



COMPLETAMENTO POLO SICUREZZA IN VIA NERUDA - VIA UNGARETTI AI SENSI ART. 1 COMMA 2 LETT. A) LEGGE 120/2020

committente:

Città di Castel Maggiore
3° Settore LL.PP. e Ambiente
Servizio Lavori Pubblici
lavori.pubblici@comune.castel-maggiore.bo.it

R.U.P.

Geom. Lucia Campana

progettisti in RTP:

mandataria

sgLab
ingegneria e architettura

SGLAB s.r.l.
via magenta 9
40128 bologna BO
051373013
staff@sglab.it
www.sglab.it
commessa: 3370

coordinamento generale:

ing. Giovanni Stagni

direttore tecnico:

ing. Andrea Sereni

progetto e DL:

ing. Giovanni Stagni

mandanti

STUDIO AZ S.r.l.
via Mattei 88/b - Bologna

TEKIS - Ilir Shehu
via Dei Giardini 11 - Bologna

progetto e DL impianti elettrici:

Per. Ind. Loris Amaduzzi

progetto e DL impianti meccanici:

Ing. Ilir Shehu

PROGETTO ESECUTIVO

titolo: **PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI**
Relazione di calcolo

scala: -

data: aprile 2021

file: IE01-09 - Progetto Impianti Elettrici.dwg

IE-RC

- Calcoli Linee e Quadri elettrici
- Calcoli illuminotecnici Normale – Emergenza
- Calcolo impianto fotovoltaico Caserma
- Calcolo impianto fotovoltaico C.O.C.
- Calcolo della Protezione dalle Scariche Atmosferiche

➤ Calcoli Linee e Quadri elettrici

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCCAR] QUADRO CONTATORI CASERMA CARABINIERI

LINEA: DA CONTATORE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
30	48,3	48,3	48,3	48,3	0,89		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1	3F+N+PE	uni	1	16	30	1		-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE 1x 16 1x 16 1x 16	1,16	0,11	13,86	22,11	0,02	0,02	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
48,3	107	10	9,73	7,4	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Da Contatore	iC60 N	4	C	63	63	-	0,63	0,63
Q1	4	-	-	-	Vigi	A	1	S

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCCAR] QUADRO CONTATORI CASERMA CARABINIERI

LINEA: A QUADRO CASERMA CARABINIERI (QCAR)

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
30	48,3	48,3	48,3	48,3	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.1	3F+N+PE	uni	25	16	30	1		-	ravv.		1

Sezione fase	Conduttori neutro	Conduttori PE	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 16	1x 16	1x 16	28,94	2,8	42,8	24,91	0,68	0,71	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
48,3	107	9,73	5,12	1,58	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCFOR] QUADRO CONTATORI FORESTERIA

LINEA: DA CONTATORE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
30	48,3	48,3	48,3	48,3	0,89		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1	3F+N+PE	uni	1	11	30			-	ravv.		1

Sezione fase	Conduttori neutro	[mm ²] PE	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 16	1x 16	1x 16	1,16	0,11	13,86	22,11	0,02	0,02	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
48,3	107	10	9,73	7,4	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Da Contatore	iC60 N	4	C	63	63	-	0,63	0,63
Q1	4	-	-	-	Vigi	A	1	S

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCFOR] QUADRO CONTATORI FORESTERIA

LINEA: A QUADRO FORESTERIA (QFOR)

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
30	48,3	48,3	48,3	48,3	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.1	3F+N+PE	uni	45	16	30	1		-	ravv.		1

Sezione fase	Conduttori neutro	Conduttori PE	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 16	1x 16	1x 16	52,09	5,04	65,95	27,15	1,24	1,26	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
48,3	107	9,73	3,56	0,94	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCCOC] QUADRO CONTATORI C.O.C.

LINEA: DA CONTATORE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
30	48,3	48,3	48,3	48,3	0,89		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1	3F+N+PE	uni	1	11	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]	fase	neutro	PE	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 16	1x 16	1x 16		1,16	0,11	13,86	22,11	0,02	0,02	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
48,3	107	10	9,73	7,4	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Da Contatore	iC60 N	4	C	63	63	-	0,63	0,63
Q1	4	-	-	-	Vigi	A	1	S

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCCOC] QUADRO CONTATORI C.O.C.

LINEA: A QUADRO CENTRO OPERATIVO COMUNALE (QCOC)

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
30	48,3	48,3	48,3	48,3	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.1	3F+N+PE	uni	45	61	30		1,08	0,8	ravv.		1

Sezione fase	Conduttori neutro	Conduttori PE	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 16	1x 16	1x 16	52,09	5,04	65,95	27,15	1,24	1,26	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc} max inizio linea [kA]	I _{cc} max Fine linea [kA]	I _{cc} min fine linea [kA]	I _{cc} Terra [kA]
48,3	77,33	9,73	3,56	0,94	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCALL] QUADRO CONTATORI ALLOGGI 1

LINEA: DA CONTATORE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
6	28,98	28,98	0	0	0,89		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1	F+N+PE	uni	1	01	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²] fase neutro PE			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 6	1x 6	1x 6	3,09	0,14	24,17	36,65	0,08	0,08	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
28,98	34	6	5,52	4,31	0,05

Designazione / Conduttore
FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Da Contatore	iC60 N	2	C	32	32	-	0,32	0,32
Q1	2	-	-	-	Vigi	A	0,3	S

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCALL] QUADRO CONTATORI ALLOGGI 1

LINEA: A QUADRO ALLOGGIO 1

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
6	28,98	28,98	0	0	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.1	F+N+PE	uni	20	01	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²] fase neutro PE			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 6	1x 6	1x 6	61,73	2,7	85,9	39,35	1,71	1,79	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
28,98	34	5,52	1,61	0,9	0,05

Designazione / Conduttore
FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCALL] QUADRO CONTATORI ALLOGGI 2

LINEA: DA CONTATORE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
6	28,98	28,98	0	0	0,89		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1	F+N+PE	uni	1	01	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 6	1x 6	1x 6	3,09	0,14	24,17	36,65	0,08	0,08	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc} max inizio linea [kA]	I _{cc} max Fine linea [kA]	I _{cc} min fine linea [kA]	I _{cc} Terra [kA]
28,98	34	6	5,52	4,31	0,05

Designazione / Conduttore
FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Da Contatore	iC60 N	2	C	32	32	-	0,32	0,32
Q1	2	-	-	-	Vigi	A	0,3	S

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCALL] QUADRO CONTATORI ALLOGGI 2

LINEA: A QUADRO ALLOGGIO 2

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
6	28,98	28,98	0	0	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.1	F+N+PE	uni	20	01	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²] fase neutro PE			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 6	1x 6	1x 6	61,73	2,7	85,9	39,35	1,71	1,79	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
28,98	34	5,52	1,61	0,9	0,05

Designazione / Conduttore
FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCALL] QUADRO CONTATORI ALLOGGI 3

LINEA: DA CONTATORE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
6	28,98	28,98	0	0	0,89		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1	F+N+PE	uni	1	01	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²] fase neutro PE			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 6	1x 6	1x 6	3,09	0,14	24,17	36,65	0,08	0,08	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
28,98	34	6	5,52	4,31	0,05

Designazione / Conduttore
FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
Da Contatore	iC60 N	2	C	32	32	-	0,32	0,32
Q1	2	-	-	-	Vigi	A	0,3	S

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CLIENTE: COMUNE DI CASTEL MAGGIORE (BO)

Impianto: Nuova Caserma Castel Maggiore (BO)

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCALL] QUADRO CONTATORI ALLOGGI 3

LINEA: A QUADRO ALLOGGIO 3

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
6	28,98	28,98	0	0	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.1	F+N+PE	uni	20	01	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²] fase neutro PE			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 6	1x 6	1x 6	61,73	2,7	85,9	39,35	1,71	1,79	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
28,98	34	5,52	1,61	0,9	0,05

Designazione / Conduttore
FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

➤ Calcoli illuminotecnici Normale – Emergenza

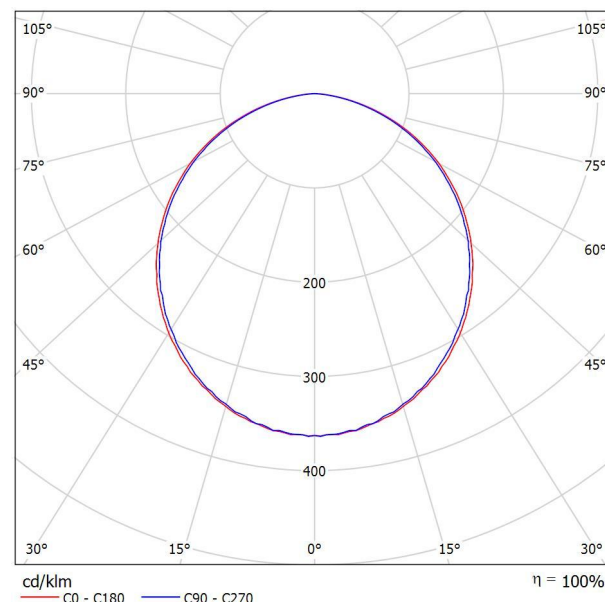


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



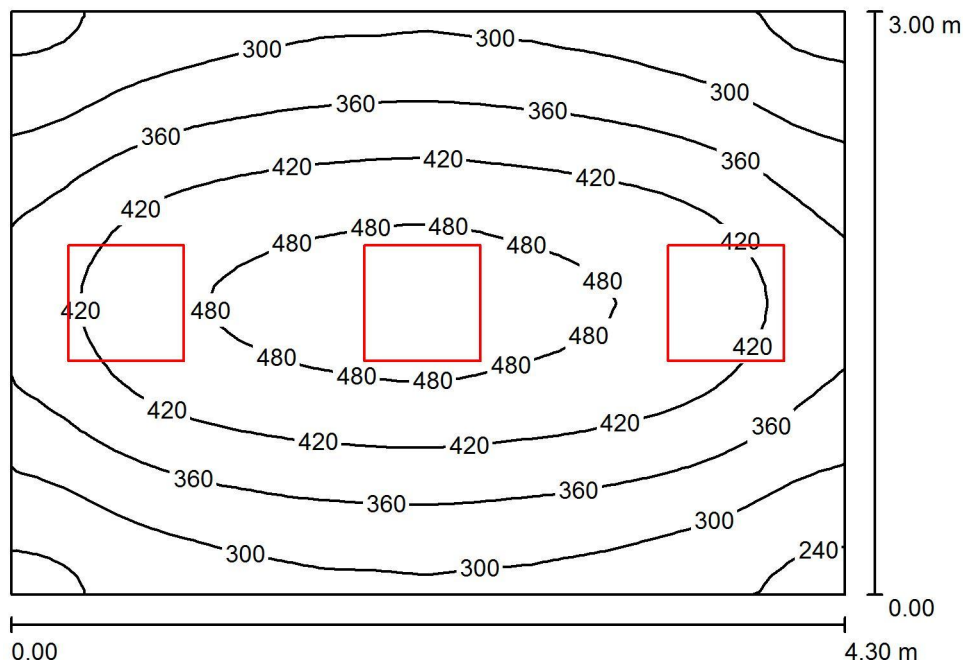
Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 48 80 96 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
ρ Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	17.0	18.3	17.3	18.6	18.8	17.0	18.3	17.3	18.5	18.8
	3H	18.6	19.8	18.9	20.0	20.3	18.5	19.7	18.8	19.9	20.2
	4H	19.1	20.3	19.5	20.5	20.8	19.1	20.2	19.4	20.5	20.7
	6H	19.5	20.6	19.9	20.9	21.2	19.4	20.5	19.8	20.8	21.1
	8H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
4H	12H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
	2H	17.7	18.8	18.1	19.1	19.4	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.4	20.4	19.8	20.7	21.0	19.4	20.3	19.7	20.6	21.0
	4H	20.1	21.0	20.5	21.3	21.7	20.1	20.9	20.4	21.2	21.6
	6H	20.6	21.3	21.0	21.7	22.1	20.5	21.3	20.9	21.6	22.0
8H	12H	20.7	21.4	21.2	21.8	22.2	20.7	21.3	21.1	21.7	22.1
	2H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.3	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2
	4H	20.4	21.1	20.8	21.5	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	20.9	21.5	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5
12H	12H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6
	4H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
	12H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.8				
Tabella standard		BK05					BK05				
Addendo di correzione		3.6					3.6				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3160lm Flusso luminoso sferico											

Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Tipo CC / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	377	215	511	0.571
Pavimento	20	284	195	347	0.687
Soffitto	70	93	61	138	0.657
Pareti (4)	50	210	70	851	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 32 x 32 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.609, Soffitto / superficie utile: 0.247.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	3	3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 (1.000)	3160	3160	36.0
Totale:			9480	9480	108.0

Potenza allacciata specifica: $8.37 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.90 m^2)

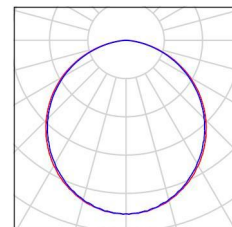


Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Tipo CC / Lista pezzi lampade

3 Pezzo 3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP
596x596
Articolo No.: 22742
Flusso luminoso (Lampada): 3160 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 3160 lm
Potenza lampade: 36.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 48 80 96 100 100
Dotazione: 1 x LED 32W (Fattore di correzione
1.000).

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





Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Tipo CC / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 9480 lm
 Potenza totale: 108.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m ²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	280	96	377	/	/
Pavimento	192	92	284	20	18
Soffitto	0.00	93	93	70	21
Parete 1	110	85	195	50	31
Parete 2	145	83	228	50	36
Parete 3	110	86	196	50	31
Parete 4	148	84	232	50	37

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_m : 0.571 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.421 (1:2)

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.609, Soffitto / superficie utile: 0.247.

Potenza allacciata specifica: $8.37 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.90 m^2)

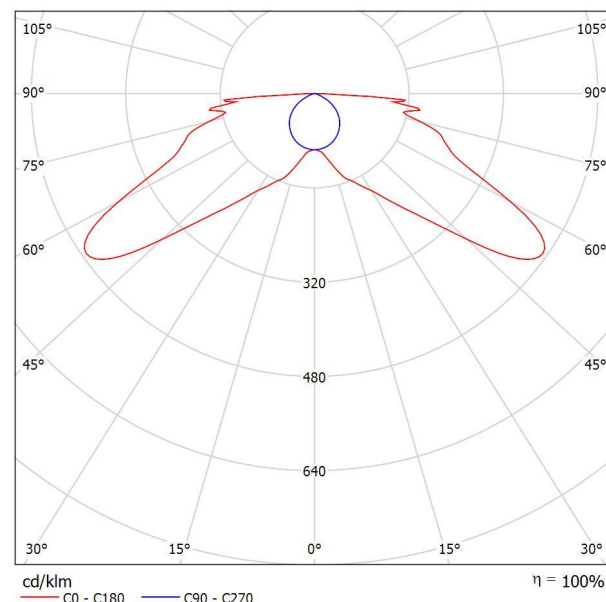


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 22 58 86 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR										
ρ Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade			
2H	2H	21.9	23.7	22.3	23.9	24.2	13.3	15.1	13.7	15.3
	3H	23.7	25.2	24.0	25.5	25.8	14.4	16.0	14.8	16.3
	4H	24.6	26.1	25.0	26.4	26.7	14.7	16.2	15.0	16.5
	6H	25.6	27.0	25.9	27.3	27.6	14.8	16.2	15.1	16.5
	8H	26.3	27.7	26.7	28.0	28.4	14.7	16.1	15.1	16.4
12H	27.0	28.3	27.4	28.7	29.0	14.7	16.0	15.1	16.4	
4H	2H	22.4	23.9	22.8	24.3	24.6	17.8	19.3	18.2	19.6
	3H	24.4	25.7	24.8	26.1	26.4	19.3	20.6	19.7	21.0
	4H	25.6	26.8	26.0	27.1	27.5	19.9	21.0	20.3	21.4
	6H	26.8	27.8	27.2	28.2	28.6	20.1	21.2	20.6	21.6
	8H	27.7	28.7	28.1	29.1	29.5	20.2	21.1	20.6	21.6
12H	28.5	29.4	29.0	29.9	30.3	20.2	21.1	20.6	21.5	
8H	4H	25.9	26.8	26.3	27.3	27.7	21.5	22.4	21.9	22.8
	6H	27.3	28.1	27.8	28.6	29.0	22.2	23.1	22.7	23.5
	8H	28.5	29.2	28.9	29.7	30.1	22.5	23.3	23.0	23.7
	12H	29.6	30.2	30.1	30.7	31.2	22.7	23.4	23.2	23.8
	12H	4H	25.9	26.8	26.3	27.2	27.7	21.8	22.7	22.3
6H	27.4	28.2	27.9	28.6	29.1	22.8	23.5	23.3	24.0	
8H	28.7	29.3	29.2	29.8	30.3	23.3	24.0	23.8	24.4	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S										
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.1 / -0.1			
S = 1.5H		+0.4 / -0.3					+0.3 / -0.4			
S = 2.0H		+0.7 / -0.6					+0.6 / -0.7			
Tabella standard		BK09					---			
Addendo di correzione		12.0					---			
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 600lm Flusso luminoso sferico										

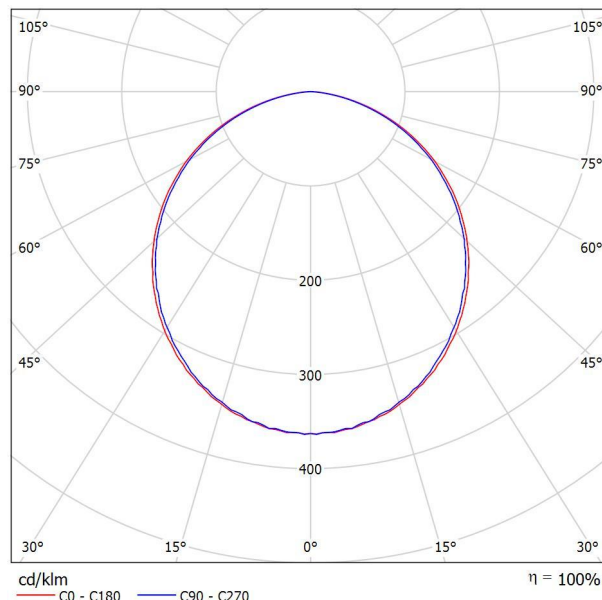


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 48 80 96 100 100

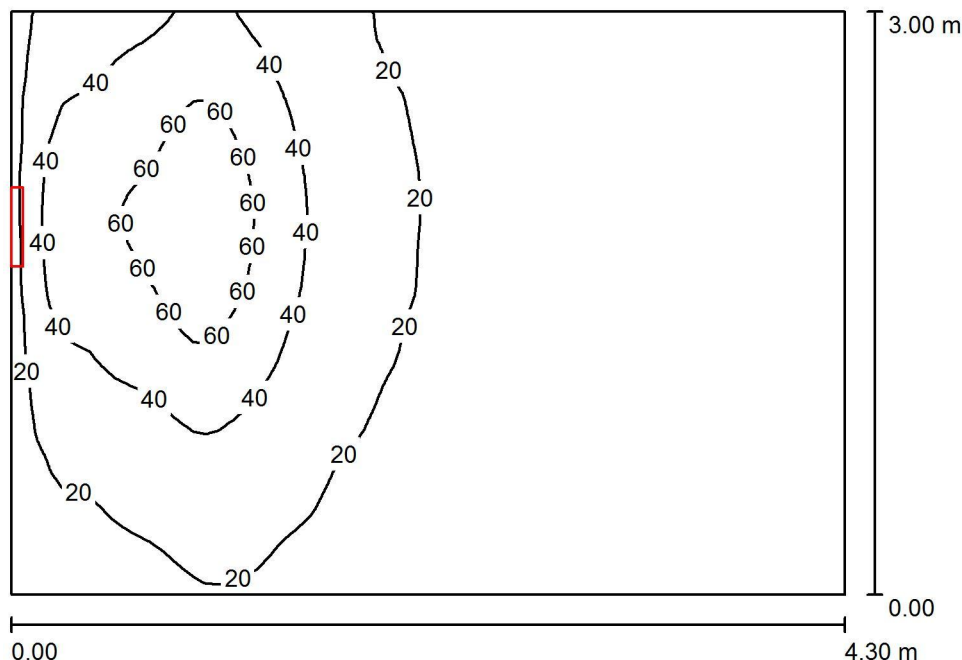
Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	17.0	18.3	17.3	18.6	18.8	17.0	18.3	17.3	18.5	18.8
	3H	18.6	19.8	18.9	20.0	20.3	18.5	19.7	18.8	19.9	20.2
	4H	19.1	20.3	19.5	20.5	20.8	19.1	20.2	19.4	20.5	20.7
	6H	19.5	20.6	19.9	20.9	21.2	19.4	20.5	19.8	20.8	21.1
	8H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
4H	12H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
	2H	17.7	18.8	18.1	19.1	19.4	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.4	20.4	19.8	20.7	21.0	19.4	20.3	19.7	20.6	21.0
	4H	20.1	21.0	20.5	21.3	21.7	20.1	20.9	20.4	21.2	21.6
	6H	20.6	21.3	21.0	21.7	22.1	20.5	21.3	20.9	21.6	22.0
8H	12H	20.7	21.4	21.2	21.8	22.2	20.7	21.3	21.1	21.7	22.1
	2H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.3	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2
	4H	20.4	21.1	20.8	21.5	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	20.9	21.5	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5
12H	12H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6
	4H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
	12H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.8				
Tabella standard		BK05					BK05				
Addendo di correzione		3.6					3.6				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3160lm Flusso luminoso sferico											



Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Tipo CC / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.300 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	22	4.75	79	0.221
Pavimento	20	17	5.81	35	0.348
Soffitto	70	22	3.05	485	0.137
Pareti (4)	50	11	3.79	66	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 64 x 64 Punti
 Zona margine: 0.000 m

UGR

Parete sinistra 25
 Parete inferiore 24
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale- Trasversale verso l'asse
 lampade

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.539, Soffitto / superficie utile: 1.035.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W (1.000)	600	600	6.5
Totale:			600	600	6.5

Potenza allacciata specifica: $0.50 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.90 m^2)

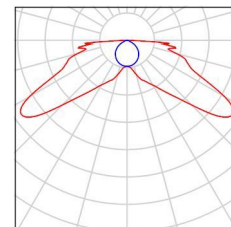


Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Tipo CC / Lista pezzi lampade

1 Pezzo Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W
Articolo No.: 17305
Flusso luminoso (Lampada): 600 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 600 lm
Potenza lampade: 6.5 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 22 58 86 100 100
Dotazione: 1 x 17305o LED (Fattore di correzione 1.000).

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





Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Tipo CC / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 600 lm
 Potenza totale: 6.5 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	12	9.14	22	/	/
Pavimento	9.01	7.71	17	20	1.06
Soffitto	17	5.09	22	70	4.96
Parete 1	3.70	6.20	9.90	50	1.58
Parete 2	2.69	4.42	7.11	50	1.13
Parete 3	6.40	7.17	14	50	2.16
Parete 4	0.00	12	12	50	1.91

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_m : 0.221 (1:5)

E_{\min} / E_{\max} : 0.060 (1:17)

UGR

Parete sinistra

Parete inferiore

(CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale-

25

24

Trasversale

15

19

verso l'asse
lampade

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.539, Soffitto / superficie utile: 1.035.

Potenza allacciata specifica: $0.50 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.90 m^2)

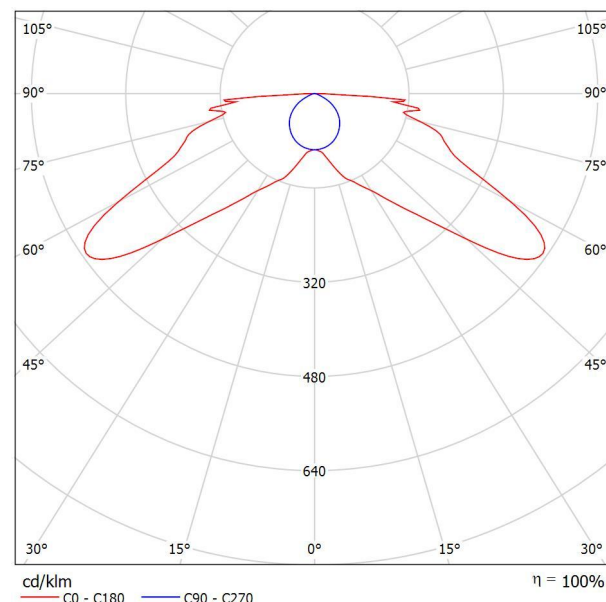


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 22 58 86 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR										
ρ Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade			
2H	2H	21.9	23.7	22.3	23.9	24.2	13.3	15.1	13.7	15.3
	3H	23.7	25.2	24.0	25.5	25.8	14.4	16.0	14.8	16.3
	4H	24.6	26.1	25.0	26.4	26.7	14.7	16.2	15.0	16.5
	6H	25.6	27.0	25.9	27.3	27.6	14.8	16.2	15.1	16.5
	8H	26.3	27.7	26.7	28.0	28.4	14.7	16.1	15.1	16.4
4H	12H	27.0	28.3	27.4	28.7	29.0	14.7	16.0	15.1	16.4
	2H	22.4	23.9	22.8	24.3	24.6	17.8	19.3	18.2	19.6
	3H	24.4	25.7	24.8	26.1	26.4	19.3	20.6	19.7	21.0
	4H	25.6	26.8	26.0	27.1	27.5	19.9	21.0	20.3	21.4
	6H	26.8	27.8	27.2	28.2	28.6	20.1	21.2	20.6	21.6
8H	8H	27.7	28.7	28.1	29.1	29.5	20.2	21.1	20.6	21.6
	12H	28.5	29.4	29.0	29.9	30.3	20.2	21.1	20.6	21.5
	4H	25.9	26.8	26.3	27.3	27.7	21.5	22.4	21.9	22.8
	6H	27.3	28.1	27.8	28.6	29.0	22.2	23.1	22.7	23.5
	8H	28.5	29.2	28.9	29.7	30.1	22.5	23.3	23.0	23.7
12H	12H	29.6	30.2	30.1	30.7	31.2	22.7	23.4	23.2	23.8
	4H	25.9	26.8	26.3	27.2	27.7	21.8	22.7	22.3	23.1
	6H	27.4	28.2	27.9	28.6	29.1	22.8	23.5	23.3	24.0
	8H	28.7	29.3	29.2	29.8	30.3	23.3	24.0	23.8	24.4
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S										
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.1 / -0.1			
S = 1.5H		+0.4 / -0.3					+0.3 / -0.4			
S = 2.0H		+0.7 / -0.6					+0.6 / -0.7			
Tabella standard		BK09					---			
Addendo di correzione		12.0					---			
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 600lm Flusso luminoso sferico										

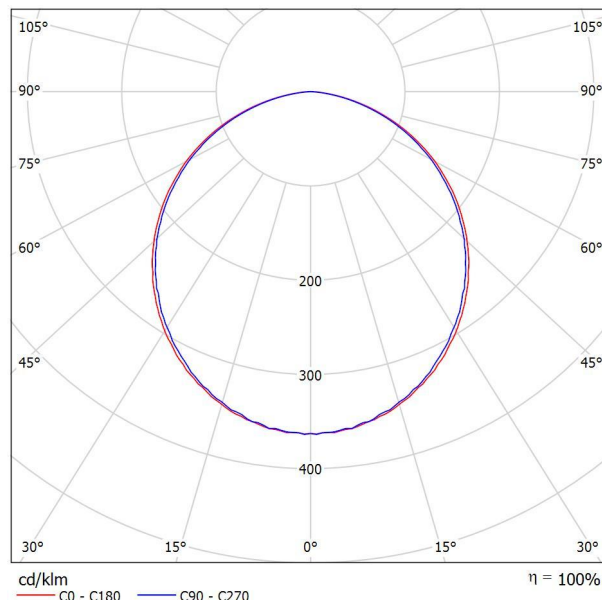


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



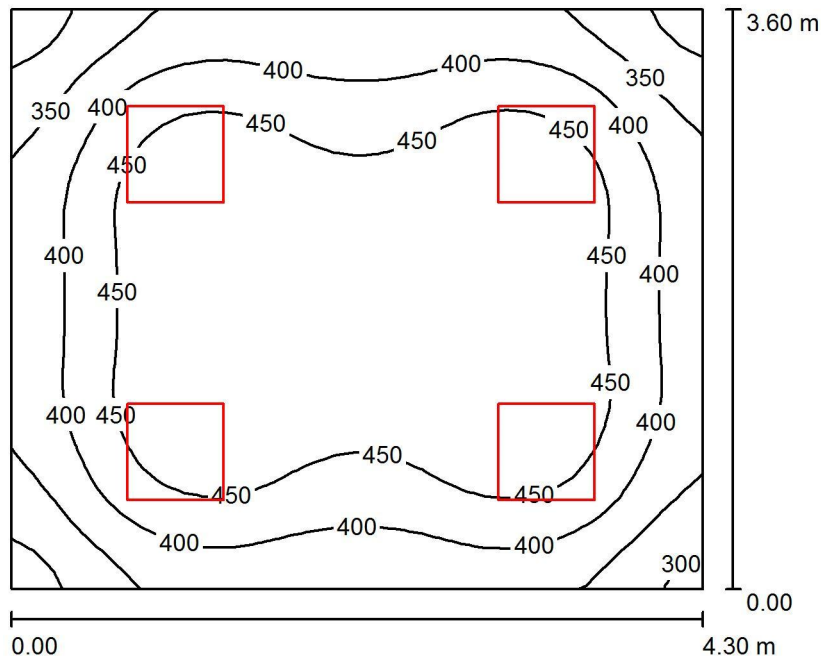
Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 48 80 96 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	17.0	18.3	17.3	18.6	18.8	17.0	18.3	17.3	18.5	18.8
	3H	18.6	19.8	18.9	20.0	20.3	18.5	19.7	18.8	19.9	20.2
	4H	19.1	20.3	19.5	20.5	20.8	19.1	20.2	19.4	20.5	20.7
	6H	19.5	20.6	19.9	20.9	21.2	19.4	20.5	19.8	20.8	21.1
	8H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
4H	12H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
	2H	17.7	18.8	18.1	19.1	19.4	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.4	20.4	19.8	20.7	21.0	19.4	20.3	19.7	20.6	21.0
	4H	20.1	21.0	20.5	21.3	21.7	20.1	20.9	20.4	21.2	21.6
	6H	20.6	21.3	21.0	21.7	22.1	20.5	21.3	20.9	21.6	22.0
8H	12H	20.7	21.4	21.2	21.8	22.2	20.7	21.3	21.1	21.7	22.1
	2H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.3	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2
	4H	20.4	21.1	20.8	21.5	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	20.9	21.5	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5
12H	12H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6
	4H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
	12H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.8				
Tabella standard		BK05					BK05				
Addendo di correzione		3.6					3.6				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3160lm Flusso luminoso sferico											

Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Comandante CC / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	426	277	503	0.649
Pavimento	20	330	231	387	0.701
Soffitto	70	107	76	120	0.706
Pareti (4)	50	248	89	477	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 32 x 32 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.644, Soffitto / superficie utile: 0.251.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	4	3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 (1.000)	3160	3160	36.0
Totale:			12640	12640	144.0

Potenza allacciata specifica: $9.30 \text{ W/m}^2 = 2.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.48 m^2)

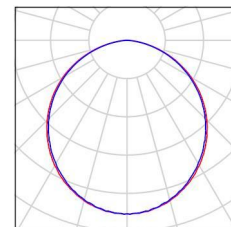


Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Comandante CC / Lista pezzi lampade

4 Pezzo 3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP
596x596
Articolo No.: 22742
Flusso luminoso (Lampada): 3160 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 3160 lm
Potenza lampade: 36.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 48 80 96 100 100
Dotazione: 1 x LED 32W (Fattore di correzione
1.000).

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





Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Comandante CC / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 12640 lm
Potenza totale: 144.0 W
Fattore di manutenzione: 0.80
Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	316	110	426	/	/
Pavimento	224	106	330	20	21
Soffitto	0.00	107	107	70	24
Parete 1	153	97	251	50	40
Parete 2	152	98	250	50	40
Parete 3	148	97	246	50	39
Parete 4	147	97	244	50	39

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_m : 0.649 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.550 (1:2)

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.644, Soffitto / superficie utile: 0.251.

Potenza allacciata specifica: $9.30 \text{ W/m}^2 = 2.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.48 m^2)

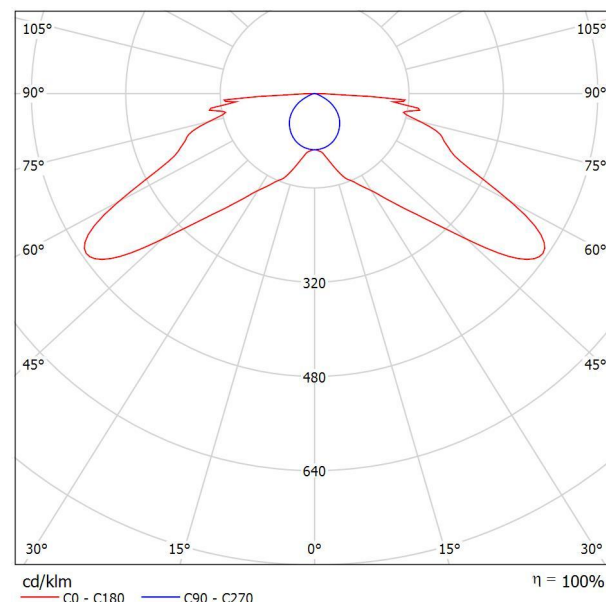


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 22 58 86 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR										
ρ Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade			
2H	2H	21.9	23.7	22.3	23.9	24.2	13.3	15.1	13.7	15.3
	3H	23.7	25.2	24.0	25.5	25.8	14.4	16.0	14.8	16.3
	4H	24.6	26.1	25.0	26.4	26.7	14.7	16.2	15.0	16.5
	6H	25.6	27.0	25.9	27.3	27.6	14.8	16.2	15.1	16.5
	8H	26.3	27.7	26.7	28.0	28.4	14.7	16.1	15.1	16.4
12H	27.0	28.3	27.4	28.7	29.0	14.7	16.0	15.1	16.4	
4H	2H	22.4	23.9	22.8	24.3	24.6	17.8	19.3	18.2	19.6
	3H	24.4	25.7	24.8	26.1	26.4	19.3	20.6	19.7	21.0
	4H	25.6	26.8	26.0	27.1	27.5	19.9	21.0	20.3	21.4
	6H	26.8	27.8	27.2	28.2	28.6	20.1	21.2	20.6	21.6
	8H	27.7	28.7	28.1	29.1	29.5	20.2	21.1	20.6	21.6
12H	28.5	29.4	29.0	29.9	30.3	20.2	21.1	20.6	21.5	
8H	4H	25.9	26.8	26.3	27.3	27.7	21.5	22.4	21.9	22.8
	6H	27.3	28.1	27.8	28.6	29.0	22.2	23.1	22.7	23.5
	8H	28.5	29.2	28.9	29.7	30.1	22.5	23.3	23.0	23.7
	12H	29.6	30.2	30.1	30.7	31.2	22.7	23.4	23.2	23.8
	12H	4H	25.9	26.8	26.3	27.2	27.7	21.8	22.7	22.3
6H	27.4	28.2	27.9	28.6	29.1	22.8	23.5	23.3	24.0	
8H	28.7	29.3	29.2	29.8	30.3	23.3	24.0	23.8	24.4	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S										
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.1 / -0.1			
S = 1.5H		+0.4 / -0.3					+0.3 / -0.4			
S = 2.0H		+0.7 / -0.6					+0.6 / -0.7			
Tabella standard		BK09					---			
Addendo di correzione		12.0					---			
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 600lm Flusso luminoso sferico										

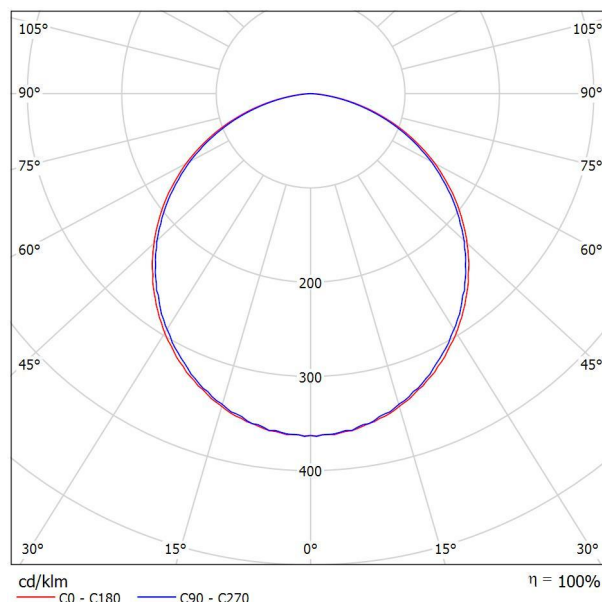


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 48 80 96 100 100

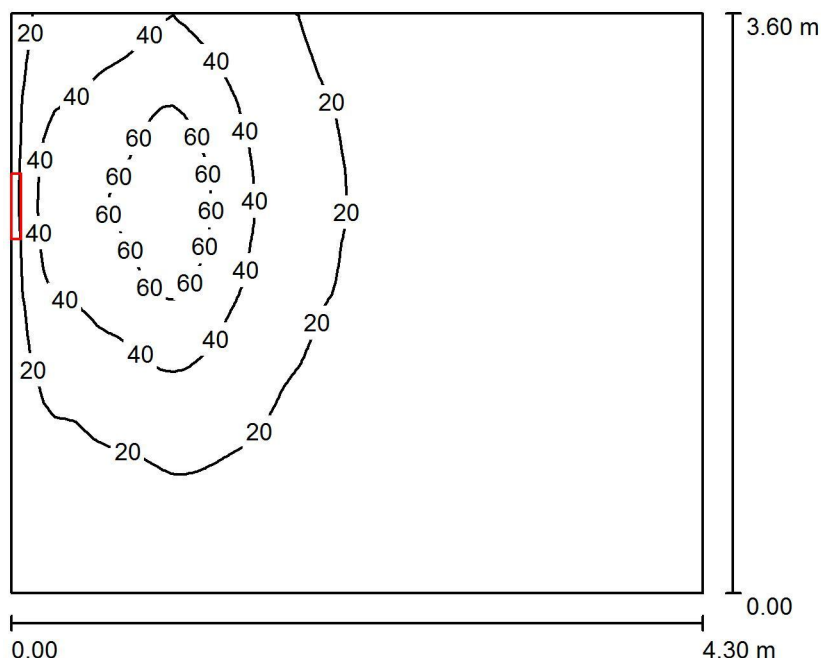
Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	17.0	18.3	17.3	18.6	18.8	17.0	18.3	17.3	18.5	18.8
	3H	18.6	19.8	18.9	20.0	20.3	18.5	19.7	18.8	19.9	20.2
	4H	19.1	20.3	19.5	20.5	20.8	19.1	20.2	19.4	20.5	20.7
	6H	19.5	20.6	19.9	20.9	21.2	19.4	20.5	19.8	20.8	21.1
	8H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
4H	12H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
	2H	17.7	18.8	18.1	19.1	19.4	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.4	20.4	19.8	20.7	21.0	19.4	20.3	19.7	20.6	21.0
	4H	20.1	21.0	20.5	21.3	21.7	20.1	20.9	20.4	21.2	21.6
	6H	20.6	21.3	21.0	21.7	22.1	20.5	21.3	20.9	21.6	22.0
8H	12H	20.7	21.4	21.2	21.8	22.2	20.7	21.3	21.1	21.7	22.1
	2H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.3	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2
	4H	20.4	21.1	20.8	21.5	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	20.9	21.5	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5
12H	12H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6
	4H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
	12H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.8				
Tabella standard		BK05					BK05				
Addendo di correzione		3.6					3.6				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3160lm Flusso luminoso sferico											



Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Comandante CC / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.300 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	19	4.25	78	0.225
Pavimento	20	15	5.06	35	0.334
Soffitto	70	19	2.79	484	0.149
Pareti (4)	50	9.24	3.47	67	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 64 x 64 Punti
 Zona margine: 0.000 m

UGR

Parete sinistra 26
 Parete inferiore 24
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale-

Trasversale

verso l'asse
lampade

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.518, Soffitto / superficie utile: 0.991.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W (1.000)	600	600	6.5
Totale:			600	600	6.5

Potenza allacciata specifica: $0.42 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.48 m^2)

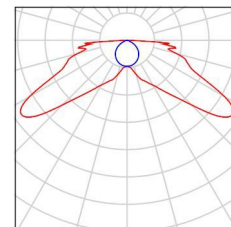


Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Comandante CC / Lista pezzi lampade

1 Pezzo Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W
Articolo No.: 17305
Flusso luminoso (Lampada): 600 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 600 lm
Potenza lampade: 6.5 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 22 58 86 100 100
Dotazione: 1 x 17305o LED (Fattore di correzione 1.000).

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





Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Ufficio Comandante CC / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 600 lm
 Potenza totale: 6.5 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	11	7.99	19	/	/
Pavimento	8.27	6.85	15	20	0.96
Soffitto	14	4.30	19	70	4.18
Parete 1	2.65	5.00	7.65	50	1.22
Parete 2	2.57	4.00	6.57	50	1.05
Parete 3	5.98	6.40	12	50	1.97
Parete 4	0.00	10	10	50	1.60

Regolarità sulla superficie utile

E_{min} / E_m : 0.225 (1:4)

E_{min} / E_{max} : 0.055 (1:18)

UGR

Parete sinistra

Parete inferiore

(CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale-

26

24

Trasversale

20

19

verso l'asse
lampade

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.518, Soffitto / superficie utile: 0.991.

Potenza allacciata specifica: $0.42 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.48 m^2)

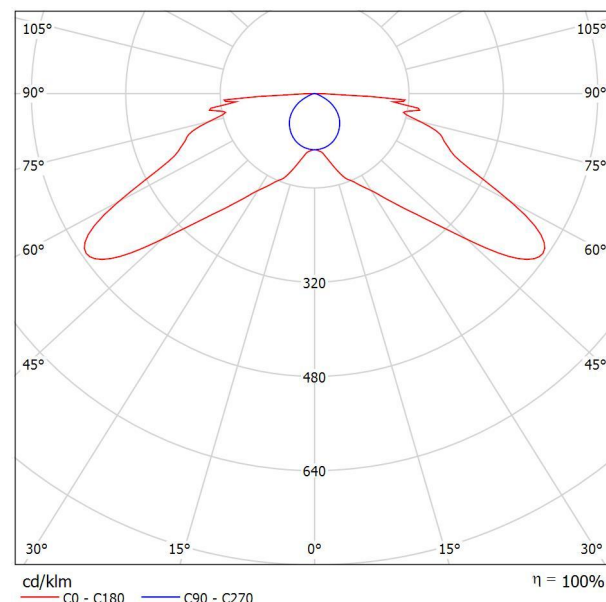


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 22 58 86 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR										
ρ Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade			
2H	2H	21.9	23.7	22.3	23.9	24.2	13.3	15.1	13.7	15.3
	3H	23.7	25.2	24.0	25.5	25.8	14.4	16.0	14.8	16.3
	4H	24.6	26.1	25.0	26.4	26.7	14.7	16.2	15.0	16.5
	6H	25.6	27.0	25.9	27.3	27.6	14.8	16.2	15.1	16.5
	8H	26.3	27.7	26.7	28.0	28.4	14.7	16.1	15.1	16.4
12H	27.0	28.3	27.4	28.7	29.0	14.7	16.0	15.1	16.4	
4H	2H	22.4	23.9	22.8	24.3	24.6	17.8	19.3	18.2	19.6
	3H	24.4	25.7	24.8	26.1	26.4	19.3	20.6	19.7	21.0
	4H	25.6	26.8	26.0	27.1	27.5	19.9	21.0	20.3	21.4
	6H	26.8	27.8	27.2	28.2	28.6	20.1	21.2	20.6	21.6
	8H	27.7	28.7	28.1	29.1	29.5	20.2	21.1	20.6	21.6
12H	28.5	29.4	29.0	29.9	30.3	20.2	21.1	20.6	21.5	
8H	4H	25.9	26.8	26.3	27.3	27.7	21.5	22.4	21.9	22.8
	6H	27.3	28.1	27.8	28.6	29.0	22.2	23.1	22.7	23.5
	8H	28.5	29.2	28.9	29.7	30.1	22.5	23.3	23.0	23.7
	12H	29.6	30.2	30.1	30.7	31.2	22.7	23.4	23.2	23.8
	12H	4H	25.9	26.8	26.3	27.2	27.7	21.8	22.7	22.3
6H	27.4	28.2	27.9	28.6	29.1	22.8	23.5	23.3	24.0	
8H	28.7	29.3	29.2	29.8	30.3	23.3	24.0	23.8	24.4	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S										
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.1 / -0.1			
S = 1.5H		+0.4 / -0.3					+0.3 / -0.4			
S = 2.0H		+0.7 / -0.6					+0.6 / -0.7			
Tabella standard		BK09					---			
Addendo di correzione		12.0					---			
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 600lm Flusso luminoso sferico										

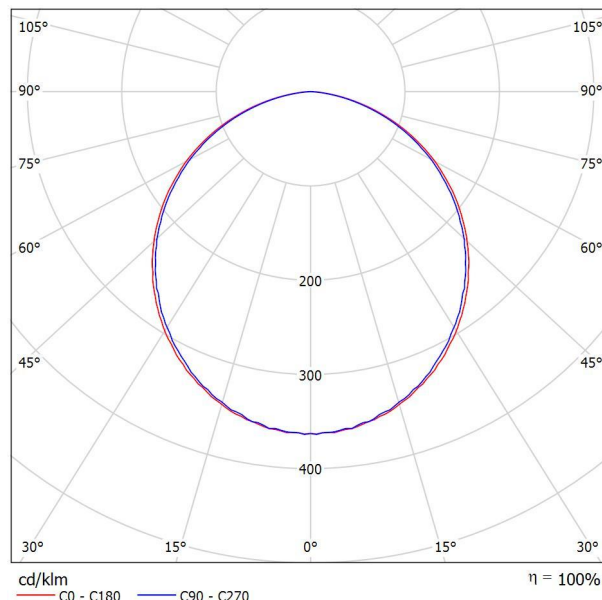


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



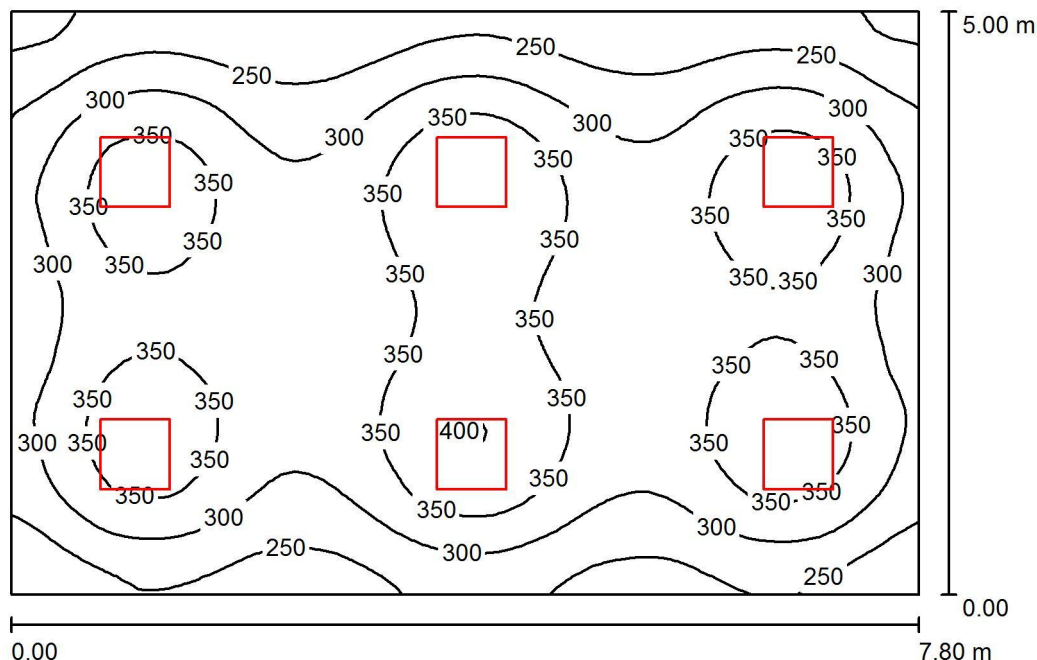
Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 48 80 96 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	17.0	18.3	17.3	18.6	18.8	17.0	18.3	17.3	18.5	18.8
	3H	18.6	19.8	18.9	20.0	20.3	18.5	19.7	18.8	19.9	20.2
	4H	19.1	20.3	19.5	20.5	20.8	19.1	20.2	19.4	20.5	20.7
	6H	19.5	20.6	19.9	20.9	21.2	19.4	20.5	19.8	20.8	21.1
	8H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
4H	12H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
	2H	17.7	18.8	18.1	19.1	19.4	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.4	20.4	19.8	20.7	21.0	19.4	20.3	19.7	20.6	21.0
	4H	20.1	21.0	20.5	21.3	21.7	20.1	20.9	20.4	21.2	21.6
	6H	20.6	21.3	21.0	21.7	22.1	20.5	21.3	20.9	21.6	22.0
8H	8H	20.7	21.4	21.2	21.8	22.2	20.7	21.3	21.1	21.7	22.1
	12H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.3	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2
	4H	20.4	21.1	20.8	21.5	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	20.9	21.5	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5
12H	12H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6
	4H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
	Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S										
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.8				
Tabella standard		BK05					BK05				
Addendo di correzione		3.6					3.6				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3160lm Flusso luminoso sferico											

Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Sala Riunioni COC / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	313	183	405	0.587
Pavimento	20	262	174	315	0.662
Soffitto	70	70	52	86	0.743
Pareti (4)	50	171	59	328	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 64 x 64 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.573, Soffitto / superficie utile: 0.222.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 (1.000)	3160	3160	36.0
Totale:			18960	18960	216.0

Potenza allacciata specifica: $5.54 \text{ W/m}^2 = 1.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 39.00 m^2)

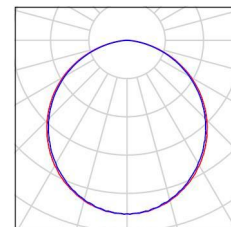


Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Sala Riunioni COC / Lista pezzi lampade

6 Pezzo 3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP
596x596
Articolo No.: 22742
Flusso luminoso (Lampada): 3160 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 3160 lm
Potenza lampade: 36.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 48 80 96 100 100
Dotazione: 1 x LED 32W (Fattore di correzione
1.000).

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





Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Sala Riunioni COC / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 18960 lm
Potenza totale: 216.0 W
Fattore di
manutenzione: 0.80
Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	246	67	313	/	/
Pavimento	193	69	262	20	17
Soffitto	0.00	70	70	70	15
Parete 1	106	64	170	50	27
Parete 2	117	66	183	50	29
Parete 3	95	64	159	50	25
Parete 4	114	63	178	50	28

Regolarità sulla superficie utile

E_{\min} / E_m : 0.587 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.453 (1:2)

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.573, Soffitto / superficie utile: 0.222.

Potenza allacciata specifica: $5.54 \text{ W/m}^2 = 1.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 39.00 m^2)

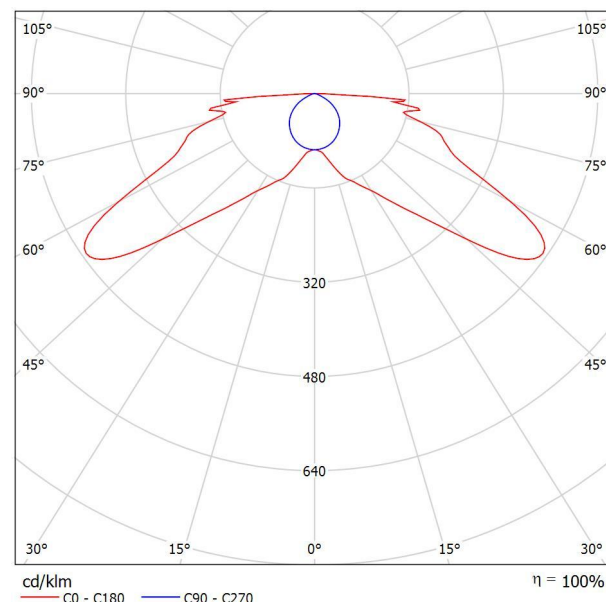


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 22 58 86 100 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	21.9	23.7	22.3	23.9	24.2	13.3	15.1	13.7	15.3	15.6
	3H	23.7	25.2	24.0	25.5	25.8	14.4	16.0	14.8	16.3	16.6
	4H	24.6	26.1	25.0	26.4	26.7	14.7	16.2	15.0	16.5	16.8
	6H	25.6	27.0	25.9	27.3	27.6	14.8	16.2	15.1	16.5	16.8
	8H	26.3	27.7	26.7	28.0	28.4	14.7	16.1	15.1	16.4	16.8
12H	27.0	28.3	27.4	28.7	29.0	14.7	16.0	15.1	16.4	16.7	
4H	2H	22.4	23.9	22.8	24.3	24.6	17.8	19.3	18.2	19.6	20.0
	3H	24.4	25.7	24.8	26.1	26.4	19.3	20.6	19.7	21.0	21.3
	4H	25.6	26.8	26.0	27.1	27.5	19.9	21.0	20.3	21.4	21.8
	6H	26.8	27.8	27.2	28.2	28.6	20.1	21.2	20.6	21.6	22.0
	8H	27.7	28.7	28.1	29.1	29.5	20.2	21.1	20.6	21.6	22.0
12H	28.5	29.4	29.0	29.9	30.3	20.2	21.1	20.6	21.5	21.9	
8H	4H	25.9	26.8	26.3	27.3	27.7	21.5	22.4	21.9	22.8	23.3
	6H	27.3	28.1	27.8	28.6	29.0	22.2	23.1	22.7	23.5	24.0
	8H	28.5	29.2	28.9	29.7	30.1	22.5	23.3	23.0	23.7	24.2
	12H	29.6	30.2	30.1	30.7	31.2	22.7	23.4	23.2	23.8	24.3
	4H	25.9	26.8	26.3	27.2	27.7	21.8	22.7	22.3	23.1	23.6
6H	27.4	28.2	27.9	28.6	29.1	22.8	23.5	23.3	24.0	24.5	
8H	28.7	29.3	29.2	29.8	30.3	23.3	24.0	23.8	24.4	24.9	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.4 / -0.3					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.7 / -0.6					+0.6 / -0.7				
Tabella standard		BK09					---				
Addendo di correzione		12.0					---				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 600lm Flusso luminoso sferico											

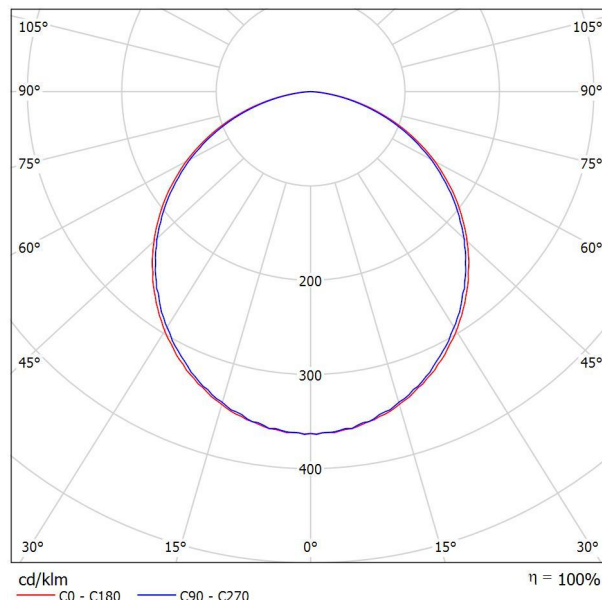


Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

3F Filippi 22742 L 320 32W/940 LED OP 596x596 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

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



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 48 80 96 100 100

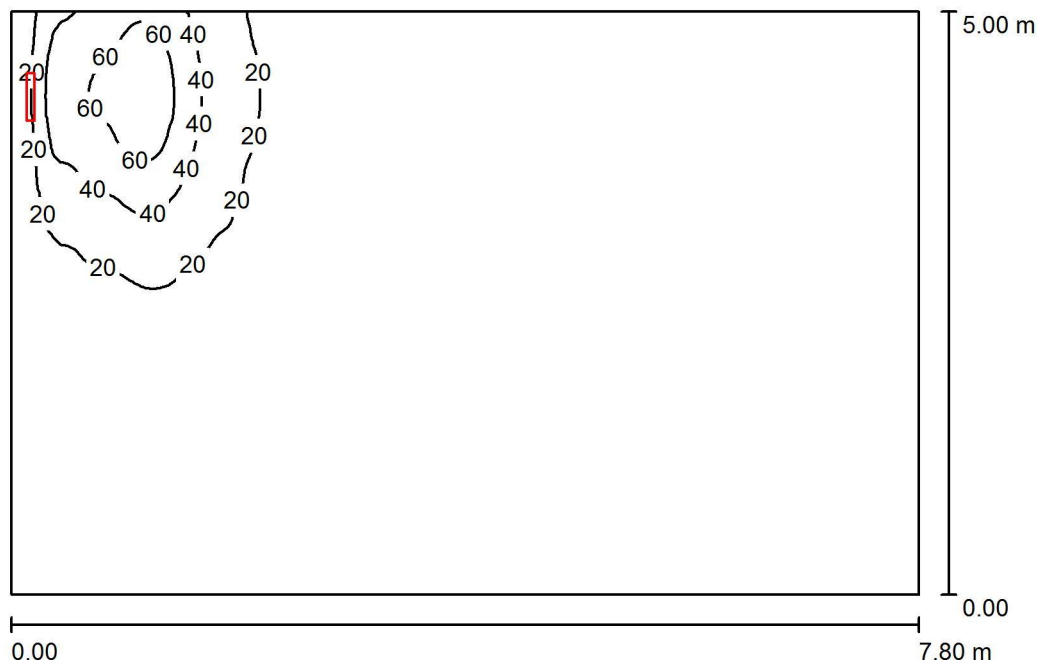
Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	17.0	18.3	17.3	18.6	18.8	17.0	18.3	17.3	18.5	18.8
	3H	18.6	19.8	18.9	20.0	20.3	18.5	19.7	18.8	19.9	20.2
	4H	19.1	20.3	19.5	20.5	20.8	19.1	20.2	19.4	20.5	20.7
	6H	19.5	20.6	19.9	20.9	21.2	19.4	20.5	19.8	20.8	21.1
	8H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
4H	12H	19.6	20.6	20.0	20.9	21.3	19.5	20.5	19.9	20.8	21.1
	2H	17.7	18.8	18.1	19.1	19.4	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.4	20.4	19.8	20.7	21.0	19.4	20.3	19.7	20.6	21.0
	4H	20.1	21.0	20.5	21.3	21.7	20.1	20.9	20.4	21.2	21.6
	6H	20.6	21.3	21.0	21.7	22.1	20.5	21.3	20.9	21.6	22.0
8H	12H	20.7	21.4	21.2	21.8	22.2	20.7	21.3	21.1	21.7	22.1
	2H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.3	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2
	4H	20.4	21.1	20.8	21.5	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	20.9	21.5	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5
12H	12H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6
	4H	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	20.3	21.0	20.8	21.4	21.8
	6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.4	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
	12H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.8				
Tabella standard		BK05					BK05				
Addendo di correzione		3.6					3.6				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3160lm Flusso luminoso sferico											



Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Sala Riunioni COC / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.300 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	7.72	0.92	78	0.119
Pavimento	20	6.64	1.17	34	0.177
Soffitto	70	7.50	0.75	484	0.100
Pareti (4)	50	5.10	0.84	121	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

UGR

Parete sinistra 28
 Parete inferiore 26
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale- Trasversale verso l'asse
 lampade

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.753, Soffitto / superficie utile: 0.971.

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W (1.000)	600	600	6.5
Totale:			600	600	6.5

Potenza allacciata specifica: $0.17 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 39.00 m^2)

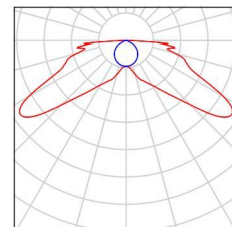


Redattore Studio AZ srl
Telefono 051 535019
Fax 051 535484
e-Mail info@studioazsrl.it

Sala Riunioni COC / Lista pezzi lampade

1 Pezzo Beghelli SpA 17305 LOGICA LED SLG 24W
Articolo No.: 17305
Flusso luminoso (Lampada): 600 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 600 lm
Potenza lampade: 6.5 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 22 58 86 100 100
Dotazione: 1 x 17305o LED (Fattore di correzione 1.000).

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





Redattore Studio AZ srl
 Telefono 051 535019
 Fax 051 535484
 e-Mail info@studioazsrl.it

Sala Riunioni COC / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 600 lm
 Potenza totale: 6.5 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.000 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	4.17	3.56	7.72	/	/
Pavimento	3.47	3.17	6.64	20	0.42
Soffitto	5.48	2.03	7.50	70	1.67
Parete 1	0.67	1.95	2.62	50	0.42
Parete 2	0.72	1.17	1.90	50	0.30
Parete 3	4.88	3.84	8.72	50	1.39
Parete 4	0.00	6.52	6.52	50	1.04

Regolarità sulla superficie utile

E_{min} / E_m : 0.119 (1:8)

E_{min} / E_{max} : 0.012 (1:84)

UGR

Parete sinistra

Parete inferiore

(CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale-

28

26

Trasversale

20

21

verso l'asse
lampade

Rapporto di illuminamento (secondo LG7): Pareti / superficie utile: 0.753, Soffitto / superficie utile: 0.971.

Potenza allacciata specifica: $0.17 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 39.00 m^2)

➤ Calcolo impianto fotovoltaico Caserma

Impianto Fotovoltaico di

POTENZA NOMINALE PARI A 9,8 kWp

PROGETTO DENOMINATO:

REALIZZAZIONE DEL POLO SICUREZZA
VIA NERUDA – VIA UNGARETTI
IMPIANTO PER LA CASERMA CARABINIERI

Sito nel comune di

CASTELMAGGIORE

Committente

COMUNE DI CASTELMAGGIORE (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

DATA:
BOLOGNA, 10/03/2021

Scopo e contenuti del documento

Il documento riporta il progetto esecutivo di impianto fotovoltaico.

Il documento individua i profili e le caratteristiche più significative dei successivi livelli di progettazione, descrivendo e fornendo gli elementi e le indicazioni di carattere generale necessari per:

- la preparazione del progetto costruttivo dell'impianto fotovoltaico;
- le prove e le verifiche da effettuare a fine lavori.

Nel documento sarà identificata l'opera, saranno forniti i dati di progetto e descritti i criteri utilizzati per le scelte progettuali, le caratteristiche dei materiali prescelti (moduli fotovoltaici, inverter, sistema di protezione di interfaccia e gruppi di misura dell'energia), i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche e i criteri di dimensionamento dei componenti principali. Inoltre, saranno riportati i calcoli preliminari necessari al dimensionamento, il computo metrico estimativo e gli elaborati grafici (schemi elettrici e planimetrie).

1 - RELAZIONE DESCRITTIVA

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 9,8 kW sarà installato su sito a Castelmaggiore (BO), e verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione in Bassa tensione Trifase in corrente alternata di tipo Tri a 400 V di competenza del gestore di rete.

L'impianto, che entrerà in esercizio a seguito di Nuova costruzione, sarà individuato da un unico punto di connessione alla rete elettrica in uscita dal gruppo di conversione, rispetto al quale sarà presentata domanda al gestore di rete per la connessione alla rete.

1.1 - DESCRIZIONE DEI CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

Le scelte progettuali hanno riguardato i tre aspetti della progettazione di un impianto fotovoltaico, ovvero gli aspetti energetici, gli aspetti impiantistici e di sicurezza, e gli aspetti architettonici - strutturali.

1.1.1 GLI ASPETTI ENERGETICI

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale¹ di 9,8 kW sarà collegato ad una fornitura elettrica Tri in BT a tensione nominale di 400 V con una potenza impegnata di 30 kW.

Producibilità

Dal punto energetico, il criterio utilizzato nella scelta dell'esposizione del generatore fotovoltaico² è quello di massimizzare la quantità di energia solare raccolta su base annua. Generalmente, l'esposizione ottimale si ha scegliendo per i moduli un orientamento a Sud ed una inclinazione rispetto al piano orizzontale leggermente inferiore³ al valore della latitudine del sito di installazione.

In casi particolari, sono ammessi esposizioni diverse qualora siano presenti vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore fotovoltaico che impediscono l'ottenimento dell'esposizione ottimale. E' compito del progettista valutare di volta in volta la convenienza di una scelta non ottimale dell'esposizione.

Generalmente tutti i moduli fotovoltaici devono avere la stessa esposizione. Qualora questa condizione non potrà essere ottenuta a causa di vincoli di natura architettonica, dovranno essere messe in atto soluzioni impiantistiche atte ad evitare conseguenti perdite di mismatching.

Nel caso dell'impianto in oggetto, il generatore fotovoltaico presenta un'unica esposizione (angolo di tilt, e angolo di azimuth uguale per tutti i moduli fotovoltaici), ovvero:

Esposizione del generatore fotovoltaico:

Azimuth	: 45 °
Tilt	: 30°

Inoltre, per ridurre le perdite di energia sul generatore fotovoltaico e quindi massimizzare la produzione di energia, sono state fatte le seguenti scelte progettuali:

- Al fine di smaltire agevolmente il calore prodotto dai moduli causato dall'irraggiamento solare diretto, e quindi di limitare le perdite per temperatura, si è favorita la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie su cui essi sono posati.
- Le caratteristiche elettriche dei moduli (corrente di cortocircuito e corrente alla massima potenza) che fanno parte della stessa stringa dovranno essere, per quanto possibile, simili tra loro in modo da limitare le perdite di potenza per mismatching corrente.

¹ La potenza nominale di un impianto fotovoltaico è intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurate in condizioni di test standard (STC).

² Insieme dei moduli fotovoltaici e relative strutture di sostegno di un impianto fotovoltaico.

³ Tipicamente da 5° a 10° in meno della latitudine, in funzione del rapporto tra la radiazione annua diffusa e quella diretta del sito.

- Le caratteristiche elettriche delle stringhe (tensione a vuoto e tensione alla massima potenza) che fanno parte dello stesso campo fotovoltaico dovranno essere, per quanto possibile, simili tra loro in modo da limitare le perdite di potenza per mismatching di tensione.
- La scelta della tensione del generatore fotovoltaico è stata fatta in modo da ridurre le correnti in gioco e quindi le perdite di potenza per effetto Joule.

Al fine di ottimizzare i costi di realizzazione si è scelta una conversione CC/CA centralizzata, ovvero si è scelto un gruppo di conversione composto da un unico inverter.

Regime di cessione dell'energia

La scelta della potenza nominale dell'impianto è stata fatta in modo da poter accedere al regime di cessione dell'energia elettrica alla rete pubblica più conveniente per l'utente che ha la titolarità o la disponibilità dell'impianto. Il criterio di scelta è quindi quello di rendere massimo il valore economico dell'energia prodotta.

Nel caso specifico, poiché non ricorrono le condizioni per accedere al regime di cessione denominato "Scambio sul Posto" o non risulta conveniente, al fine di valorizzare comunque l'energia ceduta alla rete, si è scelto il regime di cessione denominato "ritiro dedicato". Il Ritiro Dedicato è regolato dalla Deliberazione ARG/elt n.280/07 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas e consente di remunerare l'energia immessa in rete sulla base del prezzo zonale orario (prezzo che si forma sul mercato elettrico), o in alternativa, sulla base al "prezzo minimo garantito" solo se la potenza nominale dell'impianto non supera 1 MW. Il regime del Ritiro Dedicato è regolato da una apposita convenzione che l'utente che ha titolarità dell'impianto stipula con il GSE (Gestore Servizi Energetici).

1.1.2 GLI ASPETTI IMPIANTISTICI E DI SICUREZZA

Interfacciamento con la rete

L'impianto dovrà essere connesso alla rete elettrica di distribuzione pubblica e dovrà erogare l'energia prodotta a tensione Tri alternata di 400 V, con frequenza 50 Hz, nei limiti di fluttuazione previsti dalle vigenti norme tecniche. Al fine di salvaguardare la qualità del servizio elettrico ed evitare pericoli per le persone e danni per le apparecchiature, l'impianto sarà dotato di un idoneo sistema di protezione di interfaccia (SPI) per il collegamento alla rete.

Inoltre, al fine di non iniettare correnti continue nella rete elettrica l'impianto sarà dotato di una separazione metallica tra la sezione DC e la sezione AC o, in alternativa, disporrà di una protezione elettromeccanica equivalente.

La scelta del SPI e del sistema atto ad evitare l'immissione di correnti continue in rete verrà fatta in conformità alla normativa applicabile CEI 11-20 e documento ENEL DK 5940 ed 2.2.

Scelta della tensione DC

La tensione del generatore fotovoltaico (tensione DC) è stata scelta in base al tipo di moduli e di inverter che si prevede verranno utilizzati. In particolare, poiché la tensione DC è influenzata dalla temperatura delle celle e dall'irraggiamento solare, per un corretto accoppiamento tra generatore fotovoltaico e gruppo di conversione, la tensione del generatore fotovoltaico è stata scelta in modo che le sue variazioni siano sempre contenute all'interno della finestra di tensione ammessa dagli inverter.

Inoltre, si è scelta una tensione DC in modo che il suo valore massimo non superi mai la tensione massima di sistema del modulo fotovoltaico, pena la distruzione del modulo stesso. Il valore massimo della tensione DC si ha in condizioni di alto irraggiamento solare, bassa temperatura di cella e in condizioni di circuito aperto.

Essendo l'impianto in oggetto collegato ad una rete in BT, la tensione DC non dovrà mai superare 1000 V sia per non incorrere nelle prescrizioni del D.lgs. 81/2008, relativamente all'alta tensione, sia per facilitare la reperibilità sul mercato e l'economicità della componentistica elettrica che verrà utilizzata.

2 - RELAZIONE TECNICA

2.1 DATI DI PROGETTO

I dati di progetto sono di seguito riportati e riguardano, il committente, il sito di installazione, i dati sulla fornitura elettrica e sull'impianto utilizzatore in corrente alternata e sulla presenza o meno di corpi ombreggianti.

Sito d'installazione	
Località	Castel Maggiore
Indirizzo	Caserma Carabinieri via Ungaretti – Via Neruda
Vincoli	non è soggetta ad alcun tipo di vincolo
Latitudine	44,576°
Longitudine	11,363°
Altitudine	29 metri
Temperatura massima	0 °C
Temperatura minima	0 °C
Irraggiamento globale sul piano orizzontale	1412,17 kWh/m²
Dati di irraggiamento	UNI 10349
Albedo	20%
Dati relativi al vento e al carico di neve	Da DM 16 Gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni

2.2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 9,8 kW verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione in Bassa tensione Trifase in corrente alternata di tipo Tri a 400 V.

Le caratteristiche d'impianto sono riassunte di seguito, in particolare in figura 1 è riportato lo schema elettrico unifilare d'impianto.

In esso si distinguono:

Il generatore fotovoltaico composto da:

- 2 stringhe di 14 moduli collegati in serie
- Il gruppo di conversione formato da 1 inverter Trifase
- Il sistema di protezione di interfaccia interno all'inverter (fino a 10kW)
- Il gruppo di protezione

2.2.1 GENERATORE FOTOVOLTAICO

Sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici connessi in serie per la formazione delle stringhe;
- strutture di supporto dei moduli;

Di seguito vengono riportate le caratteristiche del generatore fotovoltaico e dei suoi componenti principali, ovvero stringhe e moduli.

Caratteristiche elettriche del Generatore fotovoltaico	
Potenza nominale	9,8 kWp
Numero moduli fotovoltaici	28
Superficie captante	47,04 m ²
Numero di stringhe	2

Tilt, Azimuth	30°, 45°
Tensione massima @STC (Voc)	588,28 V
Tensione alla massima potenza @STC (Vm)	493,5 V
Corrente di corto circuito @STC (Isc)	21,24 A
Corrente alla massima potenza @STC (Im)	19,86 A

Il generatore fotovoltaico della potenza nominale di 9,8 kW utilizza la configurazione serie-parallelo (S-P) e sarà suddiviso in 2 stringhe di moduli collegati in serie. Di seguito si elencano le composizioni delle stringhe dell'impianto.

Caratteristiche elettriche delle stringhe	
Numero moduli fotovoltaici in serie	14
Potenza nominale	4,9 kW
Tensione a circuito aperto (Voc)	588,28 V
Corrente di corto circuito (Isc)	10,62 A
Corrente alla massima potenza (Im)	9,93 A

Dati costruttivi dei Moduli:

Dati costruttivi dei moduli	
Produttore	JA Solar
Modello	JAM60S10 350/MR
Tecnologia	Si-Mono
Potenza nominale	350 W
Tolleranza	5%
Tensione a circuito aperto (Voc)	42,02 V
Tensione alla massima potenza (Vm)	35,25 V
Corrente di corto circuito (Isc)	10,62 A
Corrente alla massima potenza (Im)	9,93 A
Superficie	1,68 m ²
Efficienza	20,8%
Certificazioni	IEC 61215, IEC 61730 ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2007 IEC TS 62941: 2016

2.2.3 GRUPPO DI CONVERSIONE DC/AC

Il gruppo di conversione dell'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 1 inverter Trifase per una potenza nominale complessiva di circa 9,8 kW. Ciascun inverter sarà costituito da un ponte di conversione DC/AC e da un insieme di componenti quali dispositivi di protezione contro guasti interni e contro le sovratensioni, e da filtri che rendono il gruppo idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete elettrica in corrente alternata in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. per aumentare l'efficienza operativa d'impianto, l'inverter non avrà un trasformatore di isolamento.

Le principali caratteristiche tecniche dell'inverter/degli inverter sono di seguito riassunte.

Dati costruttivi dell'inverter	
Produttore	SMA Solar Technology AG
Modello	Sunny Tripower STP 10000TL-10
Potenza nominale	10,2 kW
Potenza massima	10,2 kW
Efficienza massima	98,1%
Efficienza europea	97,7%
Tensione massima da PV	1000 V
Minima tensione Mppt	320 V
Massima tensione Mppt	800 V
Massima corrente in ingresso	22 A

Tensione di uscita	230 V
Uscita	Trifase
Trasformatore di isolamento	False
Frequenza	50 Hz
Certificazioni	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, RfG compliant, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

2.2.4 SEZIONE INTERFACCIA RETE

La sezione di interfaccia rete conterrà il sistema di protezione di interfaccia (SPI), il dispositivo di interfaccia (DI) e il sistema di misura dell'energia prodotta.

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI), costituito essenzialmente da relé di frequenza e di tensione, è richiesto, secondo la norma CEI 11-20, a tutela degli impianti del Gestore di Rete in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete pubblica durante il regime di parallelo.

Nel caso dell'impianto in oggetto, Il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e il dispositivo di interfaccia (DI) sono installati sul lato BT dell'impianto. Inoltre, il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e dispositivo di interfaccia (DI) sono interni all'inverter SMA Solar Technology AG Sunny Tripower STP 10000TL-10, , e sono conformi alla normativa applicabile: norme CEI 11-20 e documento ENEL DK 5940 ed 2.2.

Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta sarà collocato all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile.

La potenza nominale dell'impianto è inferiore a 20 kW pertanto, ai sensi della delibera AEEG 88/07, il Gestore di rete sarà responsabile dell'installazione e della manutenzione del sistema di misura dell'energia prodotta , nonché del servizio di misura dell'energia prodotta.

2.2.5 QUADRI ELETTRICI IN CORRENTE CONTINUA

L'impianto fotovoltaico è costituito da 1 quadri di campo così costituiti:

Composizione quadro elettrico	
Numero di ingressi	2
Max corrente per ciascun ingresso	10,62 A
Max tensione ingresso	644,284 V
Max corrente uscita	21,24 A
Dispositivo in ingresso	Nessuno
Corrente nominale del dispositivo in ingresso	0 A
Protezione	Nessuno
Corrente nominale della protezione	0 A
Dispositivo in uscita	ABB S802PV-S16
Corrente nominale del dispositivo in uscita	14,9 A

2.3 CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI PRINCIPALI: MODULI, INVERTER E QUADRI ELETTRICI

In questo paragrafo verranno illustrati i criteri di scelta e di dimensionamento, nonché le caratteristiche elettriche e dimensionali dei principali componenti dell'impianto, ovvero dei moduli fotovoltaici, degli inverter, dei quadri elettrici e delle condutture elettriche.

2.3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici sono stati scelti in base alle seguenti specifiche tecniche:

- utilizzare la tecnologia del
- essere in classe II ed avere una tensione di isolamento superiore a 1000 V
- essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta posta sul retro del modulo che riportano le principali caratteristiche elettriche secondo la norma CEI EN 50380;
- dovranno avere caratteristiche elettriche, per quanto possibile, simili fra loro (soprattutto la corrente nominale), in modo da limitare le perdite elettriche per mismatch. In assenza di queste informazioni, il criterio di scelta è quello di scegliere moduli con piccole tolleranze sulla potenza nominale ($\leq 3\%$);
- essere dotati di diodi di by-pass per garantire la continuità elettrica della stringa anche con danneggiamento o ombreggiamenti di una o più celle;
- avere una cassetta di terminazione con grado di protezione IP 65 da cui dipartono i cavi a loro volta dotati di connettori ad innesto rapido tipo multicontact;
- avere una potenza nominale sufficientemente elevata in modo da ridurre i cablaggi elettrici
- dotati di certificazione emessa da un laboratorio accreditato che certifichi la rispondenza del prodotto alla normativa applicabile;
- avere una garanzia di prodotto contro difetti di fabbricazione e di materiale di almeno 2 anni;
- avere una garanzia sul decadimento delle prestazioni tale per cui il costruttore del modulo garantirà che la potenza nominale del modulo dopo 20 anni non sarà inferiore all' 80% della potenza nominale indicata dal costruttore all'atto dell'acquisto del modulo stesso;
- avere il numero di serie e il nome del costruttore indelebili e ben visibili;
- essere provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, per facilitare le operazioni di montaggio;
- avere una tensione massima di sistema superiore a 1000 V.

2.3.2 INVERTER

Gli inverter sono stati scelti e dimensionati in base alle seguenti caratteristiche:

- La potenza complessiva degli inverter dovrà essere superiore al 90 % della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico.
- Essere a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20.
- Dovranno operare in modalità MPPT (Maximum Power Point Tracking)
- Ingressi in continua preferibilmente gestibili con poli non connessi a terra ("floating"), ovvero come sistemi IT.
- Presentare preferibilmente un isolamento galvanico tra generatore fotovoltaico e rete
- Disporre di un dispositivo per controllo continuo dell'isolamento verso terra, lato dc, conforme alle prescrizioni CEI per gli impianti gestiti con sistema IT (CEI 64-8). Eventualmente tale protezione può essere esterna

- Disporre di filtri di ingresso per contenimento eventuale ripple di tensione e corrente su generatore fotovoltaico.
- Avere una efficienza europea superiore al 93% se trattasi di inverter con trasformatore di isolamento, o superiore al 95 % in assenza di tale trasformatore.
- Disporre di filtri in uscita per limitare le armoniche di corrente e contenere i disturbi indotti sulla rete, in conformità alle norme CEI applicabili (EMC).
- Rispondere alle norme applicabili in materia di EMC
- Avere un controllo del fattore di potenza della corrente di uscita su valori prescritti (norma CEI 11-20) con eventuale sistema di rifasamento lato ca, ove risulti necessario.
- Poter funzionare in modo automatico (avviamento, modalità MPPT e spegnimento automatico
- Possibilità di funzionamento in sovraccarico (eventualmente con funzione di limitazione della corrente).
- Possibilità di operare in condizioni di temperatura gravose (protezione mediante limitazione di potenza nel caso in cui i dispositivi di potenza raggiungano temperature elevate)
- Avere protezioni e dispositivi per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20.
- Essere protetto contro guasti interni.
- Essere protetto contro fulminazioni indirette (presenza di scaricatori lato DC e AC)
- Avere il marchio CE.
- Disporre di una certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la di conformità alle norme applicabili, compresi i documenti tecnici dei Distributori relativamente all'interfacciamento con la rete pubblica.
- Avere un grado di protezione (IP) compatibile con le condizioni di installazione prevista in fase di progettazione.

Inoltre, gli inverter verranno scelti in modo tale che il campo di variazione delle tensioni e delle correnti lato DC sia compatibile con i valori di tensione e corrente erogate dal campo fotovoltaico a cui verranno connessi, in qualsiasi condizioni di irraggiamento e temperatura ambiente. La verifica di tale compatibilità verrà fatta nel capitolo "calcoli preliminari".

Analogamente, i valori di tensione e frequenza in uscita dagli inverter saranno compatibili con la rete AC alla quale l'impianto fotovoltaico sarà connesso.

2.3.4 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici dovranno avere un grado di protezione IP idoneo alla tipologia di installazione (IP 65 per installazioni esterne) ed essere dotati di apposita morsettiera su cui attestare i cavi entranti ed uscenti. La morsettiera dovrà essere provvista di morsetto di terra al quale collegare tutte le masse interne al quadro per il loro collegamento a terra. I quadri dovranno preferibilmente essere fissati a parete e possibilmente non dovranno essere esposti alla radiazione solare diretta.

I quadri elettrici dovranno contenere i dispositivi di manovra, protezione che dovranno essere scelti in funzione delle grandezze elettriche presenti nel punto di installazione. In particolare, per la sezione in corrente continua dovranno essere utilizzati dispositivi di protezione e manovra appositamente realizzati per l'impiego in corrente continua. Non sono quindi ammessi dispositivi di protezione e manovra realizzati per l'impiego in corrente alternata a meno che il costruttore non indichi chiaramente il coefficiente di declassamento necessario per poterli utilizzare in tutta sicurezza anche in corrente continua.

La scelta del quadro, in particolare le sue dimensioni, sarà fatta in modo che la temperatura al proprio interno non raggiunga valori tali da compromettere il buon funzionamento delle apparecchiature e dei dispositivi presenti al proprio interno. Il dimensionamento termico dei quadri sarà oggetto di progettazione esecutiva e terrà conto della resistenza termica del quadro, degli elementi presenti al loro interno che durante il normale funzionamento dell'impianto potranno dissipare potenza (dispositivi di protezione e sezionamento, comprese sbarre e cavi) e dalla massima temperatura ambiente.

I quadri elettrici dovranno infine riportare chiaramente ed in modo indelebile il nominativo del costruttore del quadro.

2.4 CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Il riferimento normativo in questo ambito sono le norme CEI 81-10 1/2/3/4 e CEI 82-4. Per proteggere il generatore fotovoltaico contro gli effetti prodotti da sovratensioni indotte a seguito di scariche atmosferiche verranno utilizzati scaricatori (SPD di classe II) sul lato DC da posizionare dentro i quadri di campo. Per il dettaglio si rimanda agli schemi elettrici riportati nel documento.

La scelta degli scaricatori è stata fatta in modo da rispettare la condizione:

$$UC > 1,25 * V_{OC,GENFV}$$

Dove:

U_c : è la tensione di servizio continuo dell'SPD

$V_{OC,GENFV}$: è la tensione a circuito aperto @STC del generatore fotovoltaico

Inoltre, il punto di installazione degli SPD è stato scelto in modo che non vengano superate le distanze di protezione l_{po} e l_{pi} definite nella norma CEI 81-10/4:

- Distanza di protezione l_{po} determinata dai fenomeni di oscillazione;
- Distanza di protezione l_{pi} determinata dai fenomeni d'induzione.

3. Elaborati grafici

3.1 - SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE

Vedi planimetria IE09 allegata con Schema unifilare dell'impianto fotovoltaico e posizionamento pannelli sulla copertura.

4. Calcoli preliminari

4.1 - PRODUCIBILITÀ ANNUA

Sito di installazione

L'impianto verrà installato in località (), La tabella che segue riporta i principali dati geografici del sito di installazione.

Dati geografici del sito	
Località	Castel Maggiore
Latitudine	44,576°
Longitudine	11,363°
Altitudine	29 metri
Temperatura massima	0 °C
Temperatura minima	0 °C
Dati di irraggiamento	UNI 10349
Dati relativi al vento e al carico di neve	Da DM 16 Gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni

La valutazione della fonte solare per la località () è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la provincia che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di (). La norma UNI 10349 fornisce una serie di dati climatici tra cui l'irraggiamento globale giornaliero medio mensile su piano orizzontale con le sue componenti diretto e diffuso. Per la località in esame i valori di irraggiamento giornaliero medio mensile sono i seguenti:

Mese	Diffuso giornaliero [kWh/m ²]	Diretto giornaliero [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]
Gennaio	0,69	0,55	1,24
Febbraio	1,00	1,06	2,06
Marzo	1,42	1,90	3,32
Aprile	1,85	2,94	4,79
Maggio	2,12	3,80	5,92
Giugno	2,21	4,40	6,61
Luglio	1,99	5,03	7,02
Agosto	1,86	3,87	5,73
Settembre	1,51	2,72	4,23
Ottobre	1,11	1,65	2,76
Novembre	0,75	0,72	1,47
Dicembre	0,61	0,53	1,14
Annuale	521,56	890,61	1412,17

Tenendo conto dell'irraggiamento giornaliero medio mensile e del numero di giorni di cui si compongono i dodici mesi dell'anno, è possibile determinare il valore di irraggiamento globale annuale su piano orizzontale per la località di (). Tale valore è pari a 1412,17 [kWh/m²].

Calcolo della producibilità

La producibilità dell'impianto è stata calcolata sulla base dei dati storici del sito di installazione relativi ai valori medi mensili dell'irraggiamento solare globale incidente su superficie orizzontale desunti dalla Norma UNI 10349 per la località in questione.

La procedura per il calcolo dell'energia prodotta dall'impianto tiene conto della potenza nominale dell'impianto (9,8 kW), dell'angolo di tilt e di azimuth (30°, 45°) del generatore fotovoltaico, delle perdite sul generatore fotovoltaico (perdite resistive, perdite per scostamento di temperatura dei moduli, per riflessione e per mismatching tra stringhe), dell'efficienza europea degli inverter nonché del coefficiente di riflettanza del suolo antistante i moduli (20%) (albedo).

Pertanto, l'energia prodotta dall'impianto su base annua (Ep,a) si calcola come segue:

$$E_{p,a} = P_{nom} * Irr * (1 - Perdite) = 11\,870,85 \text{ kWh}$$

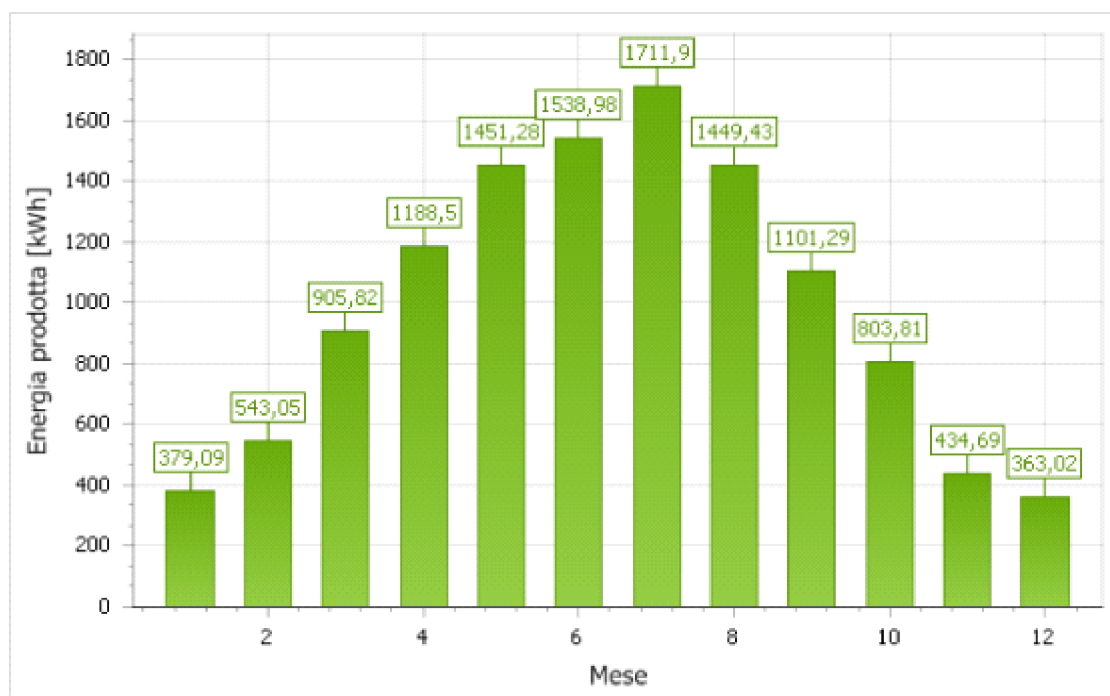
Dove:

- P_{nom} = Potenza nominale dell'impianto: 9,8 kW
- Irr = Irraggiamento annuo sul piano dei moduli: 1521,06 kWh/m²
- Perdite = Perdite di potenza: 20,36 %

Le perdite di potenza sono dovute a vari fattori. Nella tabella sottostante vengono riportati tali fattori di perdita e i relativi valori assunti dalla procedura per il calcolo della producibilità dell'impianto.

Fattori di perdita elettrica	
Perdite per aumento di temperatura dei moduli	5,00 %
Perdite di mismatch elettrico	5,00 %
Perdite resistive	4,00 %
Perdite per conversione DC/AC	2,30 %
Altre perdite	2,00 %
Perdite totali	20,36 %

Il grafico sotto indicato riporta l'andamento della produzione mensile di energia attesa nel corso dell'anno.



4.2 - VERIFICA DEL CORRETTO ACCOPPIAMENTO ELETTRICO TRA IL GENERATORE FOTOVOLTAICO ED IL GRUPPO DI CONVERSIONE DC/AC.

Per poter scegliere un inverter correttamente occorre preventivamente verificare la compatibilità tra gli inverter utilizzati ed i relativi campi fotovoltaici.

Le verifiche sugli inverter si riferiscono alla sezione in corrente continua dell'impianto fotovoltaico e riguardano:

- La verifica sulla tensione DC
- La verifica sulla corrente DC
- La verifica sulla potenza

Verifica sulla tensione DC

La verifica sulla tensione DC consiste nel controllare che l'insieme delle tensioni fornite dal campo fotovoltaico sia compatibile con il campo di variazione della tensione di ingresso dell'inverter.

In altri termini, è necessario calcolare la tensione minima e massima del campo fotovoltaico e verificare che la prima sia superiore alla tensione minima di ingresso ammessa dall'inverter, e la seconda sia inferiore alla tensione massima di ingresso ammessa dall'inverter.

Verifica sulla corrente DC

La verifica sulla corrente DC consiste nel controllare che la corrente di cortocircuito @ STC del campo fotovoltaico sia inferiore alla massima corrente di ingresso ammessa dall'inverter.

Verifica sulla potenza

La verifica sulla potenza consiste nel controllare la potenza nominale del gruppo di conversione DC/AC (somma delle potenze nominali degli inverter) sia superiore all'80 % e inferiore al 120 % della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico (somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici).

Le tabelle che seguono riportano il risultato di tali verifiche.

Inverter:1	
Limiti sulla tensione	Mppt1 - Tensione minima alla temperatura dei moduli di 70°C (421,49 V) > Tensione minima di Mppt (320 V)
Limiti sulla tensione	Mppt2 - Tensione minima alla temperatura dei moduli di 70°C (421,49 V) > Tensione minima di Mppt (320 V)
Limiti sulla tensione	Mppt1 - Tensione massima alla temperatura dei moduli di -10°C (549,5 V) < Tensione massima di Mppt (800 V)
Limiti sulla tensione	Mppt2 - Tensione massima alla temperatura dei moduli di -10°C (549,5 V) < Tensione massima di Mppt (800 V)
Limiti sulla tensione	Mppt1 - Tensione di circuito aperto alla temperatura dei moduli di -10°C (644,28 V) < Tensione massima dell'inverter (1000 V)
Limiti sulla tensione	Mppt2 - Tensione di circuito aperto alla temperatura dei moduli di -10°C (644,28 V) < Tensione massima dell'inverter (1000 V)
Limiti sulla corrente	Mppt1 - Corrente di corto circuito (11 A) < Massima corrente dell'inverter (22 A)
Limiti sulla corrente	Mppt2 - Corrente di corto circuito (11 A) < Massima corrente dell'inverter (22 A)
Limiti sulla potenza	Dimensionamento in potenza (80 %) < (96%) < (120 %)

5 Quadro delle prestazioni richieste

In termini di energia l'impianto, tenendo conto del sito di installazione (), dovrà avere una capacità produttiva teorica annua superiore a circa 1 211,31 kWh/kWp

In termini di efficienze operative DC e AC, l'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

$$\begin{array}{ll} P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot Irr / I_{STC} & \text{(per } Irr > 600 \text{ W/m}^2\text{)} \\ P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc} & \text{(per } P_{ca} > \text{del } 90\% \text{ della potenza di targa del} \\ & \text{gruppo di conversione)} \end{array}$$

Dove:

- P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;
- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata (in kVA) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- P_{nom} è la potenza nominale (in kWp) del campo fotovoltaico;
- Irr è l'irradianza solare (in W/m²) misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del 3%;
- I_{STC} è l'irradianza solare in STC pari a 1000 W/m².

Inoltre, al fine di assicurare il rispetto dei suddetti requisiti di efficienza operativa del generatore fotovoltaico e del gruppo di conversione dovrà essere emesso:

- la dichiarazione attestante la verifica tecnico-funzionale;
- il certificato di collaudo.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Criteri di progetto e documentazione

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

Sicurezza elettrica

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems CEI EN 60529 (70-1)

Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

Norme fotovoltaiche

IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols CEI EN 50380 (82-22)

Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

CEI EN 60891 (82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino –

Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

CEI EN 60904-1 (82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

CEI EN 60904-2 (82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento

CEI EN 60904-3 (82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento

CEI EN 61173 (82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida

CEI EN 61215 (82-8) Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo

CEI EN 61646 (82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

CEI EN 61277 (82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida

CEI EN 61345 (82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61701 (82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61724 (82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

CEI EN 61727 (82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete

CEI EN 61829 (82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 61683 (82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza

CEI EN 62093 (82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali

Quadri elettrici

CEI EN 60439-1 (17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

CEI EN 60439-3 (17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante

CEI 0-16, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica

CEI EN 50110-1 (11-48) Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50160 (110-22) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

Cavi, cavidotti e accessori

CEI 20-19/1 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-19/4 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili

CEI 20-19/9 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi
CEI 20-19/10 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano

CEI 20-19/11 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA

CEI 20-19/12 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore

CEI 20-19/13 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V – Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

CEI 20-19/14 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità

CEI 20-19/16 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente

CEI 20-20/1 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-20/3 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa

CEI 20-20/4 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa

CEI 20-20/5 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili

CEI 20-20/9 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura

CEI 20-20/12 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore

CEI 20-20/14 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni

CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata

CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

CEI EN 50086-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 50086-2-1 (23-54) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

CEI EN 50086-2-2 (23-55) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

CEI EN 50086-2-3 (23-56) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

CEI EN 50086-2-4 (23-46) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

CEI EN 50262 (20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche

CEI EN 60423 (23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

Conversione della potenza

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione

CEI EN 60146-1-1 (22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

CEI EN 60146-1-3 (22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori

CEI UNI EN 45510-2-4 Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Scariche atmosferiche e sovratensioni

CEI 81-3 Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico

CEI 81-8 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione

CEI EN 50164-1 (81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione

CEI EN 61643-11 (37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove

CEI EN 62305-1 (81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali

CEI EN 62305-2 (81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4 (81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dispositivi di potenza

CEI EN 50123 (serie) (9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua

CEI EN 60898-1 (23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata

CEI EN 60947-4-1 (17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici

Compatibilità elettromagnetica

CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC

CEI EN 50082-1 (110-8) Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull'immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 50263 (95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione

CEI EN 60555-1 (77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni

CEI EN 61000-2-2 (110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione

CEI EN 61000-2-4 (110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali

CEI EN 61000-3-2 (110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)

CEI EN 61000-3-3 (110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – Sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale < 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione

CEI EN 61000-3-12 (210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e ≤ 75 A per fase.

CEI EN 61000-6-1 (210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-2 (210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali

CEI EN 61000-6-3 (210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-4 (210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche

Energia solare

UNI 8477 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

➤ Calcolo impianto fotovoltaico C.O.C.

Impianto Fotovoltaico di

POTENZA NOMINALE PARI A 6,3 kWp
REALIZZAZIONE DEL POLO SICUREZZA
VIA NERUDA – VIA UNGARETTI
IMPIANTO PER LA CENTRO OPERATIVO COMUNALE (COC)

Sito nel comune di

CASTELMAGGIORE

Committente

COMUNE DI CASTELMAGGIORE (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

DATA:
BOLOGNA, 10/03/2021

Scopo e contenuti del documento

Il documento riporta il progetto esecutivo di impianto fotovoltaico.

Il documento individua i profili e le caratteristiche più significative dei successivi livelli di progettazione, descrivendo e fornendo gli elementi e le indicazioni di carattere generale necessari per:

- la preparazione del progetto costruttivo dell'impianto fotovoltaico;
- le prove e le verifiche da effettuare a fine lavori.

Nel documento sarà identificata l'opera, saranno forniti i dati di progetto e descritti i criteri utilizzati per le scelte progettuali, le caratteristiche dei materiali prescelti (moduli fotovoltaici, inverter, sistema di protezione di interfaccia e gruppi di misura dell'energia), i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche e i criteri di dimensionamento dei componenti principali. Inoltre, saranno riportati i calcoli preliminari necessari al dimensionamento, il computo metrico estimativo e gli elaborati grafici (schemi elettrici e planimetrie).

1 - RELAZIONE DESCRITTIVA

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 6,3 kW sarà installato su sito a Castelmaggiore (BO), e verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione in Bassa tensione Trifase in corrente alternata di tipo Tri a 400 V di competenza del gestore di rete.

L'impianto, che entrerà in esercizio a seguito di Nuova costruzione, sarà individuato da un unico punto di connessione alla rete elettrica in uscita dal gruppo di conversione, rispetto al quale sarà presentata domanda al gestore di rete per la connessione alla rete.

1.1 - DESCRIZIONE DEI CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

Le scelte progettuali hanno riguardato i tre aspetti della progettazione di un impianto fotovoltaico, ovvero gli aspetti energetici, gli aspetti impiantistici e di sicurezza, e gli aspetti architettonici - strutturali.

1.1.1 GLI ASPETTI ENERGETICI

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale¹ di 9,8 kW sarà collegato ad una fornitura elettrica Tri in BT a tensione nominale di 400 V con una potenza impegnata di 20 kW.

Producibilità

Dal punto energetico, il criterio utilizzato nella scelta dell'esposizione del generatore fotovoltaico² è quello di massimizzare la quantità di energia solare raccolta su base annua. Generalmente, l'esposizione ottimale si ha scegliendo per i moduli un orientamento a Sud ed una inclinazione rispetto al piano orizzontale leggermente inferiore³ al valore della latitudine del sito di installazione.

In casi particolari, sono ammessi esposizioni diverse qualora siano presenti vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore fotovoltaico che impediscono l'ottenimento dell'esposizione ottimale. E' compito del progettista valutare di volta in volta la convenienza di una scelta non ottimale dell'esposizione.

Generalmente tutti i moduli fotovoltaici devono avere la stessa esposizione. Qualora questa condizione non potrà essere ottenuta a causa di vincoli di natura architettonica, dovranno essere messe in atto soluzioni impiantistiche atte ad evitare conseguenti perdite di mismatching.

Nel caso dell'impianto in oggetto, il generatore fotovoltaico presenta un'unica esposizione (angolo di tilt, e angolo di azimuth uguale per tutti i moduli fotovoltaici), ovvero:

Esposizione del generatore fotovoltaico:

Azimuth	: 45 °
Tilt	: 30°

Inoltre, per ridurre le perdite di energia sul generatore fotovoltaico e quindi massimizzare la produzione di energia, sono state fatte le seguenti scelte progettuali:

- Al fine di smaltire agevolmente il calore prodotto dai moduli causato dall'irraggiamento solare diretto, e quindi di limitare le perdite per temperatura, si è favorita la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie su cui essi sono posati.
- Le caratteristiche elettriche dei moduli (corrente di cortocircuito e corrente alla massima potenza) che fanno parte della stessa stringa dovranno essere, per quanto possibile, simili tra loro in modo da limitare le perdite di potenza per mismatching corrente.

¹ La potenza nominale di un impianto fotovoltaico è intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurate in condizioni di test standard (STC).

² Insieme dei moduli fotovoltaici e relative strutture di sostegno di un impianto fotovoltaico.

³ Tipicamente da 5° a 10° in meno della latitudine, in funzione del rapporto tra la radiazione annua diffusa e quella diretta del sito.

- Le caratteristiche elettriche delle stringhe (tensione a vuoto e tensione alla massima potenza) che fanno parte dello stesso campo fotovoltaico dovranno essere, per quanto possibile, simili tra loro in modo da limitare le perdite di potenza per mismatching di tensione.
- La scelta della tensione del generatore fotovoltaico è stata fatta in modo da ridurre le correnti in gioco e quindi le perdite di potenza per effetto Joule.

Al fine di ottimizzare i costi di realizzazione si è scelta una conversione CC/CA centralizzata, ovvero si è scelto un gruppo di conversione composto da un unico inverter.

Regime di cessione dell'energia

La scelta della potenza nominale dell'impianto è stata fatta in modo da poter accedere al regime di cessione dell'energia elettrica alla rete pubblica più conveniente per l'utente che ha la titolarità o la disponibilità dell'impianto. Il criterio di scelta è quindi quello di rendere massimo il valore economico dell'energia prodotta.

Nel caso specifico, poiché non ricorrono le condizioni per accedere al regime di cessione denominato "Scambio sul Posto" o non risulta conveniente, al fine di valorizzare comunque l'energia ceduta alla rete, si è scelto il regime di cessione denominato "ritiro dedicato". Il Ritiro Dedicato è regolato dalla Deliberazione ARG/elt n.280/07 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas e consente di remunerare l'energia immessa in rete sulla base del prezzo zonale orario (prezzo che si forma sul mercato elettrico), o in alternativa, sulla base al "prezzo minimo garantito" solo se la potenza nominale dell'impianto non supera 1 MW. Il regime del Ritiro Dedicato è regolato da una apposita convenzione che l'utente che ha titolarità dell'impianto stipula con il GSE (Gestore Servizi Energetici).

1.1.2 GLI ASPETTI IMPIANTISTICI E DI SICUREZZA

Interfacciamento con la rete

L'impianto dovrà essere connesso alla rete elettrica di distribuzione pubblica e dovrà erogare l'energia prodotta a tensione Tri alternata di 400 V, con frequenza 50 Hz, nei limiti di fluttuazione previsti dalle vigenti norme tecniche. Al fine di salvaguardare la qualità del servizio elettrico ed evitare pericoli per le persone e danni per le apparecchiature, l'impianto sarà dotato di un idoneo sistema di protezione di interfaccia (SPI) per il collegamento alla rete.

Inoltre, al fine di non iniettare correnti continue nella rete elettrica l'impianto sarà dotato di una separazione metallica tra la sezione DC e la sezione AC o, in alternativa, disporrà di una protezione elettromeccanica equivalente.

La scelta del SPI e del sistema atto ad evitare l'immissione di correnti continue in rete verrà fatta in conformità alla normativa applicabile CEI 11-20 e documento ENEL DK 5940 ed 2.2.

Scelta della tensione DC

La tensione del generatore fotovoltaico (tensione DC) è stata scelta in base al tipo di moduli e di inverter che si prevede verranno utilizzati. In particolare, poiché la tensione DC è influenzata dalla temperatura delle celle e dall'irraggiamento solare, per un corretto accoppiamento tra generatore fotovoltaico e gruppo di conversione, la tensione del generatore fotovoltaico è stata scelta in modo che le sue variazioni siano sempre contenute all'interno della finestra di tensione ammessa dagli inverter.

Inoltre, si è scelta una tensione DC in modo che il suo valore massimo non superi mai la tensione massima di sistema del modulo fotovoltaico, pena la distruzione del modulo stesso. Il valore massimo della tensione DC si ha in condizioni di alto irraggiamento solare, bassa temperatura di cella e in condizioni di circuito aperto.

Essendo l'impianto in oggetto collegato ad una rete in BT, la tensione DC non dovrà mai superare 1000 V sia per non incorrere nelle prescrizioni del D.lgs. 81/2008, relativamente all'alta tensione, sia per facilitare la reperibilità sul mercato e l'economicità della componentistica elettrica che verrà utilizzata.

2 - RELAZIONE TECNICA

2.1 DATI DI PROGETTO

I dati di progetto sono di seguito riportati e riguardano, il committente, il sito di installazione, i dati sulla fornitura elettrica e sull'impianto utilizzatore in corrente alternata e sulla presenza o meno di corpi ombreggianti.

Sito d'installazione	
Località	Castel Maggiore
Indirizzo	Centro Operativo Comunale (COC) via Ungaretti – Via Neruda
Vincoli	non è soggetta ad alcun tipo di vincolo
Latitudine	44,576°
Longitudine	11,363°
Altitudine	29 metri
Temperatura massima	0 °C
Temperatura minima	0 °C
Irraggiamento globale sul piano orizzontale	1412,17 kWh/m²
Dati di irraggiamento	UNI 10349
Albedo	20%
Dati relativi al vento e al carico di neve	Da DM 16 Gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni

2.2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 6,3 kW verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione in Bassa tensione Trifase in corrente alternata di tipo Tri a 400 V.

Le caratteristiche d'impianto sono riassunte di seguito, in particolare in figura 1 è riportato lo schema elettrico unifilare d'impianto.

In esso si distinguono:

Il generatore fotovoltaico composto da:

- 2 stringhe di 9 moduli collegati in serie
- Il gruppo di conversione formato da 1 inverter Trifase
- Il sistema di protezione di interfaccia interno all'inverter (fino a 10kW)
- Il gruppo di protezione

2.2.1 GENERATORE FOTOVOLTAICO

Sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici connessi in serie per la formazione delle stringhe;
- strutture di supporto dei moduli;

Di seguito vengono riportate le caratteristiche del generatore fotovoltaico e dei suoi componenti principali, ovvero stringhe e moduli.

Caratteristiche elettriche del Generatore fotovoltaico	
Potenza nominale	6,3 kWp
Numero moduli fotovoltaici	18
Superficie captante	30,24 m ²
Numero di stringhe	2

Tilt, Azimuth	30°, 45°
Tensione massima @STC (Voc)	378,18 V
Tensione alla massima potenza @STC (Vm)	317,25 V
Corrente di corto circuito @STC (Isc)	21,24 A
Corrente alla massima potenza @STC (Im)	19,86 A

Il generatore fotovoltaico della potenza nominale di 6,3 kW utilizza la configurazione serie-parallelo (S-P) e sarà suddiviso in 2 stringhe di moduli collegati in serie. Di seguito si elencano le composizioni delle stringhe dell'impianto.

Caratteristiche elettriche delle stringhe	
Numero moduli fotovoltaici in serie	9
Potenza nominale	3,15 kW
Tensione a circuito aperto (Voc)	378,18 V
Corrente di corto circuito (Isc)	10,62 A
Corrente alla massima potenza (Im)	9,93 A

Dati costruttivi dei Moduli:

Dati costruttivi dei moduli	
Produttore	JA Solar
Modello	JAM60S10 350/MR
Tecnologia	Si-Mono
Potenza nominale	350 W
Tolleranza	5%
Tensione a circuito aperto (Voc)	42,02 V
Tensione alla massima potenza (Vm)	35,25 V
Corrente di corto circuito (Isc)	10,62 A
Corrente alla massima potenza (Im)	9,93 A
Superficie	1,68 m ²
Efficienza	20,8%
Certificazioni	IEC 61215, IEC 61730 ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2007 IEC TS 62941: 2016

2.2.3 GRUPPO DI CONVERSIONE DC/AC

Il gruppo di conversione dell'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 1 inverter Monofase per una potenza nominale complessiva di circa 6,3 kW. Ciascun inverter sarà costituito da un ponte di conversione DC/AC e da un insieme di componenti quali dispositivi di protezione contro guasti interni e contro le sovratensioni, e da filtri che rendono il gruppo idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete elettrica in corrente alternata in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. per aumentare l'efficienza operativa d'impianto, l'inverter non avrà un trasformatore di isolamento.

Le principali caratteristiche tecniche dell'inverter/degli inverter sono di seguito riassunte.

Dati costruttivi dell'inverter	
Produttore	SMA Solar Technology AG
Modello	Sunny Mini Central SMC 6000A
Potenza nominale	6,3 kW
Potenza massima	6,3 kW
Efficienza massima	96,1%
Efficienza europea	95,2%
Tensione massima da PV	600 V
Minima tensione Mppt	246 V
Massima tensione Mppt	480 V
Massima corrente in ingresso	26 A

Tensione di uscita	230 V
Uscita	Monofase
Trasformatore di isolamento	False
Frequenza	50 Hz
Certificazioni	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, RfG compliant, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

2.2.4 SEZIONE INTERFACCIA RETE

La sezione di interfaccia rete conterrà il sistema di protezione di interfaccia (SPI), il dispositivo di interfaccia (DI) e il sistema di misura dell'energia prodotta.

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI), costituito essenzialmente da relé di frequenza e di tensione, è richiesto, secondo la norma CEI 11-20, a tutela degli impianti del Gestore di Rete in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete pubblica durante il regime di parallelo.

Nel caso dell'impianto in oggetto, Il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e il dispositivo di interfaccia (DI) sono installati sul lato BT dell'impianto. Inoltre, il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e dispositivo di interfaccia (DI) sono interni all'inverter SMA Solar Technology AG Sunny Tripower STP 10000TL-10, , e sono conformi alla normativa applicabile: norme CEI 11-20 e documento ENEL DK 5940 ed 2.2.

Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta sarà collocato all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile.

La potenza nominale dell'impianto è inferiore a 20 kW pertanto, ai sensi della delibera AEEG 88/07, il Gestore di rete sarà responsabile dell'installazione e della manutenzione del sistema di misura dell'energia prodotta , nonché del servizio di misura dell'energia prodotta.

2.2.5 QUADRI ELETTRICI IN CORRENTE CONTINUA

L'impianto fotovoltaico è costituito da 1 quadri di campo così costituiti:

Composizione quadro elettrico	
Numero di ingressi	2
Max corrente per ciascun ingresso	10,62 A
Max tensione ingresso	414,183 V
Max corrente uscita	21,24 A
Dispositivo in ingresso	Nessuno
Corrente nominale del dispositivo in ingresso	0 A
Protezione	Nessuno
Corrente nominale della protezione	0 A
Dispositivo in uscita	ABB S802PV-S16
Corrente nominale del dispositivo in uscita	14,9 A

2.3 CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI PRINCIPALI: MODULI, INVERTER E QUADRI ELETTRICI

In questo paragrafo verranno illustrati i criteri di scelta e di dimensionamento, nonché le caratteristiche elettriche e dimensionali dei principali componenti dell'impianto, ovvero dei moduli fotovoltaici, degli inverter, dei quadri elettrici e delle condutture elettriche.

2.3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici sono stati scelti in base alle seguenti specifiche tecniche:

- utilizzare la tecnologia del
- essere in classe II ed avere una tensione di isolamento superiore a 1000 V
- essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta posta sul retro del modulo che riportano le principali caratteristiche elettriche secondo la norma CEI EN 50380;
- dovranno avere caratteristiche elettriche, per quanto possibile, simili fra loro (soprattutto la corrente nominale), in modo da limitare le perdite elettriche per mismatch. In assenza di queste informazioni, il criterio di scelta è quello di scegliere moduli con piccole tolleranze sulla potenza nominale ($\leq 3\%$);
- essere dotati di diodi di by-pass per garantire la continuità elettrica della stringa anche con danneggiamento o ombreggiamenti di una o più celle;
- avere una cassetta di terminazione con grado di protezione IP 65 da cui dipartono i cavi a loro volta dotati di connettori ad innesto rapido tipo multicontact;
- avere una potenza nominale sufficientemente elevata in modo da ridurre i cablaggi elettrici
- dotati di certificazione emessa da un laboratorio accreditato che certifichi la rispondenza del prodotto alla normativa applicabile;
- avere una garanzia di prodotto contro difetti di fabbricazione e di materiale di almeno 2 anni;
- avere una garanzia sul decadimento delle prestazioni tale per cui il costruttore del modulo garantirà che la potenza nominale del modulo dopo 20 anni non sarà inferiore all'80% della potenza nominale indicata dal costruttore all'atto dell'acquisto del modulo stesso;
- avere il numero di serie e il nome del costruttore indelebili e ben visibili;
- essere provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, per facilitare le operazioni di montaggio;
- avere una tensione massima di sistema superiore a 1000 V.

2.3.2 INVERTER

Gli inverter sono stati scelti e dimensionati in base alle seguenti caratteristiche:

- La potenza complessiva degli inverter dovrà essere superiore al 90 % della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico.
- Essere a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20.
- Dovranno operare in modalità MPPT (Maximum Power Point Tracking)
- Ingressi in continua preferibilmente gestibili con poli non connessi a terra ("floating"), ovvero come sistemi IT.
- Presentare preferibilmente un isolamento galvanico tra generatore fotovoltaico e rete
- Disporre di un dispositivo per controllo continuo dell'isolamento verso terra, lato dc, conforme alle prescrizioni CEI per gli impianti gestiti con sistema IT (CEI 64-8). Eventualmente tale protezione può essere esterna

- Disporre di filtri di ingresso per contenimento eventuale ripple di tensione e corrente su generatore fotovoltaico.
- Avere una efficienza europea superiore al 93% se trattasi di inverter con trasformatore di isolamento, o superiore al 95 % in assenza di tale trasformatore.
- Disporre di filtri in uscita per limitare le armoniche di corrente e contenere i disturbi indotti sulla rete, in conformità alle norme CEI applicabili (EMC).
- Rispondere alle norme applicabili in materia di EMC
- Avere un controllo del fattore di potenza della corrente di uscita su valori prescritti (norma CEI 11-20) con eventuale sistema di rifasamento lato ca, ove risulti necessario.
- Poter funzionare in modo automatico (avviamento, modalità MPPT e spegnimento automatico
- Possibilità di funzionamento in sovraccarico (eventualmente con funzione di limitazione della corrente).
- Possibilità di operare in condizioni di temperatura gravose (protezione mediante limitazione di potenza nel caso in cui i dispositivi di potenza raggiungano temperature elevate)
- Avere protezioni e dispositivi per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20.
- Essere protetto contro guasti interni.
- Essere protetto contro fulminazioni indirette (presenza di scaricatori lato DC e AC)
- Avere il marchio CE.
- Disporre di una certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la di conformità alle norme applicabili, compresi i documenti tecnici dei Distributori relativamente all'interfacciamento con la rete pubblica.
- Avere un grado di protezione (IP) compatibile con le condizioni di installazione prevista in fase di progettazione.

Inoltre, gli inverter verranno scelti in modo tale che il campo di variazione delle tensioni e delle correnti lato DC sia compatibile con i valori di tensione e corrente erogate dal campo fotovoltaico a cui verranno connessi, in qualsiasi condizioni di irraggiamento e temperatura ambiente. La verifica di tale compatibilità verrà fatta nel capitolo "calcoli preliminari".

Analogamente, i valori di tensione e frequenza in uscita dagli inverter saranno compatibili con la rete AC alla quale l'impianto fotovoltaico sarà connesso.

2.3.4 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici dovranno avere un grado di protezione IP idoneo alla tipologia di installazione (IP 65 per installazioni esterne) ed essere dotati di apposita morsettiera su cui attestare i cavi entranti ed uscenti. La morsettiera dovrà essere provvista di morsetto di terra al quale collegare tutte le masse interne al quadro per il loro collegamento a terra. I quadri dovranno preferibilmente essere fissati a parete e possibilmente non dovranno essere esposti alla radiazione solare diretta.

I quadri elettrici dovranno contenere i dispositivi di manovra, protezione che dovranno essere scelti in funzione delle grandezze elettriche presenti nel punto di installazione. In particolare, per la sezione in corrente continua dovranno essere utilizzati dispositivi di protezione e manovra appositamente realizzati per l'impiego in corrente continua. Non sono quindi ammessi dispositivi di protezione e manovra realizzati per l'impiego in corrente alternata a meno che il costruttore non indichi chiaramente il coefficiente di declassamento necessario per poterli utilizzare in tutta sicurezza anche in corrente continua.

La scelta del quadro, in particolare le sue dimensioni, sarà fatta in modo che la temperatura al proprio interno non raggiunga valori tali da compromettere il buon funzionamento delle apparecchiature e dei dispositivi presenti al proprio interno. Il dimensionamento termico dei quadri sarà oggetto di progettazione esecutiva e terrà conto della resistenza termica del quadro, degli elementi presenti al loro interno che durante il normale funzionamento dell'impianto potranno dissipare potenza (dispositivi di protezione e sezionamento, comprese sbarre e cavi) e dalla massima temperatura ambiente.

I quadri elettrici dovranno infine riportare chiaramente ed in modo indelebile il nominativo del costruttore del quadro.

2.4 CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Il riferimento normativo in questo ambito sono le norme CEI 81-10 1/2/3/4 e CEI 82-4. Per proteggere il generatore fotovoltaico contro gli effetti prodotti da sovratensioni indotte a seguito di scariche atmosferiche verranno utilizzati scaricatori (SPD di classe II) sul lato DC da posizionare dentro i quadri di campo. Per il dettaglio si rimanda agli schemi elettrici riportati nel documento.

La scelta degli scaricatori è stata fatta in modo da rispettare la condizione:

$$UC > 1,25 * V_{OC,GENFV}$$

Dove:

U_c : è la tensione di servizio continuo dell'SPD

$V_{OC,GENFV}$: è la tensione a circuito aperto @STC del generatore fotovoltaico

Inoltre, il punto di installazione degli SPD è stato scelto in modo che non vengano superate le distanze di protezione l_{po} e l_{pi} definite nella norma CEI 81-10/4:

- Distanza di protezione l_{po} determinata dai fenomeni di oscillazione;
- Distanza di protezione l_{pi} determinata dai fenomeni d'induzione.

3. Elaborati grafici

3.1 - SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE

Vedi planimetria IE09 allegata con Schema unifilare dell'impianto fotovoltaico e posizionamento pannelli sulla copertura.

4. Calcoli preliminari

4.1 - PRODUCIBILITÀ ANNUA

Sito di installazione

L'impianto verrà installato in località (), La tabella che segue riporta i principali dati geografici del sito di installazione.

Dati geografici del sito	
Località	Castel Maggiore
Latitudine	44,576°
Longitudine	11,363°
Altitudine	29 metri
Temperatura massima	0 °C
Temperatura minima	0 °C
Dati di irraggiamento	UNI 10349
Dati relativi al vento e al carico di neve	Da DM 16 Gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni

La valutazione della fonte solare per la località () è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la provincia che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di (). La norma UNI 10349 fornisce una serie di dati climatici tra cui l'irraggiamento globale giornaliero medio mensile su piano orizzontale con le sue componenti diretto e diffuso. Per la località in esame i valori di irraggiamento giornaliero medio mensile sono i seguenti:

Mese	Diffuso giornaliero [kWh/m ²]	Diretto giornaliero [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]
Gennaio	0,69	0,55	1,24
Febbraio	1,00	1,06	2,06
Marzo	1,42	1,90	3,32
Aprile	1,85	2,94	4,79
Maggio	2,12	3,80	5,92
Giugno	2,21	4,40	6,61
Luglio	1,99	5,03	7,02
Agosto	1,86	3,87	5,73
Settembre	1,51	2,72	4,23
Ottobre	1,11	1,65	2,76
Novembre	0,75	0,72	1,47
Dicembre	0,61	0,53	1,14
Annuale	521,56	890,61	1412,17

Tenendo conto dell'irraggiamento giornaliero medio mensile e del numero di giorni di cui si compongono i dodici mesi dell'anno, è possibile determinare il valore di irraggiamento globale annuale su piano orizzontale per la località di (). Tale valore è pari a 1412,17 [kWh/m²].

Calcolo della producibilità

La producibilità dell'impianto è stata calcolata sulla base dei dati storici del sito di installazione relativi ai valori medi mensili dell'irraggiamento solare globale incidente su superficie orizzontale desunti dalla Norma UNI 10349 per la località in questione.

La procedura per il calcolo dell'energia prodotta dall'impianto tiene conto della potenza nominale dell'impianto (6,3 kW), dell'angolo di tilt e di azimuth (30°, 45°) del generatore fotovoltaico, delle perdite sul generatore fotovoltaico (perdite resistive, perdite per scostamento di temperatura dei moduli, per riflessione e per mismatching tra stringhe), dell'efficienza europea degli inverter nonché del coefficiente di riflettanza del suolo antistante i moduli (20%) (albedo).

Pertanto, l'energia prodotta dall'impianto su base annua (Ep,a) si calcola come segue:

$$E_{p,a} = P_{nom} * Irr * (1 - Perdite) = 7\,435,99 \text{ kWh}$$

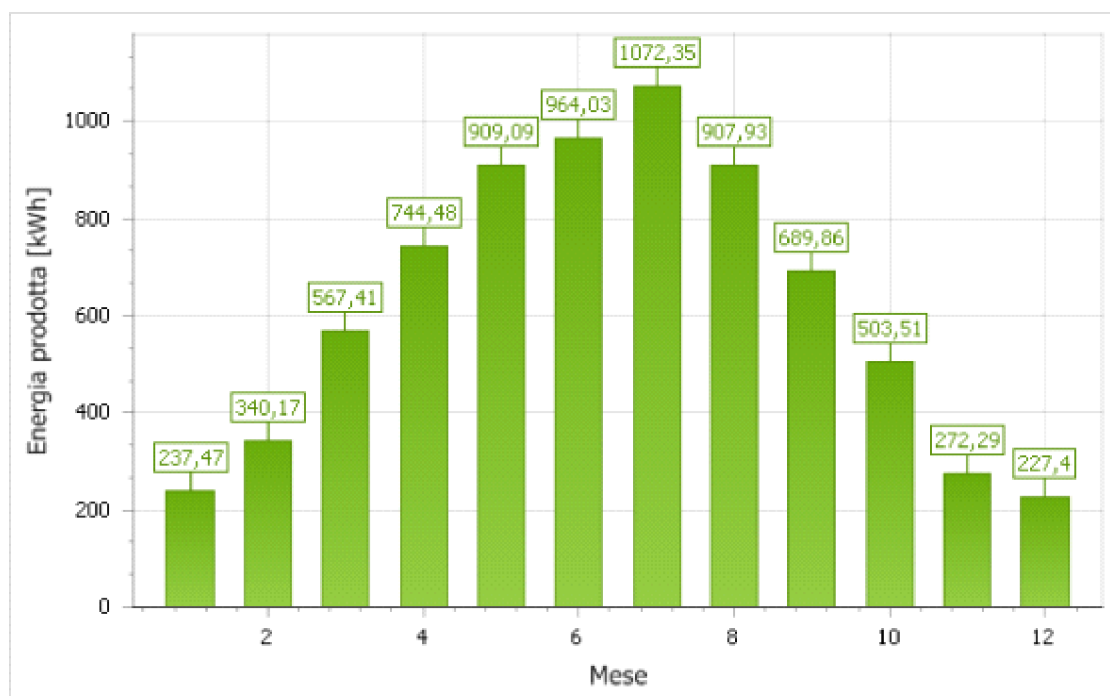
Dove:

- P_{nom} = Potenza nominale dell'impianto: 6,3 kW
- Irr = Irraggiamento annuo sul piano dei moduli: 1521,06 kWh/m²
- Perdite = Perdite di potenza: 22,40 %

Le perdite di potenza sono dovute a vari fattori. Nella tabella sottostante vengono riportati tali fattori di perdita e i relativi valori assunti dalla procedura per il calcolo della producibilità dell'impianto.

Fattori di perdita elettrica	
Perdite per aumento di temperatura dei moduli	5,00 %
Perdite di mismatch elettrico	5,00 %
Perdite resistive	4,00 %
Perdite per conversione DC/AC	4,80 %
Altre perdite	2,00 %
Perdite totali	22,40 %

Il grafico sotto indicato riporta l'andamento della produzione mensile di energia attesa nel corso dell'anno.



4.2 - VERIFICA DEL CORRETTO ACCOPPIAMENTO ELETTRICO TRA IL GENERATORE FOTOVOLTAICO ED IL GRUPPO DI CONVERSIONE DC/AC.

Per poter scegliere un inverter correttamente occorre preventivamente verificare la compatibilità tra gli inverter utilizzati ed i relativi campi fotovoltaici.

Le verifiche sugli inverter si riferiscono alla sezione in corrente continua dell'impianto fotovoltaico e riguardano:

- La verifica sulla tensione DC
- La verifica sulla corrente DC
- La verifica sulla potenza

Verifica sulla tensione DC

La verifica sulla tensione DC consiste nel controllare che l'insieme delle tensioni fornite dal campo fotovoltaico sia compatibile con il campo di variazione della tensione di ingresso dell'inverter.

In altri termini, è necessario calcolare la tensione minima e massima del campo fotovoltaico e verificare che la prima sia superiore alla tensione minima di ingresso ammessa dall'inverter, e la seconda sia inferiore alla tensione massima di ingresso ammessa dall'inverter.

Verifica sulla corrente DC

La verifica sulla corrente DC consiste nel controllare che la corrente di cortocircuito @ STC del campo fotovoltaico sia inferiore alla massima corrente di ingresso ammessa dall'inverter.

Verifica sulla potenza

La verifica sulla potenza consiste nel controllare la potenza nominale del gruppo di conversione DC/AC (somma delle potenze nominali degli inverter) sia superiore all'80 % e inferiore al 120 % della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico (somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici).

Le tabelle che seguono riportano il risultato di tali verifiche.

Inverter:1	
Limiti sulla tensione	Tensione minima alla temperatura dei moduli di 70°C (270,96 V) > Tensione minima di Mppt (246 V)
Limiti sulla tensione	Tensione massima alla temperatura dei moduli di -10°C (353,25 V) < Tensione massima di Mppt (480 V)
Limiti sulla tensione	Tensione di circuito aperto alla temperatura dei moduli di -10°C (414,18 V) < Tensione massima dell'inverter (600 V)
Limiti sulla corrente	Corrente di corto circuito (21,24 A) < Massima corrente dell'inverter (26 A)
Limiti sulla potenza	Dimensionamento in potenza (80 %) < (100%) < (120 %)

5 Quadro delle prestazioni richieste

In termini di energia l'impianto, tenendo conto del sito di installazione (), dovrà avere una capacità produttiva teorica annua superiore a circa 1 180,32 kWh/kWp

In termini di efficienze operative DC e AC, l'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

$$\begin{array}{ll} P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * Irr / I_{STC} & \text{(per } Irr > 600 \text{ W/m}^2\text{)} \\ P_{ca} > 0,9 * P_{cc} & \text{(per } P_{ca} > \text{del } 90\% \text{ della potenza di targa del} \\ & \text{gruppo di conversione)} \end{array}$$

Dove:

- P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;
- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata (in kVA) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- P_{nom} è la potenza nominale (in kWp) del campo fotovoltaico;
- Irr è l'irradianza solare (in W/m^2) misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del 3%;
- I_{STC} è l'irradianza solare in STC pari a 1000 W/m^2 .

Inoltre, al fine di assicurare il rispetto dei suddetti requisiti di efficienza operativa del generatore fotovoltaico e del gruppo di conversione dovrà essere emesso:

- la dichiarazione attestante la verifica tecnico-funzionale;
- il certificato di collaudo.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Criteri di progetto e documentazione

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

Sicurezza elettrica

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems CEI EN 60529 (70-1)

Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

Norme fotovoltaiche

IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols CEI EN 50380 (82-22)

Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

CEI EN 60891 (82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino –

Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

CEI EN 60904-1 (82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

CEI EN 60904-2 (82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento

CEI EN 60904-3 (82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento

CEI EN 61173 (82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida

CEI EN 61215 (82-8) Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo

CEI EN 61646 (82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

CEI EN 61277 (82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida

CEI EN 61345 (82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61701 (82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61724 (82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

CEI EN 61727 (82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete

CEI EN 61829 (82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 61683 (82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza

CEI EN 62093 (82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali

Quadri elettrici

CEI EN 60439-1 (17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

CEI EN 60439-3 (17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante

CEI 0-16, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica

CEI EN 50110-1 (11-48) Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50160 (110-22) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

Cavi, cavidotti e accessori

CEI 20-19/1 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-19/4 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili

CEI 20-19/9 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi
CEI 20-19/10 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano

CEI 20-19/11 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA

CEI 20-19/12 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore

CEI 20-19/13 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

CEI 20-19/14 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità

CEI 20-19/16 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente

CEI 20-20/1 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-20/3 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa

CEI 20-20/4 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa

CEI 20-20/5 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili

CEI 20-20/9 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura

CEI 20-20/12 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore

CEI 20-20/14 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni

CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata

CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

CEI EN 50086-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 50086-2-1 (23-54) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

CEI EN 50086-2-2 (23-55) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

CEI EN 50086-2-3 (23-56) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

CEI EN 50086-2-4 (23-46) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

CEI EN 50262 (20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche

CEI EN 60423 (23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

Conversione della potenza

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione

CEI EN 60146-1-1 (22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

CEI EN 60146-1-3 (22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori

CEI UNI EN 45510-2-4 Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Scariche atmosferiche e sovratensioni

CEI 81-3 Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico

CEI 81-8 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione

CEI EN 50164-1 (81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione

CEI EN 61643-11 (37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove

CEI EN 62305-1 (81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali

CEI EN 62305-2 (81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4 (81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dispositivi di potenza

CEI EN 50123 (serie) (9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua

CEI EN 60898-1 (23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata

CEI EN 60947-4-1 (17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici

Compatibilità elettromagnetica

CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC

CEI EN 50082-1 (110-8) Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull'immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 50263 (95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione

CEI EN 60555-1 (77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni

CEI EN 61000-2-2 (110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione

CEI EN 61000-2-4 (110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali

CEI EN 61000-3-2 (110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)

CEI EN 61000-3-3 (110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – Sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale < 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione

CEI EN 61000-3-12 (210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e ≤ 75 A per fase.

CEI EN 61000-6-1 (210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-2 (210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali

CEI EN 61000-6-3 (210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-4 (210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche

Energia solare

UNI 8477 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

➤ Calcolo della Protezione dalle Scariche Atmosferiche

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Dati del progettista / installatore:

Ragione sociale: Studio AZ srl
Indirizzo: via Enrico Mattei 88/b
Città: Bologna
CAP: 40138
Provincia: BO
Albo professionale: Periti Industriali della provincia di Bologna
Numero di iscrizione all'albo: 506
Partita Iva: 04247830377
Codice Fiscale: 04247830377

Committente:

Committente: Comune di Castelmaggiore
Descrizione struttura: Polo Sicurezza
Indirizzo: via Neruda - via Ungaretti
Comune: Castelmaggiore
Provincia: BO

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta AD
 - Grafico area di raccolta AM

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

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

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"
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
Maggio 2020.

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 vale:

$$N_g = 2,8 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (*Allegato Disegno della struttura*).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: altro

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

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.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ENEL Caserma
- Linea di energia: ENEL Foresteria
- Linea di energia: ENEL COC
- Linea di energia: ENEL App.1
- Linea di energia: ENEL App.2
- Linea di energia: ENEL App.3
- Linea di segnale: DATI Caserma
- Linea di segnale: DATI COC
- Linea di segnale: TELEFONO App.1
- Linea di segnale: TELEFONO App.2
- Linea di segnale: TELEFONO App.3

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*.

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: 8,19E-08

RB: 3,28E-09

RU(Caserma Carabinieri ENEL): 0,00E+00

RV(Caserma Carabinieri ENEL): 0,00E+00

RU(Foresteria ENEL): 0,00E+00

RV(Foresteria ENEL): 0,00E+00

RU(COC ENEL): 0,00E+00

RV(COC ENEL): 0,00E+00

RU(Alloggio 1 ENEL): 0,00E+00
RV(Alloggio 1 ENEL): 0,00E+00
RU(Alloggio 2 ENEL): 0,00E+00
RV(Alloggio 2 ENEL): 0,00E+00
RU(Alloggio 3 ENEL): 0,00E+00
RV(Alloggio 3 ENEL): 0,00E+00
RU(Caserma Carabinieri DATI): 0,00E+00
RV(Caserma Carabinieri DATI): 0,00E+00
RU(COC Dati): 0,00E+00
RV(COC Dati): 0,00E+00
RU(Alloggio 1 TELEFONO): 0,00E+00
RV(Alloggio 1 TELEFONO): 0,00E+00
RU(Alloggio 2 TELEFONO): 0,00E+00
RV(Alloggio 2 TELEFONO): 0,00E+00
RU(Alloggio 3 Telefono): 0,00E+00
RV(Alloggio 3 Telefono): 0,00E+00
Totale: 8,52E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 8,52E-08

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 8,52E-08$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 8,52E-08$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

Data 12/04/2021

Timbro e firma



9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

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

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $Ng = 2,8$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: ENEL Caserma

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello I ($PEB = 0,01$)

Caratteristiche della linea: ENEL Foresteria

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello I ($PEB = 0,01$)

Caratteristiche della linea: ENEL COC

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello I ($PEB = 0,01$)

Caratteristiche della linea: ENEL App.1

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: ENEL App.2

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: ENEL App.3

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: DATI Caserma

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

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: DATI COC

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

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: TELEFONO App.1

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

Linea in tubo o canale metallico

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5 \text{ ohm/km}$
SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: TELEFONO App.2

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

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: TELEFONO App.3

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

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ceramica ($r_t = 0,001$)

Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)

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

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: Caserma Carabinieri ENEL

Alimentato dalla linea ENEL Caserma

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m^2) ($K_{s3} = 1$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Foresteria ENEL

Alimentato dalla linea ENEL Foresteria

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m^2) ($K_{s3} = 1$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: COC ENEL

Alimentato dalla linea ENEL COC

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²) (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Alloggio 1 ENEL

Alimentato dalla linea ENEL App.1

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²) (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Alloggio 2 ENEL

Alimentato dalla linea ENEL App.2

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²) (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Alloggio 3 ENEL

Alimentato dalla linea ENEL App.3

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²) (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Caserma Carabinieri DATI

Alimentato dalla linea DATI Caserma

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: COC Dati

Alimentato dalla linea DATI COC

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Alloggio 1 TELEFONO

Alimentato dalla linea TELEFONO App.1

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Alloggio 2 TELEFONO

Alimentato dalla linea TELEFONO App.2

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: II ($PSPD = 0,02$)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Alloggio 3 Telefono

Alimentato dalla linea TELEFONO App.3

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: II ($PSPD = 0,02$)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 8760

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,00E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 4,00E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000

Valore del contenuto (€): 200000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 300000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 1,50E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 2,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: ENEL Caserma

Circuito: Caserma Carabinieri ENEL

FS Totale: 0,0082

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: ENEL Foresteria

Circuito: Foresteria ENEL

FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 3
Zona: Struttura
Linea: ENEL COC
Circuito: COC ENEL
FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 4
Zona: Struttura
Linea: ENEL App.1
Circuito: Alloggio 1 ENEL
FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 5
Zona: Struttura
Linea: ENEL App.2
Circuito: Alloggio 2 ENEL
FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 6
Zona: Struttura
Linea: ENEL App.3
Circuito: Alloggio 3 ENEL
FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 7
Zona: Struttura
Linea: DATI Caserma
Circuito: Caserma Carabinieri DATI
FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 8
Zona: Struttura
Linea: DATI COC
Circuito: COC Dati

FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 9
Zona: Struttura
Linea: TELEFONO App.1
Circuito: Alloggio 1 TELEFONO
FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 10
Zona: Struttura
Linea: TELEFONO App.2
Circuito: Alloggio 2 TELEFONO
FS Totale: 0,0082
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 11
Zona: Struttura
Linea: TELEFONO App.3
Circuito: Alloggio 3 Telefono
FS Totale: 0,0082
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 $AD = 5,85E-03 \text{ km}^2$
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,22E-01 \text{ km}^2$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 8,19E-03$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,18E+00$

Linee elettriche

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

ENEL Caserma
 $AL = 0,040000 \text{ km}^2$
 $AI = 4,000000 \text{ km}^2$

ENEL Foresteria

AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

ENEL COC
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

ENEL App.1
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

ENEL App.2
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

ENEL App.3
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

DATI Caserma
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

DATI COC
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

TELEFONO App.1
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

TELEFONO App.2
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

TELEFONO App.3
AL = 0,040000 km²
AI = 4,000000 km²

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

ENEL Caserma
NL = 0,005600
NI = 0,560000

ENEL Foresteria
NL = 0,005600
NI = 0,560000

ENEL COC
NL = 0,005600
NI = 0,560000

ENEL App.1
NL = 0,005600
NI = 0,560000

ENEL App.2
NL = 0,005600
NI = 0,560000

ENEL App.3
NL = 0,005600
NI = 0,560000

DATI Caserma
NL = 0,005600
NI = 0,560000

DATI COC
NL = 0,005600
NI = 0,560000

TELEFONO App.1
NL = 0,005600
NI = 0,560000

TELEFONO App.2
NL = 0,005600
NI = 0,560000

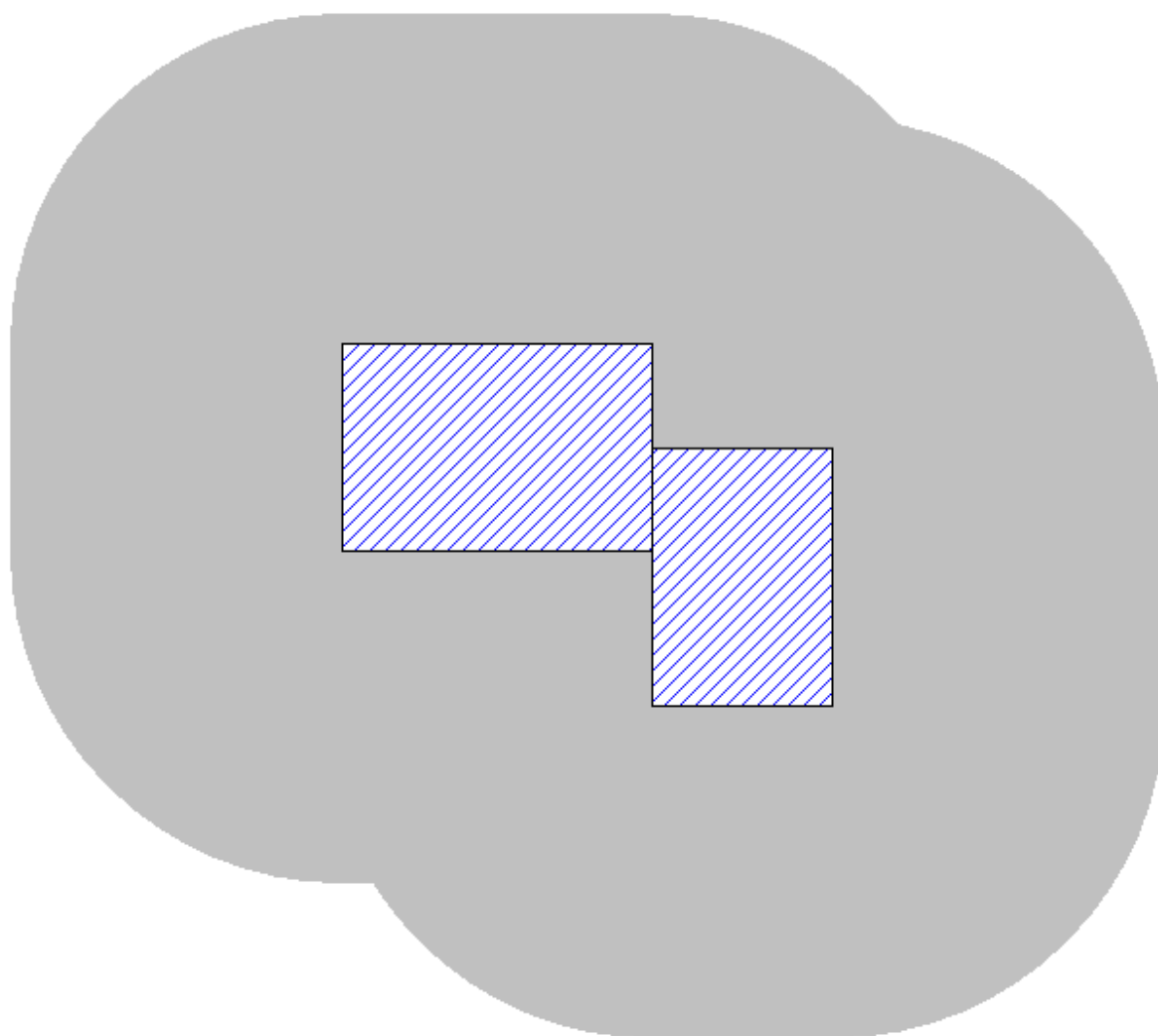
TELEFONO App.3
NL = 0,005600
NI = 0,560000

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (Caserma Carabinieri ENEL) = 1,00E+00
PC (Foresteria ENEL) = 1,00E+00
PC (COC ENEL) = 1,00E+00
PC (Alloggio 1 ENEL) = 1,00E+00
PC (Alloggio 2 ENEL) = 1,00E+00

PC (Alloggio 3 ENEL) = 1,00E+00
 PC (Caserma Carabinieri DATI) = 1,00E+00
 PC (COC Dati) = 1,00E+00
 PC (Alloggio 1 TELEFONO) = 1,00E+00
 PC (Alloggio 2 TELEFONO) = 1,00E+00
 PC (Alloggio 3 Telefono) = 1,00E+00
 PC = 1,00E+00
 PM (Caserma Carabinieri ENEL) = 8,89E-03
 PM (Foresteria ENEL) = 8,89E-03
 PM (COC ENEL) = 8,89E-03
 PM (Alloggio 1 ENEL) = 8,89E-03
 PM (Alloggio 2 ENEL) = 8,89E-03
 PM (Alloggio 3 ENEL) = 8,89E-03
 PM (Caserma Carabinieri DATI) = 2,00E-06
 PM (COC Dati) = 2,00E-06
 PM (Alloggio 1 TELEFONO) = 2,00E-06
 PM (Alloggio 2 TELEFONO) = 2,00E-06
 PM (Alloggio 3 Telefono) = 2,00E-06
 PM = 5,22E-02
 PU (Caserma Carabinieri ENEL) = 0,00E+00
 PV (Caserma Carabinieri ENEL) = 0,00E+00
 PW (Caserma Carabinieri ENEL) = 0,00E+00
 PZ (Caserma Carabinieri ENEL) = 0,00E+00
 PU (Foresteria ENEL) = 0,00E+00
 PV (Foresteria ENEL) = 0,00E+00
 PW (Foresteria ENEL) = 0,00E+00
 PZ (Foresteria ENEL) = 0,00E+00
 PU (COC ENEL) = 0,00E+00
 PV (COC ENEL) = 0,00E+00
 PW (COC ENEL) = 0,00E+00
 PZ (COC ENEL) = 0,00E+00
 PU (Alloggio 1 ENEL) = 0,00E+00
 PV (Alloggio 1 ENEL) = 0,00E+00
 PW (Alloggio 1 ENEL) = 0,00E+00
 PZ (Alloggio 1 ENEL) = 0,00E+00
 PU (Alloggio 2 ENEL) = 0,00E+00
 PV (Alloggio 2 ENEL) = 0,00E+00
 PW (Alloggio 2 ENEL) = 0,00E+00
 PZ (Alloggio 2 ENEL) = 0,00E+00
 PU (Alloggio 3 ENEL) = 0,00E+00
 PV (Alloggio 3 ENEL) = 0,00E+00
 PW (Alloggio 3 ENEL) = 0,00E+00
 PZ (Alloggio 3 ENEL) = 0,00E+00
 PU (Caserma Carabinieri DATI) = 0,00E+00
 PV (Caserma Carabinieri DATI) = 0,00E+00
 PW (Caserma Carabinieri DATI) = 0,00E+00
 PZ (Caserma Carabinieri DATI) = 0,00E+00
 PU (COC Dati) = 0,00E+00

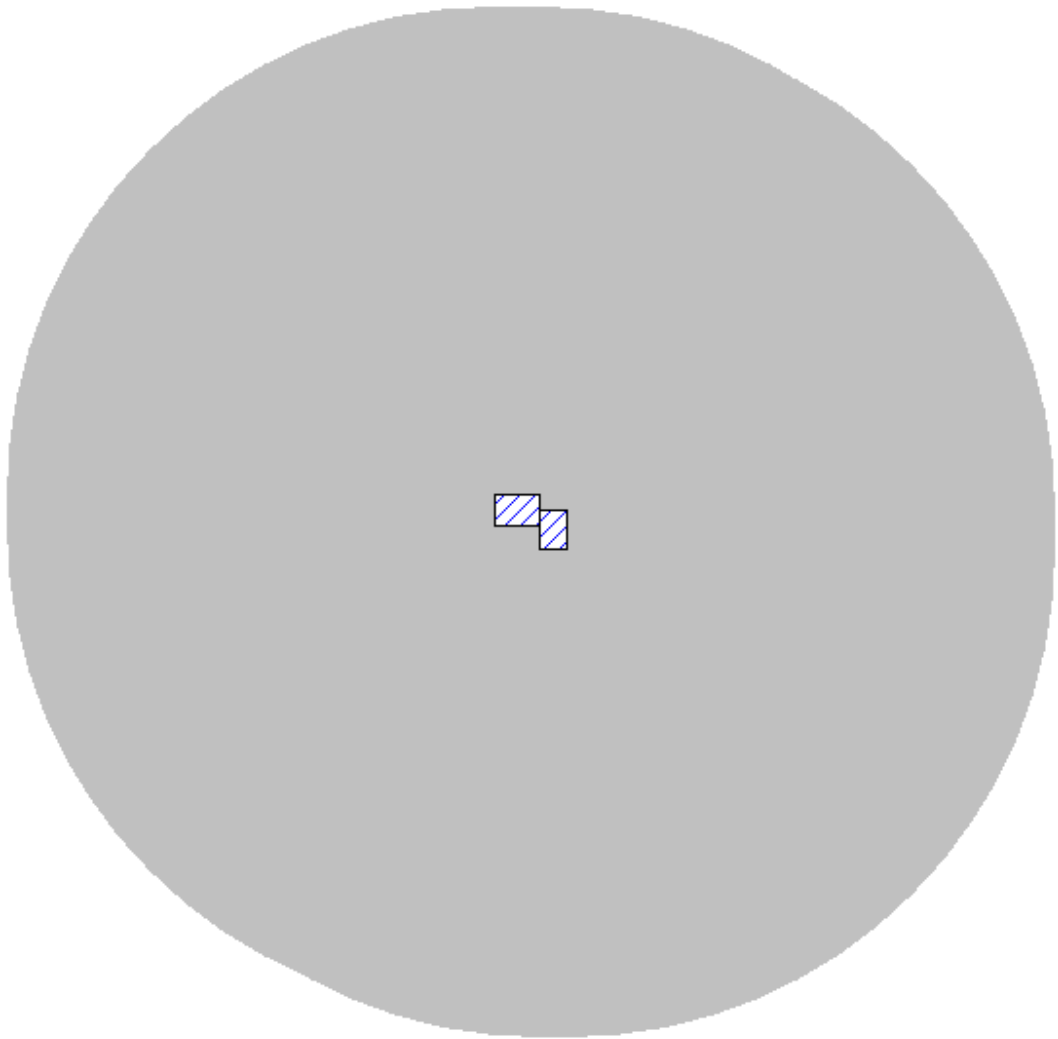
PV (COC Dati) = 0,00E+00
PW (COC Dati) = 0,00E+00
PZ (COC Dati) = 0,00E+00
PU (Alloggio 1 TELEFONO) = 0,00E+00
PV (Alloggio 1 TELEFONO) = 0,00E+00
PW (Alloggio 1 TELEFONO) = 0,00E+00
PZ (Alloggio 1 TELEFONO) = 0,00E+00
PU (Alloggio 2 TELEFONO) = 0,00E+00
PV (Alloggio 2 TELEFONO) = 0,00E+00
PW (Alloggio 2 TELEFONO) = 0,00E+00
PZ (Alloggio 2 TELEFONO) = 0,00E+00
PU (Alloggio 3 Telefono) = 0,00E+00
PV (Alloggio 3 Telefono) = 0,00E+00
PW (Alloggio 3 Telefono) = 0,00E+00
PZ (Alloggio 3 Telefono) = 0,00E+00



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 5,85E-03

Committente: Comune di Castelmaggiore
Descrizione struttura: Polo Sicurezza
Indirizzo: via Neruda - via Ungaretti
Comune: Castelmaggiore
Provincia: BO



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km²) = 4,22E-01

Committente: Comune di Castelmaggiore
Descrizione struttura: Polo Sicurezza
Indirizzo: via Neruda - via Ungaretti
Comune: Castelmaggiore
Provincia: BO

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,80 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,579133° N**

Longitudine: **11,355811° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi 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 più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida 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 proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è 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, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

Data 12/04/2021

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via Pablo Neruda, 40013 Castel Maggiore BO, Italia

Latitudine: 44,579133

Longitudine: 11,355811

