

**MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**



COMUNE DI TORINO



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo - Bologna**

PROGETTO DEFINITIVO		 INFRA.TO <i>infrastrutture per la mobilità</i>										INFRATRASPORTI S.r.l.		
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA													
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12887J	IMPIANTI NON DI SISTEMA - STAZIONE CORELLI IMPIANTO ELETTRICO RELAZIONE TECNICA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE												
		ELABORATO								REV.		SCALA	DATA	
		MT	L2	T1	A1	D	IEL	SCO	R	004	Int.	Est.	-	31/03/2022
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi											0	0	-	

AGGIORNAMENTI

Fg.1 di 19

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	PRIMA EMISSIONE	31/03/22	GSC	AGH	FAZ	RCR
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 1</td> <td>CARTELLA</td> <td>12.2.4</td> <td>9</td> <td>MTL2T1A1D</td> <td>IELSCOR004</td> </tr> </table>					LOTTO 1	CARTELLA	12.2.4	9	MTL2T1A1D	IELSCOR004	<p align="center">STAZIONE APPALTANTE</p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozzi</p>	
LOTTO 1	CARTELLA	12.2.4	9	MTL2T1A1D	IELSCOR004							

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto costruttivo 1 Rebaudengo-Bologna
Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	3
3.	INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	4
4.	DATI INIZIALI	4
4.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	4
4.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	4
4.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	5
4.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE	5
5.	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	6
6.	VALUTAZIONE DEI RISCHI	6
6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	6
6.1.1	CALCOLO DEL RISCHIO R1	6
6.1.2	ANALISI DEL RISCHIO R1	7
6.2	RISCHIO R2: PERDITA DI SERVIZI PUBBLICI ESSENZIALI	7
6.2.1	CALCOLO DEL RISCHIO R2	7
6.2.2	ANALISI DEL RISCHIO R2	7
7.	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	8
8.	CONCLUSIONI	8
9.	APPENDICI	9

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

1. PREMESSA

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

I calcoli sono stati sviluppati con il Software Zeus® edito da TNE srl.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1

"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" - Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-2

"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" - Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-3

"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" - Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-4

"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" - Febbraio 2013;

- CEI 81-29

"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" - Novembre 2020;

- CEI EN IEC 62858

"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" - Maggio 2020.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

3. 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.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di N_g "), vale:

$$N_g = 5,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato *Disegno della struttura*). Il volume della struttura è approssimato per eccesso per considerare eventuali appendici. Visto l'esito del calcolo che definisce la struttura autoprotetta si sono mantenute a favore di sicurezza.

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: Servizio - Trasporti

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

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

- rischio R1;
- rischio R2;

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.

L'edificio ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: MT
- Linea di segnale: TD

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

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le 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 delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (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 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati 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 riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: Struttura

RA: 2,49E-06

RB: 4,97E-07

RU(L-FM): 3,38E-07

RV(L-FM): 6,76E-08

RU(TEL-TD): 8,44E-07

RV(TEL-TD): 1,69E-07

Totale: 4,40E-06

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,40E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,40E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

6.2.1 Calcolo del rischio R2

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RB: 2,77E-07

RC: 1,39E-05

RM: 4,81E-05

RV(L-FM): 3,77E-08

RW(L-FM): 1,88E-06

RZ(L-FM): 0,00E+00

RV(TEL-TD): 9,41E-08

RW(TEL-TD): 4,71E-06

RZ(TEL-TD): 0,00E+00

Totale: 6,90E-05

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 6,90E-05

6.2.2 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 6,90E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 4,40E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo $R2 = 6,90E-05$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-03$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Data 31/03/2022

Timbro e firma

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: A favore di sicurezza si è considerato l'edificio "in area con oggetti di altezza uguale o inferiore" ($CD = 0,5$). Visto l'esito positivo della verifica si è mantenuto quanto sopra.

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $N_g = 5,23$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 400$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5$ ohm/km

Caratteristiche della linea: TD

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5$ ohm/km

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($r_t = 0,01$)

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

Pericoli particolari: elevato rischio di panico ($h = 10$)

Protezioni antincendio: automatiche ($r_p = 0,2$) manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: L-FM

Alimentato dalla linea MT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: TEL-TD

Alimentato dalla linea TD

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($K_{s3} = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 7860

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 8,97E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,79E-05$

Rischio 2

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 1,00E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) $LC = LM = LW = LZ = 5,00E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: MT

Circuito: L-FM

FS Totale: 0,1277

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Circuito protetto: SI

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: TD

Circuito: TEL-TD

FS Totale: 0,0372

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,06E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,60E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 2,77E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,41E+00$

Linee elettriche

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

MT

$AL = 0,016000 \text{ km}^2$

$AI = 1,600000 \text{ km}^2$

TD

$AL = 0,040000 \text{ km}^2$

$AI = 4,000000 \text{ km}^2$

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

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

MT

NL = 0,004184

NI = 0,418400

TD

NL = 0,010460

NI = 1,046000

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (L-FM) = 1,00E+00

PC (TEL-TD) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (L-FM) = 4,00E-02

PM (TEL-TD) = 1,00E-08

PM = 4,00E-02

PU (L-FM) = 9,00E-01

PV (L-FM) = 9,00E-01

PW (L-FM) = 9,00E-01

PZ (L-FM) = 0,00E+00

PU (TEL-TD) = 9,00E-01

PV (TEL-TD) = 9,00E-01

PW (TEL-TD) = 9,00E-01

PZ (TEL-TD) = 0,00E+00

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX



Scala: 5 m

Hmax: 9 m

Allegato - Disegno della struttura

Descrizione struttura: Stazione MM Torino Corelli

Indirizzo: Via Corelli

Comune: Torino

Provincia: TO

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 1,06E-02

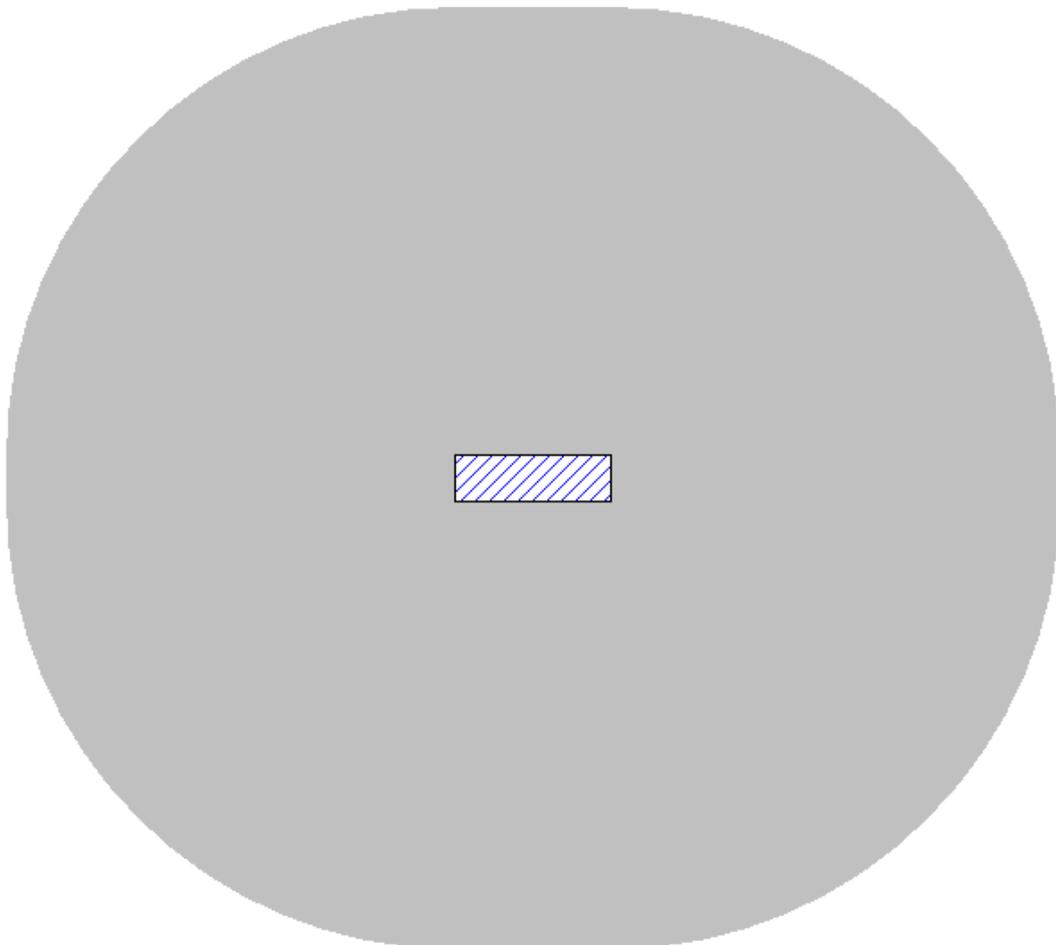
Descrizione struttura: Stazione MM Torino Corelli

Indirizzo: Via Corelli

Comune: Torino

Provincia: TO

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km²) = 4,60E-01

Descrizione struttura: Stazione MM Torino Corelli

Indirizzo: Via Corelli

Comune: Torino

Provincia: TO

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 2 Bologna-Politecnico
Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche	9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX

Allegato - Attestato valore Ng Via Corelli - Torino



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 5,23 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Lattitudine: **45,095691° N**

Longitudine: **7,709022° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilita dell'utente verificare l'affidabilita' degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stazionarie, Mi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere piu valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta delle mappe cartografiche.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprieta' di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, e' vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, deve essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2027.

Data 19/04/2022



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:
Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale
2 Bologna-Politecnico

Stazione Corelli – Relazione scariche atmosferiche

9_MTL2T1A1DIELSCOR004-0-0.DOCX



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via Arcangelo Corelli, 10154 Torino TO, Italia

Latitudine: 45,095601

Longitudine: 7,700022

