



PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
SACYR S.A.U. (MANDANTE)
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p>IL PROGETTISTA Dott. Ing. I. Barilli Ordine Ingegneri V.C.O. n° 122 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SF0364_F0
<i>Tipo di sistema</i>	IMPIANTI TECNOLOGICI ELETTROFERROVIARI DI LINEA	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	POSTO DI MANUTENZIONE – IMPIANTI ELETTRICI	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE DI CALCOLO – DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	4	R	D	S	F	I	0	0	P	M	0	0	0	0	0	0	0	3	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	D. RE	M. TACCA	I. BARILLI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

INDICE

INDICE	3
1 Oggetto della relazione	5
2 Norme di riferimento	5
3 Impianto di terra	5
3.1 Dispensore	6
3.2 Conduttore di terra.....	7
3.3 Collettore (o nodo) principale di terra	7
3.4 Conduttori equipotenziali	8
3.5 Giunzioni e connessioni.....	8
4 Impianto di protezione contro i fulmini	9
4.1 Individuazione della struttura da proteggere	9
4.2 Dati iniziali	9
4.2.1 Densità annua di fulmini a terra.....	9
4.2.2 Dati relativi alla struttura.....	9
4.2.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne	10
4.2.4 Definizione e caratteristiche delle zone	10
4.3 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne.....	10
4.4 Valutazione dei rischi per il fabbricato di servizio	11
4.4.1 Rischio R1: perdita di vite umane.....	11
4.4.1.1 Calcolo del rischio R1	11
4.4.1.2 Analisi del rischio R1	11
4.5 Scelta delle misure di protezione per il fabbricato di servizio	11
4.6 Valutazione dei rischi per il fabbricato ricovero carrelli.....	11
4.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane.....	12
4.6.1.1 Calcolo del rischio R1	12
4.6.1.2 Analisi del rischio R1	12
4.7 Scelta delle misure di protezione per il fabbricato ricovero carrelli.....	12
4.8 Valutazione dei rischi per l'edificio assistenza sanitaria	12
4.8.1 Rischio R1: perdita di vite umane.....	12
4.8.1.1 Calcolo del rischio R1	12
4.8.1.2 Analisi del rischio R1	13

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4.9	Scelta delle misure di protezione per l'edificio assistenza sanitaria	14
4.10	Conclusioni	16
5	APPENDICI	16
5.1	Fabbricato di servizio.....	16
5.1.1	Caratteristiche della struttura	16
5.1.2	Caratteristiche delle linee elettriche	16
5.1.2.1	Caratteristiche della linea: LINEA BASSA TENSIONE	16
5.1.2.2	Caratteristiche della linea: LINEE DI SEGNALE	17
5.1.3	Caratteristiche delle zone	17
5.1.4	Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	18
5.1.5	Valori delle probabilità P per la struttura non protetta	21
5.2	Fabbricato ricovero carrelli	21
5.2.1	Caratteristiche della struttura	22
5.2.2	Caratteristiche delle linee elettriche	22
5.2.2.1	Caratteristiche della linea: LINEE DI SEGNALE	22
5.2.2.2	Caratteristiche della linea: LINEA BASSA TENSIONE	22
5.2.3	Caratteristiche delle zone	22
5.2.4	Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	23
5.2.5	Valori delle probabilità P per la struttura non protetta	26
5.3	Edificio assistenza sanitaria	26
5.3.1	Caratteristiche della struttura	27
5.3.2	Caratteristiche delle linee elettriche	27
5.3.2.1	Caratteristiche della linea: LINEE DI SEGNALE	27
5.3.2.2	Caratteristiche della linea: LINEA BASSA TENSIONE	27
5.3.3	Caratteristiche delle zone	27
5.3.4	Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	28
5.3.5	Valori delle probabilità P per la struttura non protetta	31

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1 Oggetto della relazione

Il presente documento, relativamente al fabbricato di servizio, al fabbricato ricovero carrelli ed all'edificio assistenza sanitaria, presenti nel posto di manutenzione, che sarà realizzato a servizio delle infrastrutture ferroviarie da ubicarsi sulla sponda Siciliana in località Guardia, a circa 5,5 km dal Ponte (tra le gallerie S. Cecilia e S. Agata), nell'ambito degli impianti tecnologici elettroferroviari di linea, contiene:

- il dimensionamento dell'impianto di terra;
- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- il progetto di massima delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

2 Norme di riferimento

Le norme applicate alla base di questo documento sono le seguenti:

- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata";
- Norma CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" e sua variante;
- Norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" e sua variante;
- Norma CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" e sua variante;
- Norma CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" e sua variante;
- Norma CEI 81-3 "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico."

3 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere eseguito in modo da soddisfare le seguenti condizioni:

- il valore della resistenza di terra sia in accordo con le disposizioni della norma CEI 64-8 e comunque di entità non superiore ai 10 Ω ;
- l'efficienza dell'impianto nel tempo sia garantita;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- le correnti di guasto devono essere sopportate senza danno.

L'impianto di terra, a cui sono collegate le masse, le masse estranee, i conduttori di protezione e quelli equipotenziali, deve essere costituito dalle seguenti parti:

- dispersori;
- conduttore di terra;
- collettore (o nodo) principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

3.1 Dispersore

L'impianto di dispersione verrà realizzato ad anello intorno a ciascun edificio relativo all'opera posto di manutenzione (Fabbricato di servizio, Edificio assistenza sanitaria, Edificio ricovero carrelli); esso verrà realizzato mediante posa, ad intimo contatto con il terreno, di una corda di rame nuda della sezione di 50 mm² secondo il percorso di posa indicato sugli elaborati grafici.

La corda sarà posata ad una profondità non inferiore ai 60 cm su un letto di terreno vegetale appositamente riportato e che la dovrà ricoprire per circa 30 cm; l'impianto si troverà ad una distanza non inferiore ad un metro dal filo esterno delle fondazioni.

L'anello sarà interconnesso ed integrato, nei punti indicati sui disegni, dalla infissione nel terreno di picchetti a sezione circolare in acciaio ramato di diametro non inferiore a 15 mm e lunghezza minima di 1,5 m, prolungabili con innesto a vite; i dispersori verticali saranno collocati in corrispondenza di pozzetti prefabbricati in calcestruzzo senza fondo. La ramatura dei picchetti sarà di spessore non inferiore a 100 µm se depositato per via elettrolitica, a 500 µm se applicato per trafilatura; l'eventuale prolungamento dei picchetti dovrà essere valutato in base al tipo di terreno in cui si sta realizzando l'impianto di terra.

Inoltre, detto impianto di dispersione intenzionale sarà collegato in almeno due punti con i ferri delle armature dei basamenti dell'edificio interessato, onde sfruttare questi come dispersori di fatto. Una valutazione della resistenza di terra che l'impianto di dispersione potrà presentare può essere eseguita in base ai valori di resistenza di terra di alcuni dispersori indicati nella tabella 12.A in V. Carrescia, Fondamenti di sicurezza elettrica, HOEPLI (1984), e in base a quanto riportato nelle fig. K-1 e K-2 della Norma tecnica CEI 11-1.

Assumendo una resistività media del terreno di 500 Ωm, un dispersore a picchetto di lunghezza 3 m e di raggio 10 mm, presenta una resistenza di terra pari a 170 Ω; un anello dispersore di raggio

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

15 m, posto alla profondità di 60 cm, il cui raggio trasversale sia di 4 mm presenta una resistenza di terra pari a 17 Ω.

Tenuto conto della disposizione planimetrica dei dispersori, le cui caratteristiche sommarie sono state prima determinate, si può valutare la resistenza totale di terra dell'impianto come la resistenza ottenuta dal parallelo delle resistenze dei singoli componenti; in questo modo si stanno trascurando, a favore della sicurezza, i contributi di eventuali ulteriori dispersori naturali.

Risulta, allora:

$$R_t = 1/(N_p/R_p + 1/R_a)$$

Dove:

- R_t è la resistenza di terra totale;
- N_p è il numero di dispersori a picchetto;
- R_p è la resistenza del singolo dispersore a picchetto;
- R_a è la resistenza dell'anello circolare di perimetro equivalente;

I risultati sono dunque riassunti nella seguente tabella:

Edificio	N_p	Perimetro corda di rame [m]	Diametro Anello equivalente [m]	R_p [Ω]	R_a [Ω]	R_t [Ω]
Fabbricato di servizio	10	155	50	170	11	7
Ed. Assistenza sanitaria	8	88	30	170	17	9
Ed. ricovero carrelli	11	140	45	170	12	7

3.2 Conduttore di terra

I conduttori di terra assicurano il collegamento del nodo equipotenziale con l'impianto di dispersione; sono realizzati con cavi isolati di colore giallo-verde di qualità N07V-K con sezione non inferiore a 25 mm², oppure con corda nuda di rame di sezione non inferiore a 50 mm².

3.3 Collettore (o nodo) principale di terra

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

I collettori principali di terra saranno costituiti da una barra in rame, preforata, installata su idonei supporti isolanti; ad essi faranno capo:

- i conduttori di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori di equipotenzialità principali;
- lo schermo dell'eventuale trasformatore di isolamento;
- l'eventuale scaricatore di tensione;
- gli schermi dei cavi coassiali.

I nodi equipotenziali saranno collegati al dispersore mediante corda nuda di rame da 50 mm².

3.4 Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali saranno in rame con sezione compresa tra 6 e 25 mm²; quelli supplementari avranno sezione non inferiore a 2,5 mm².

Tutte le masse estranee devono essere collegate tramite il sistema di equipotenzialità alla rete generale di terra. In particolare:

- le grandi strutture metalliche, devono essere collegate con corda di rame nuda isolata da 16 mm² in almeno due punti;
- l'intelaiatura metallica delle scale, grigliati, corrimani, ecc., sarà collegata con corda di rame isolata da 16 mm²; la continuità elettrica dei grigliati è assicurata dai punti ancoraggio dei grigliati stessi;
- tutti gli infissi di porte e/o finestre metalliche saranno collegati alla rete generale di terra con corda di rame isolata da 6 mm²; la continuità elettrica delle porte e/o finestre sarà assicurata da una piattina flessibile in rame da 6 mm²;
- ogni circuito di acqua fredda e calda, ogni rete di canali metallici porta cavi e le tubazioni metalliche in genere saranno collegati con corda di rame isolata da 6 mm² in almeno due punti.

3.5 Giunzioni e connessioni

Le giunzioni tra i vari elementi dell'impianto dovranno essere ridotte al minimo indispensabile ed essere eseguite a regola d'arte con l'utilizzo della saldatura forte o alluminotermica, oppure, dove non possibile, con idonei morsetti.

In particolare, per le giunzioni eseguite con morsetti e soggette a maggior corrosione, tipicamente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

quelle a diretto contatto con il terreno e non ispezionabili, dovranno essere presi ulteriori provvedimenti per limitare la corrosione, quali verniciatura o catramatura o nastratura o trattamento con composti antiossidanti; qualora non fosse possibile utilizzare elementi di giunzione dello stesso materiale degli elementi da unire, sarà necessario adottare componenti cadmiati o passivati o zincati elettroliticamente.

4 Impianto di protezione contro i fulmini

4.1 Individuazione della struttura da proteggere

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

Le strutture che si vogliono proteggere coincidono con l'intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni; pertanto, ai sensi dell'art. A.2.1.2 della Norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4.2 Dati iniziali

4.2.1 Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di Messina, in cui sono ubicate le strutture vale $N_t = 2,5$ fulmini/km² anno.

4.2.2 Dati relativi alla struttura

Le piante delle strutture sono riportate nei disegni in allegato.

La destinazione d'uso prevalente del fabbricato di servizio è ufficio, quella del fabbricato ricovero carrelli è industriale, mentre quella dell'edificio assistenza sanitaria è ospedaliero.

In relazione anche alle loro destinazioni d'uso, tutti i fabbricati possono essere soggetti a:

- perdita di vite umane;
- perdita economica.

In accordo con la Norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

4.2.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

Il fabbricato sono serviti dalle seguenti linee elettriche:

- linea di segnale: LINEE DI SEGNALE;
- linea di energia: LINEA BASSA TENSIONE.

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice nelle “*Caratteristiche delle linee elettriche*”.

4.2.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Nel calcolo si è tenuto conto che non esistono compartimenti antincendio, né eventuali locali già protetti contro il LEMP (impulso elettromagnetico); inoltre, in virtù dei tipi di superficie del suolo all'esterno delle strutture, i tipi di pavimentazione interni ad esse e l'eventuale presenza di persone, nonché delle altre caratteristiche della struttura e, in particolare, il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti, sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche della zona, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice nelle “*Caratteristiche delle Zone*”.

4.3 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

Le aree di raccolta Ad dei fulmini diretti sulle strutture sono state valutate graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2, e sono riportate nei disegni in allegato “*Grafico area di raccolta Ad*”.

Le aree di raccolta Am dei fulmini a terra vicino alle strutture, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, sono state valutate graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3, e sono riportate nei disegni in allegato “*Grafico area di raccolta Am*”.

Le aree di raccolta Al e Ai di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

nell'Appendice “Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi”.

I valori delle probabilità di danno (P), per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate, sono riportati nell'Appendice “Valori delle probabilità P per la struttura non protetta”.

4.4 Valutazione dei rischi per il fabbricato di servizio

4.4.1 Rischio R1: perdita di vite umane

4.4.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: *Struttura*

RB:	5,40E-08
RU (IMPIANTO ELETTRICO):	2,73E-09
RV (IMPIANTO ELETTRICO):	2,73E-07
RU (IMPIANTI SPECIALI):	2,73E-09
RV (IMPIANTI SPECIALI):	2,73E-07
Totale:	6,05E-07
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	6,05E-07

4.4.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 6,05E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$.

4.5 Scelta delle misure di protezione per il fabbricato di servizio

Poiché il rischio complessivo $R1 = 6,05E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

4.6 Valutazione dei rischi per il fabbricato ricovero carrelli

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

4.6.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RB:	3,63E-07
RU (IMPIANTO ELETTRICO):	2,75E-09
RV (IMPIANTO ELETTRICO):	1,38E-06
RU (IMPIANTI SPECIALI):	2,75E-09
RV (IMPIANTI SPECIALI):	1,38E-06
Totale:	3,12E-06
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	3,12E-06

4.6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 3,12E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$.

4.7 Scelta delle misure di protezione per il fabbricato ricovero carrelli

Poiché il rischio complessivo $R1 = 3,12E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

4.8 Valutazione dei rischi per l'edificio assistenza sanitaria

4.8.1 Rischio R1: perdita di vite umane

4.8.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RB:	1,79E-07
RC:	1,79E-07
RM:	9,20E-07

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

RU (IMPIANTO ELETTRICO):	2,76E-09
RV (IMPIANTO ELETTRICO):	2,76E-06
RW(IMPIANTO ELETTRICO):	2,76E-06
RZ(IMPIANTO ELETTRICO):	6,71E-05
RU (IMPIANTI SPECIALI):	2,76E-09
RV (IMPIANTI SPECIALI):	2,76E-06
RW(IMPIANTI SPECIALI):	2,76E-06
RZ(IMPIANTI SPECIALI):	1,12E-05
Totale:	9,06E-05
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	9,06E-05

4.8.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 9,06E-05$ è maggiore di quello tollerato $RT = 1E-05$, occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio R1, espressi in percentuale del valore di R1 per la struttura, è di seguito indicata.

RD = 0,3943 %

RI = 99,6057 %

Totale = 100 %

RS = 0,0061 %

RF = 6,2894 %

RO = 93,7045 %

Totale = 100 %

dove:

- $RD = RA + RB + RC$
- $RI = RM + RU + RV + RW + RZ$
- $RS = RA + RU$
- $RF = RB + RV$
- $RO = RM + RC + RW + RZ$

essendo:

- RD il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura,
- RI il rischio dovuto alla fulminazione indiretta della struttura,
- RS il rischio connesso alla perdita di esseri viventi,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- RF il rischio connesso al danno fisico,
- RO il rischio connesso all'avaria degli impianti interni.

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio R1 per la struttura si verifica essenzialmente:

- in gran parte per avaria degli impianti interni;
- a causa principalmente della fulminazione indiretta della struttura;
- il contributo principale al valore del rischio R1 è dato dalle seguenti componenti di rischio:
 - RZ (IMPIANTO ELETTRICO) = 74,0314 %;
 - avaria degli impianti interni per fulminazione indiretta della linea.

4.9 Scelta delle misure di protezione per l'edificio assistenza sanitaria

Per ridurre il rischio R1 a valori non superiori a quello tollerabile $RT = 1E-05$, è necessario agire sulla componenti RZ, adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- 1 sistema di SPD;
- 2 aumento tensione di tenuta apparecchiature.

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

- impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO:
 - sistema di SPD - livello: I;
- impianto interno: IMPIANTI SPECIALI:
 - sistema di SPD - livello: I;
- sulla Linea L1 - LINEA DI SEGNALE:
 - SPD arrivo linea - livello: I;
- sulla Linea L2 - LINEA BASSA TENSIONE:
 - SPD arrivo linea - livello: I.

Non è stata effettuata l'analisi relativa al rischio R4, poiché il committente ha espressamente non richiesto di far valutare l'opportunità, dal punto di vista economico, di installare misure di protezione finalizzate a ridurre l'entità di eventuali danni dovuti ai fulmini.

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta, rideterminati a seguito dei provvedimenti di protezione adottati, sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_c (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (IMPIANTO ELETTRICO) = $9,00E-03$

P_m (IMPIANTI SPECIALI) = $9,00E-03$

$P_m = 1,79E-02$

P_u (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E-02$

P_v (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E-02$

P_w (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E-02$

P_z (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E-02$

P_u (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E-02$

P_v (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E-02$

P_w (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E-02$

P_z (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E-02$

$r_a = 0,00001$

$r_p = 0,5$

$r_f = 0,01$

$h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta, rideterminati a seguito dei provvedimenti di protezione adottati, sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RB: $1,79E-07$

RC: $1,79E-07$

RM: $9,20E-07$

RU(IMPIANTO ELETTRICO): $2,76E-11$

RV(IMPIANTO ELETTRICO): $2,76E-08$

RW(IMPIANTO ELETTRICO): $2,76E-08$

RZ(IMPIANTO ELETTRICO): $6,71E-07$

RU(IMPIANTI SPECIALI): $2,76E-11$

RV(IMPIANTI SPECIALI): $2,76E-08$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

RW(IMPIANTI SPECIALI):	2,76E-08
RZ(IMPIANTI SPECIALI):	1,12E-07
Totale:	2,17E-06
Valore totale del rischio R1 per la struttura:	2,17E-06

4.10 Conclusioni

Poiché, anche a seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate), i rischi non superano il valore tollerabile R1, secondo la norma CEI EN 62305-2, entrambe le strutture sono **autoprotette contro le fulminazioni**.

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

5 APPENDICI

5.1 Fabbricato di servizio

5.1.1 Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($C_d = 0,5$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/km² anno) $N_t = 2,5$

5.1.2 Caratteristiche delle linee elettriche

5.1.2.1 Caratteristiche della linea: LINEA BASSA TENSIONE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 500$

Coefficiente di posizione (C_d): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Coefficiente ambientale (Ce): suburbano ($h \leq 10$ m)

5.1.2.2 **Caratteristiche della linea: LINEE DI SEGNALE**

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 500$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Coefficiente ambientale (Ce): suburbano ($h \leq 10$ m)

5.1.3 **Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: asfalto ($r_u = 0,00001$)

Rischio di incendio: ordinario ($r_f = 0,01$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

- Alimentato dalla linea LINEA BASSA TENSIONE
- Tipo di circuito: conduttori attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²)
Posa in canale metallico continuo collegato a terra ad entrambe le estremità - ($K_{s3} = 0,02$)
- Tensione di tenuta: 1,5 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente ($P_{spd} = 1$)

Impianto interno: IMPIANTI SPECIALI

- Alimentato dalla linea LINEE DI SEGNALE
- Tipo di circuito: conduttori attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²)
Posa in canale metallico continuo collegato a terra ad entrambe le estremità - ($K_{s3} = 0,02$)
- Tensione di tenuta: 1,5 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente ($P_{spd} = 1$)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1) $L_t = 0,01$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $L_f = 0,001$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $L_f = 0,2$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $L_o = 0,01$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

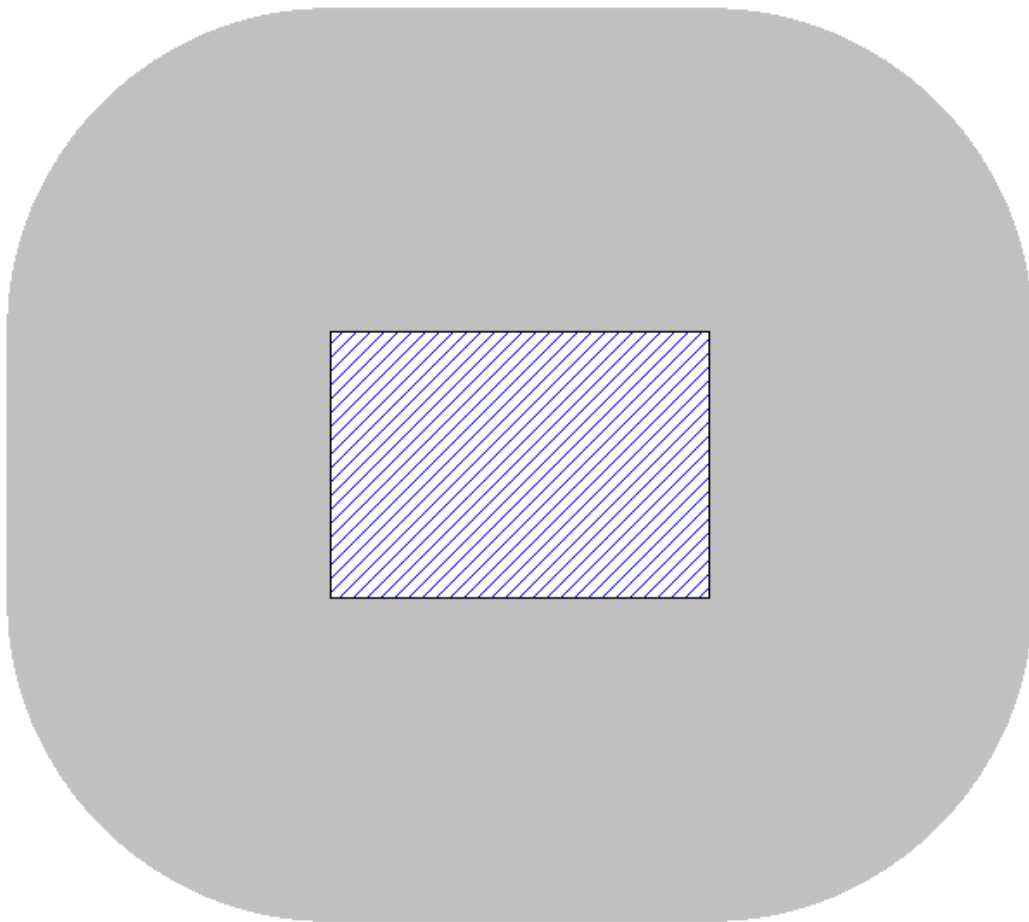
Rischio 1: Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

5.1.4 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

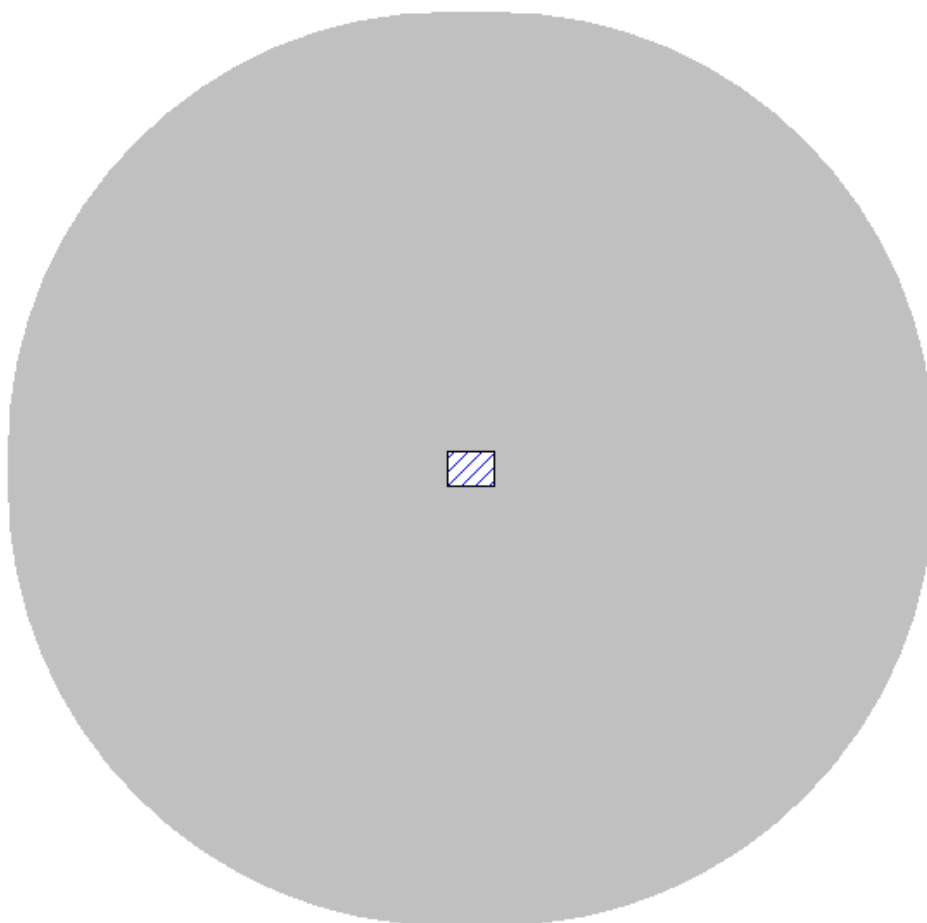
Struttura

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	



Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $Ad = 4,32E-03 \text{ km}^2$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	



Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $A_m = 2,15E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $N_d = 5,40E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $N_m = 5,32E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (A_l) e indiretta (A_i) delle linee:

- LINEA BASSA TENSIONE
 - $A_l = 0,021844 \text{ km}^2$
 - $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- LINEE DI SEGNALE
 - $A_l = 0,021844 \text{ km}^2$
 - $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NI) e indiretta (Ni) delle linee:

- LINEA BASSA TENSIONE
 - $NI = 0,027305$
 - $Ni = 0,698771$
- LINEE DI SEGNALE
 - $NI = 0,027305$
 - $Ni = 0,698771$

5.1.5 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (IMPIANTI ELETTRICI) = $1,00E+00$

P_c (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (IMPIANTI ELETTRICI) = $9,00E-03$

P_m (IMPIANTI SPECIALI) = $9,00E-03$

$P_m = 1,79E-02$

P_u (IMPIANTI ELETTRICI) = $1,00E+00$

P_v (IMPIANTI ELETTRICI) = $1,00E+00$

P_w (IMPIANTI ELETTRICI) = $1,00E+00$

P_z (IMPIANTI ELETTRICI) = $1,00E+00$

P_u (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

P_v (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

P_w (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

P_z (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

5.2 Fabbricato ricovero carrelli

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

5.2.1 Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($C_d = 0,5$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/km² anno) $N_t = 2,5$

5.2.2 Caratteristiche delle linee elettriche

5.2.2.1 Caratteristiche della linea: LINEE DI SEGNALE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 500$

Coefficiente di posizione (C_d): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Coefficiente ambientale (C_e): suburbano ($h \leq 10$ m)

5.2.2.2 Caratteristiche della linea: LINEA BASSA TENSIONE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 500$

Coefficiente di posizione (C_d): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Coefficiente ambientale (C_e): suburbano ($h \leq 10$ m)

5.2.3 Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: asfalto ($r_u = 0,00001$)

Rischio di incendio: ordinario ($r_f = 0,01$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

- Alimentato dalla linea LINEA BASSA TENSIONE
- Tipo di circuito: conduttori attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²)
Posa in canale metallico continuo collegato a terra ad entrambe le estremità - ($K_{s3} = 0,02$)
- Tensione di tenuta: 1,5 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente ($P_{spd} = 1$)

Impianto interno: IMPIANTI SPECIALI

- Alimentato dalla linea LINEE DI SEGNALE
- Tipo di circuito: conduttori attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²)
Posa in canale metallico continuo collegato a terra ad entrambe le estremità - ($K_{s3} = 0,02$)
- Tensione di tenuta: 1,5 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente ($P_{spd} = 1$)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1) $L_t = 0,01$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $L_f = 0,005$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $L_f = 0,5$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $L_o = 0,01$

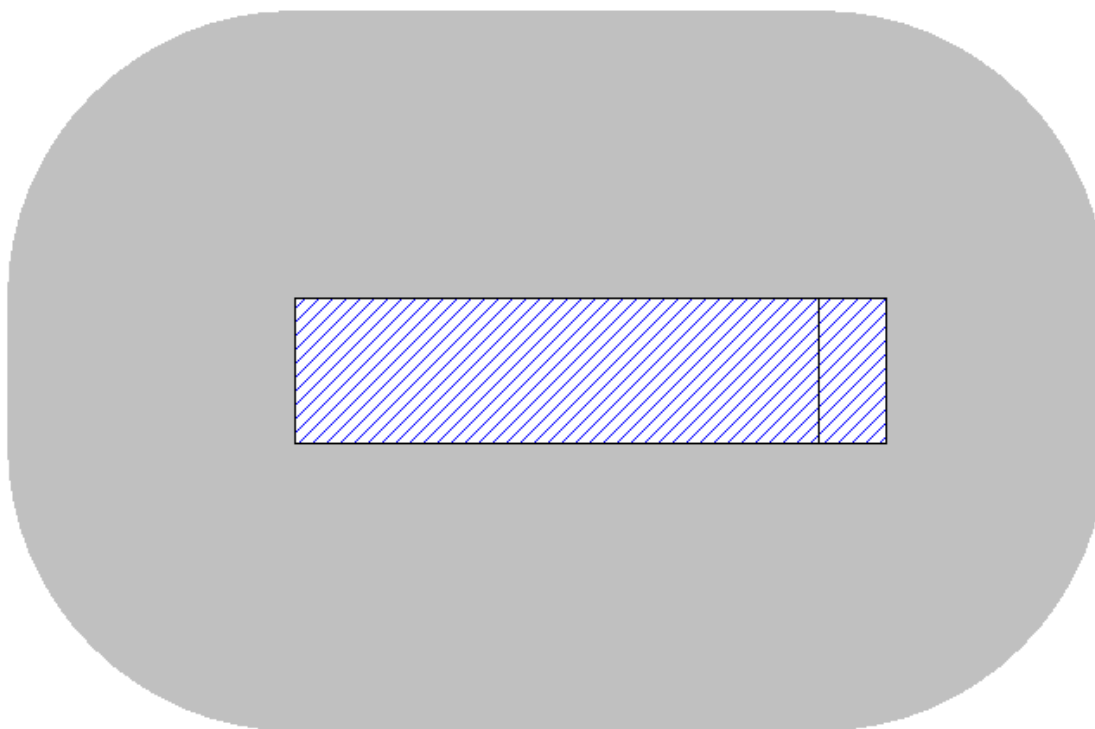
Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

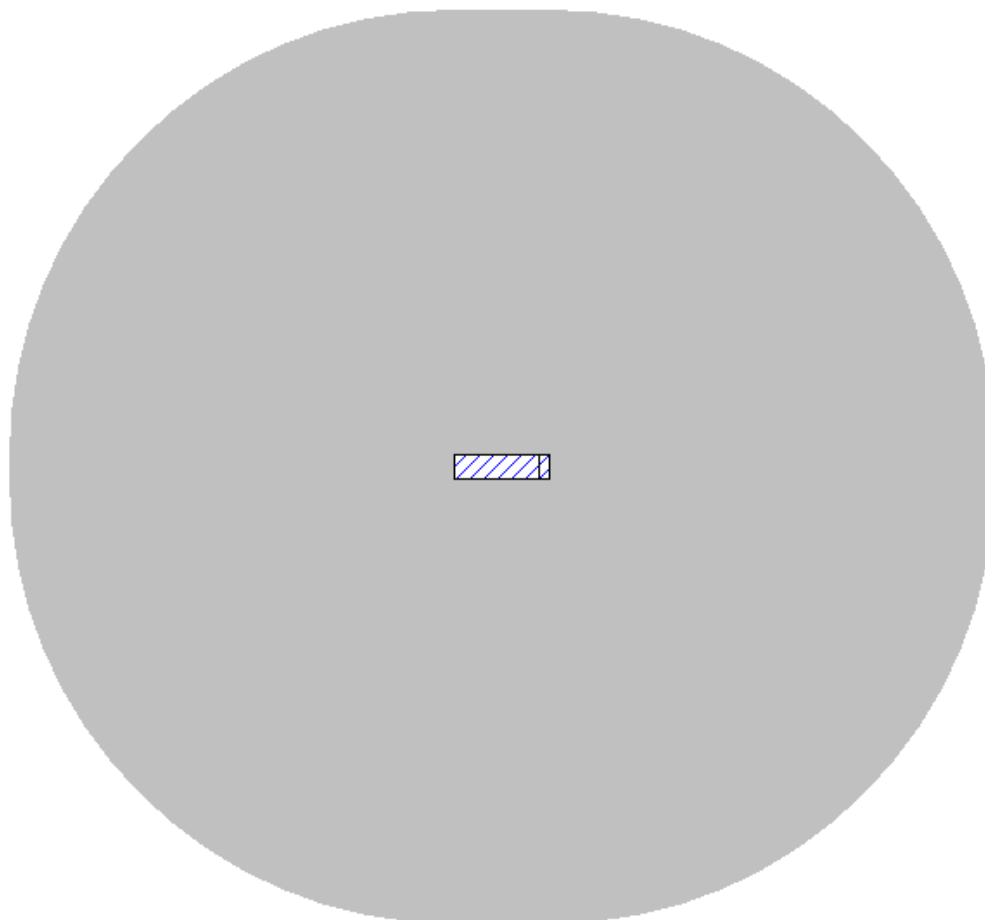
5.2.4 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura



Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $Ad = 5,80E-03 \text{ km}^2$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	



Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $A_m = 2,30E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $N_d = 7,25E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $N_m = 5,68E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (A_i) e indiretta (A_i) delle linee:

- LINEE DI SEGNALE
 - $A_i = 0,022012 \text{ km}^2$
 - $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$
- LINEA BASSA TENSIONE

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- $AI = 0,022012 \text{ km}^2$
- $Ai = 0,559017 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NI) e indiretta (Ni) delle linee:

- LINEE DI SEGNALE
 - $NI = 0,027515$
 - $Ni = 0,698771$
- LINEA BASSA TENSIONE
 - $NI = 0,027515$
 - $Ni = 0,698771$

5.2.5 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

$Pa = 1,00E+00$

$Pb = 1,0$

$Pc \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00$

$Pc \text{ (IMPIANTI SPECIALI)} = 1,00E+00$

$Pc = 1,00E+00$

$Pm \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 9,00E-03$

$Pm \text{ (IMPIANTI SPECIALI)} = 9,00E-03$

$Pm = 1,79E-02$

$Pu \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00$

$Pv \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00$

$Pw \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00$

$Pz \text{ (IMPIANTO ELETTRICO)} = 1,00E+00$

$Pu \text{ (IMPIANTI SPECIALI)} = 1,00E+00$

$Pv \text{ (IMPIANTI SPECIALI)} = 1,00E+00$

$Pw \text{ (IMPIANTI SPECIALI)} = 1,00E+00$

$Pz \text{ (IMPIANTI SPECIALI)} = 1,00E+00$

5.3 Edificio assistenza sanitaria

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

5.3.1 Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($C_d = 0,5$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/km² anno) $N_t = 2,5$

5.3.2 Caratteristiche delle linee elettriche

5.3.2.1 Caratteristiche della linea: LINEE DI SEGNALE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 500$

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($C_d = 0,5$)

Coefficiente ambientale (C_e): suburbano ($h \leq 10$ m)

5.3.2.2 Caratteristiche della linea: LINEA BASSA TENSIONE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 500$

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($C_d = 0,5$)

Coefficiente ambientale (C_e): suburbano ($h \leq 10$ m)

5.3.3 Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: asfalto ($r_u = 0,00001$)

Rischio di incendio: ordinario ($r_f = 0,01$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

- Alimentato dalla linea LINEA BASSA TENSIONE
- Tipo di circuito: conduttori attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²)
Posa in canale metallico continuo collegato a terra ad entrambe le estremità - (Ks3 = 0,02)
- Tensione di tenuta: 1,5 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente (Pspd =1)

Impianto interno: IMPIANTI SPECIALI

- Alimentato dalla linea LINEE DI SEGNALE
- Tipo di circuito: conduttori attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²)
Posa in canale metallico continuo collegato a terra ad entrambe le estremità - (Ks3 = 0,02)
- Tensione di tenuta: 1,5 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente (Pspd =1)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1) Lt = 0,01

Perdita per danno fisico (relativa a R1) Lf = 0,01

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1) Lo = 0,0001

Perdita per danno fisico (relativa a R4) Lf = 0,5

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) Lo = 0,01

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

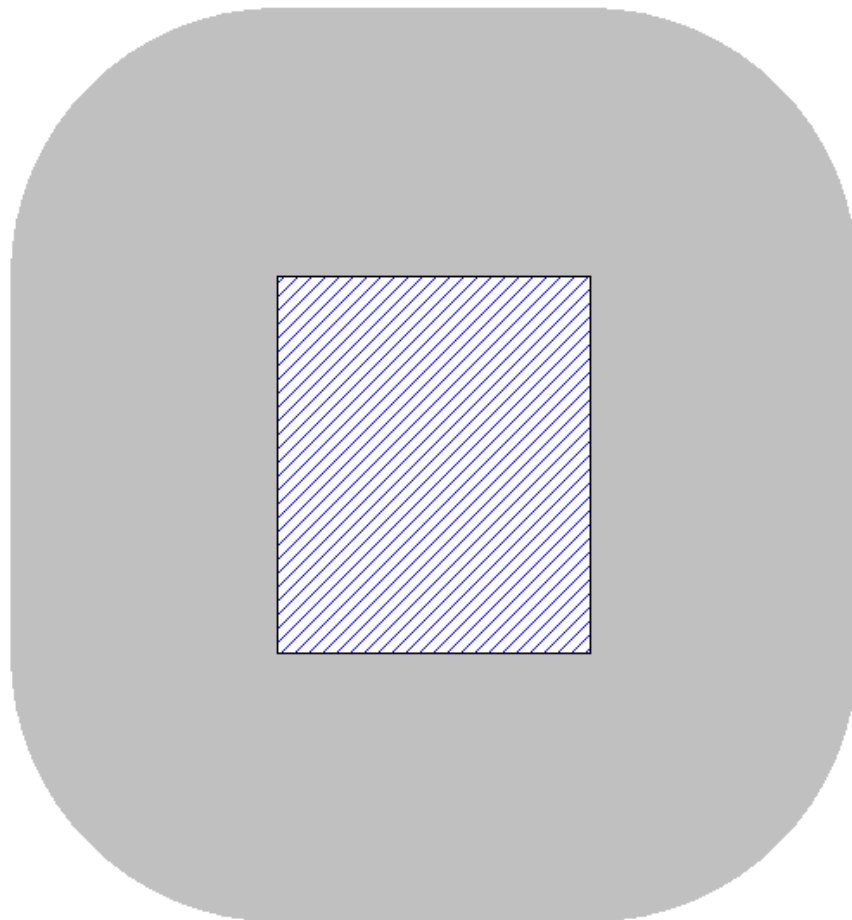
Rischio 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

5.3.4 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

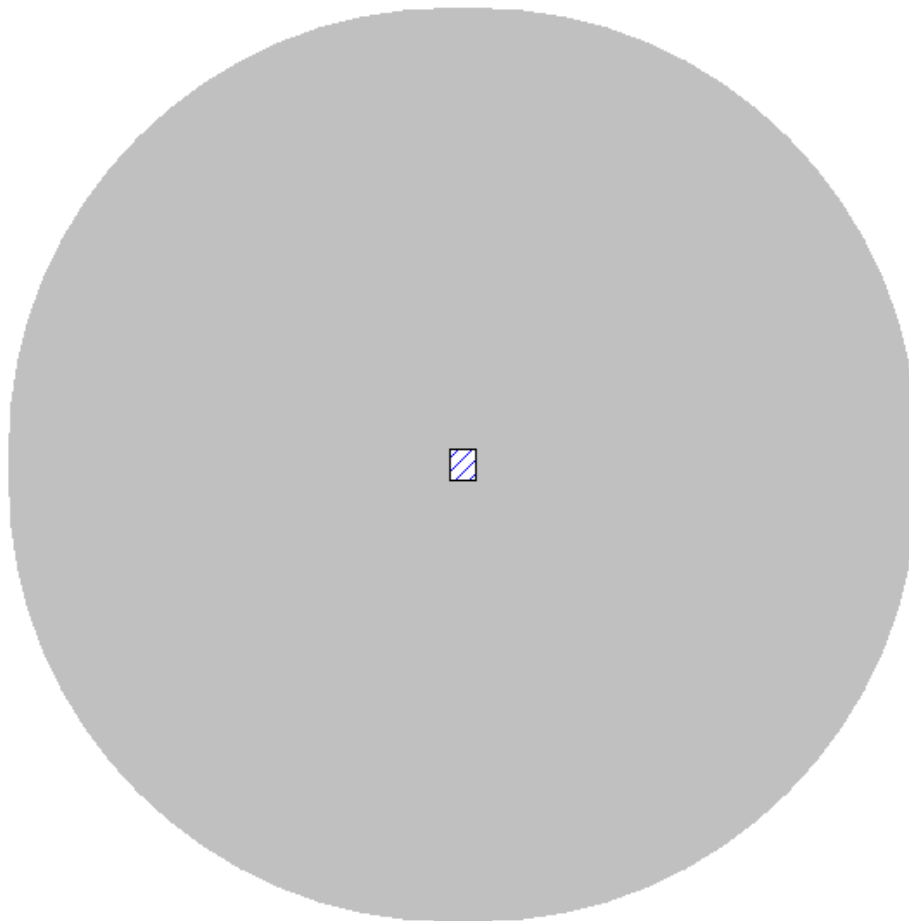
Struttura

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	



Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $Ad = 1,43E-03 \text{ km}^2$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	



Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $A_m = 2,06E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $N_d = 1,79E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $N_m = 5,13E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (A_l) e indiretta (A_i) delle linee:

- LINEA DI SEGNALE
 - $A_l = 0,022092 \text{ km}^2$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di calcolo – Dimensionamento impianto di terra e di protezione contro i fulmini	<i>Codice documento</i> SF0364_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$
- LINEA BASSA TENSIONE
 - $A_i = 0,022092 \text{ km}^2$
 - $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NI) e indiretta (Ni) delle linee:

- LINEA DI SEGNALE
 - $NI = 0,027615$
 - $Ni = 0,139754$
- LINEA BASSA TENSIONE
 - $NI = 0,027615$
 - $Ni = 0,698771$

5.3.5 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_c (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (IMPIANTO ELETTRICO) = $9,00E-03$

P_m (IMPIANTI SPECIALI) = $9,00E-03$

$P_m = 1,79E-02$

P_u (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_v (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_w (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_z (IMPIANTO ELETTRICO) = $1,00E+00$

P_u (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

P_v (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

P_w (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$

P_z (IMPIANTI SPECIALI) = $1,00E+00$