

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA**

**U.O. TECNOLOGIE CENTRO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)**

**STAZIONE DI DITTAINO**

Relazione di calcolo per la protezione dalle scariche atmosferiche e provvedimenti protettivi

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3V 40 D 18 RO LF0400 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G.Agnello	Gen. 2020	M.Castellani	Gen. 2020	F.Sparacino	Gen. 2020	G. Guidi Buffarini Gen. 2020

ITAFERR S.p.A.  
U.O. Tecnologie Centro  
Ing. Guido Buffarini  
Via G. Galilei snc  
00146 Roma  
Tel. 06/49812

File: RS3V40D18ROLF0400001A

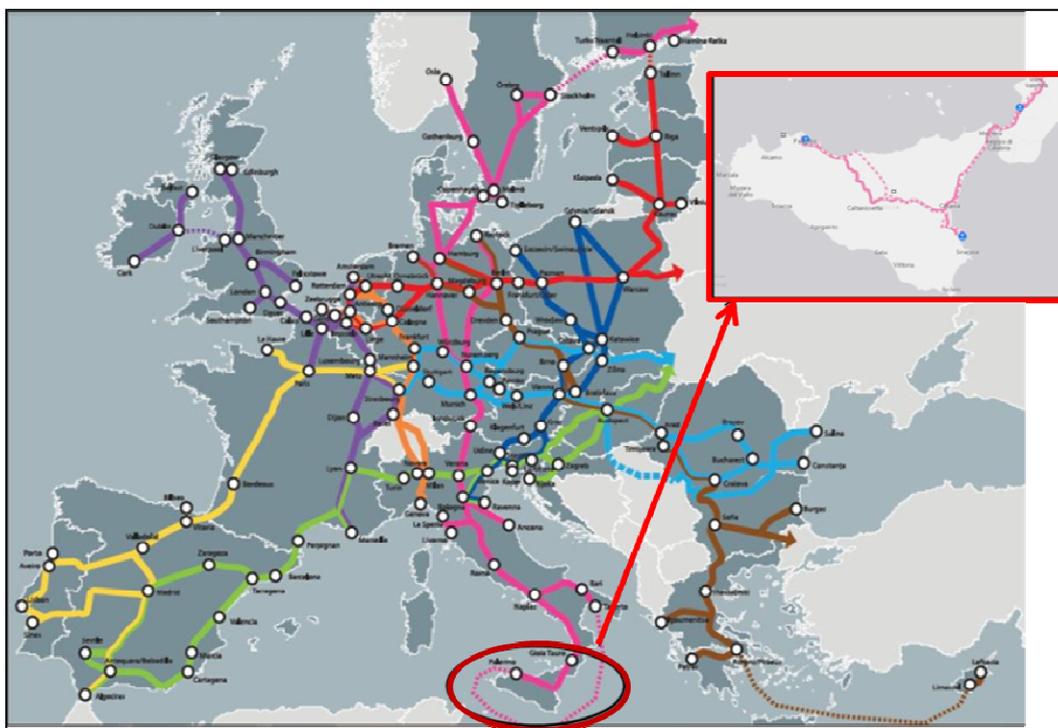
n. Elab.: 1203

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	3
2	ABBREVIAZIONI.....	5
3	BASE NORMATIVA.....	7
4	RISCHIO E SORGENTE DI DANNO.....	7
5	DATI SUL PROGETTO .....	11
5.1	RISCHI DA CONSIDERARE .....	11
5.2	PARAMETRI GEOGRAFICI E DELLA STRUTTURA.....	11
5.3	SERVIZI ENTRANTI .....	13
5.4	CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA.....	13
6	VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....	15
6.1	RISCHIO R1, VITA UMANA .....	15

## 1 INTRODUZIONE

Il collegamento ferroviario tra Palermo e Catania fa parte del Corridoio n.5 Helsinki – La Valletta della Rete Trans-Europea di trasporto. Tale collegamento si sviluppa nel territorio siciliano secondo la direttrice Messina-Catania-Enna-Palermo, per consentire di servire i principali nodi urbani dell'isola.

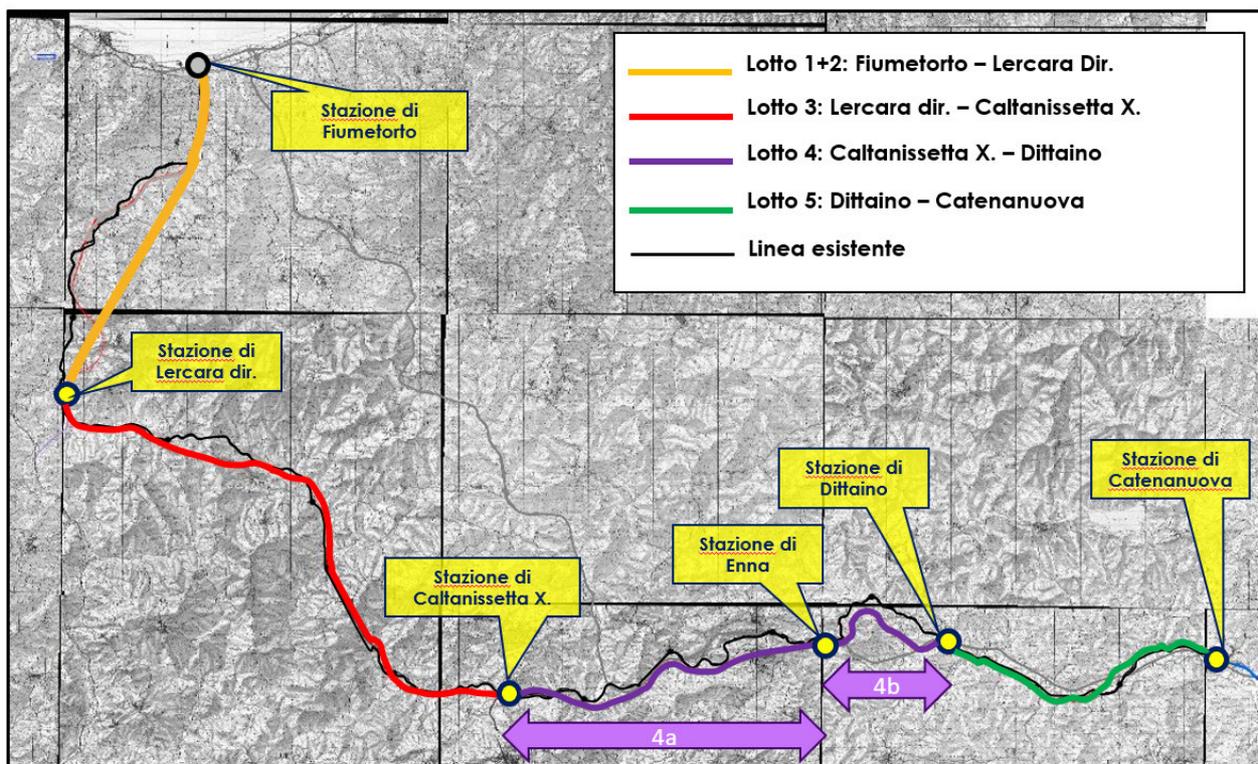


L'itinerario Palermo – Catania è attualmente costituito dalle seguenti tratte:

1. Palermo – Fiumetorto (Fascicolo Linee 153) a doppio binario per un'estesa di circa 43 km;
2. Fiumetorto – Caltanissetta Xirbi (Fascicolo Linee 157) a singolo binario per un'estesa di circa 82 km;
3. Caltanissetta Xirbi – Bicocca (Fascicolo Linee 155) a singolo binario per un'estesa di circa 108 km;
4. Bicocca – Catania Centrale (Fascicolo Linee 155), parte a doppio binario (Bicocca - Catania Acquicella) e parte a singolo binario (Catania Acquicella – Catania Centrale) per un'estesa complessiva di circa 7 km.

La linea è interessata da un ampio progetto di investimento denominato “*Nuovo Collegamento Palermo – Catania*” che prevede una serie di interventi sulla tratta Fiumetorto – Bicocca, suddivisi nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto “1+2”: tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione di circa 30 km;
- Lotto 3: tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi di circa 47 km;
- Lotto 4a: tratta Caltanissetta Xirbi – Enna Nuova di circa 27 km;
- Lotto 4b: tratta Enna Nuova - Dittaino di circa 15 km;
- Lotto 5: tratta Dittaino – Catenanuova di circa 22 km;
- Lotto 6: tratta Catenanuova – Bicocca di circa 37 km.



## 2 ABBREVIAZIONI

a	Tasso di ammortamento
$a_t$	Tempo di ammortamento
$c_a$	Costo degli animali nella zona, in denaro
$c_b$	Costo della zona dell'edificio, in denaro
$c_c$	Costo del contenuto della zona, in denaro
$c_s$	Valore degli impianti interni (compreso le loro attività) in denaro
$c_t$	Valore totale della struttura, in denaro
$C_D;C_{DJ}$	Coefficiente di posizione
$C_L$	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione
$C_{PM}$	Costo annuo delle misure di protezione scelte
$C_{RL}$	Costo annuo della perdita residua
EB	Equipotenzializzazione antifulmine
H	Altezza della struttura
$H_p$	Punto massimo della struttura
i	Tasso di interesse
$K_{S1}$	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura (schermatura esterna)
$K_{S1W}$	Lato di magliatura dello schermo della struttura
$K_{S2}$	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura (schermatura interna)
$K_{S2W}$	Lato di magliatura dello schermo interno
L1	Perdita di vite umane
L2	Perdita di servizio pubblico
L3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile
L4	Perdita economica
L	Lunghezza della struttura
LEMP	Lightning electromagnetic impulse – impulso elettromagnetico del fulmine

LP	lightning protection – protezione contro il fulmine (composto dal sistema di protezione contro il fulmine (LPS) e dalle misure di protezione contro il LEMP)
LPL	lightning protection level – livello di protezione
LPS	lightning protection system – sistema di protezione contro il fulmine
LPZ	Lightning protection zone – zone di protezione (zona in cui è definito l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine.)
m	Tasso di manutenzione
N <sub>D</sub>	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura
N <sub>G</sub>	Densità di fulmini al suolo
P <sub>B</sub>	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulminazione sulla struttura)
P <sub>EB</sub>	Equipotenzializzazione antifulmine
P <sub>SPD</sub>	Sistema coordinato di SPD
R	Rischio
R <sub>1</sub>	Rischio di perdita di vite umane nella struttura
R <sub>2</sub>	Rischio di perdita di servizio pubblico in una struttura
R <sub>3</sub>	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura
R <sub>4</sub>	Rischio di perdita economica in una struttura
R <sub>A</sub>	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla struttura)
R <sub>B</sub>	Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulminazione sulla struttura)
R <sub>C</sub>	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulminazione sulla struttura)
R <sub>M</sub>	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulminazione in prossimità della struttura)
R <sub>U</sub>	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla linea connessa)
R <sub>V</sub>	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulminazione sulla linea connessa)
R <sub>W</sub>	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione sulla linea connessa)
R <sub>Z</sub>	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione in prossimità della linea connessa)
RT	Rischio tollerabile (valore massimo di un rischio ancora accettabile per la struttura da proteggere)
rf	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40 D 18	RO	LF0400 001	A	7 di 15

rp	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio
SM	Risparmio annuo
SPD	surgeprotectivedevice – Limitatore di sovratensione
SPM	misure di protezione contro il LEMP (misure per la riduzione del rischio di guasto dovuto al LEMP degli apparecchi elettrici ed elettronici)
$t_{ex}$	Tempo di permanenza della presenza di una atmosfera esplosiva pericolosa
W	Larghezza della struttura
Z	Zone nella struttura

### 3 BASE NORMATIVA

La serie di norme IEC 62305 è composta dalle seguenti parti:

IEC 62305-1:2010-12 - "Protezione contro i fulmini – parte 1: Principi generali"

IEC 62305-2:2010-12 - "Protezione contro i fulmini – parte 2: Valutazione del rischio"

IEC 62305-3:2010-12 - "Protezione contro i fulmini – parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"

IEC 62305-4:2010-12 - "Protezione contro i fulmini – parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"

### 4 RISCHIO E SORGENTE DI DANNO

Per evitare danni da fulminazione devono essere effettuate delle misure di protezione mirate sulla struttura da proteggere. La valutazione del rischio descritta nella norma IEC 62305-2:2010-12 contiene un'analisi del rischio con la quale può essere determinata l'esigenza di protezione di una struttura nel caso di fulminazione. L'obiettivo dell'analisi del rischio è di ridurre, tramite misure di protezione, il rischio ad un livello accettabile.

Per individuare il rischio presente, la struttura viene analizzata senza alcun tipo di misure di protezione (stato attuale). Pericoli causati da fulminazioni dirette/indirette nella struttura e nelle linee vengono definiti come rischio R. Il rischio è un indicatore su una possibile perdita annua. Rischi da valutare per una struttura possono essere:

- Rischio  $R_1$ : Rischio di perdita di vite umane;
- Rischio  $R_2$ : Rischio di perdita di servizio pubblico;

- Rischio  $R_3$ : Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- Rischio  $R_4$ : Rischio di perdita economica;

Tali rischi sono da valutare, secondo la prospettiva, tutti assieme o singolarmente. Ogni rischio è definito con un rischio tollerabile numerico. Per ottenere un rischio tollerabile vengono stabilite misure di protezioni tecnicamente ed economicamente ottimali, come p.es. protezioni da fulmine esterne secondo IEC 62305-3:2010-12 e provvedimenti con SPD secondo IEC 62305-4:2010-12.

Per analizzare al meglio i pericoli, i rischi vengono valutati nel dettaglio. Ogni rischio è composto da un numero di componenti di rischio.

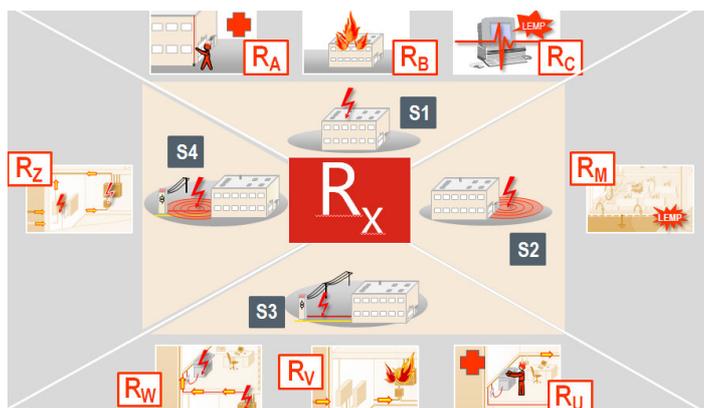
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

Ogni componente di rischio descrive un tipo di pericolo e una possibile perdita derivante da esso. Le perdite che si possono subire per colpa di una fulminazione sono definite nel seguente modo:

- L1 = Perdita di vite umane
- L2 = Perdita di servizio pubblico
- L3 = Perdita di patrimonio culturale insostituibile
- L4 = Perdita economica

Le possibili perdite sono, come di seguito esposto, abbinate nel seguente modo ai componenti di rischio.

I componenti di rischio vengono suddivisi per sorgenti di danno.



Sorgente di danno S1: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione diretta della struttura

$R_A$  Componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passe all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno alle calate. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali.

$R_B$  Componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

$R_C$  Componente relativa al guasto di impianti interni causata da I LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediate pericolo per la vita umana.

Sorgente di danno S2: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione in prossimità della struttura

$R_M$  Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediate pericolo per la vita umana.

Sorgente di danno S3: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione diretta di una linea entrante

$R_U$  Componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L4 con possibile perdita di animali.

$R_V$  Componente relativa ai danni materiali (incendio e esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

$R_W$  Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediate pericolo per la vita



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO  
VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40 D 18	RO	LF0400 001	A	10 di 15

umana.

Sorgente di danno S4:

Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione in prossimità di una linea entrante

$R_z$  Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L 1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto di impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

In base al valore della singola componente di rischio posso essere analizzati i pericoli e, per evitare eventuali danni, essere scelte delle misure di protezione mirate.

Dalla valutazione del rischio secondo IEC 62305-2:2010-12 per la struttura di seguito eseguita, risulterà la necessità o meno di prevedere delle misure di protezione. Tramite l'analisi viene individuato il potenziale pericolo della struttura e, se necessario, vengono definite le misure di protezione da adottare per ridurre il rischio. Il risultato della valutazione del rischio può essere non solo la classe dell'LPS, ma un intero concetto di protezione, incluso le necessarie misure di schermatura contro il LEMP.

Il risultato sarà la scelta economicamente più sensata delle misure di protezione, adeguate per le presenti caratteristiche della struttura e della sua destinazione d'uso.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO  
VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40 D 18	RO	LF0400 001	A	11 di 15

## 5 DATI SUL PROGETTO

### 5.1 Rischi da considerare

A seconda della tipologia e la destinazione d'uso della struttura sono stati selezionati e analizzati i seguenti rischi:

Rischio  $R_1$ : Rischio della perdita di vite umane;  $R_T: 1,00E-05$

Con la scelta dei rischi è stato definito anche il rischio tollerabile  $R_T$ .

L'obiettivo della valutazione del rischio è ridurre il rischio presente, tramite una scelta economicamente sensata delle misure di protezione, ad un rischio tollerabile (accettabile)  $R_T$ .

### 5.2 Parametri geografici e della struttura

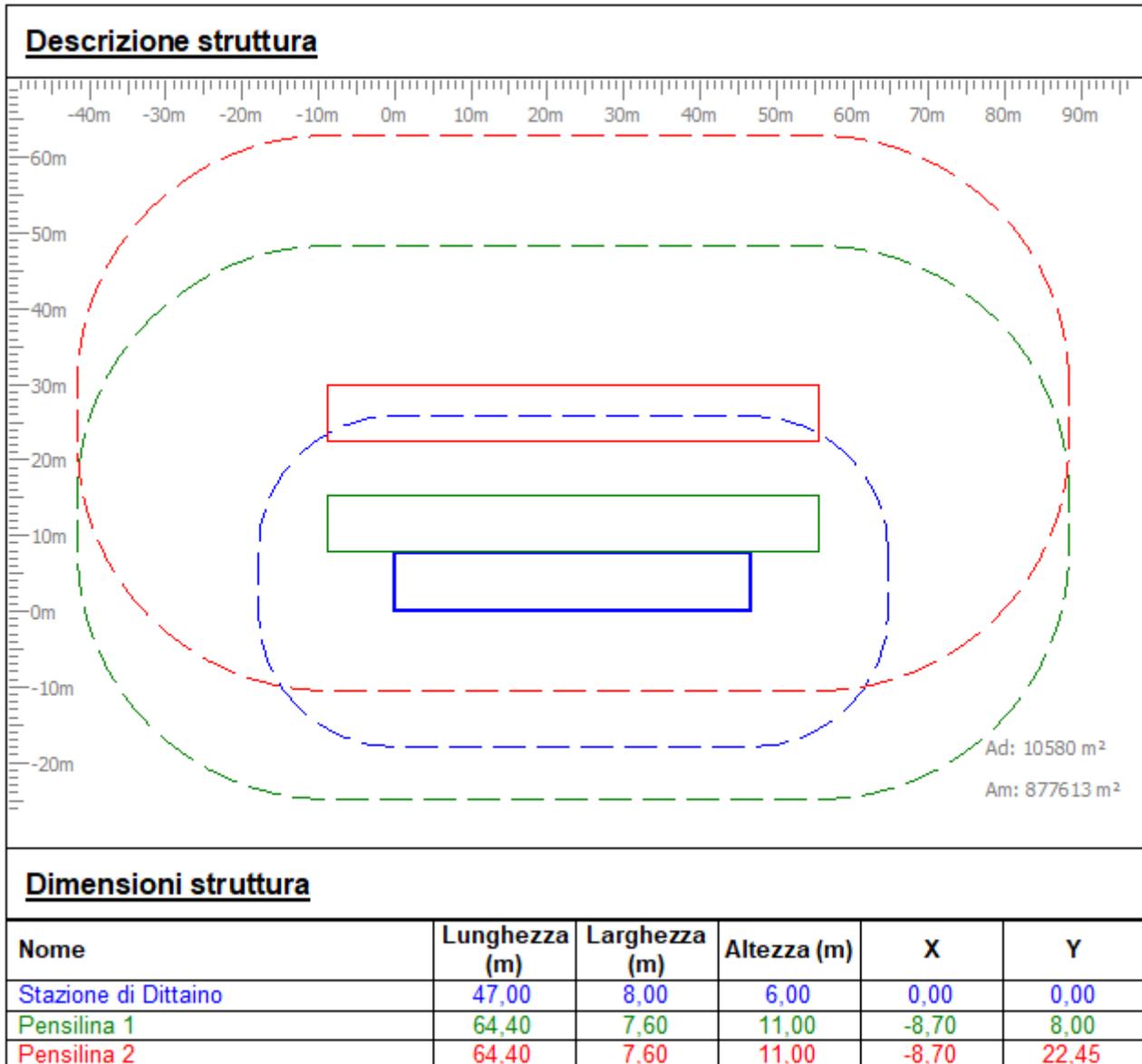
La base per la valutazione del rischio secondo IEC 62305-2:2010-12 è la densità di fulmini al suolo  $N_g$ . Essi definisce il numero di fulminazioni all'anno per  $km^2$ .

Per la posizione della struttura è stato determinato un valore di  $N_g = 1,23$  fulminazioni/anno/ $km^2$ .

Da questo risulta il numero equivalente di giornate temporalesche all'anno di 12,30 giorni.

Determinante per il pericolo di una fulminazione diretta sono le dimensioni della struttura. In base alle dimensioni vengono determinate le aree di raccolta delle fulminazioni dirette/indirette. Sulla base delle dimensioni dell'edificio inserite, risulta:

- un'area di raccolta per le fulminazioni dirette: 10.580,00  $m^2$
- un'area di raccolta per le fulminazioni indirette (in prossimità della struttura): 877.613,00  $m^2$ .



L'ambiente circostante alla struttura è un elemento importante nella determinazione del numero di possibili fulminazioni dirette/indirette. Per la struttura in oggetto l'ambiente circostante è stato definito nel seguente modo:

Coefficiente di posizione  $C_{db}$ : 0,50

Considerando la densità di fulmini al suolo in funzione alla grandezza e all'ambiente circostante alla struttura, risulta un numero di eventi  $N_D$  diretti sulla struttura di 0,0065 fulminazioni/anno e un numero di eventi  $N_M$  indiretti sulla struttura di 1,0795 fulminazioni/anno.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO  
VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40 D 18	RO	LF0400 001	A	13 di 15

### 5.3 Servizi entranti

Nella valutazione del rischio devono essere considerati tutti i servizi entranti o uscenti dalla struttura.

Nella valutazione del rischio per la struttura Oggetto sono state definite le seguenti linee:

Coefficiente d'installazione: Linea interrata

Tipo di linea: Linee di energia

Ambiente: Urbano

Collegamento della linea: Nessuna condizione particolare

Trasformatore: Servizio con trasformatore a due avvolgimenti - linea con trasformatore AT/BT

Schermatura della linea: Esterna: linea aerea o interrata non schermata

In base a queste indicazioni è stata calcolata un'area di raccolta per la linea:

- area di raccolta delle fulminazioni dirette sulla linea: 40.000,00 m<sup>2</sup>

- area di raccolta delle fulminazioni indirette in prossimità della linea: 4.000.000,00 m<sup>2</sup>

La tensione di tenuta degli apparecchi elettrici collegati alla Servizio 1, è stata definita a  $U_w \leq 1,0$  kV.

La posta della linea nella struttura avviene tramite: Cavi non schermati - nessuna precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare spire.

### 5.4 Caratteristiche della struttura

Il rischio d'incendio è uno dei criteri più importanti nella determinazione delle misure di protezioni necessarie. Il rischio d'incendio per la struttura Oggetto è stato definito:

- Rischio d'incendio ridotto



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO  
VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40 D 18	RO	LF0400 001	A	14 di 15

Le seguenti misure di protezione sono state selezionate nella valutazione del rischio per ridurre le conseguenze di un incendio:

- Estintori, impianto fisso di estinzione operato manualmente, impianto di allarme manuale, idranti, compartimentazione antincendio, vie di fuga protette

Il pericolo di panico nella struttura è stato classificato, in base al numero di persone, nel seguente modo:

- Nessun pericolo particolare

Schermatura all'esterno della struttura Oggetto:

- Nessuna schermatura



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO  
VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40 D 18	RO	LF0400 001	A	15 di 15

## 6 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Di seguito vengono valutati i rischi definiti precedentemente.

Per ogni rischio viene indicato con una barra blu il rischio accettabile e con una barra verde/rossa il rischio calcolato.

### 6.1 Rischio R1, Vita umana

Per le persone all'esterno ed all'interno della struttura è stato calcolato il seguente rischio:

Rischio tollerabile  $R_T$ : 1,00E-05

Rischio calcolato R1 (non protetto): 4,06E-08



**Poiché il rischio calcolato è inferiore al rischio tollerabile, la struttura risulta autoprotetta.**