



**Capitolo Cattedrale
di Santo Stefano di Biella**



CITTÀ DI BIELLA



Progetto esecutivo di sistemazione ambientale di piazza Duomo

(Art. 93 comma 5 D.Lgs. 163/2006 e artt. 39-43 D.P.R. 5 ottobre 2010 n° 207 s.m.i.)

Come da parere della Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici
per le province di Torino, Asti, Cuneo, Biella e Vercelli, Prot. n. 6845 CL. 34.16.08/102.64 del 14 marzo 2013



2 IE Relazione di calcolo

Progetto architettonico e coordinamento generale
Paolo Sorrenti architetto, lungo Po A. Diaz n° 8 - Torino

Progetto impianto di regimazione acque meteoriche
Ing. Davide Martinet Testa, studio Mello Rella & Associati-ingegneria
via Roma n° 39 - Valdengo (BI)

Progetto impianti elettrici e f.e.m.
Ing. Paolo Ronco, strada antica di Grugliasco n° 111 - Grugliasco (TO)

Coordinamento sicurezza in fase di progetto
Ing. Luca Gattardi, studio Mello Rella & Associati-ingegneria
via Roma n° 39 - Valdengo (BI)

Responsabile unico del procedimento
Arch. Graziano Davide Patergnani

aprile 2014

CALCOLI ELETTRICI

I calcoli elettrici sono elaborati con il programma software ABB DOC che consente:

- verifica della portata del cavo;
- determinazione della caduta di tensione;
- calcolo del minimo valore della corrente di intervento magnetico dell'interruttore al fine di conseguire la protezione a fondo linea.

Detto programma non ha vincoli con specifiche caratteristiche delle apparecchiature della Casa Costruttrice ABB e pertanto i suoi risultati hanno validità assolutamente generale.

* dott. ing. Paolo RONCO *

Dimensionamento cavi per tensioni nominali non superiori a 0,6/1 kV

Nome dell'impianto	:	BIELLA-DUOMO	
Nome del quadro	:	QG	
Nome del cavo	:	L2-ILL.PIAZZA 2	
Norma selezionata per il calcolo	:	IEC 364	
Tipo di circuito	:	Circuito trifase	
Sistema di collegamento a terra	:	TT	
Stato del neutro	:	Distribuito	
Rapporto Sezione fase/Sezione neutro (Sf/Sn)	:	1.0	
Tensione di esercizio dell'utenza	:	400	[V]
Frequenza	:	50	[Hz]
Fattore di potenza	:	0.9	
Temperatura ambiente	:	30	[°C]
Temperatura massima a regime del cavo	:	90	[°C]
Temperatura massima in corto circuito	:	250	[°C]
Tipo di cavo	:	Cavo multipolare	

Isolamento del cavo	:	EPR/XLPE	
Materiale conduttore	:	Rame	
Posa : D - cavi interrati direttamente o in condotti interrati			
Tipo sottoposa : In condotti interrati (uno per condotto)			
Distanza =		Nulla	
Corrente di impiego	Ib:	16.0	[A]
Lunghezza	:	40	[m]
Numero di circuiti adiacenti	:	3	

Coefficiente di correzione:	TOTALE Kt -->	0.59
Per posa cavo selezionata		1.00
Per temperatura ambiente		0.93
Inserito da utente		0.90
Per presenza circuiti adiacenti		0.70
Per correzione temperatura massima cavo		1.00

Sezione del conduttore di fase (sez.teorica)	:	6.0 (2.3)	[mm ²]
Numero di conduttori per fase	:	1	
Sezione totale neutro Sn	calcolata :	6.0	[mm ²]
	proposta :	6.0 = 1x 6.0	[mm ²]
Portata di 1 cavo-i in parallelo	Iz:	27.0	[A]
Resistenza di fase a 20 °C	:	126.67	[mΩ]
Reattanza di fase	:	3.85	[mΩ]
Caduta di tensione a 51 °C	:	3.6 [V]	0.9 %
Potenza dissipata	Pv :	2.7	[W/m]
I ² t sopportabile dal cavo (CEI 64-8)	:	9.68E-01	[(kA) ² s]
(IEC 364)	:	6.56E-01	[(kA) ² s]
Massima taratura sganciatore elettromagnetico			
Interruttore per garantire protezione cavo Im:		432 (432)	[A]

---> VERIFICA PORTATA OK <---

* dott. ing. Paolo RONCO *

Dimensionamento cavi per tensioni nominali non superiori a 0,6/1 kV

Nome dell'impianto	:	BIELLA-DUOMO	
Nome del quadro	:	MORSETTIERA	
Nome del cavo	:	APP. ILLUMINANTE	
Norma selezionata per il calcolo	:	IEC 364	
Tipo di circuito	:	Circuito mono/bifase	
Sistema di collegamento a terra	:	TT	
Stato del neutro	:	Distribuito	
Rapporto Sezione fase/Sezione neutro (Sf/Sn)	:	1.0	
Tensione di esercizio dell'utenza	:	230	[V]
Frequenza	:	50	[Hz]
Fattore di potenza	:	0.9	
Temperatura ambiente	:	30	[°C]
Temperatura massima a regime del cavo	:	90	[°C]
Temperatura massima in corto circuito	:	250	[°C]
Tipo di cavo	:	Cavo multipolare	
Isolamento del cavo	:	EPR/XLPE	
Materiale conduttore	:	Rame	
Posa : B - conduttore in condotto ventilato/cavo in tubo sotto intonaco			
Rapporto distanza / diametro cavo	:	Contigui	
Corrente di impiego	Ib:	16.0	[A]
Lunghezza	:	7	[m]
Numero di circuiti adiacenti	:	3	

Coefficiente di correzione:	TOTALE Kt -->	0.58
Per posa cavo selezionata		1.00
Per temperatura ambiente		1.00
Inserito da utente		0.90
Per presenza circuiti adiacenti		0.65
Per correzione temperatura massima cavo		1.00

Sezione del conduttore di fase (sez.teorica)	:	2.5 (2.0)	[mm²]
Numero di conduttori per fase	:	1	
Portata di 1 cavo-i in parallelo	Iz:	18.5	[A]
Resistenza di fase a 20 °C	:	53.20	[mΩ]
Reattanza di fase	:	0.76	[mΩ]
Caduta di tensione a 75 °C	:	1.9 [V]	0.8 %
Potenza dissipata	Pv:	4.7	[W/m]
I²t sopportabile dal cavo (CEI 64-8)	:	1.43E-01	[(kA)²s]
(IEC 364)	:	1.14E-01	[(kA)²s]
Massima taratura sganciatore elettromagnetico			
Interruttore per garantire protezione cavo Im:		1026 (1026)	[A]

---> VERIFICA PORTATA OK <---

* dott. ing. Paolo RONCO *

Dimensionamento cavi per tensioni nominali non superiori a 0,6/1 kV

Nome dell'impianto	:	BIELLA-DUOMO	
Nome del quadro	:	QG	
Nome del cavo	:	P2-FM 2	
Norma selezionata per il calcolo	:	IEC 364	
Tipo di circuito	:	Circuito trifase	
Sistema di collegamento a terra	:	TT	
Stato del neutro	:	Distribuito	
Rapporto Sezione fase/Sezione neutro (Sf/Sn)	:	1.0	
Tensione di esercizio dell'utenza	:	400	[V]
Frequenza	:	50	[Hz]
Fattore di potenza	:	0.8	
Temperatura ambiente	:	30	[°C]
Temperatura massima a regime del cavo	:	90	[°C]
Temperatura massima in corto circuito	:	250	[°C]
Tipo di cavo	:	Cavo multipolare	

Isolamento del cavo	:	EPR/XLPE	
Materiale conduttore	:	Rame	
Posa : D - cavi interrati direttamente o in condotti interrati			
Tipo sottoposa : In condotti interrati (uno per condotto)			
Distanza =		Nulla	
Corrente di impiego	Ib:	16.0	[A]
Lunghezza	:	50	[m]
Numero di circuiti adiacenti	:	3	

Coefficiente di correzione:	TOTALE Kt -->	0.59
Per posa cavo selezionata		1.00
Per temperatura ambiente		0.93
Inserito da utente		0.90
Per presenza circuiti adiacenti		0.70
Per correzione temperatura massima cavo		1.00

Sezione del conduttore di fase (sez.teorica)	:	6.0 (2.3)	[mm²]
Numero di conduttori per fase	:	1	
Sezione totale neutro Sn	calcolata :	6.0	[mm²]
	proposta :	6.0 = 1x 6.0	[mm²]
Portata di 1 cavo-i in parallelo	Iz:	27.0	[A]
Resistenza di fase a 20 °C	:	158.33	[mΩ]
Reattanza di fase	:	4.81	[mΩ]
Caduta di tensione a 51 °C	:	4.0 [V]	1.0 %
Potenza dissipata	Pv :	2.7	[W/m]
I²t sopportabile dal cavo (CEI 64-8)	:	9.68E-01	[(kA)²s]
(IEC 364)	:	6.56E-01	[(kA)²s]
Massima taratura sganciatore elettromagnetico			
Interruttore per garantire protezione cavo Im:		346 (346)	[A]

---> VERIFICA PORTATA OK <---

CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Per i calcoli illuminotecnici ci si è avvalsi del programma software DIALux, che richiede necessariamente la scelta di specifici apparecchi; il programma è comunque tecnicamente valido ed i risultati a cui conduce (illuminamenti puntuali, illuminamenti medi, uniformità) non sono significativamente dissimili da quelli calcolati con differenti apparecchi o con programmi di particolari Case Costruttrici.

Resta comunque inteso che gli specifici apparecchi illuminanti impiegati nei calcoli non costituiscono una scelta obbligata per l'Impresa esecutrice, ma unicamente l'individuazione delle caratteristiche costruttive generali tecnico-qualitative degli apparecchi, nonché dei valori illuminotecnici da conseguire.

Sarà pertanto possibile all'Impresa esecutrice proporre l'impiego di prodotti di altri Costruttori, che - che ovviamente - dovranno possedere i requisiti costruttivi richiesti e conseguire i risultati illuminotecnici prescritti.



Schröder S.p.A

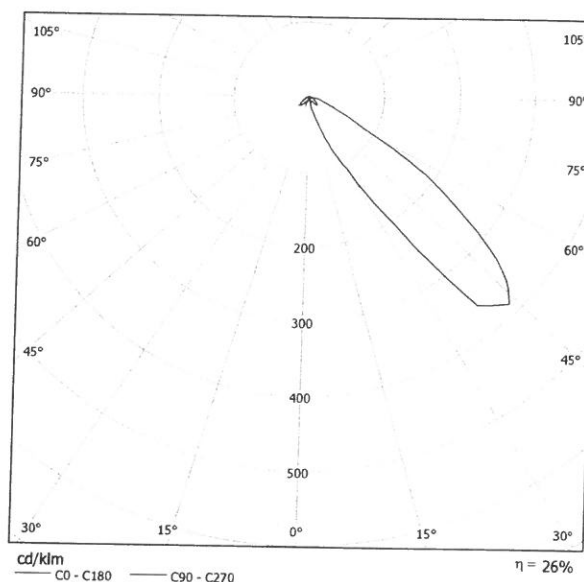
Via Val della Torre, 131
10040 Caselette_TO

Redattore Arch. Valentina Cagna
Telefono 011-9849111
Fax 011-9849132
e-Mail

SCHREDER ModulLum Maxi/PC trasp/E1/HCI-TS 150W/E1_5°/241518

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 98
CIE Flux Code: 26 83 97 98 26

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.



Schröder S.p.A

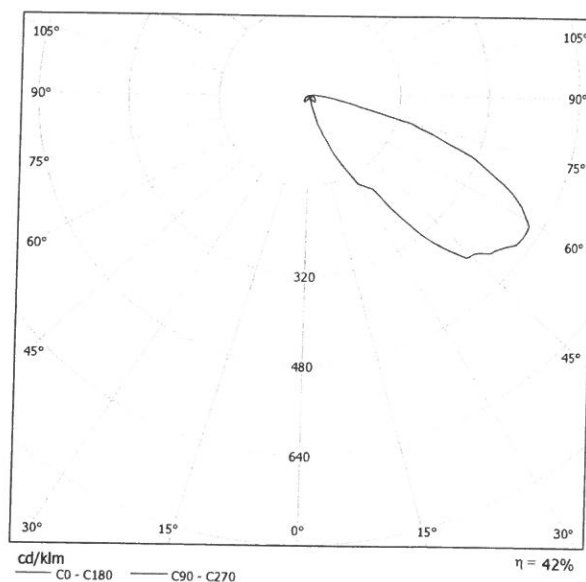
Via Val della Torre, 131
10040 Caselette_TO

Redattore Arch. Valentina Cagna
Telefono 011-9849111
Fax 011-9849132
e-Mail

SCHREDER ModulLum Maxi/PC trasp/E1/HCI-TS 150W/E1_25°/24151C

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 98
CIE Flux Code: 17 59 92 98 42

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

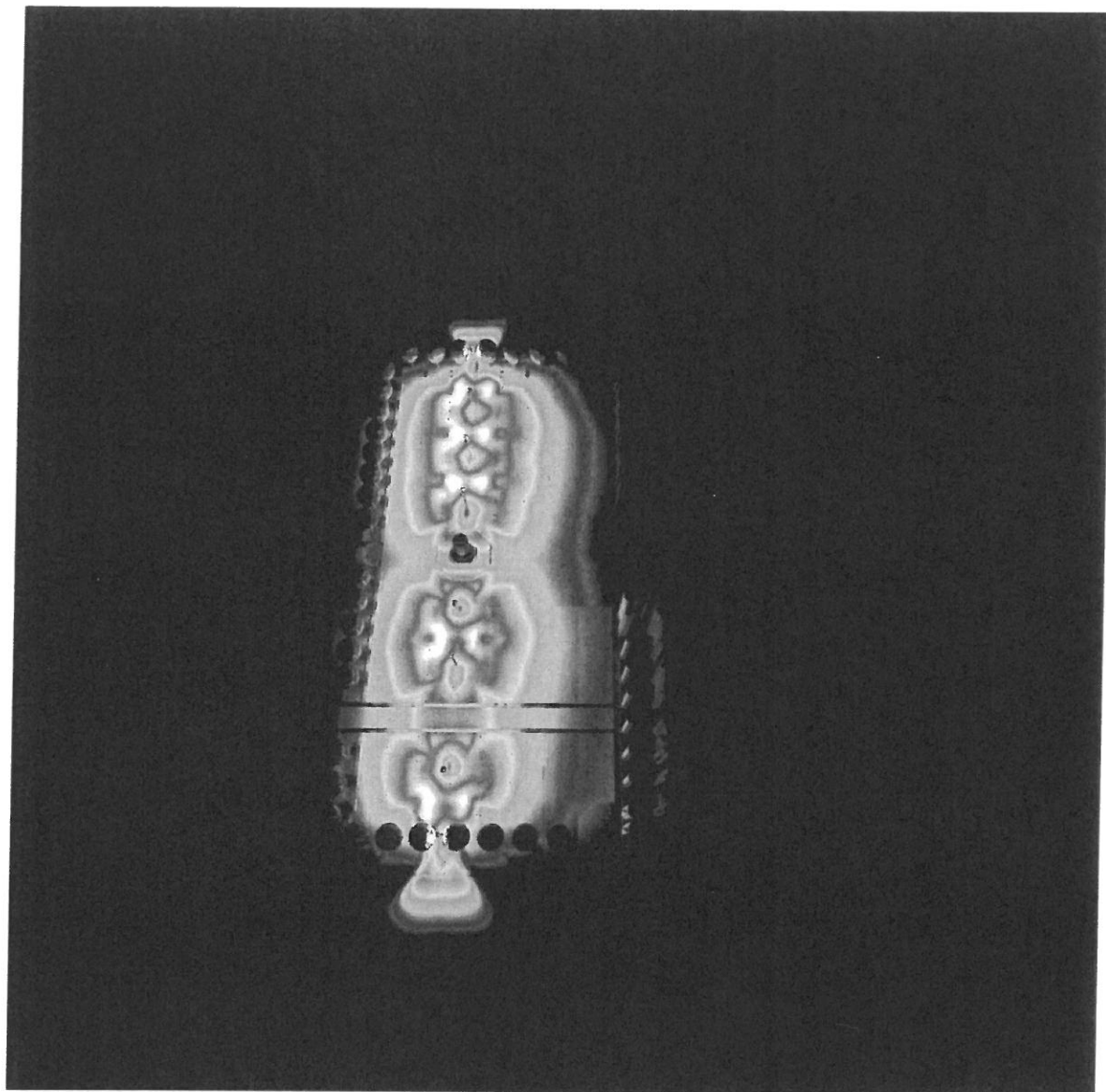


Schröder S.p.A

Via Val della Torre, 131
10040 Caselette_TO

Redattore Arch. Valentina Cagna
Telefono 011-9849111
Fax 011-9849132
e-Mail

Calcoli illuminotecnici / Rendering colori sfalsati

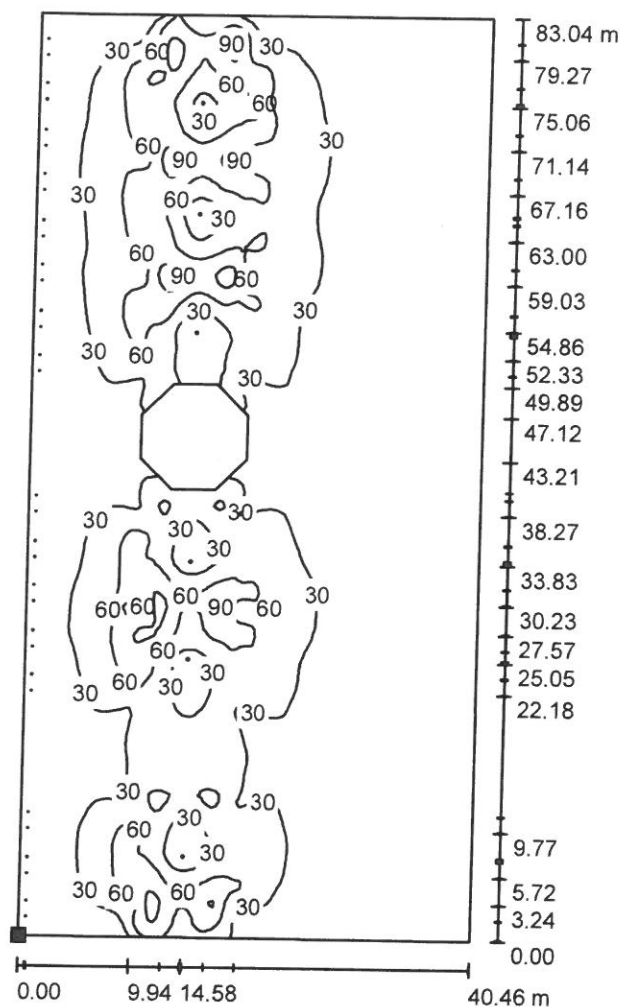


3 4 5 10 20 25 30 50 80 lx

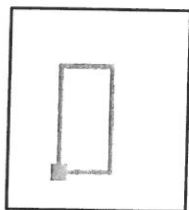
Schröder S.p.A

Via Val della Torre, 131
10040 Caselette_TORedattore Arch. Valentina Cagna
Telefono 011-9849111
Fax 011-9849132
e-Mail

Calcoli illuminotecnici / Piazza Duomo / Isolinee (E, perpendicolare)



Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(11.845 m, 8.348 m, 0.200 m)



Valori in Lux, Scala 1 : 650

Reticolo: 128 x 128 Punti

 E_m [lx]
27

 E_{min} [lx]
1.61

 E_{max} [lx]
112

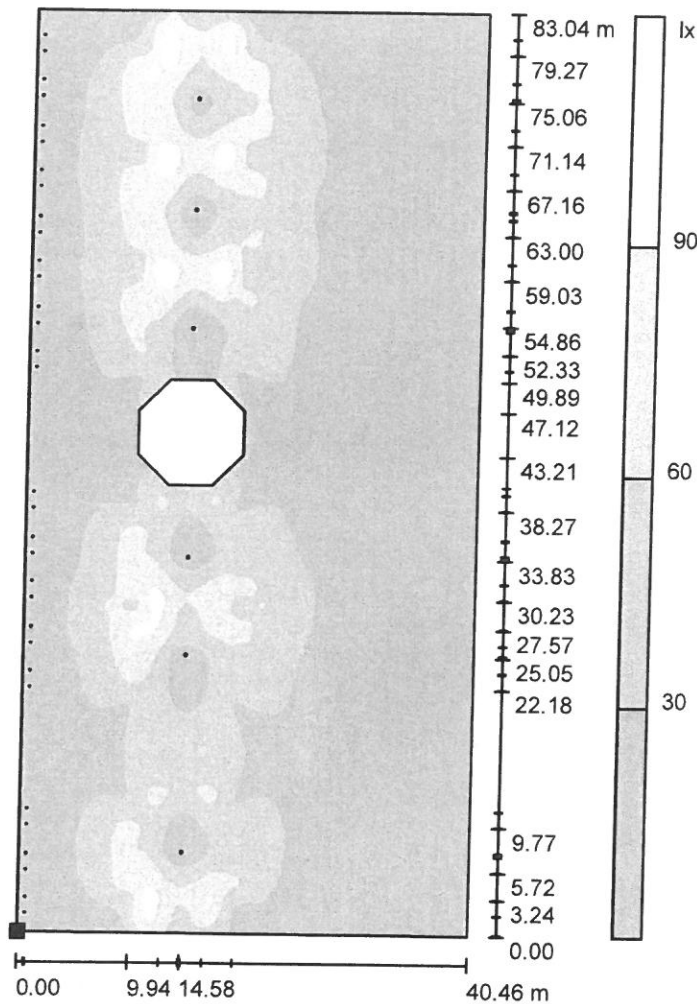
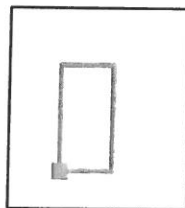
 E_{min} / E_m
0.059

 E_{min} / E_{max}
0.014

Schröder S.p.A

Via Val della Torre, 131
10040 Caselette_TORedattore Arch. Valentina Cagna
Telefono 011-9849111
Fax 011-9849132
e-Mail

Calcoli illuminotecnici / Piazza Duomo / Livelli di grigio (E, perpendicolare)

Posizione della superficie nella
scena esterna:Punto contrassegnato:
(11.845 m, 8.348 m, 0.200 m)

Scala 1 : 650

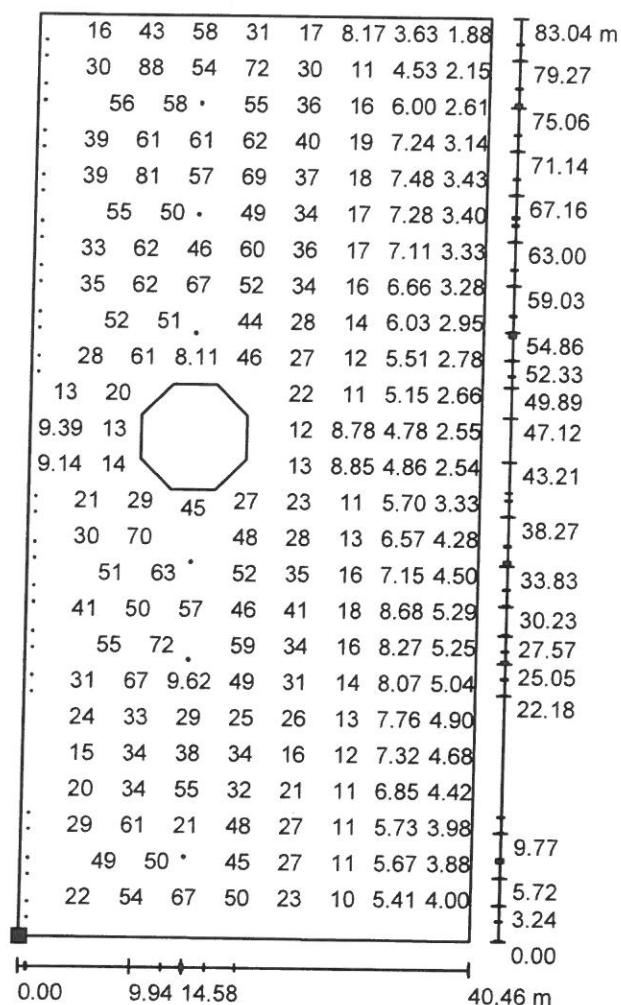
Reticolo: 128 x 128 Punti

 E_m [lx]
27 E_{min} [lx]
1.61 E_{max} [lx]
112 E_{min} / E_m
0.059 E_{min} / E_{max}
0.014

Schröder S.p.A

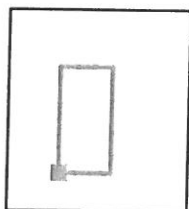
Via Val della Torre, 131
10040 Caselette_TORedattore Arch. Valentina Cagna
Telefono 011-9849111
Fax 011-9849132
e-Mail

Calcoli illuminotecnici / Piazza Duomo / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Valori in Lux, Scala 1 : 650

Posizione della superficie nella
scena esterna:Punto contrassegnato:
(11.845 m, 8.348 m, 0.200 m)

Reticolo: 128 x 128 Punti

 E_m [lx]
27 E_{min} [lx]
1.61 E_{max} [lx]
112 E_{min} / E_m
0.059 E_{min} / E_{max}
0.014

**CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO
PRELIMINARE DELL'IMPIANTO GENERALE DI TERRA**

1) - OGGETTO

Il presente documento costituisce il calcolo preliminare dell'impianto generale di terra da realizzare nell'ambito della sistemazione di Piazza Duomo, con particolare riferimento al dimensionamento del dispersore, sulla base delle prescrizioni normative e dei dati tecnici precisati nel seguito, nonché della costituzione del dispersore già previsto per i lavori di sistemazione del sagrato della Cattedrale di cui il presente è un'integrazione.

È inteso che quanto sviluppato in questa sede costituisce esclusivamente una base giustificativa all'impianto previsto a progetto, ma - fondandosi su alcuni dati ipotizzati ed utilizzando necessariamente formule tecnico / empiriche - verrà verificato nella pratica con specifiche misurazioni da effettuare ad impianto ultimato da parte dell'Impresa esecutrice.

2) - **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Le normative considerate sono le seguenti:

- . CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in c.a. e a 1.500 V in c.c.
- . CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

3) - VALORE MASSIMO DELLA RESISTENZA DI TERRA

Secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8 per sistemi elettrici TT (nei quali come nel caso in esame, la consegna dell'energia avviene in bassa tensione), la resistenza totale di terra non deve superare il valore di:

$$R_t = 50 \text{ V} / I_S$$

dove I_S è il valore della corrente di intervento della protezione magnetica o differenziale, che può essere considerata cautelativamente quella dell'interruttore generale del quadro elettrico di distribuzione per il quale $I_d = 1 \text{ A}$.

Quindi si ha:

$$R_t = 50 \text{ V} / 1 \text{ A} = 50 \Omega.$$

4) - CONFIGURAZIONE DEL DISPERSORE PREVISTO

L'impianto complessivo a progetto comprenderà essenzialmente:

- corda di rame nuda sez. 35 mm² interrata negli scavi dei vari cavidotti;
- picchetti tubolari in acciaio ramato diam. 18÷20 mm - lunghezza 1,5 m, lungo il percorso della corda suddetta.

Lo sviluppo della corda è di circa 180 m; il numero dei picchetti è di 11.

Nelle norme CEI 64-12 sono riportate le formule semplificate per il calcolo della resistenza di terra dei tipo di dispersori più comuni e, nel caso in esame, si considerano:

• dispersore lineare	$R1 = 2\rho / L$
• dispersore a picchetto	$R2 = \rho / l$

dove :
 ρ = resistività del terreno in $\Omega \times m$
 L = sviluppo del dispersore lineare in m
 l = lunghezza interrata del dispersore a picchetto in m

Per l'impianto in oggetto, in relazione a quanto sopraesposto, si ha:

•	L	=	180	m
•	l	=	1,5	m
•	r	=	850	$\Omega \times m$ in quanto - cautelativamente - si è ipotizzato un terreno di natura compresa fra calcarea e sabbiosa con ciottoli.

Si ottiene :
 $R1 = 9,44 \Omega$
 $R2 = 566,67 \Omega$
 R_p = resistenza degli 11 picchetti = 51,52 Ω
 R_T = resistenza totale di terra, come parallelo fra $R1$ e R_p =
 $R1 \times R_p / (R1 + R_p) = 7,98 \Omega$

Il valore così ricavato risulta quindi idoneo - fatte salve le ulteriori verifiche e misure a fine lavori - in quanto inferiore al valore limite di 50 Ω ricavato al punto 3.

5) - ALTRI COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA

Oltre al sistema dispersore, l'impianto di terra comprende ulteriori componenti come qui di seguito elencati:

- conduttori di terra (fra dispersore e piastre equipotenziali) con le seguenti sezioni minime:
 - 25 mm² se in rame e con protezione meccanica ma senza protezione contro la corrosione;
 - 16 mm² se in rame e con protezione contro la corrosione, ma senza protezione meccanica.
- piastre equipotenziali di terra;
- conduttori di protezione per la connessione a terra delle masse metalliche (polo di terra delle prese di corrente, parti metalliche degli apparecchi illuminanti se non di Classe II, ecc..) con sezione pari a quella di fase fino a 16 mm², pari a 16 mm² per sezione di fase fra 16 e 35 mm², pari a metà della sezione di fase se questa è superiore a 35 mm²; qualora si riscontrino sezioni troppo onerose, si potrà ricorrere alla formula:

$$S = \sqrt{I^2 \times t / K}$$

dove: S = sezione minima del conduttore di protezione in mm²;
 I = massima corrente di guasto in A;
 t = tempo di intervento delle protezioni in s;
 K = 143 per cavi isolati in PVC unipolari e 115 per cavi isolati in PVC multipolari

- conduttori equipotenziali per la connessione a terra delle masse estranee (tubazioni idriche, canali metallici, tubazioni e canalizzazioni tecnologiche, ecc..), con sezioni minime pari alla metà della sezione del conduttore di protezione più elevata dell'impianto con il minimo di 6 mm² ed il massimo di 25 mm² per conduttori in rame.