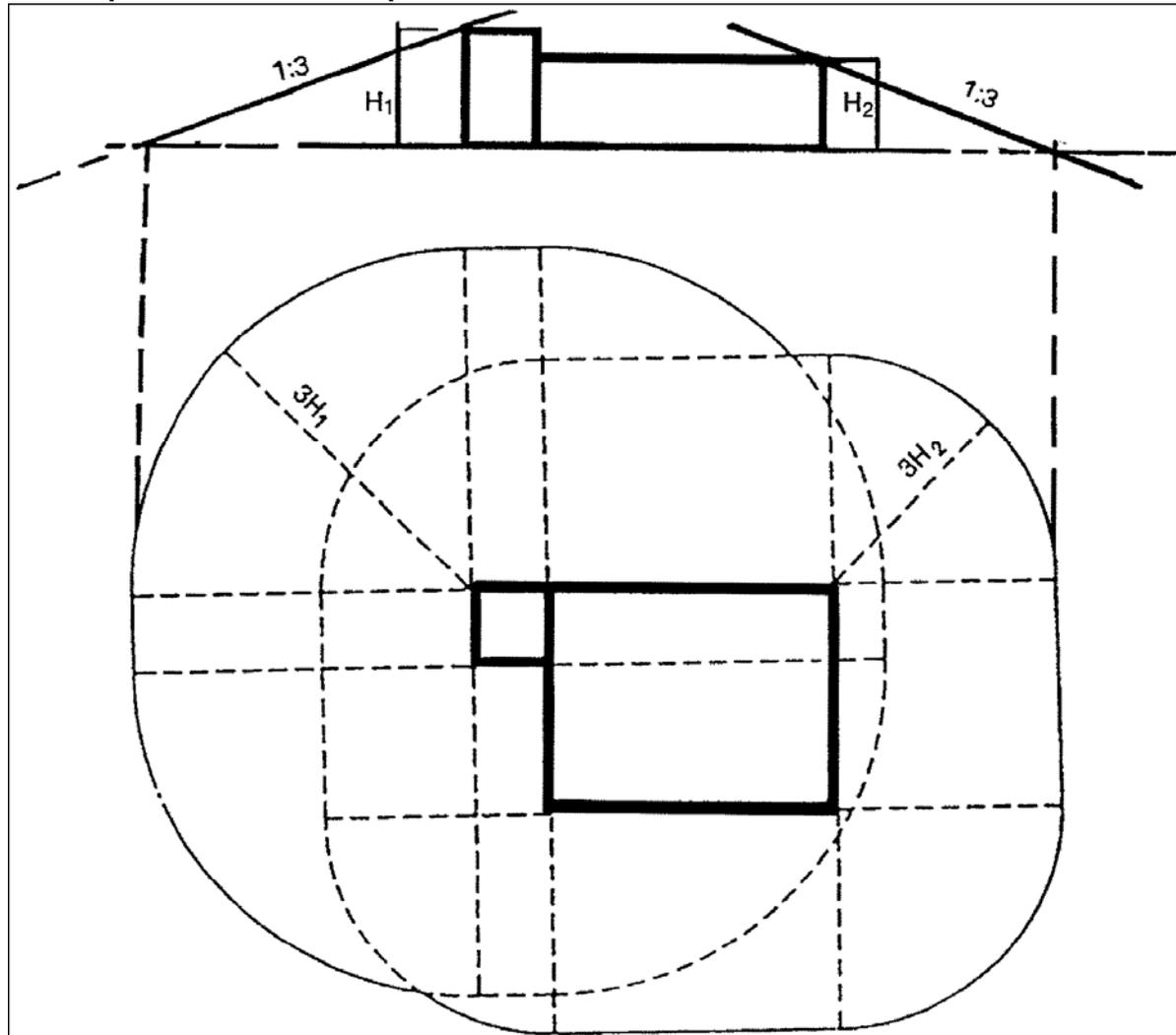


**AREA DI RACCOLTA A** di una struttura isolata è l'area racchiusa tra la linea ottenuta dall'intersezione con la superficie del terreno, considerato pianeggiante, con una retta di pendenza 1:3 che tocca le parti superiori della struttura e ruota attorno ad essa

A titolo puramente esemplificativo si riporta la valutazione dell'area di raccolta di una struttura



## Coefficiente di posizione Cd

DISPOSIZIONE RELATIVA DELLA STRUTTURA	C
Struttura situata in un'area con presenza di strutture di altezza uguale, o maggiore, entro una distanza pari a tre volte l'altezza della struttura	0,25
Struttura situata in un'area con presenza di strutture più basse entro una distanza pari a tre volte l'altezza della struttura	0,5
Struttura isolata: non esistono altre strutture, od oggetti, entro una distanza pari a tre volte l'altezza della struttura	1
Struttura isolata sulla cima di una collina o di una montagna	2

Il numero medio annuo N di fulmini che possono interessare la struttura si ottiene tramite la relazione:

$$N = N_g \times A \times C_d \times 10^{-6}$$

## La probabilità $P$ che un fulmine provochi danno dipende:

- Caratteristiche della struttura
- Resistività superficiale del suolo all'esterno della struttura e dei pavimenti interni
- Contenuto della struttura
- Caratteristiche degli impianti elettrici e di segnale
- Caratteristiche delle linee entranti
- Eventuali misure di protezione presenti
- I valori delle probabilità sono riportati in apposite tabelle nella norma CEI 81-10/2.

A titolo puramente esemplificativo si riportano i valori di probabilità che un fulmine causi danno ad esseri viventi

**Valori di probabilità  $P_A$  che un fulmine causi danno ad esseri viventi per tensioni di contatto e di passo pericolose**

<b>Misure di protezione</b>	<b><math>P_A</math></b>
Nessuna misura di protezione	1
Isolamento elettrico delle calate (es. almeno 3 mm di polietilene reticolato)	$10^{-2}$
Equipotenzializzazione del suolo	$10^{-2}$
Cartelli ammonitori	$10^{-1}$

Se è stata adottata più di una misura di protezione, il valore di  $P_A$  è il prodotto dei corrispondenti valori di  $P_A$

# Valutazione dell'ammontare della perdita $L_x$ per una struttura

La perdita  $L_x$  é riferita all'ammontare della perdita media relativa ad un particolare tipo di danno dovuto al fulmine tenendo conto sia della sua estensione che degli effetti conseguenti.

Il suo valore dipende dal:

- numero delle persone ed tempo per cui esse rimangono nel luogo pericoloso;
- tipo e importanza del servizio pubblico;
- valore dei beni interessati dal danno.

La perdita  $L_x$  varia con il tipo di perdita considerata ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ ) e, per ciascun tipo di perdita, con il tipo di danno ( $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ ) che ha provocato la perdita.

Sono adottati i seguenti simboli:

- $L_t$  é la perdita dovuta alle tensioni di contatto e di passo;
- $L_f$  é la perdita dovuta a danno materiale;
- $L_o$  é la perdita dovuta ai guasti degli impianti interni

A titolo esemplificativo e non esaustivo si riportano alcune tabelle relative alla valutazione dei valori di  $L_t$   $L_f$   $L_o$  relativamente alla perdita di vite umane, tabelle che si impiegano quando risulta incerta la determinazione analitica.

### Valori medi tipici di $L_t$ , $L_f$ e $L_0$

Tipo di struttura	$L_t$
Tutti i tipi – (persone all'interno dell'edificio)	$10^{-4}$
Tutti i tipi – (persone all'esterno dell'edificio)	$10^{-2}$

Tipo di struttura	$L_f$
Ospedali, alberghi, civile abitazione	$10^{-1}$
Industriale, commerciale, scuole	$5 \times 10^{-2}$
Pubblico spettacolo, chiese, musei	$2 \times 10^{-2}$
Altri	$10^{-2}$

Tipo di struttura	$L_0$
Rischio di esplosione	$10^{-1}$
Ospedali	$10^{-3}$

I valori di perdita sopra riportati vanno corretti con coefficienti di incremento "h" e di riduzione "r"

Sempre a titolo esemplificativo e non esaustivo si riportano relativamente alla “perdita di vite umane” alcune tabelle ricavate dalla norma CEI 81-10/2 dei coefficienti di riduzione e di incremento.

## Valori dei coefficienti di riduzione $r_a$ e $r_u$ in funzione del tipo di superficie del suolo o della pavimentazione

Tipo di superficie	Resistenza di contatto (k $\Omega$ ) <sup>(1)</sup>	$r_a$ e $r_u$
Agricolo, cemento	< 1	$10^{-2}$
Marmo, ceramica	1-10	$10^{-3}$
Pietrisco, moquette, tappeto	10-100	$10^{-4}$
Asfalto, linoleum, legno	> 100	$10^{-5}$

(1) Valori misurati tra un elettrodo di 400cm<sup>2</sup> premuto con una forza di 500N ed un punto all'infinito

# Valori del coefficiente di riduzione $r_p$ in funzione delle misure atte a ridurre le conseguenze dell'incendio

Misure adottate	$r_p$
Nessuna misura	1
Una delle seguenti misure: estintori; impianto fisso di estinzione operato manualmente; impianto di allarme manuale; idranti; compartimentazione antincendio; vie di fuga protette	0,5
Una delle seguenti misure: impianto fisso di estinzione operato automaticamente; impianto di allarme automatico <sup>(1)</sup>	0,2

(1) Solo se protetto contro le sovratensioni ed altri danneggiamenti e se la squadra antincendio può intervenire in meno di 10 minuti

# Valori del coefficiente di riduzione $r_f$ in funzione del rischio d'incendio della struttura

Rischi d'incendio	$r_f$
Esplosione	1
Elevato	$10^{-1}$
Ordinario	$10^{-2}$
Ridotto	$10^{-3}$
Nessuno	0

# Valori del coefficiente $h_z$ che incrementa l'ammontare relativo della perdita in presenza di pericoli particolari

Tipo di pericolo particolare	$h_z$
Nessuno	1
Livello ridotto di panico (p.e. strutture limitata a due piani ed un numero di persone inferiore a 100)	2
Livello medio di panico (p.e. strutture destinate ad eventi culturali o sportivi con un numero di partecipanti compreso tra 100 e 1000 persone)	5
Difficoltà di evacuazione (p.e. strutture con presenza di persone impossibilitate a muoversi, ospedali)	5
Livello elevato di panico (p.e. strutture destinate ad eventi culturali o sportivi con un numero di partecipanti maggiore di 1000 persone)	10
Pericolo per strutture circostanti o per l'ambiente	20
Contaminazione dell'ambiente circostante	50

# CALCOLO DEL VALORE TOTALE DEL RISCHIO

Una volta determinato il valore di ciascuna componente di rischio , rischio totale risulta

$$R = R_D + R_I$$

Dove  $R_D$  è il rischio dovuto alla fulminazione diretta ed  $R_I$  quello dovuto alla fulminazione indiretta

- $R_D = R_A + R_B + R_C$
- $R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

La norma fissa i valori tollerabili  $R_T$  in funzione del tipo di perdite

## Tipici valori di rischio tollerabile $R_T$

Tipo di perdita	$R_T$ (anni <sup>-1</sup> )
Perdita di vite umane o danni permanenti	$10^{-5}$
Perdita di servizio pubblico	$10^{-3}$
Perdita di patrimonio culturale insostituibile	$10^{-3}$

Per ciascuno dei 3 tipi di perdita:

- Se  $R < R_T$  la protezione non è necessaria
- Se  $R > R_T$  la protezione è necessaria

# MISURE DI PROTEZIONE

Per ridurre il rischio dovuto al fulmine esistono varie misure di protezione ognuna delle quali può influire su una o più componenti di rischio.

Le principali misure di protezione sono:

- Impianto di protezione contro i fulmini (LPS – Lightning Protection System) (ad es. gabbia di Faraday)
- Sistemi di SPD (Scaricatori di sovratensione) per ridurre i guasti agli impianti elettrici e di segnale

# MISURE DI PROTEZIONE INTEGRATIVE

**Per ridurre la probabilità del danno** quali ad esempio incremento della resistività del suolo nei 3 m intorno alla struttura – schermatura dei circuiti interni e idonea distribuzione del loro cablaggio – schermatura delle linee elettriche entranti – uso di apparecchiature con elevata tenuta alle tensioni impulsive

**Per limitare l'entità delle perdite da incendio** quali ad esempio estintori e idranti – impianti di allarme – impianti estinzione automatica – compartimentazioni

**Per impedire il contatto con parti pericolose all'esterno** quali isolamenti – barriere – cartelli monitori

**L'uso delle misure integrative nelle formule del calcolo del rischio introducono dei coefficienti minori di 1 che ne riducono il valore complessivo.**

# CONCLUSIONI

Come si può facilmente comprendere la valutazione della necessità o meno dell'impianto parafulmine risulta estremamente lunga e laboriosa;

di fatto viene effettuata con strumenti informatici che definiscono oltre alla necessità anche il livello di protezione che deve possedere l'impianto.

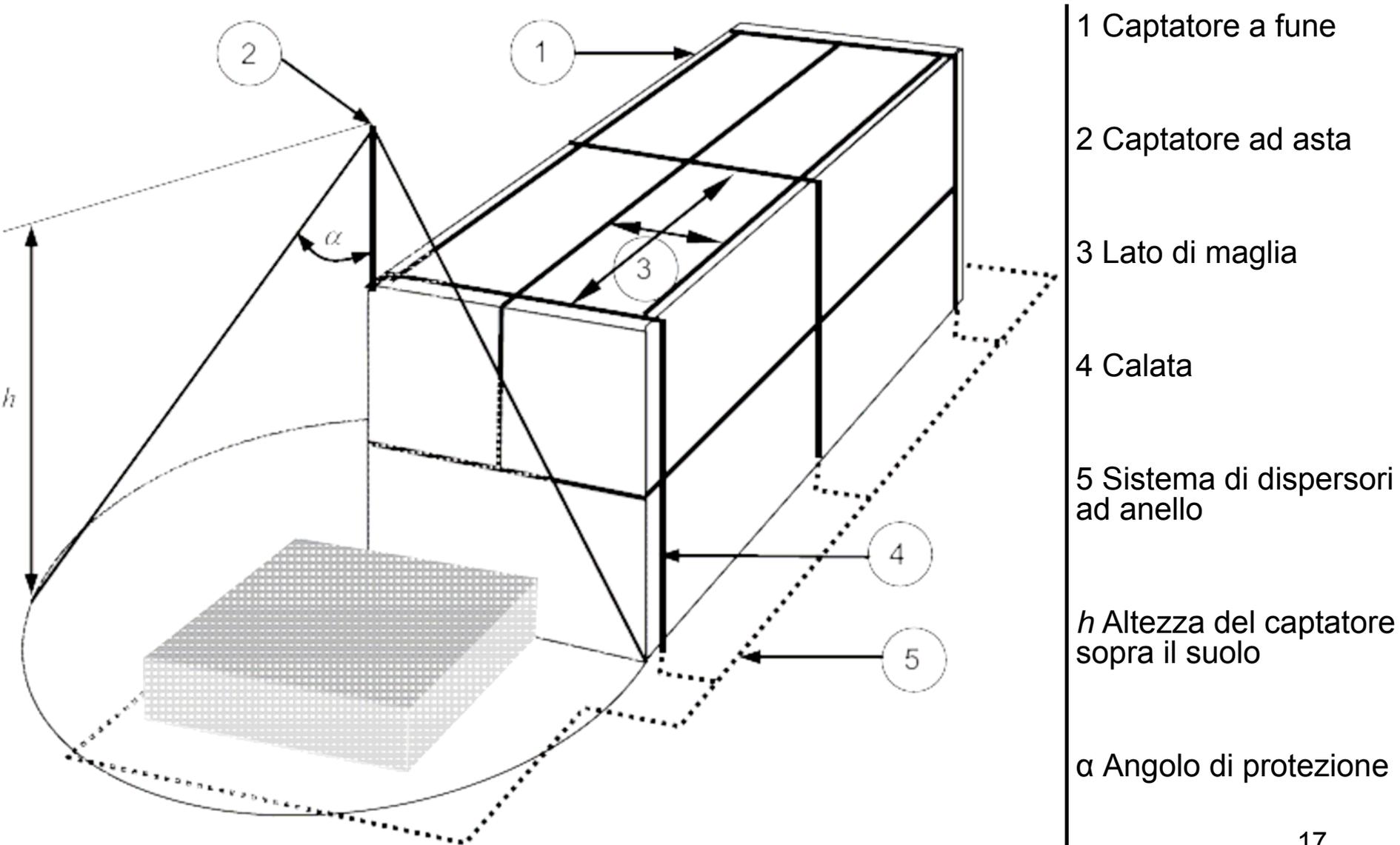
## LIVELLO DI PROTEZIONE

La norma definisce l'efficienza di un LPS intesa come la percentuale di fulminazioni dirette contro cui la struttura è protetta (fulmine intercettato e che non arreca danno).

<b>Livello di protezione</b>	<b>Efficienza</b>
I	0,99 x 0,99
II	0,98 x 0,97
III	0,97 x 0,91
IV	0,97 x 0,84

Il primo coefficiente indica la probabilità che LPS ha di scaricare un fulmine di valore inferiore al massimo fissato dalla norma (serve per determinare sezioni, distanze etc.)  
Il secondo coefficiente indicata la probabilità che LPS ha di intercettare fulmini di valore superiore al minimo fissato dalla norma (serve a determinare raggio sfera rotolante)

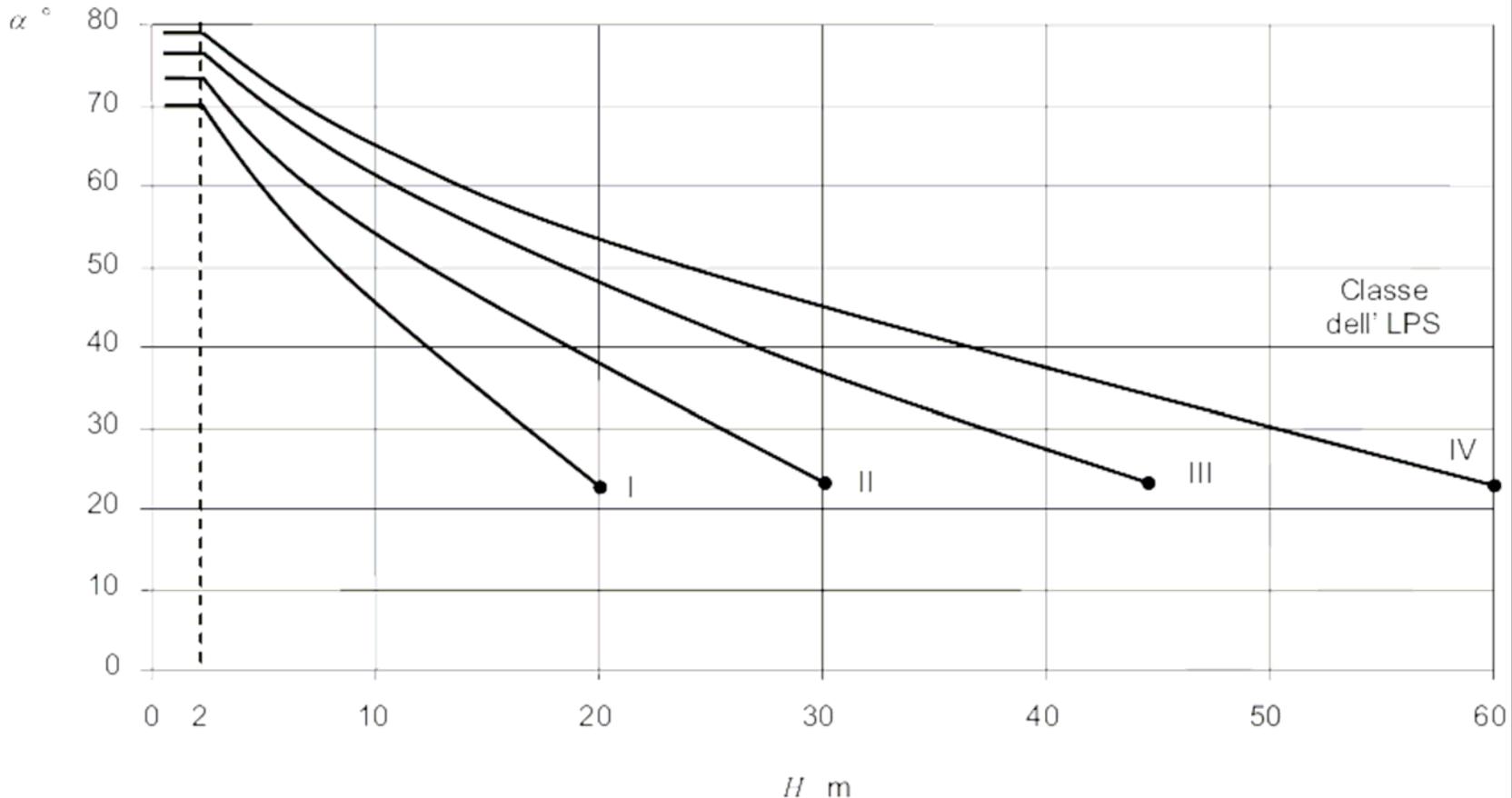
# REALIZZAZIONE PRATICA DEL PARAFULMINE LPS



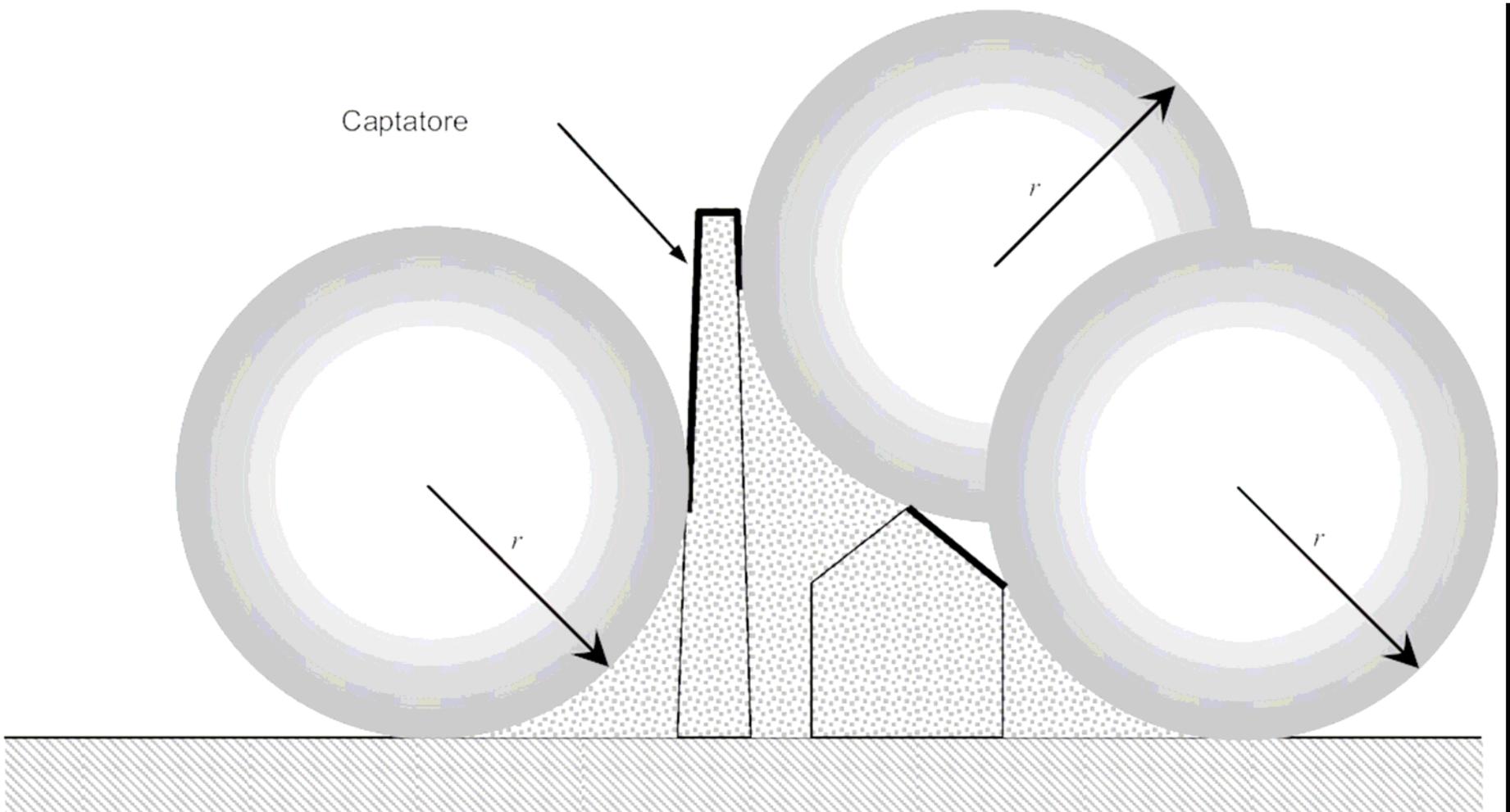
# POSIZIONAMENTO DEI CAPTATORI

Può essere eseguito in 3 modi diversi:

- metodo dell'angolo di protezione
- metodo della maglia
- metodo della sfera rotolante



	<b>Metodo di protezione</b>		
Classe dell'LPS	Raggio della sfera rotolante $r$ m	Lato di magliatura $W$ m	Angolo di protezione $\alpha^\circ$
I	20	5x5	Vedere figura sottostante
II	30	10x10	
III	45	15x15	
IV	60	20x20	



# DISTANZA FRA LE CALATE

<b>Classe dell'LPS</b>	<b>Distanze tipiche m</b>
I	10
II	10
III	15
IV	20

# DIMENSIONI MINIME DEI MATERIALI

La norma 81-10/3 fissa configurazioni e sezioni minime per captatori – calate – dispersore.

I materiali impiegabili sono rame – alluminio – acciaio.

A titolo esemplificativo si riporta un estratto di dette tabelle relative ad elementi in rame.

Materiale	Configurazione	Dimensioni minime			Commento
		Picchetto Ø mm	Conduttore	Piastra mm	
Rame	Rame cordato <sup>(3)</sup>	15 <sup>(8)</sup>	50 mm <sup>2</sup>	500 x 500 600 x 600	1,7 mm di diametro min. di ciascun cond. elementare
	Tondo massiccio <sup>(3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		8 mm di diametro
	Nastro massiccio <sup>(3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		2 mm di spessore min.
	Tondo massiccio	20			2 mm di spessore della parete
	Tubo				2 mm di spessore min.
	Piastra massiccia				25 mm x 2 mm di sezione
	Piastra a graticcio				Minima lunghezza della configurazione a graticcio: 4,8 m

# IMPIANTI ELETTRICI IN LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE – principi generali

Bisogna eseguire la classificazione delle zone in cui necessita cautelarsi dalle possibili esplosioni (verifica ATEX).

Tale verifica risulta complicata e generalmente si effettua con strumenti informatici

Le esplosioni possono avvenire:

- Per formazione di archi o scintille
- Per temperature superficiali eccessive

La protezione può basarsi su metodologie diverse:

- non ci si propone di evitare l'esplosione ma di farla avvenire all'interno di una custodia che la contenga e la circoscriva: **protezione Ex -d**
- usare componenti che nel normale utilizzo non creano cause di esplosione cioè non formano scintille e non raggiungono temperature superficiali elevate. **protezione Ex-e Ex-n**
- usare componenti di potenza talmente limitata che in ogni condizione di funzionamento l'esplosione non possa innescare – **protezione Ex-i**
- isolare dalla miscela combustibile/comburente i materiali elettrici che possono produrre innesco per scintille o temperature elevate rendendo così impossibile l'esplosione: **protezione Ex-m Ex-p Ex-q Ex-o**

# **ALCUNI ACCORGIMENTI PER IMPIANTI ELETTRICI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE PER LA PRESENZA DI GAS (CEI 31-33)**

## **Impianti in tubo metallico filettato**

- In questo caso si richiede il “raccordo di bloccaggio” che riempito di resina evita di trasmettere l’esplosione attraverso il tubo portacavi.
- Tale raccordo di bloccaggio va installato ad una distanza massima di 45 cm dalla custodia Ex. Deve inoltre essere installato nel passaggio da una zona ordinaria ad una zona con pericolo di esplosione.
- Il diametro del tubo portacavi non può essere inferiore a 1,4 il diametro del cerchio formato dai conduttori

## **Impianti in cavo con ingresso diretto nella custodia:**

- I cavi vengono posati con modalità normali ed entrano direttamente nella custodia Ex tramite un pressacavo con guarnizione che impedisce che una esplosione fuoriesca dalla custodia stessa.

## **Impianti in cavo con ingresso indiretto nella custodia:**

- I cavi vengono posati con modalità normali ed entrano prima in una camera di de-esplosione nella quale sono contenuti i collegamenti per poi arrivare attraverso degli isolatori passanti sigillati nella custodia che contiene le apparecchiature che possono provocare scintille.

# ALCUNI ACCORGIMENTI PER IMPIANTI ELETTRICI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE PER LA PRESENZA DI POLVERI (CEI 31-36)

- Cavi infilati in tubi metallici o intrinsecamente protetti contro i danni meccanici e impermeabili alla polvere o con protezione esterna
- Percorsi dei cavi tali da limitare effetti di attrito e accumulo di cariche elettrostatiche
- Tutti i circuiti devono avere sezionamento completo comprendente anche il neutro
- Precauzioni per limitare il deposito di polvere sui cavi ed eventualmente declassare la loro portata se la polvere ostacola lo smaltimento del calore
- Sigillare il foro di passaggio dove i cavi attraversano pavimenti o pareti

# ALCUNI ACCORGIMENTI PER IMPIANTO DI TERRA NEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

- Creare un sistema equipotenziale al quale collegare tutte le masse – le masse estranee che può comprendere i conduttori di protezione, tubi metallici, parti metalliche delle strutture il tutto per evitare formazioni di scintille
- E' vietato gestire la distribuzione con sistema TN-C (utente con cabina propria che accomuna neutro e conduttore di protezione in un unico filo)
- Adottare provvedimenti contro la formazione di cariche elettrostatiche ad esempio con pavimenti conduttivi nelle zone pericolose e imponendo calzature conduttive agli operatori - aumentando il livello di umidità del locale - aumentando il livello di ionizzazione dell'aria - collegando a terra tutte le parti metalliche sedi di eventuale accumulo di cariche elettrostatiche