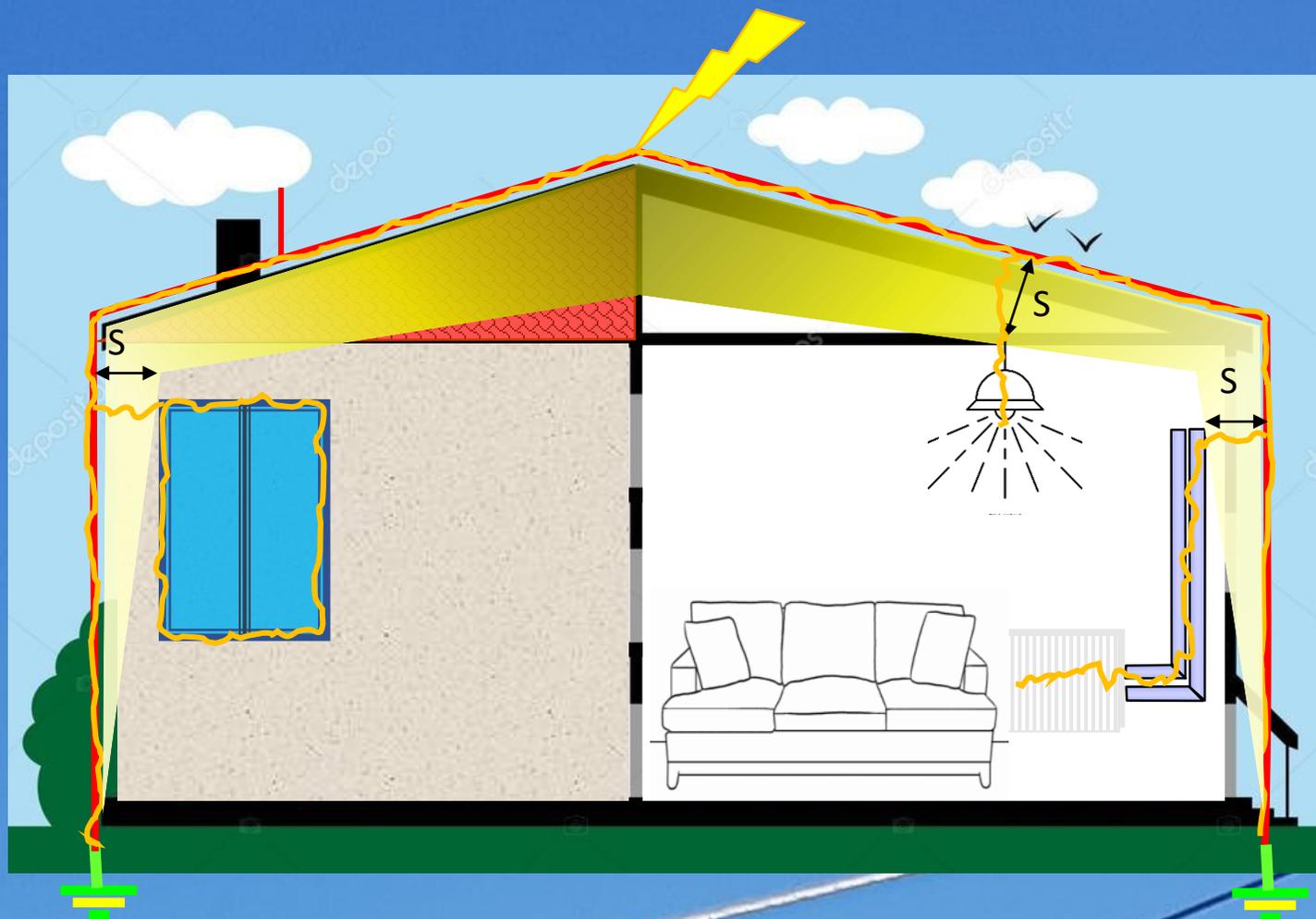
«Condizioni ambientali (inquinamento) possono ridurre la tensione di tenuta in aria; ciò dovrebbe essere tenuto in considerazione nella valutazione della necessaria distanza tra il sistema di captatori e la struttura.»

Progettazione di un LPS

distanza di sicurezza

La distanza di sicurezza «s»:

è la minima distanza tra due parti conduttrici per cui non si possono verificare scariche pericolose fra esse.



Progettazione di un LPS

distanza di sicurezza

La distanza di sicurezza «s»: è dovuta alla caduta di tensione nel percorso più breve tra il punto in cui si intende verificare la distanza di sicurezza ed il dispersore o la connessione equipotenziale più vicina.

Dipende :

- dalla classe dell'LPS (k_i)
- dal materiale isolante (k_m)
- dalla corrente di fulmine che circola nel captatore e nella calata (k_c)
- dalla lunghezza (m) lungo il captatore e lungo la calata fra il punto in cui si intende verificare la distanza di sicurezza e la più vicina connessione equipotenziale fra le parti interessate (l)

«S» può essere mantenuta per distanziamento in aria o per interposizione di materiale isolante.

$$s = \frac{K_i}{K_m} * k_c * l$$

«Kc» si può calcolare in diversi modi in base alla geometria dell'LPS.

Progettazione di un LPS

struttura che non necessita di protezione

IL CONCETTO DI «AUTOPROTEZIONE»

Il fatto che la struttura non necessiti di protezione non significa che essa non possa venire colpita da un fulmine e che, a seguito di tale evento, non si verifichi la morte di persone o non vi siano danni alla struttura e agli impianti. Il fatto che la struttura non necessiti di protezione significa che il rischio di perdita di vite umane, a seguito di fulminazione, è inferiore al valore di rischio ritenuto tollerabile dalla normativa.

| Tipo di perdita | | R_T (1/anno) |
|-----------------|--|-------------------|
| L ₁ | Perdita di vite umane o danni permanenti | 10 ⁻⁵ |
| L ₂ | Perdita di servizio pubblico | 10 ⁻³ |
| L ₃ | Perdita di patrimonio culturale insostituibile | 10 ⁻⁴ |

INTRODUZIONE ALLA NORMA CEI 62305-2:

«Quando si desidera evitare comunque possibili rischi, la decisione di adottare misure di protezione contro il fulmine può essere presa indipendentemente dal risultato di qualsivoglia valutazione del rischio.»

Progettazione di un LPS

frequenza di danno

N.RO EVENTI PERICOLOSI

LA RESPONSABILITA' DI FISSARE IL VALORE DI «F»
RIMANE IN CAPO AL **PROPRIETARIO O GESTORE** IN BASE

A:

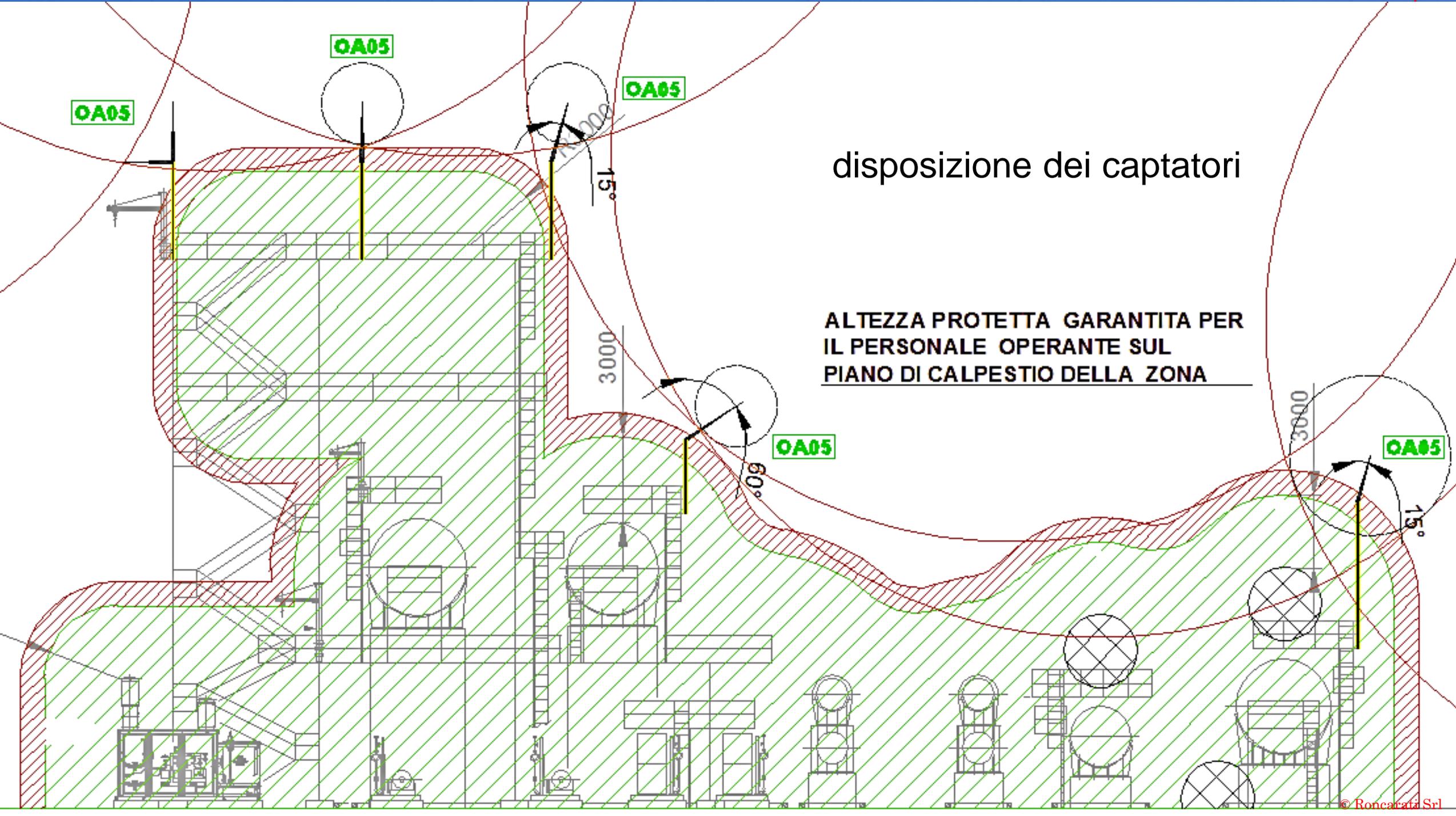
- CARATTERISTICHE DELL'ATTIVITA' SVOLTA (SERVIZIO PUBBLICO, ECC...)
- VITA ATTESA DELLA STRUTTURA
- ORGANIZZAZIONE DELLA MANUTENZIONE, RIPARAZIONE E COSTI ASSOCIATI

FREQUENZA DI

dal fulmine - frequenza di verificarsi

$$F_T = N_T \times P_T < 0,1^*$$

(*) Norma CEI 81-29 «Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305»



OA05

OA05

OA05

disposizione dei captatori

**ALTEZZA PROTETTA GARANTITA PER
IL PERSONALE OPERANTE SUL
PIANO DI CALPESTIO DELLA ZONA**

OA05

OA05

Progettazione di un LPS

scelta dei materiali

Tabella D.3 – Valutazione delle sovratemperature di conduttori con diverse sezioni in funzione di W/R

| Sezione mm ² | Material | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----|-----|---------------|-----|-----|---------------|-----|-----|-------------------------------------|-----|-----|
| | Alluminio | | | Acciaio dolce | | | Rame | | | Acciaio inossidabile ^(a) | | |
| | W/R MJ/Ω | | | W/R MJ/Ω | | | W/R MJ/Ω | | | W/R MJ/Ω | | |
| | 2,5 | 5,6 | 10 | 2,5 | 5,6 | 10 | 2,5 | 5,6 | 10 | 2,5 | 5,6 | 10 |
| 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 564 | - | - | - | - | - | 169 | 542 | - | - | - | - |
| 16 | 146 | 454 | - | 1 120 | - | - | 56 | 143 | 309 | - | - | - |
| 25 | 52 | 132 | 283 | 211 | 913 | - | 22 | 51 | 98 | 940 | - | - |
| 50 | 12 | 28 | 52 | 37 | 96 | 211 | 5 | 12 | 22 | 190 | 460 | 940 |
| 100 | 3 | 7 | 12 | 9 | 20 | 37 | 1 | 3 | 5 | 45 | 100 | 190 |

(a) Austenitico non magnetico

| SOSTANZA | | T °C DI ACCENSIONE |
|----------|------------------------|--------------------|
| SOLIDI | LEGNO | 220 ÷ 250 |
| | CARTA | 230 |
| | SCHIUME POLIURETANICHE | 400 |
| LIQUIDI | ACETONE | 535 |
| | BENZINA | 270 |
| | GASOLIO | 220 |
| | KEROSENE | 260 |
| GAS | ACETILENE | 305 |
| | IDROGENO | 560 |
| | BUTANO | 365 |

| CLASSE DI TEMP. | MAX. T (°C) SUPERFICIALE DEI PRODOTTI ATEX | T (°C) DI ACCENSIONE DELLA SOSTANZA INFIAMMABILE |
|-----------------|--|--|
| T1 | 450 °C | > 450 °C |
| T2 | 300 °C | > 300 °C |
| T3 | 200 °C | > 200 °C |
| T4 | 135 °C | > 135 °C |
| T5 | 100 °C | > 100 °C |
| T6 | 85 °C | > 85 °C |

Esempio d'installazione

innovazione nei materiali

Impianto petrolifero con aree Atex esposte,
intercettazione esterna con captazione ad
aste su pali PPIr rinforzati con calata
integrata, struttura in c.a.v. utilizzata come
elemento naturale di calata

Tempa Rossa - Potenza

L'evoluzione tecnologica

Aste di captazione con intercettazione esterna



L'intercettazione può essere universale utilizzando il regolatore di inclinazione SP320100/S

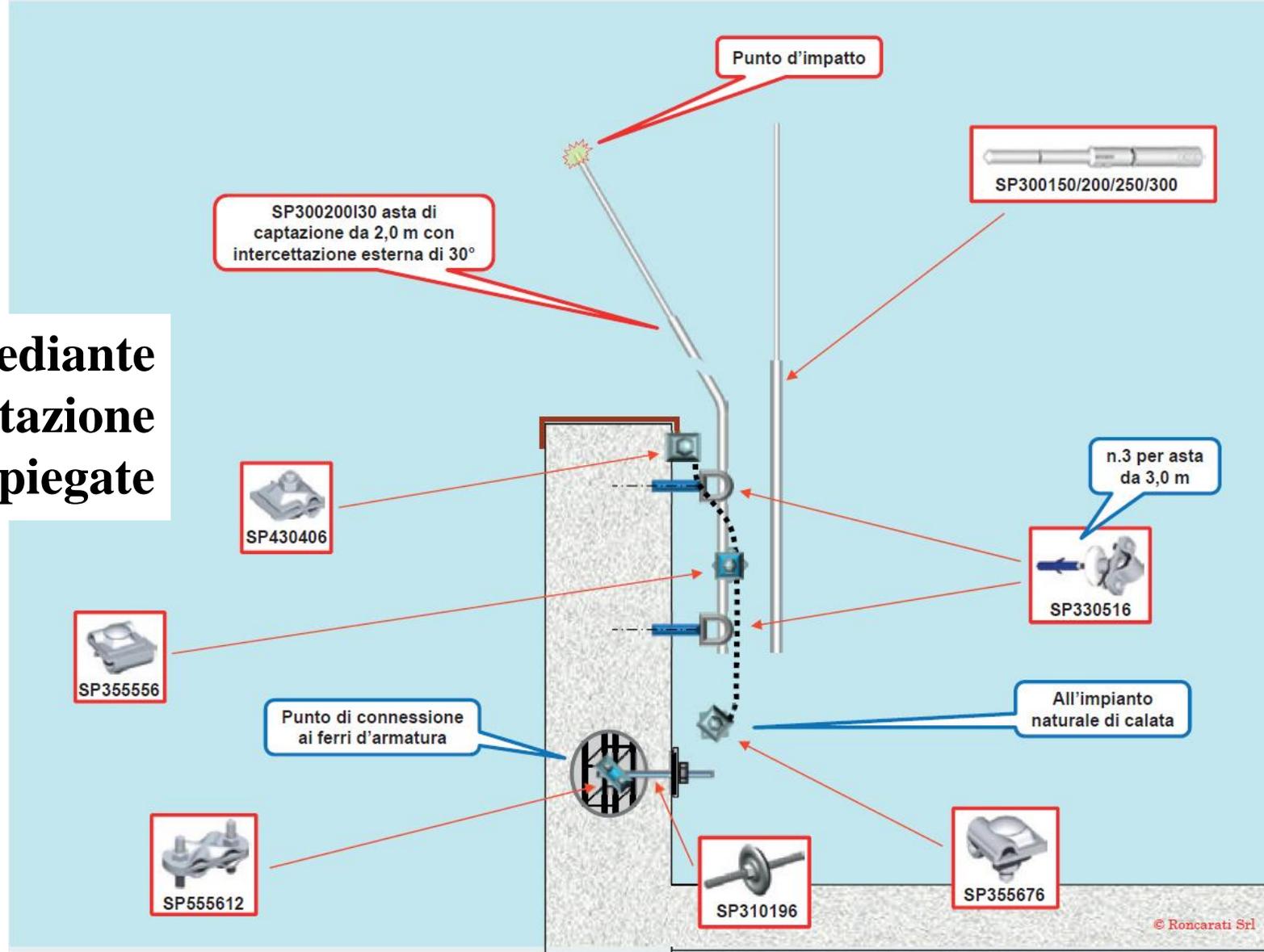
◀ Impianto con aste di captazione perimetrali isolate ed inclinate per la protezione del bordo e dell'impianto solare termico (impianto in fase di realizzazione, mancano la fune perimetrale e le funi trasversali).



L'evoluzione tecnologica

Aste di captazione con intercettazione esterna

**Fissa a 30° mediante
astine di captazione
appositamente piegate**



L'evoluzione tecnologica Tubazione isolante

Affinché la corrente da fulmine rimanga sul percorso stabilito, è necessario rispettare la distanza di sicurezza. Tale rispetto si può ottenere per distanziamento, o per interposizione di specifici materiali isolanti.

Tenuta all'impulso 100 kV

Tubazione isolata

TPL – Tubazione in PE/SIL leggera



Tenuta all'impulso 300 kV

Tubazione isolata

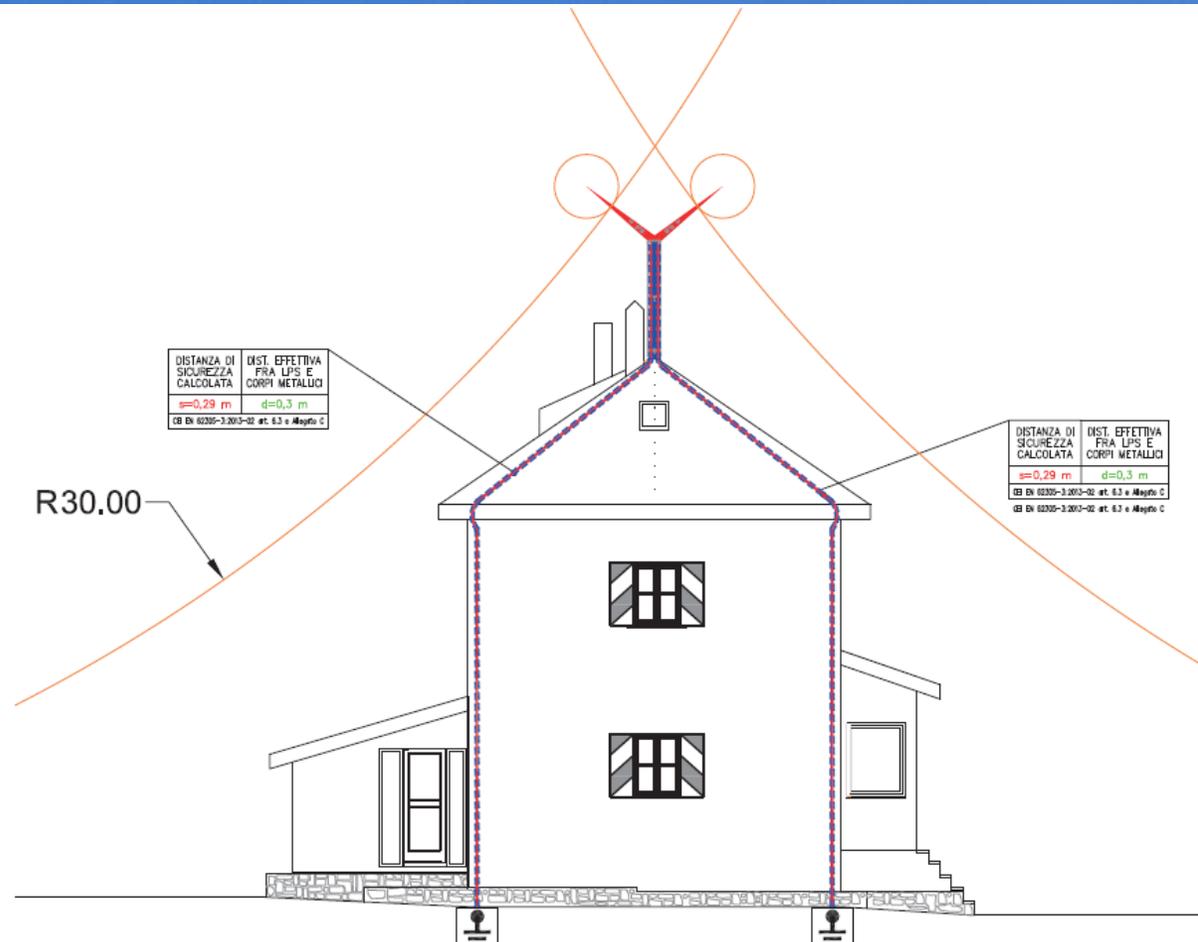
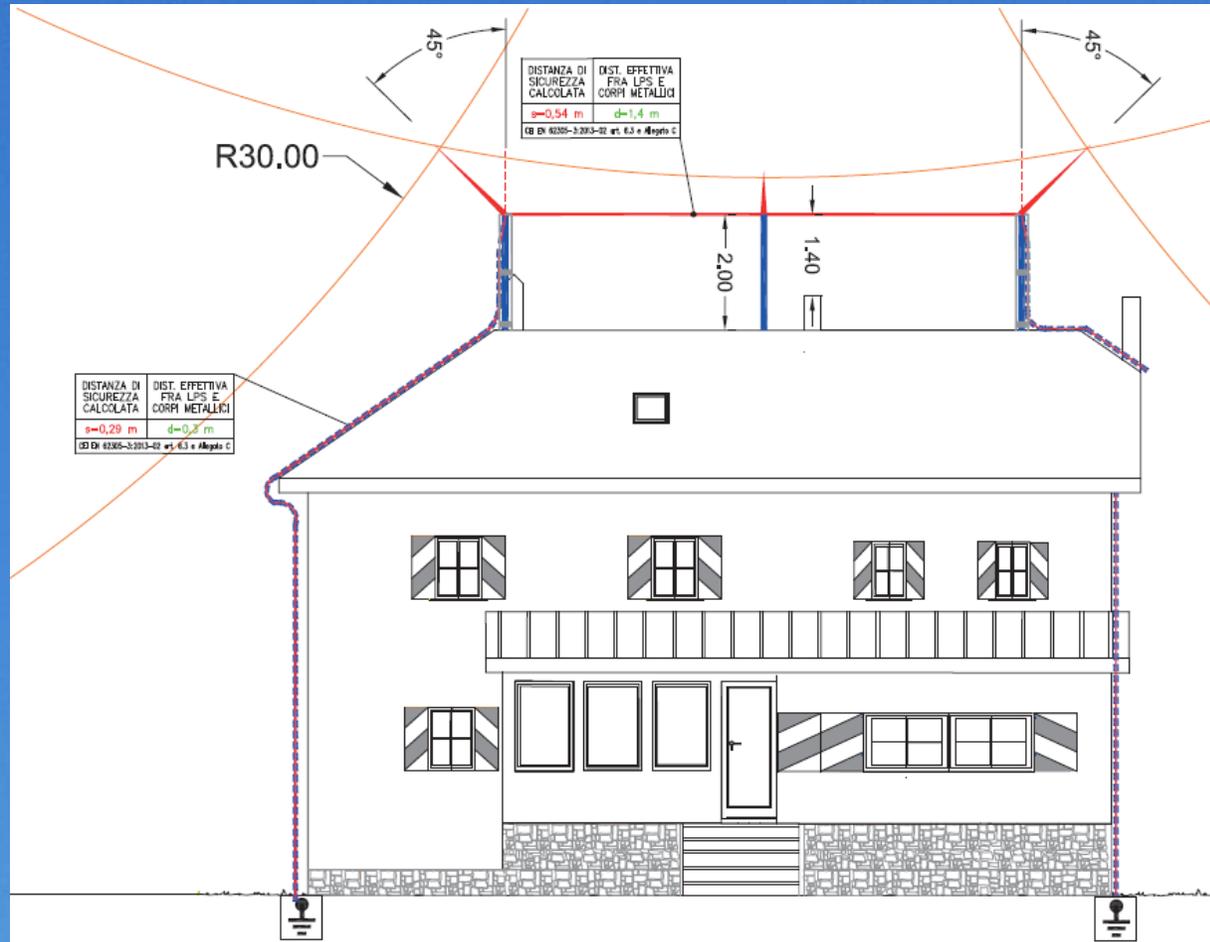
TPE - Tubazione in PE/SIL ad elevato isolamento



L'evoluzione tecnologica

Annullamento dell'effetto capacitivo

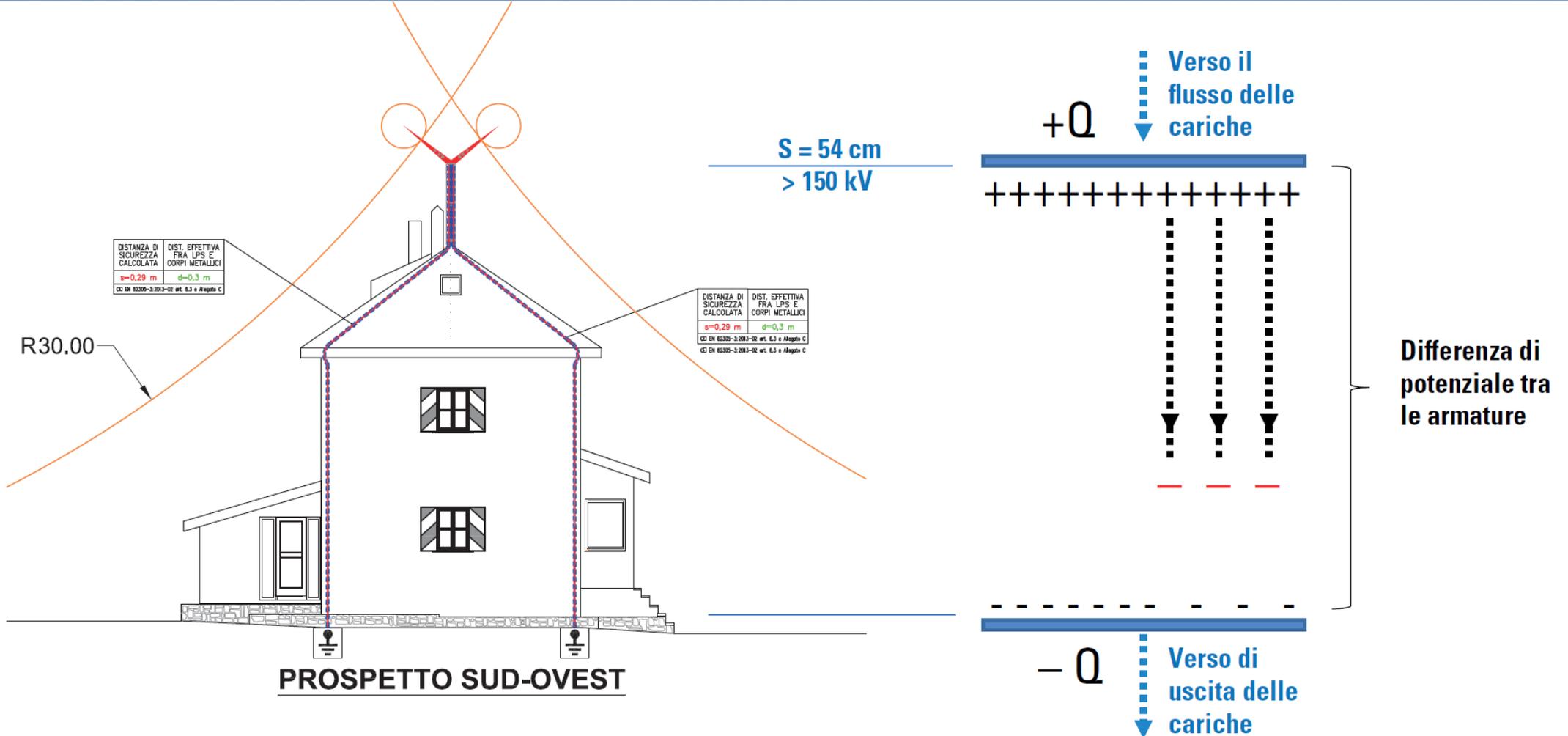
Il passaggio della corrente da fulmine sui conduttori dell'impianto di captazione genera fortissime cadute di tensione. Il sistema di captazione isolato consente di portare la scarica dal punto d'impatto a terra, generando tuttavia una considerevole differenza di potenziale tra la copertura e la terra.



L'evoluzione tecnologica

Annullamento dell'effetto capacitivo

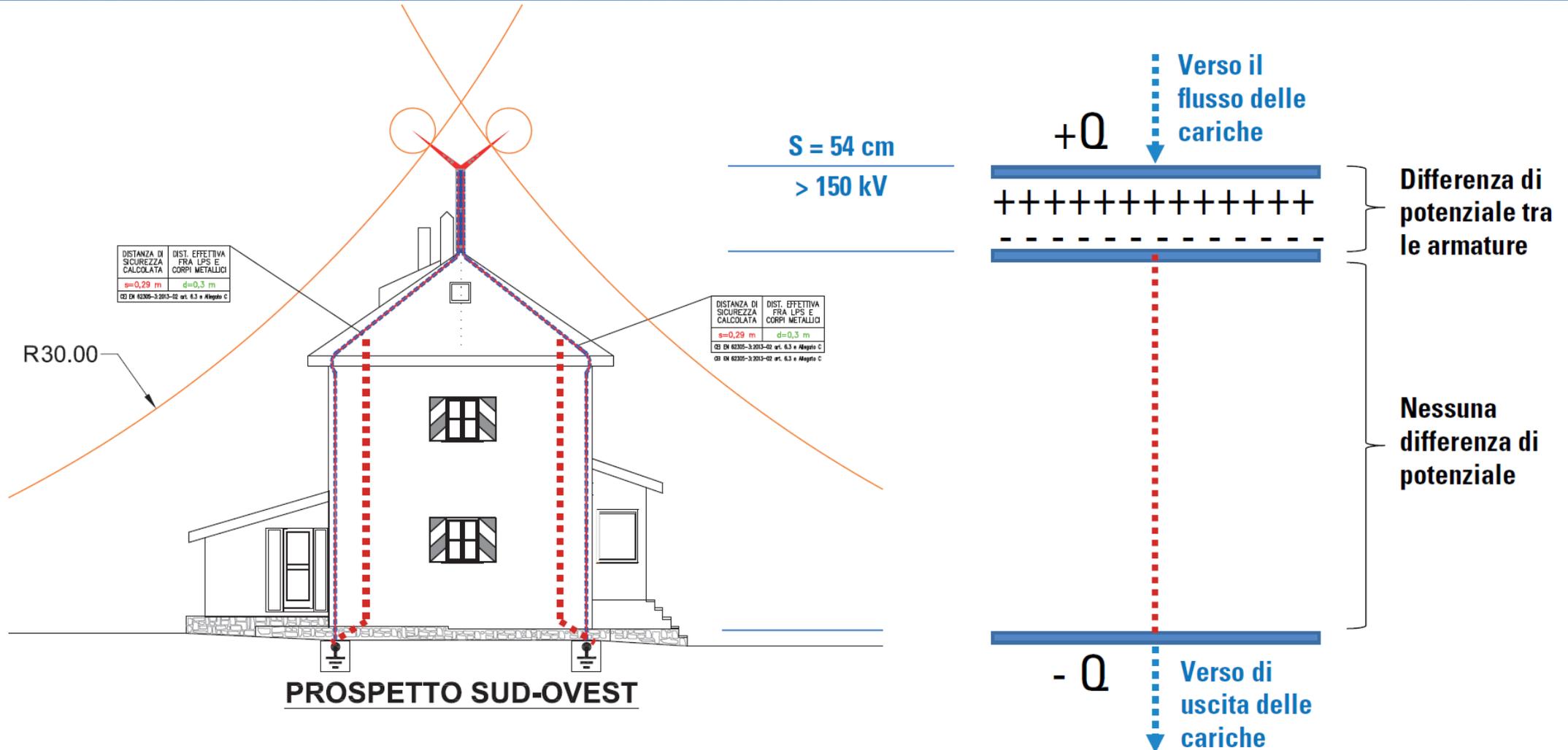
... una distanza di sicurezza di 54 cm equivale a circa 150 kV impulsivi, gli impianti interni alla struttura si vengono così a trovare tra le due facce di un condensatore, con effetti elettrostatici non trascurabili.



L'evoluzione tecnologica

Annullamento dell'effetto capacitivo

La messa a terra del tetto, se metallico, con conduttori non interessati dalla corrente da fulmine, circonda la differenza di potenziale tra il punto d'impatto e la copertura, annullando quello tra quest'ultima e la terra.



LPS INTERNO

limitatori SIPF®

Serie **SPM**, **SPZ** e **SPC** per impianti in media tensione



Serie **SPM**
per reti di
distribuzione
fino a 36 kV



Serie **SPZ** per
impianti di
cogenerazione



Serie **SPC**
per impianti
di trazione
elettrica
in corrente
continua

Serie **SPJ HMS** e **VMS**, **HYS**, **VYS**, **KT** e **SQ** per impianti in bassa e bassissima tensione

Serie **SPJ HMS** e **SPJ VMS**, per impianti di energia in bassa tensione 230/400V

serie **SPJ** powered by J.Pröpster
Made in Germany



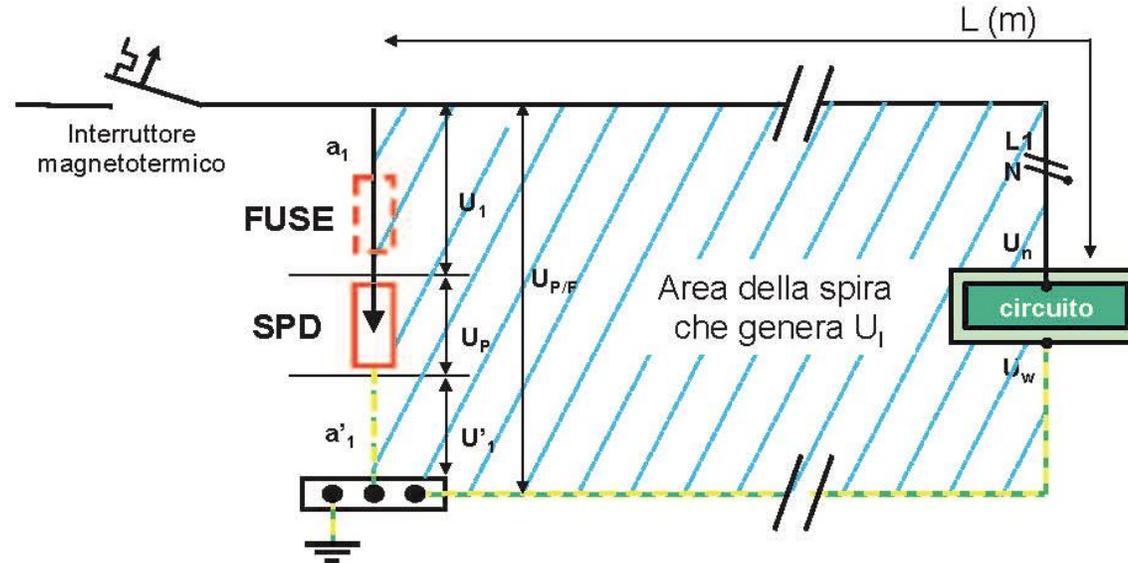
Limitatori di sovratensione di elevata sensibilità
per la protezione dalle scariche dirette ed indirette

Serie **SPJ HYS** e **SPJ VYS**, per la protezione del lato CC degli impianti fotovoltaici, soggetti sia a scariche dirette che indirette.



Progettazione di un LPS

verifica della distanza di protezione



- a1:** Conduttore di collegamento SPD/impianto – sezione uguale alla sezione di linea con un minimo di 4 mm^2 e un massimo di 35 mm^2 .
- a'1:** Conduttore di collegamento SPD/terra – sezioni minime di 16 mm^2 per SPD in classe di prova I e 6 per SPD in classe di prova II.
- Fuse:** Fusibile di backup – necessario quando la protezione di sovracorrente di linea è $> 63 \text{ A}$.
- Un:** Tensione nominale dell'impianto.
- Uw:** Tenuta all'impulso dell'apparecchiatura da proteggere.
- Up:** Livello di protezione dello scaricatore.
- U1+U'1:** Caduta di tensione induttiva sui conduttori di collegamento del SPD - si consiglia di mantenere la lunghezza complessiva ($a1+a'1$) $< 50 \text{ cm}$.

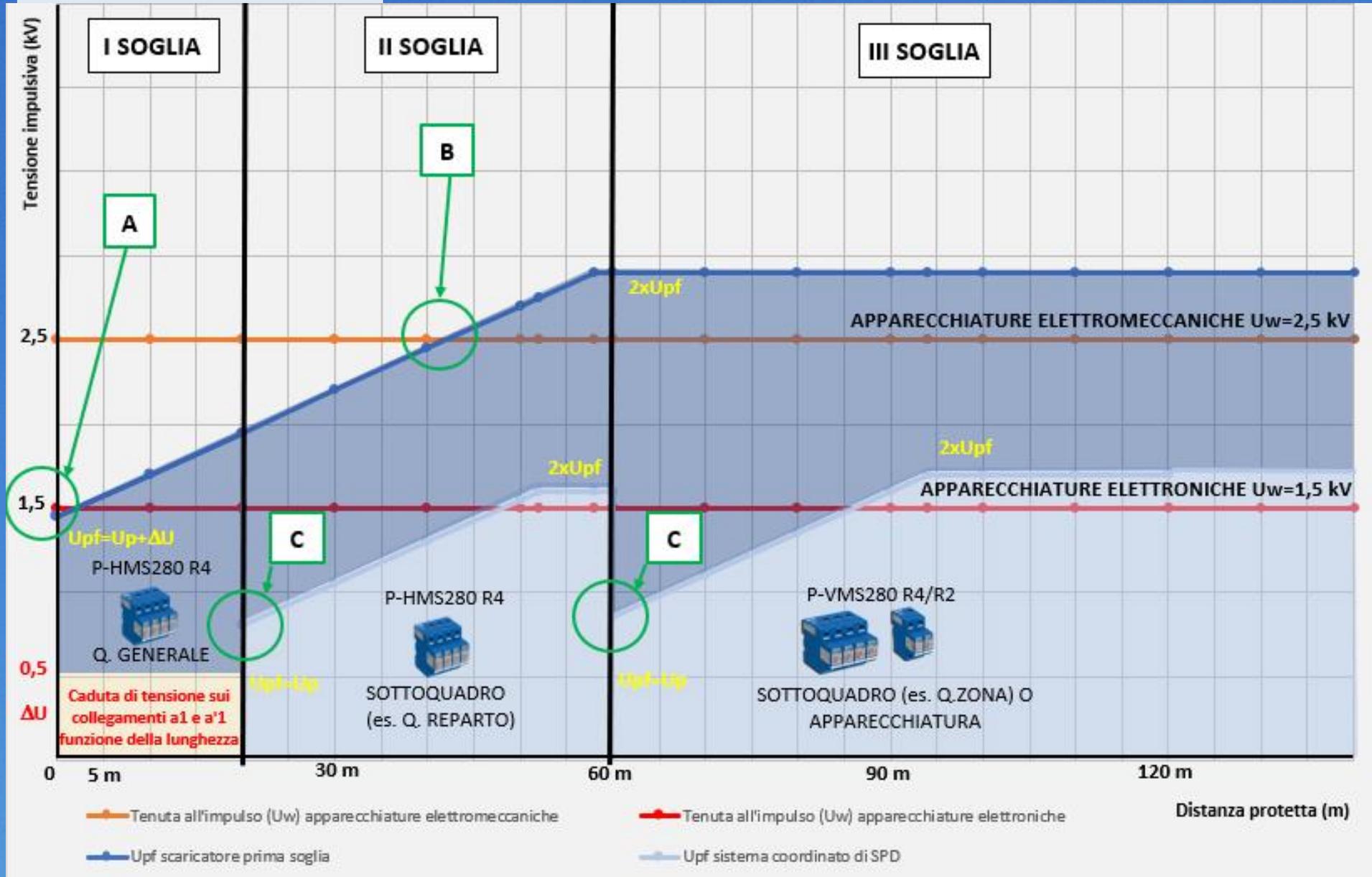
- Upf:** Livello di protezione effettivo – Upf è generato dalla somma del livello di protezione dello scaricatore con la caduta di tensione induttiva sui conduttori di connessione ($Upf = Up + U1 + U'1 = Up + \Delta U$). Upf peggiora all'aumentare della distanza dell'apparecchiatura rispetto al punto d'installazione del SPD.
- Ui:** Tensione indotta – essa si manifesta nel circuito fra SPD ed apparecchiatura da proteggere in occasione di fulminazione diretta della struttura (sorgente di danno S1) o in prossimità della stessa (sorgente di danno S2) e, sommandosi ad Upf, riduce l'efficacia del sistema di protezione
- L:** Distanza di protezione – essa è funzione di tutti i parametri sopra elencati, si rimanda ai grafici successivi per la sua determinazione.

è necessario garantire che lo scaricatore scelto protegga le apparecchiature



Progettazione di un LPS

verifica della distanza di protezione

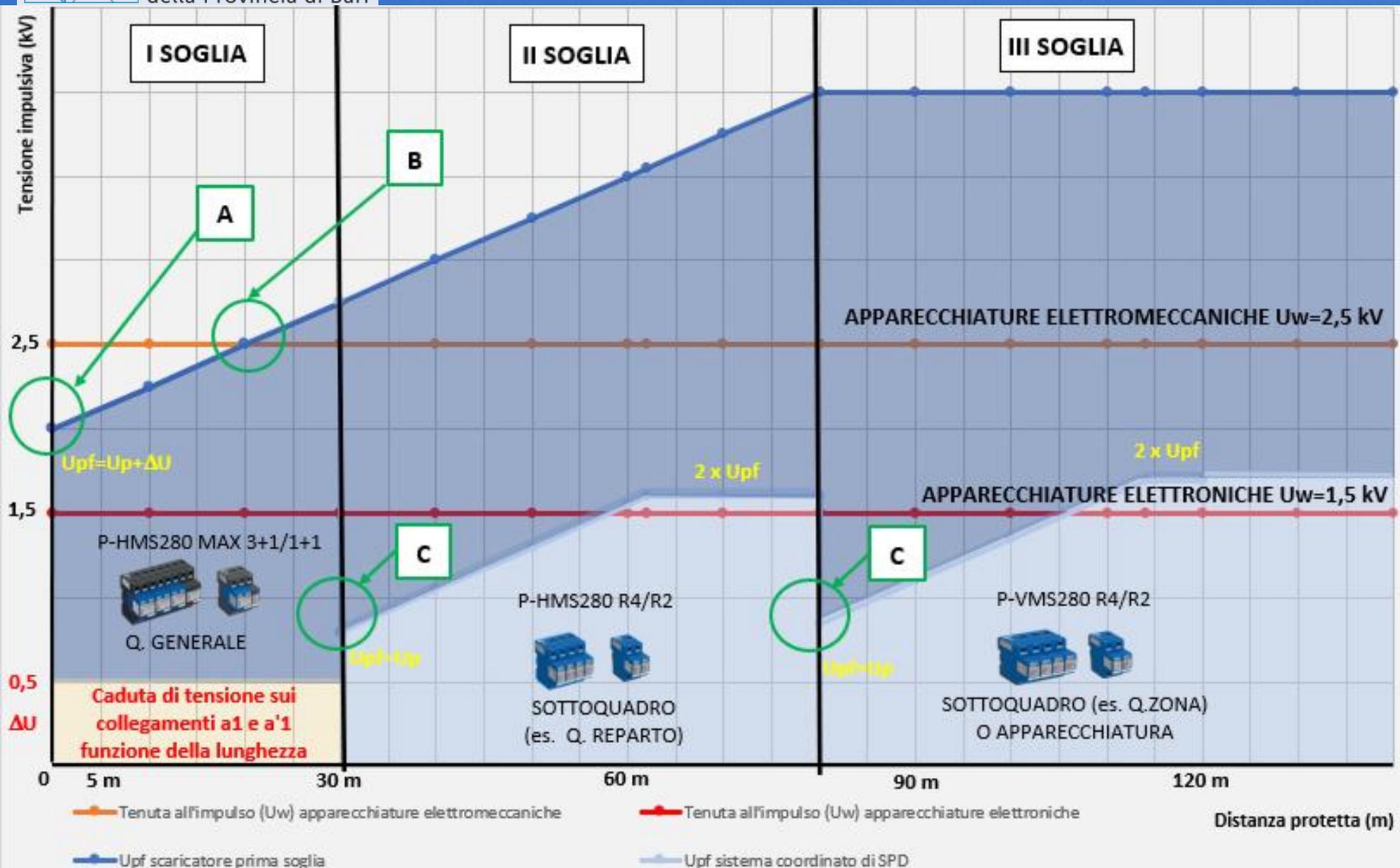


distanza di protezione con un sistema coordinato di SPD in un impianto TN-S (struttura schermante $U_i=0$)



Progettazione di un LPS

verifica della distanza di protezione



distanza di protezione con un sistema coordinato di SPD in un impianto TT (struttura schermante U_i=0)



L'evoluzione e l'esperienza

2019

2013



2016



2017



2018



MANUALE TECNICO: UNO STRUMENTO DI LAVORO PER IL PROGETTISTA!



Progettazione di un LPS

i punti cardine

Particolari coerenti con l'installazione

Identificazione dei punti d'impatto

L'efficacia di un sistema di protezione non può prescindere dall'analisi dei seguenti punti:

Dimensionamento del LPS effettuato col metodo della sfera rotolante mettendo in evidenza la reale penetrazione

Verifica progressiva del rispetto della distanza di sicurezza (s)

1. Conoscere i **punti d'impatto**
2. Verificare il punto d'impatto in funzione della **conduttività o meno della copertura**
3. Valutare il punto caldo in funzione della **combustibilità o meno della copertura**
4. Valutare il rispetto dell'area di non captazione in ambienti con **atmosfere esplosive**
5. Annullare gli effetti capacitivi ed elettrostatici in ambienti con atmosfere esplosive
6. Verifica della sovratemperatura nei conduttori percorsi dalla corrente da fulmine
7. Rispetto della **distanza di sicurezza** (s) dagli elementi di captazione fino a terra
8. Corretto dimensionamento del sistema disperdente e dei collegamenti equipotenziali
9. Verifica delle tensioni di passo e contatto
10. Corretto coordinamento degli SPD sui servizi entranti e sugli impianti interni
11. Verifica della **distanza protetta** degli SPD in funzione della corrente presunta e delle apparecchiature presenti
12. Verifica della sicurezza ai contatti indiretti nell'installazione degli SPD