

COMUNE DI COLLEFFERRO

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

Realizzazione nuovo parcheggio nell'area sosta Truck Village su terreno sito in Via Casilina, km 48,500, distinto al Foglio SEG/4 p.IIe 167 e 233 e Foglio SEG/5 p.IIa 36 del N.C.T. del Comune di Colferro

Il Committente:

Truck Village Soc. Cons. a R.L.

I Progettisti:

Dott. Ing. Danilo Zennaro

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A22729

Dott. Ing. Fabrizio Quattrino

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A21272

Il Direttore dei Lavori:

-

InG. FABRIZIO QUATTRINO

Via G. da Verrazzano, 23
00034 Colferro (Roma)

Phone (+39) 06.97.23.60.70
Fax (+39) 06.97.23.60.70
Mobile phone (+39) 328.82.35.885

fabrizioquattrino@gmail.com
f.quattrino@pec.ording.roma.it

ING. Danilo Zennaro

Via del Commercio, 22/24
00034 Colferro (Roma)

Phone (+39) 06.88.97.00.18
Fax (+39) 06.69.30.60.00
Mobile phone (+39) 329.35.30.908

www.studiozennaro.com

info@studiozennaro.com

ing.zennaro@pec.ording.roma.it

Oggetto:

IMPIANTI ELETTRICI

RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

Elaborato:

01

IE

A

Progetto:

	<input type="checkbox"/>		Nome	Data
Preliminare	<input type="checkbox"/>		Redazione	F.Q. 09/02/2023
Definitivo	<input type="checkbox"/>		Controllo	F.Q. 09/02/2023
Esecutivo	<input checked="" type="checkbox"/>		Approvazione	F.Q. 09/02/2023
As Built	<input type="checkbox"/>			

Aggiornamento:

		Nome		
		Red.	Contr.	Appr.
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Scala:

--

Data:

09/02/2023

FILE:	Commissa	Anno	Directory	Elaborato	Tipo	Rev.	Estensione	Rapp. Plot
	064122	0301	IEA	DOC				A4

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta di questo Studio Tecnico che ne detiene la proprietà.

Indice

1	GENERALITA'	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DA REALIZZARE E DOCUMENTAZIONE	3
4	CAVIDOTTI - POZZETTI - BLOCCHI DI FONDAZIONI - PALI DI SOSTEGNO	5
4.1	Cavidotti.....	5
4.2	Pozzetti con chiusino	5
4.3	Pozzetto prefabbricato interrato	6
5	LINEE ELETTRICHE INTERRATE	6
6	CASSETTE - GIUNZIONI - DERIVAZIONI	6
7	TORRE PORTAFARI	6
7.1	Fusto 6	
7.2	Testa di trascinamento.....	7
7.3	Corona mobile	7
7.4	Funi di sospensione della corona mobile	7
7.5	Equipaggiamento elettrico	7
7.6	Sicurezze attive e passive	8
7.7	Unità elettrica carrellata	8
7.8	Materiali	8
7.9	Finiture8	
7.10	Sistema e circuiti di alimentazione.....	9
8	PALI	9
8.1	Basamento dei pali.....	10
9	APPARECCHI ILLUMINANTI	10
9.1	Proiettori per torri portafaro.....	10
9.2	Armature stradali per pali in acciaio	10
10	TORRETTE DI DISTRIBUZIONE	11

1 GENERALITA'

Il presente progetto si pone come obiettivo la realizzazione dell'impianto di illuminazione e forza motrice a servizio dell'area di sosta a cielo aperto per mezzi pesanti e sita a Colleferro

L'impianto di illuminazione sarà costituito da:

- 6 torri portafari di altezza 20 metri dove su ognuna verranno installati 4 proiettori a led della potenza di 390 W
- 44 pali in acciaio zincato (altezza fuori terra 8 metri) dove su ognuno verrà installato un corpo illuminante a led della potenza di 80 W

Al fine di conseguire con il livello platino l'obiettivo del regolamento (CE) n. 561/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 marzo 2006, il progetto è stato redatto considerando un illuminamento di 25 lux lungo il perimetro dell'area del parcheggio.

L'impianto forza motrice sarà costituito da 8 torrette di distribuzione, attrezzate per "prelevare" energia elettrica alla tensione di 230 e 400 Volt e le cui specifiche tecniche verranno indicate nei paragrafi successivi.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti saranno realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della Legge 1/3/1968, n. 186. Le loro caratteristiche e quelle dei singoli componenti corrisponderanno alle norme vigenti, restando inteso che, al momento della presa in consegna degli impianti da parte della Committente, gli stessi impianti dovranno soddisfare tutte le eventuali nuove norme e prescrizioni (o loro aggiornamenti) che nel frattempo saranno state emanate; in particolare, saranno conformi:

- alle prescrizioni applicabili contenute nelle disposizioni legislative;
- alle prescrizioni applicabili contenute nelle Circolari Ministeriali;
- alle prescrizioni delle Norme UNI, CEI ed UNEL;
- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali;
- alle prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL e TELECOM.
- regolamento (CE) n. 561/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 marzo 2006

Sono di particolare rilevanza per gli impianti oggetto del presente progetto le seguenti norme di riferimento:

- Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Parte 2 – Requisiti prestazionali";
- Norma UNI 10819 "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- Norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norme CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua".

L'elenco di cui sopra deve ritenersi non esaustivo. L'Appaltatore ha l'obbligo di applicare ogni altra norma di riferimento (ad es. relativamente a specifici componenti da installare nei quadri elettrici, a sistemi di contenimento e protezione di cavi, provvedimenti antincendio, dispositivi di protezione elettrica, rivestimenti protettivi, ecc.). Inoltre l'appaltatore ha l'obbligo di applicare le linee guida di enti normatori e/o legislative, anche di rango regionale o locale. Le norme si intendono nella rispettiva versione più aggiornata

In mancanza di indicazioni ovvero nel caso di indicazioni che risultino palesemente, o a giudizio della Direzione Lavori, errate o contraddittorie, sarà la Direzione Lavori stessa ad impartire le direttive necessarie che saranno vincolanti per l'Appaltatore e senza alcun ulteriore onere per il Committente.

3 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DA REALIZZARE E DOCUMENTAZIONE DA RILASCIARE

Gli impianti, illuminazione e forza motrice, prenderanno origine dal quadro elettrico generale che verrà posizionato lungo un lato del perimetro; linee elettriche in cavidotto interrato, provvederanno ad energizzare le utenze.

L'alimentazione del quadro elettrico generale verrà derivata dal quadro elettrico power center presente nel locale cabina elettrica.

Comunque, per avere una più chiara dislocazione dei carichi e della distribuzione elettrica si rimanda agli elaborati grafici IE-02.....IE-05

I lavori da eseguire ed affidare alla ditta appaltatrice possono essere così riassunti:

- realizzazione di scavi, ripristini e fornitura in opera di tutti i cavidotti;
- fornitura e posa in opera di tutti i cavi per la trasmissione dell'energia;
- fornitura e posa in opera di pali in acciaio zincato completi di plinti di fondazione per il sostegno dei corpi illuminanti da installare lungo il perimetro dell'area di sosta;
- fornitura e posa di torri portafari complete di plinti di fondazione;
- fornitura e posa in opera di tutti i corpi illuminanti (proiettori per torri portafari e armature stradali per pali in acciaio zincato);
- fornitura e posa in opera del quadro elettrico generale;

L'affidamento si intende comprensivo di fornitura e posa e di tutte le prestazioni accessorie, comprese opere murarie, necessarie a consegnare le opere finite. Il servizio dovrà comprendere il costo della fornitura di tutti i materiali necessari alla realizzazione degli impianti più tutta la manodopera per l'installazione e programmazione del sistema, le prove di funzionamento ed il collaudo degli apparati nella loro totalità, le spese tecniche per la redazione della documentazione strutturale (plinti di fondazione) da sottoporre agli organi competenti (genio civile ecc). Inoltre il sistema di seguito descritto dovrà essere fornito chiavi in mano, compresa la produzione di tutta la documentazione inerente le apparecchiature installate quali collaudi, certificati di conformità, schede tecniche, ecc.

L'Impresa installatrice deve esaminare il progetto in modo da dividerne la sua validità, fattibilità e funzionalità sotto il profilo sia tecnico/economico che normativo, per dare l'opera finita a "regola dell'arte" e perfettamente funzionante.

L'impresa, con l'aggiudicazione dell'Appalto, si assume la totale responsabilità per quanto riguarda la corretta realizzazione, il buon funzionamento degli impianti e la rispondenza delle prestazioni di questi ai dati di progetto.

Eventuali deficienze di dati, di elementi descrittivi così come inesattezze, indeterminazioni e discordanze di elementi grafici del progetto, non possono in alcun modo giustificare difetti, anomalie, ritardi e arbitrarietà di esecuzione o richieste di maggiori compensi da parte dell'Impresa stessa. È difatti dovere dell'Impresa segnalare tempestivamente alla Committente eventuali deficienze o discordanze, richiedere chiarimenti e proporre eventualmente soluzioni idonee.

In assenza di richiesta di chiarimenti e integrazioni da parte dell'Installatore si riterrà che lo stesso abbia compreso ed accettato il contenuto del progetto stesso.

In caso di dubbi sulle priorità prevarrà l'interpretazione più favorevole per il Committente per quanto descritto nei documenti di progetto.

In mancanza di indicazioni ovvero nel caso di indicazioni che risultino palesemente, o a giudizio della Direzione Lavori, errate o contraddittorie, sarà la Direzione Lavori stessa ad impartire le direttive necessarie che saranno vincolanti per l'Appaltatore e senza alcun ulteriore onere per il Committente.

L'impresa appaltatrice, insieme ai preposti della Stazione Appaltante, individuerà, coerentemente con gli obiettivi da perseguire descritti nel presente documento tecnico, la corretta ubicazione delle apparecchiature previste.

L'impresa appaltatrice, nel caso di varianti significative al progetto esecutivo, è tenuta ad eseguire la progettazione di dettaglio per la costruzione in cantiere ad integrazione della documentazione di appalto, per renderla da un lato coerente con le apparecchiature selezionate e dall'altro idonea all'utilizzo da parte degli operatori addetti all'installazione. Detti disegni vanno sottoposti per approvazione.

L'esame dei disegni esecutivi o altre informazioni fornite da parte del Progettista non sollevano l'impresa appaltatrice dalle sue responsabilità per quanto riguarda discrepanze, errori ed omissioni nei disegni prodotti dall'impresa stessa.

La responsabilità e il costo di produrre (incluse le copie richieste) i disegni per l'installazione necessari per la costruzione degli impianti nel loro complesso sono a carico dell'impresa appaltatrice.

Al termine dei lavori, e comunque prima del collaudo definitivo, l'impresa appaltatrice rilascerà al Committente la dichiarazione di conformità, completa di tutte le certificazioni di prova e di conformità delle apparecchiature.

La documentazione finale, in formato cartaceo e in formato elettronico Adobe Acrobat (*.pdf) o nativo Autocad (*.dwg) che l'impresa appaltatrice rilascerà al termine dei lavori sarà costituita da :

- dichiarazione di conformità;
- disegni e schemi come costruito (fare riferimento al progetto se non intervengono varianti significative);
- descrizione generale delle opere realizzate;

- raccolta delle certificazioni relative alle apparecchiature, ai materiali posti in opera;
- raccolta tabellare delle misure e delle prove eseguite sull'impianto e sulle strutture;
- raccolta di manuali d'uso e manutenzione e delle documentazioni tecniche delle case costruttrici relative a componenti e apparecchiature.

I manuali dovranno contenere tutte le informazioni tecniche necessarie per ogni componente installato ed essere preparati in modo tale che un tecnico, che non abbia nessuna conoscenza precedente del progetto, li possa usare per farne manutenzione.

4 CAVIDOTTI - POZZETTI - BLOCCHI DI FONDAZIONI - PALI DI SOSTEGNO

4.1 Cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni flessibili in PVC a sezione circolare, per il passaggio dei cavi di energia;
- fornitura e posa in opera di nastro segnalatore;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla direzione dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici;

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

4.2 Pozzetti con chiusino

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento,
- conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;
- sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 50 x 50cm, peso ca. 90 kg, con scritta sul coperchio;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

E' consentito in alternativa, e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

4.3 Pozzetto prefabbricato interrato

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Con il prezzo a corpo sono compensati, oltre allo scavo, anche il trasporto a piè d'opera, il tratto di tubazione in plastica interessato dalla parete del manufatto, il riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata, nonché il trasporto alla discarica del materiale scavato ed il ripristino del suolo pubblico.

5 LINEE ELETTRICHE INTERRATE

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi ai circuiti di energia.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole allegare sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni della Direzione Lavori.

Tutti i cavi dovranno essere a doppio isolamento (FG16OM16) e le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa (nero, marrone, grigio per le fasi L1, L2, L3, celeste per il neutro e giallo verde per la terra).

6 CASSETTE - GIUNZIONI - DERIVAZIONI

La derivazione agli apparecchi di illuminazione presenti sui pali in acciaio, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mmq, sarà effettuata con l'impiego di morsettiere a doppio isolamento (classe II), da alloggiare nell'asola presente nel palo in acciaio, a circa 1 metro da terra: non sono ammesse derivazioni e giunzioni di cavi in cavidotti interrati. Eventualmente dette giunzioni potranno essere accettate prevedendo l'impiego di muffole tipo 3M SCOTCHCAST o similare da posare esclusivamente in cassette stagne e in pozzetti in muratura o prefabbricati.

7 TORRE PORTAFARI

7.1 Fusto

La torre faro a corona mobile, nelle sue parti essenziali, dovrà essere strutturata come segue: Il fusto è di forma tronco-conica, con 3 tronchi a sezione poligonale, dovrà essere realizzato in lamiera di acciaio presso piegata a freddo e saldata longitudinalmente. Il procedimento di saldatura dovrà essere del tipo GMAW o SAW effettuato nel rispetto delle specifiche (WPS) in conformità alla norma UNI EN 288-2 e qualificato (WPAR) secondo la norma UNI EN 288-3, garantendo una penetrazione minima dell'80% dello spessore con il 100% della zona d'incastro

dei tronchi. Il procedimento dovrà essere eseguito da operatori di saldatura qualificati e patentati in conformità alle norme UNI EN 1418 e UNI EN 287-1. Il fusto, in base all'altezza di progetto, dovrà essere composto da più tronchi da accoppiare in sito mediante sovrapposizione ad incastro secondo la metodica dello Slip on Joint. Sul tronco di base dovrà essere prevista un'apertura, rinforzata per ripristinare l'originaria resistenza a flessione, completa di portella con chiusura antivandalo, un'adeguata flangia saldata idonea per il fissaggio alla fondazione tramite tirafondi di ancoraggio e due piastrine per l'attacco delle messe a terra.

7.2 Testa di trascinamento

La testa di trascinamento a tre bracci, bullonata ad una apposita flangia posta sulla sommità della torrefaro, dovrà essere realizzata. Essa dovrà costituire il dispositivo di rinvio delle funi di sospensione della corona mobile e del cavo di alimentazione dei proiettori attraverso un-omega in acciaio inossidabile, posto al suo interno, sul quale saranno montate le carrucole, ruotanti su bronzine in ottone. I diametri delle carrucole dovranno essere perfettamente rispondenti alle normative in vigore in materia di raggi di curvatura ammissibili. La testa di trascinamento dovrà essere dotata di un carter di protezione in acciaio inossidabile che fungerà sia come protezione degli organi di rinvio dagli agenti atmosferici, che da dispositivo per impedire lo scarrucolamento delle funi e del cavo elettrico. La testa di trascinamento dovrà assicurare la rigorosa separazione meccanica delle funi dal cavo elettrico al fine di evitare fenomeni di attorcigliamento.

7.3 Corona mobile

La corona mobile dovrà essere realizzata con l'impiego di profilati di acciaio ad alta resistenza e dimensionata per ospitare i proiettori e relativo equipaggiamento elettrico, previsti dal progetto.

La corona mobile dovrà essere ancorata alle funi di sospensione mediante i tiranti terminali che troveranno la loro collocazione in apposite sedi sulla corona stessa e saranno bloccati con dado e controdado, sistema che permetterà di realizzare la regolazione per il livellamento, al suolo, del complesso corona. La corona mobile dovrà, inoltre, essere dotata di un sistema per il bloccaggio del cavo elettrico di alimentazione dei proiettori e di un supporto per la cassetta di derivazione.

7.4 Funi di sospensione della corona mobile

Le funi di sollevamento della corona mobile dovranno essere tre, a 120° tra loro, realizzate in acciaio inossidabile e dovranno avere i terminali piombati e perni filettati sempre in acciaio inossidabile. Le tre funi dovranno essere fissate da una parte sulla corona mobile e dall'altra ad un dispositivo di raccolta (distributore) che dovrà consentire la regolazione delle funi stesse quando la corona mobile è in posizione di normale esercizio. Le funi di sollevamento dovranno essere facilmente ispezionabili e sostituibili dalla base della torre senza particolari attrezzature.

7.5 Equipaggiamento elettrico

All'interno del fusto dovrà essere prevista, montata sulla portella, una presa con interruttore di blocco che riceverà il cavo di alimentazione dell'impianto. Sulla corona mobile dovrà essere prevista una cassetta di derivazione/distribuzione, con grado di protezione IP 65, che dovrà essere dotata di una presa esterna a tenuta stagna idonea, mediante un cavo di prolunga dotato

di spine, di effettuare a terra la prova di accensione dei proiettori. Il cavo elettrico di alimentazione dei proiettori dovrà avere una sezione adeguata alla potenza da installare e dovrà essere del tipo FG50K-06/1 Kv, autoportante, inestensibile, anti-torsionale, con rinforzo centrale in Kevlar (per impedirne l'allungamento). Detto cavo dovrà essere collegato, alla base della torre, mediante una spina CEE alla presa interbloccata mentre, alla sommità, dovrà essere collegato in maniera definitiva alla morsettiera posta all'interno della cassetta di derivazione (evitando così evitati contatti striscianti o a baionetta).

7.6 Sicurezze attive e passive

Il sistema a corona mobile dovrà, inoltre, essere dotato di:

- un dispositivo di aggancio meccanico della corona mobile alla testa di trascinamento, tale da sgravare completamente le funi di sospensione da qualsiasi carico durante il normale esercizio della torre; detto dispositivo dovrà essere costituito da tre ganci, realizzati in acciaio inossidabile montati sulla corona mobile che andranno ad inserirsi nelle apposite sedi, a ciclo continuo, poste all'interno della testa di trascinamento;
- un sistema di centraggio e antirrotazione costituito da tre dispositivi che, collegandosi con i relativi riscontri predisposti sulla testa di trascinamento, impedirà qualsiasi movimento sul piano orizzontale della stessa.
- una catena di sicurezza, posta all'interno della portella, che collegandosi al distributore, dovrà impedire eventuali sganciamenti della corona mobile in esercizio dovuti a trombe d'aria o eventi eccezionali.
- bracci di appoggio della corona mobile, per scaricare le funi stesse quando la corona stessa è in posizione di manutenzione, costituiti da tre staffe in acciaio, smontabili, che dovranno essere inserite nelle apposite sedi ricavate sopra la portella.

7.7 Unità elettrica carrellata

L'unità elettrica dovrà essere costituita da un telaio verniciato munito di ruote, per cui facilmente trasportabile, sul quale dovranno essere montati il gruppo motoriduttore, la catena calibrata e marcata della lunghezza necessaria per la movimentazione della corona mobile, il relativo contenitore, un vano porta attrezzi, il gruppo elettrico funzionante in bassa tensione 400V. 50 Hz, la pulsantiera con prolunga per effettuare le operazioni di comando, un cavo elettrico munito di spine per la prova di accensione a terra dei corpi illuminanti. Una sola unità elettrica dovrà poter servire tutte le torri installate nell'impianto e consentirà l'eliminazione delle apparecchiature elettromeccaniche all'interno del fusto escludendo ogni problema manutentivo.

7.8 Materiali

- Fusto: acciaio S355JR (FE 510B) secondo UNI EN 10025

- Carpenterie:

- Bulloneria:

acciaio S235JR (FE 360B) secondo UNI EN 10025 classe 8.8 in acciaio zincato a caldo

7.9 Finiture

La protezione superficiale, interna/esterna, dovrà essere assicurata mediante zincatura a caldo,

realizzato in conformità alla norma UNI EN ISO 1461. Seguirà applicazione, in ciclo automatico sopra la zincatura, di una mano di fondo con primer epossidico (aggrappante) e di una mano a finire con smalto poliuretano in riferimento alla tabella di unificazione AI (spessore del film secco 90 µm).

7.10 Sistema e circuiti di alimentazione

“F” – Fisso non dimmerabile.

Sistema di alimentazione: “DA (DIM-AUTO)”- Alimentatore programmato con un profilo di riduzione automatica del flusso luminoso, senza l’uso di comandi esterni, che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime e nelle ultime ore di accensione dell’impianto, riducendo la corrente nelle ore centrali della notte, quando è richiesto un livello di illuminazione inferiore. Profilo di riduzione adattabile automaticamente alla durata variabile del periodo notturno durante l’anno.

Sezionatore di linea atto ad interrompere la tensione di alimentazione all’apertura dell’apparecchio, consentendo all’operatore di intervenire nella massima sicurezza. Pressacavo IP68 per cavi sezione max Ø13mm. Marcatura CE.

Norme di riferimento:

EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3

Test di resistenza alla corrosione: 800 ore nebbia salina secondo la norma EN ISO 9227.

CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE

Gli impianti a servizio dell’area sono alimentati da un quadro generale, in bassa tensione, collocato entro apposito involucro contenitore. Tale quadro sarà allacciato direttamente al quadro power center presente nel locale cabina elettrica. I circuiti degli impianti di illuminazione esterna saranno costituiti da cavi multipolari, non propaganti l’incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici, tipo FG16OR 0,6/1 kV, mentre le derivazioni terminali ai vari punti luce saranno eseguite all’interno delle morsettiere inserite alla base di ciascun sostegno.

8 PALI

I pali di supporto degli apparecchi a LED per l’illuminazione perimetrale saranno del tipo laminato a caldo, saldati longitudinalmente ad alta frequenza, realizzati in lamiera d’acciaio S235 con caratteristiche meccaniche conformi alla UNI EN 10025. I pali saranno zincati a caldo, internamente ed esternamente, e successivamente sottoposti ad un ciclo di verniciatura a polveri. Essi avranno una forma conica diritta.

I pali saranno progettati secondo la UNI EN 40 e dotati di marcatura CE.

Nel caso specifico i sostegni avranno le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Palo conico dritto per posa del corpo illuminante a testa palo.
- Altezza totale fuori terra sarà di 8,0 metri.
- Diametro di base: 178,0 mm.
- Diametro di testa: 60 mm.
- Spessore 4 mm.

I pali dovranno essere lavorati in fabbrica per l’alloggiamento degli accessori elettrici e dei sistemi di ancoraggio prima del trattamento di superficie di zincatura e della verniciatura esterna.

Dovranno avere, in corrispondenza della sezione di incastro, un rinforzo protettivo esterno costituito da guaina termo restringente in polietilene applicata con processo a caldo.

8.1 Basamento dei pali

I pali di illuminazione stradale sono interrati. I supporti dovranno essere realizzati con plinti in calcestruzzo di fondazione. I plinti dovranno essere forniti e posati in opera con predisposto sia il foro verticale di infilaggio del palo e sia il foro per il raccordo "orizzontale" con il pozzetto di transito delle condutture di alimentazione. Per la posa dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone con spessore di circa 100 mm, mentre la sezione cava dovrà essere riempita con terreno ad elevata portanza.

9 APPARECCHI ILLUMINANTI

9.1 Proiettori per torri portafaro

Nella tabella sottostante sono riportate le specifiche elettriche e meccaniche dei proiettori per le torri portafaro.

Material	Silver oxidized drawn aluminum body, galvanized bracket, transparent tempered glass.	Insulation class	Class I
Installation	Indoor and outdoor projector suitable for lighting large areas and sports facilities.	Optics	65° asymmetric lens in high performance PMMA with IP66 degree.
Impact degree	IK08	Protection index	IP66
Power supply	220-240Vac 50/60Hz	Ambient temperature (Ta)	-25 / +45 °C
Trademarks and certifications	CE / UNI EN 60598	Flicker	low flicker (less than 7%)
Luminous flux maintenance	L90-B10 (50.000h)-L80-B50 (90.000h)	Warranty	7 YEARS
Beam angle	65°	Photobiological safety class	risk group: Exempt
Wiring	Removable	LED Module	Removable (Class: D)

CODING	+	°K	+	°K	+	W-tot.	+	Opt.		
		4	=4000°K-CRI70	T	=5700°K-CRI80	320		GL =on/off		G4 =input 400Vac
								GM =dim 1-10V		DX =1-10V + dmx

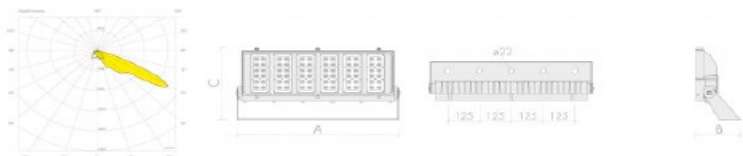
ACCESSORIES

Acc.136 Acc.137 Acc.167

PERFORMANCE

W tot.	N°led	REPLACE	LUMEN LED	LUMEN OUTPUT	Lm/W	A(mm)	B(mm)	C(mm)	Kg
320	96	600W SAP	53382	45165	141	612	163	309	10,5

• 4000K - CRI70 = standard • 5700K - CRI70 = +0.00% lm • 5700K - CRI80 = -10.81% lm • 5700K - CRI90 = -15.00% lm



9.2 Armature stradali per pali in acciaio

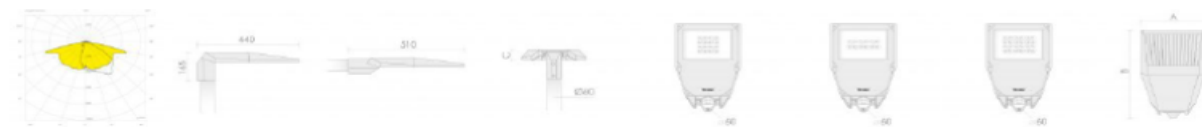
Nella tabella sottostante sono riportate le specifiche elettriche e meccaniche dei corpi illuminanti da installare sui pali in acciaio

Materiali	Corpo in alluminio pressofuso	Classe di isolamento	Classe II
Installazione	Testa palo, mezzo palo singolo, a parete	Ottica	Ottica asimmetrica stradale
Protezione contro gli urti	IK08	Grado di protezione	IP66
Tensione nominale	220-240Vac 50/60Hz	Ta ambiente	-25 / +45 °C
Marchi e certificazioni	CE / UNI EN 60598	Flicker	Flicker free (minore del 4%)
Indice di decadimento flusso	L90-B10 (60.000h)-L80-B50 (100.000h)	Garanzia	7 ANNI
Angolo	45°	Rischio fotobiologico	Gruppo rischio esente
Cablaggio	Rimovibile	Moduli LED	Rimovibili (Classe: D)

	°K	+	W-tot.				Opt.				
	30	=3000°K-CRI70	08	17	26	40	80	GL	=on/off	MG	=mezzanotte virtuale
	40	=4000°K-CRI70	12	18	27	52		GM	=dim 1-10V	ZD	=zhaga socket dali D4i
	50	=5000°K-CRI70	13	24	34	54		GD	=dali		
			16	25	36	67					
W tot.	°K - CRI	mA	N°led	REPLACE	LUMEN LED	LUMEN OUTPUT	Lm/W	A(mm)	B(mm)	C(mm)	Kg
80	4000K - CRI>70	1050	2x12	150W JM/SAP	13780	11214	140	245	415	60	5,2

Il flusso luminoso e la potenza totale assorbita dal sistema hanno una tolleranza di ± 10% rispetto ai valori indicati.

• 3000K - CRI70 = -0.50% lm • 4000K - CRI70 = standard • 5000K - CRI70 = +0.50% lm



10 TORRETTE DI DISTRIBUZIONE

Le caratteristiche elettro/meccaniche delle torrette di distribuzione sono riportate nella tabella sottostante

Materiale corpo	Acciaio inox AISI 316L
Colore	Naturale RAL 7035 (corpo)
Grado di protezione	IP56
Resistenza agli urti	IK10
Categoria di corrosione	Equivalente a C5
Classe di isolamento	II
Temperatura ambiente di esercizio	-25°C - +50°C
Temperatura ambiente di stoccaggio	-30°C - +70°C
Corrente nominale	16A - 32A - 63A
Tensione d'impiego	400V - 690V
Tensione d'isolamento	690V
Frequenza d'impiego	50/60Hz
Lampada	Fluorescente 11W 230V
Morsettiera di alimentazione	3P+N+≐ da 35 mm ²
Portalampada	Tipo E27

RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle (ΣP_d a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (ΣQ_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} a) \quad & I_b \leq I_n \leq I_z \\ b) \quad & I_f \leq 1.45 \cdot I_z \end{aligned}$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il programma gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z \min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	$K = 115$
Cavo in rame e isolato in gomma G:	$K = 135$
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	$K = 143$
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie L nudo:	$K = 200$
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie H nudo:	$K = 200$
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	$K = 74$
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	$K = 92$

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned}
S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\
16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\
S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2
\end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned}
S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\
16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\
S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2
\end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm², se in rame;
- 35 mm², se in alluminio;

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right| \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

- tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).
- corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cctrif} , in mΩ:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il $\cos\phi_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$50 < I_{cctrif}$	$\cos\phi_{cc} = 0.2$
$20 < I_{cctrif} \leq 50$	$\cos\phi_{cc} = 0.25$
$10 < I_{cctrif} \leq 20$	$\cos\phi_{cc} = 0.3$
$6 < I_{cctrif} \leq 10$	$\cos\phi_{cc} = 0.5$
$4.5 < I_{cctrif} \leq 6$	$\cos\phi_{cc} = 0.7$
$3 < I_{cctrif} \leq 4.5$	$\cos\phi_{cc} = 0.8$
$1.5 < I_{cctrif} \leq 3$	$\cos\phi_{cc} = 0.9$
$I_{cctrif} \leq 1.5$	$\cos\phi_{cc} = 0.95$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos\phi_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase I_{k1} , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare.

Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_2}{\sqrt{(2 \cdot R_d + R_0)^2 + (2 \cdot X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cdot \cos\phi_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot V}{I_{k1}} \cdot \cos \varphi_{cc} - 2 \cdot R_d$$

$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \varphi_{cc})^2} - 1}$$

Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0)

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_T tale che:

$$Z_{cctK} = K_T \cdot Z_{cct}$$

$$K_T = 0.95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

$$x_T = \frac{X_{cct}}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza relativa del trasformatore e c_{max} è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione K_G tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_{02}}{U_{rG}} \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove

$$x'' = \frac{X''}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore (U_{rG}). In Ampère U_{rG} non è gestita, quindi si considera $V_{02}/U_{rG} = 1$.

Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_S da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{c_{max}}{1 + |x'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_S non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_{SO} da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = (1 \pm p_T) \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Dove p_T è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel programma viene impostato il fattore $(1-p_T)$, con $p_T = (|V_{sec}-V_{02}|)/V_{02}$.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_{SO} non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cPE} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE}$$

$$X_{0cPE} = 3 \cdot X_{dc}$$

dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0bN} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbN}$$

$$X_{0bN} = 3 \cdot X_{db}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0bPE} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE}$$

$$X_{0bPE} = X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db})$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ:

$$R_d = R_{dc} + R_{d-up}$$

$$X_d = X_{dc} + X_{d-up}$$

$$R_{0N} = R_{0cN} + R_{0N-up}$$

$$X_{0N} = X_{0cN} + X_{0N-up}$$

$$R_{0PE} = R_{0cPE} + R_{0PE-up}$$

$$X_{0PE} = X_{0cPE} + X_{0PE-up}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro I_{k1Nmax} , fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$

$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{min} , che può essere 0.95 se $C_{max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{min} è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura

limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;

- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$

$$I_{k1N \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}}$$

$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$

$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
 - $I_{cc\ min} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{cc\ min} \geq I_{inters\ min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^2S^2 e la I_z dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Riferimenti normativi**Norme di riferimento per la Bassa tensione:**

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata.

- Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
 - CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) VIIIa Ed. 2007-07: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
 - CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
 - CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
 - CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
 - CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
 - IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
 - IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
 - CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
 - CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
 - CEI UNEL 35024/1 1997: 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 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale 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 2000: Cavi elettrici 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 EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
 - CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
 - CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
 - NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
 - UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
 - British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
 - ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

Norme di riferimento per la Media tensione

- 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 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

Cavetteria

Commessa
Descrizione
Cliente
Luogo
Responsabile
Data 25/02/2023
Alimentazioni
Tipo di quadro
Grado di protezione
Materiali usati
Riferimenti
Parametri #<Default>
Operatore

Ing Fabrizio Quattrino

Via G. da Verrazzano, 23 00034 Colleferro ROMA

Utenza	Formazione		Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo		
	Designazione								K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]
	Tab. posa									
Interruttore su QGBT	3x50+1x25		40	141	60,3	20	0,875			
	FG100M1 0.6/1 kV		1	1	75	5,112*10 ⁷	1,02			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
TORRE FARO 1	5G4		250	32	21,6	20	3,88			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	37,5	3,272*10 ⁵	11,1			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
TORRE FARO 2	5G4		180	32	21,6	20	3,04			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	37,5	3,272*10 ⁵	8,24			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
TORRE FARO 3	5G4		170	32	21,6	20	2,92			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	37,5	3,272*10 ⁵	7,83			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
TORRE FARO 4	5G4		110	32	21,6	20	2,19			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	37,5	3,272*10 ⁵	5,42			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
TORRE FARO 5	5G4		70	32	21,6	20	1,71			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	37,5	3,272*10 ⁵	3,81			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
TORRE FARO 6	5G4		130	32	21,6	20	2,43			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	37,5	3,272*10 ⁵	6,22			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
ILLUMINAZIONE RECINZ	5G4		400	32	20,1	20	2,07			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	26,8	3,272*10 ⁵	11,1			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								
PILASTR ATTREZZ 1	5G16		280	72	21,3	20	2,54			
	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		1	1	28,4	5,235*10 ⁶	5,36			
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati								

Verifiche

Commessa
Descrizione
Cliente
Luogo
Responsabile
Data 25/02/2023
Alimentazioni
Tipo di quadro
Grado di protezione
Materiali usati
Riferimenti
Parametri # <Default>
Operatore

Ing Fabrizio Quattrino

Via G. da Verrazzano, 23 00034 Colferro ROMA

Utenza	Ib<=In<=Iz	Verif. PdI	Ver. I²t	Imag<Imagmax	Contatti indiretti	CddT (Ib)
Cabina Elettrica QGBT						
U1	107,1<=125 A (Ib<=In)	50 >= 15 kA		1250 < 9465 A	Verificato	0<=4 %
Interruttore su QGBT	107,1<=125<=141 A	35 >= 15 kA	Verificato	1250 < 2201 A	Verificato	0,875<=4 %
Area Parcheggio QAP						
GEN	107,1<=125 A (Ib<=In)	70 >= 8,7 kA		1600 < 2201 A	Verificato	0,875<=4 %
TORRE FARO 1	4,81<=16<=32 A	15 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,88<=4 %
TORRE FARO 2	4,81<=16<=32 A	15 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,04<=4 %
TORRE FARO 3	4,81<=16<=32 A	15 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,92<=4 %
TORRE FARO 4	4,81<=16<=32 A	15 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,19<=4 %
TORRE FARO 5	4,81<=16<=32 A	15 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	1,71<=4 %
TORRE FARO 6	4,81<=16<=32 A	15 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,43<=4 %
GPA	77<=100 A (Ib<=In)	70 >= 8,7 kA		1000 < 2201 A	Verificato	0,875<=4 %
ILLUMINAZIONE RECINZ	1,2<=10<=32 A	15 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,07<=4 %
PILASTR ATTREZZ 1	9,62<=25<=72 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,54<=4 %
PILASTR ATTREZZ 2	9,62<=25<=72 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,51<=4 %
PILASTR ATTREZZ 3	9,62<=25<=72 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,48<=4 %
PILASTR ATTREZZ 4	9,62<=25<=72 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,48<=4 %
PILASTR ATTREZZ 5	9,62<=16<=55 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,02<=4 %
PILASTR ATTREZZ 6	9,62<=25<=55 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,93<=4 %
PILASTR ATTREZZ 7	9,62<=25<=55 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,84<=4 %
PILASTR ATTREZZ 8	9,62<=25<=55 A	10 >= 8,7 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,84<=4 %

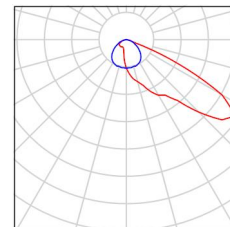
Indice

Copertina progetto	1
Indice	2
Lista pezzi lampade	3
TEC-MAR srl 9200ME4080GL 9200 - MIG 1 80W MOD.ME 4000K	
Scheda tecnica apparecchio	4
TEC-MAR srl 7101RR4320GL 7101 - MAGIC 1 320W MOD. RR 4000K	
Scheda tecnica apparecchio	5
Scena esterna 1	
Dati di pianificazione	6
Lista pezzi lampade	7
Planimetria	8
Lampade (planimetria)	9
Lampade (lista coordinate)	10
Superfici di calcolo (panoramica risultati)	13
Rendering 3D	14
Rendering colori sfalsati	15
Superfici esterne	
Superficie di calcolo 1	
Isolinee (E, perpendicolare)	16
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	17

Lista pezzi lampade

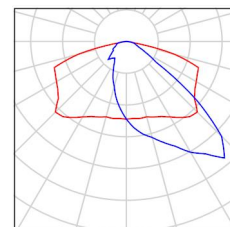
24 Pezzo TEC-MAR srl 7101RR4320GL 7101 - MAGIC 1
 320W MOD. RR 4000K
 Articolo No.: 7101RR4320GL
 Flusso luminoso (Lampada): 42907 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 45165 lm
 Potenza lampade: 320.0 W
 Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 35 78 98 100 95
 Dotazione: 96 x LED (Fattore di correzione 1.000).

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



29 Pezzo TEC-MAR srl 9200ME4080GL 9200 - MIG 1 80W
 MOD.ME 4000K
 Articolo No.: 9200ME4080GL
 Flusso luminoso (Lampada): 11214 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 11214 lm
 Potenza lampade: 80.0 W
 Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 39 77 97 100 100
 Dotazione: 24 x LED (Fattore di correzione 1.000).

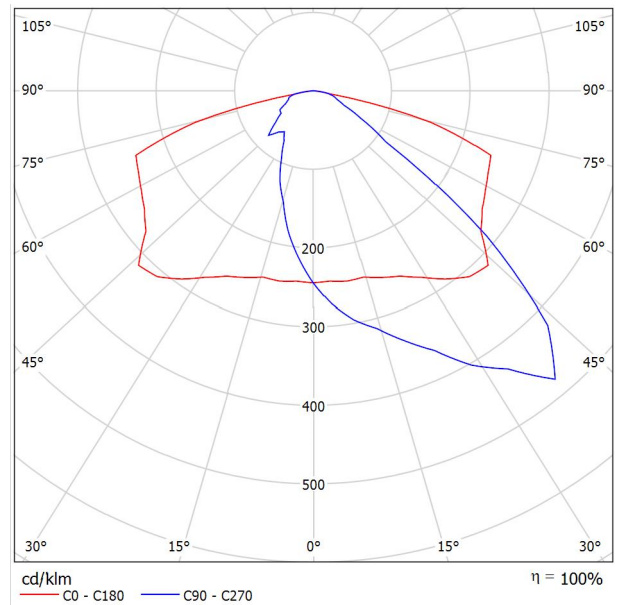
Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



TEC-MAR srl 9200ME4080GL 9200 - MIG 1 80W MOD.ME 4000K / Scheda tecnica apparecchio

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

Emissione luminosa 1:



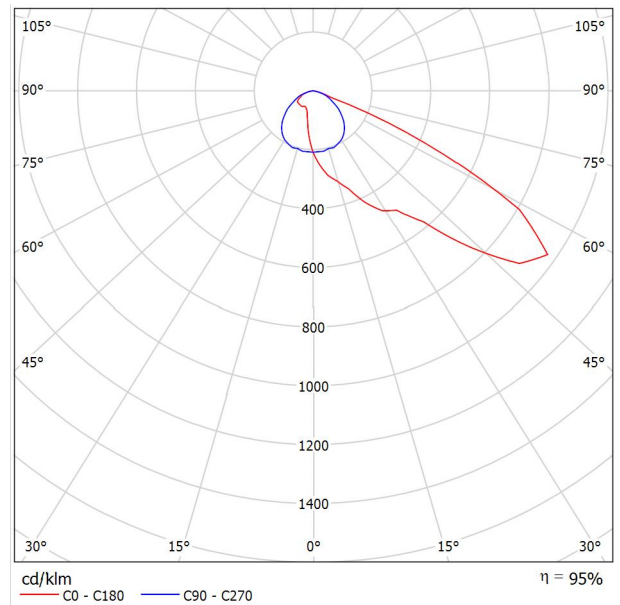
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 39 77 97 100 100

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

TEC-MAR srl 7101RR4320GL 7101 - MAGIC 1 320W MOD. RR 4000K / Scheda tecnica apparecchio

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

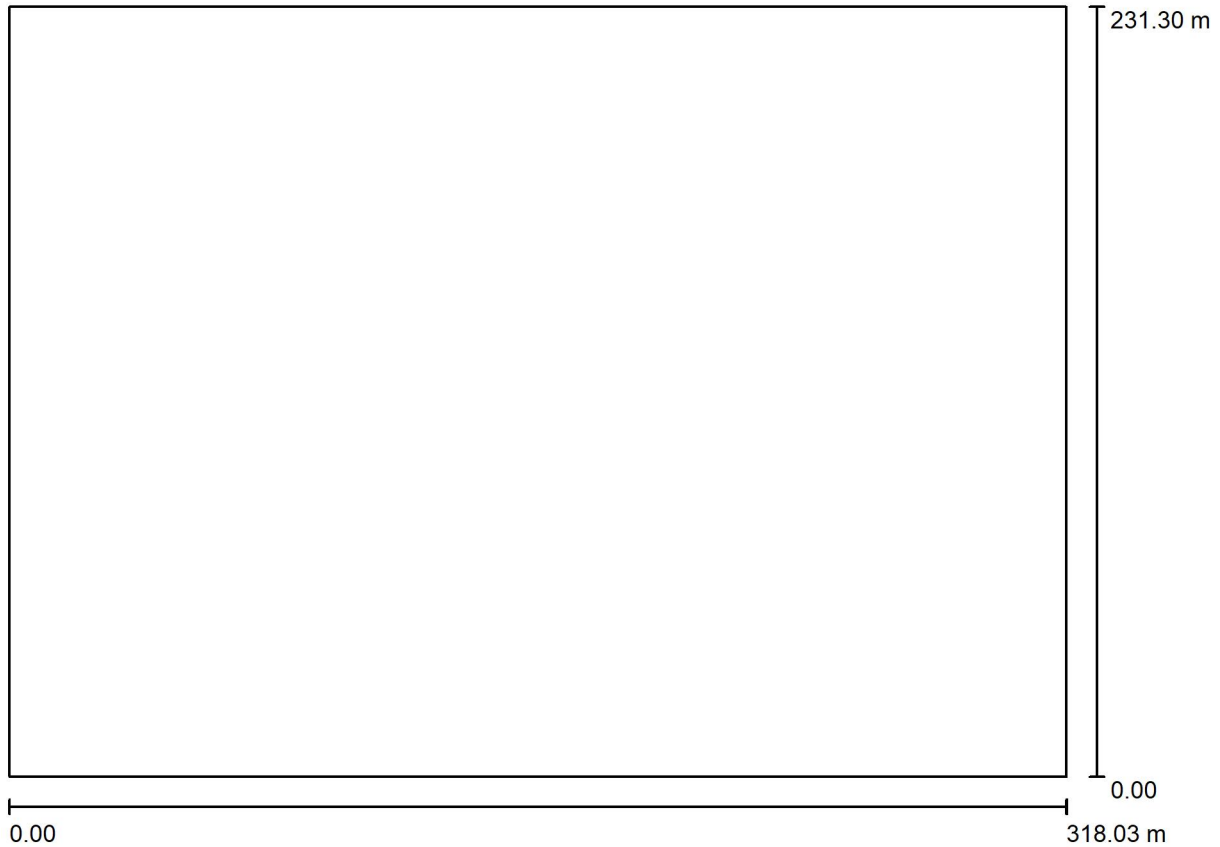
Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 35 78 98 100 95

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

Scena esterna 1 / Dati di pianificazione



Fattore di manutenzione: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Scala 1:2274

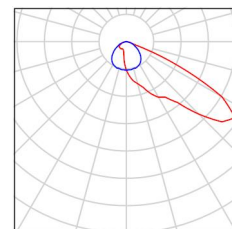
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	24	TEC-MAR srl 7101RR4320GL 7101 - MAGIC 1 320W MOD. RR 4000K (1.000)	42907	45165	320.0
2	29	TEC-MAR srl 9200ME4080GL 9200 - MIG 1 80W MOD.ME 4000K (1.000)	11214	11214	80.0
Totale:			1354968	Totale: 1409166	10000.0

Scena esterna 1 / Lista pezzi lampade

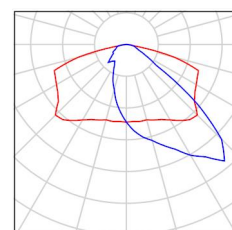
24 Pezzo TEC-MAR srl 7101RR4320GL 7101 - MAGIC 1
 320W MOD. RR 4000K
 Articolo No.: 7101RR4320GL
 Flusso luminoso (Lampada): 42907 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 45165 lm
 Potenza lampade: 320.0 W
 Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 35 78 98 100 95
 Dotazione: 96 x LED (Fattore di correzione 1.000).

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

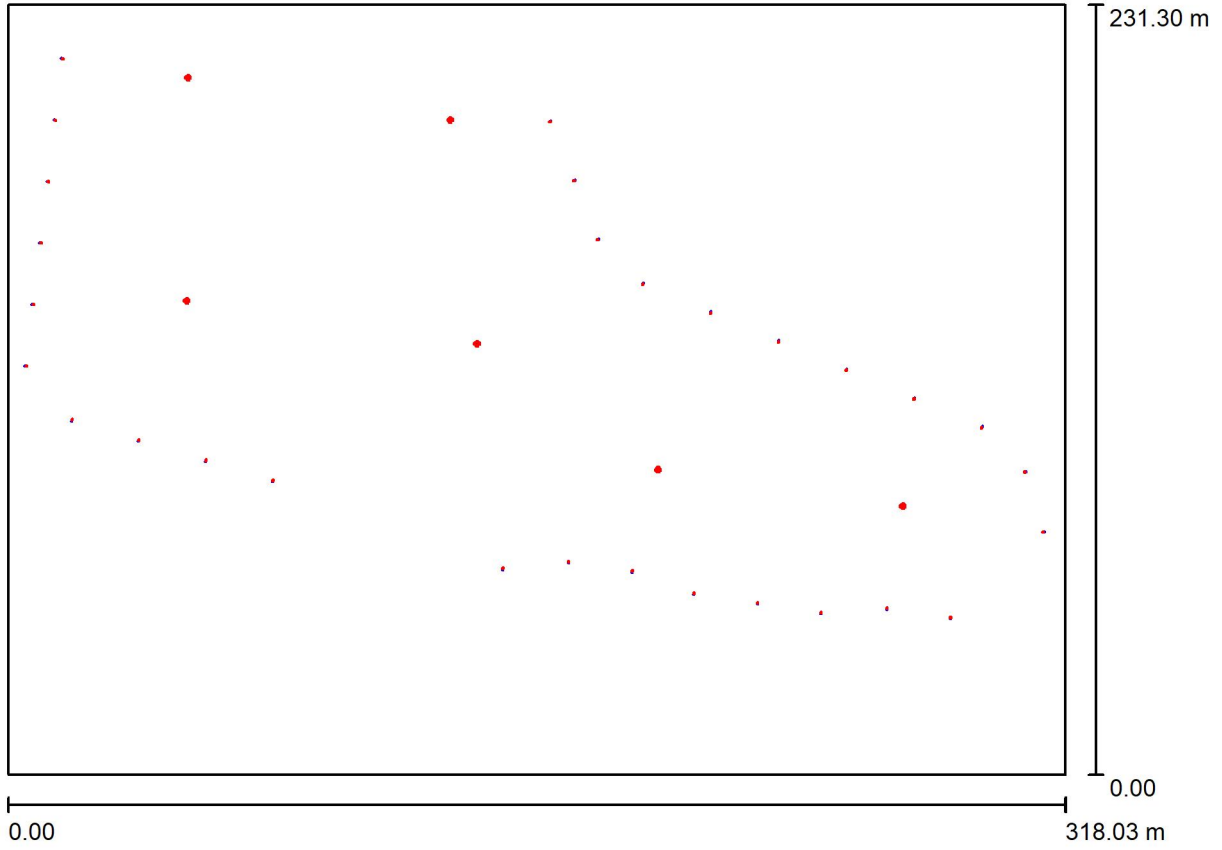


29 Pezzo TEC-MAR srl 9200ME4080GL 9200 - MIG 1 80W
 MOD.ME 4000K
 Articolo No.: 9200ME4080GL
 Flusso luminoso (Lampada): 11214 lm
 Flusso luminoso (Lampadine): 11214 lm
 Potenza lampade: 80.0 W
 Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 39 77 97 100 100
 Dotazione: 24 x LED (Fattore di correzione 1.000).

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

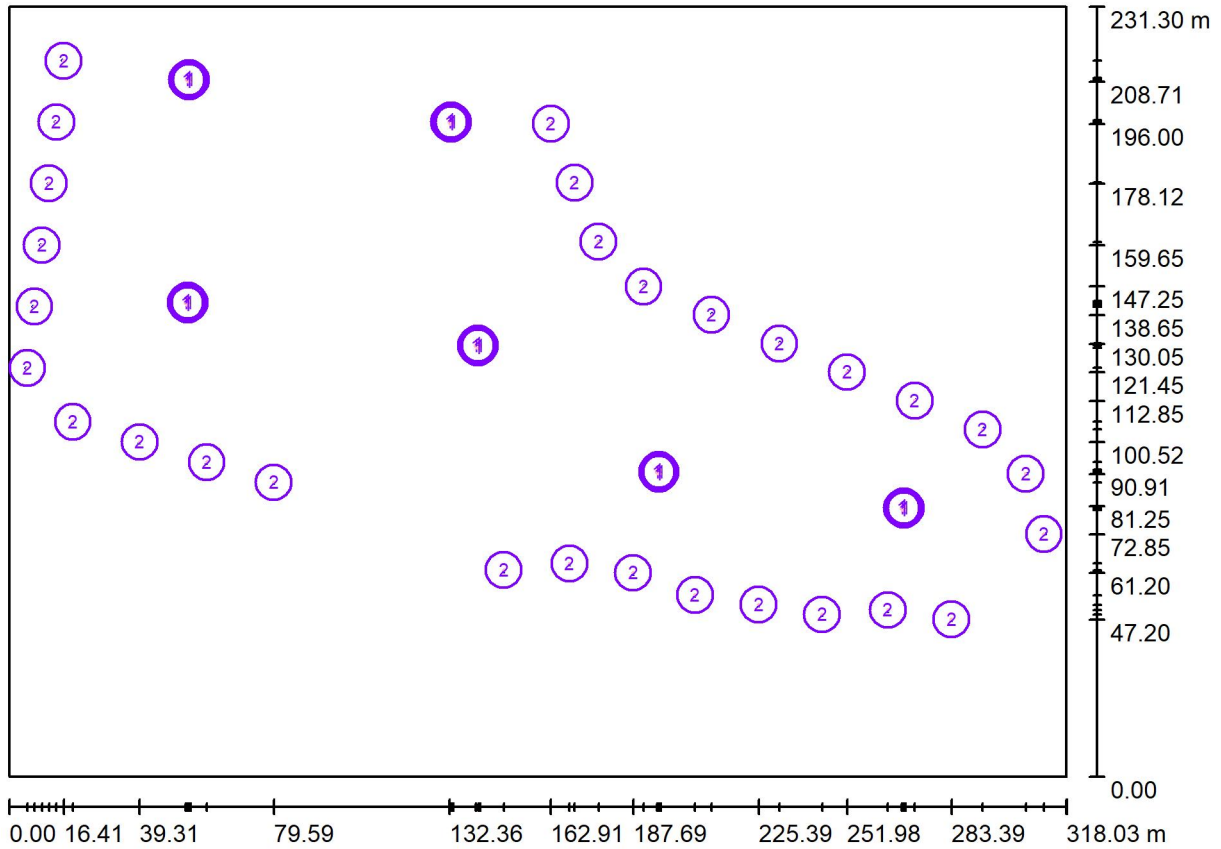


Scena esterna 1 / Planimetria



Scala 1 : 2274

Scena esterna 1 / Lampade (planimetria)



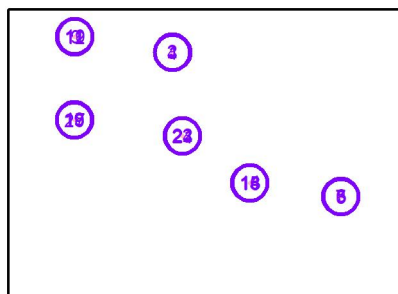
Scala 1 : 2274

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	24	TEC-MAR srl 7101RR4320GL 7101 - MAGIC 1 320W MOD. RR 4000K
2	29	TEC-MAR srl 9200ME4080GL 9200 - MIG 1 80W MOD.ME 4000K

Scena esterna 1 / Lampade (lista coordinate)

TEC-MAR srl 7101RR4320GL 7101 - MAGIC 1 320W MOD. RR 4000K
 42907 lm, 320.0 W, 1 x 96 x LED (Fattore di correzione 1.000).

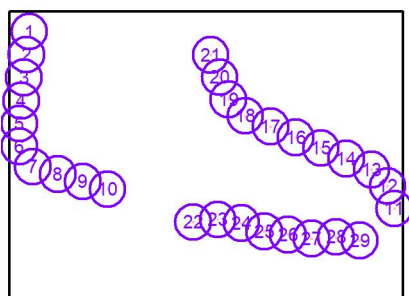


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	133.548	196.594	20.000	0.0	-14.0	0.0
2	132.953	197.188	20.000	0.0	-14.0	90.0
3	132.359	196.594	20.000	0.0	-14.0	180.0
4	132.953	195.999	20.000	0.0	-14.0	-90.0
5	269.624	80.654	20.000	0.0	-14.0	0.0
6	269.029	81.249	20.000	0.0	-14.0	90.0
7	268.435	80.654	20.000	0.0	-14.0	180.0
8	269.029	80.060	20.000	0.0	-14.0	-90.0
9	54.671	209.307	20.000	0.0	-14.0	0.0
10	54.076	209.901	20.000	0.0	-14.0	90.0
11	53.482	209.307	20.000	0.0	-14.0	180.0
12	54.076	208.712	20.000	0.0	-14.0	-90.0
13	196.015	91.579	20.000	0.0	-14.0	0.0
14	195.420	92.173	20.000	0.0	-14.0	90.0
15	194.826	91.579	20.000	0.0	-14.0	180.0
16	195.420	90.984	20.000	0.0	-14.0	-90.0
17	54.295	142.304	20.000	0.0	-14.0	0.0
18	53.700	142.898	20.000	0.0	-14.0	90.0
19	53.106	142.304	20.000	0.0	-14.0	180.0
20	53.700	141.709	20.000	0.0	-14.0	-90.0
21	141.607	129.466	20.000	0.0	-14.0	0.0
22	141.012	130.060	20.000	0.0	-14.0	90.0
23	140.417	129.466	20.000	0.0	-14.0	180.0
24	141.012	128.871	20.000	0.0	-14.0	-90.0

Scena esterna 1 / Lampade (lista coordinate)

TEC-MAR srl 9200ME4080GL 9200 - MIG 1 80W MOD.ME 4000K

11214 lm, 80.0 W, 1 x 24 x LED (Fattore di correzione 1.000).

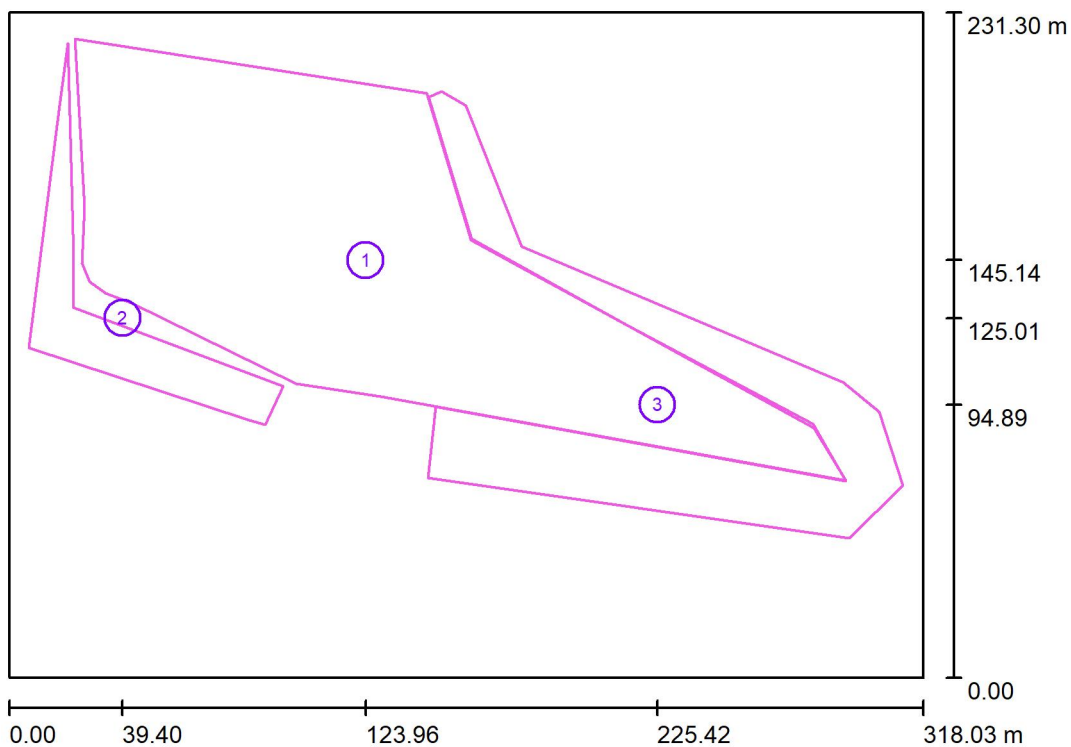


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	16.411	215.050	8.000	0.0	0.0	-96.8
2	14.220	196.585	8.000	0.0	0.0	-96.8
3	12.029	178.119	8.000	0.0	0.0	-96.8
4	9.838	159.654	8.000	0.0	0.0	-96.8
5	7.647	141.188	8.000	0.0	0.0	-96.8
6	5.456	122.722	8.000	0.0	0.0	-96.8
7	19.165	106.595	8.000	0.0	0.0	-16.8
8	39.306	100.518	8.000	0.0	0.0	-16.8
9	59.447	94.440	8.000	0.0	0.0	-16.8
10	79.588	88.363	8.000	0.0	0.0	-16.8
11	311.197	72.845	8.000	0.0	0.0	106.9
12	305.702	90.912	8.000	0.0	0.0	106.9
13	292.759	104.246	8.000	0.0	0.0	157.1
14	272.367	112.847	8.000	0.0	0.0	157.1
15	251.976	121.449	8.000	0.0	0.0	157.1
16	231.584	130.050	8.000	0.0	0.0	157.1
17	211.192	138.651	8.000	0.0	0.0	157.1
18	190.800	147.253	8.000	0.0	0.0	157.1
19	177.251	160.654	8.000	0.0	0.0	112.0
20	170.082	178.400	8.000	0.0	0.0	112.0
21	162.912	196.146	8.000	0.0	0.0	112.0
22	148.780	61.982	8.000	0.0	0.0	-8.3
23	168.556	63.995	8.000	0.0	0.0	-8.3
24	187.694	61.196	8.000	0.0	0.0	-8.3
25	206.237	54.535	8.000	0.0	0.0	-8.3
26	225.391	51.639	8.000	0.0	0.0	-8.3
27	244.442	48.675	8.000	0.0	0.0	-8.3
28	264.248	50.000	8.000	0.0	0.0	-8.3

Scena esterna 1 / Lampade (lista coordinate)

No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	283.386	47.201	8.000	0.0	0.0	-8.3

Scena esterna 1 / Superfici di calcolo (panoramica risultati)



Scala 1 : 2632

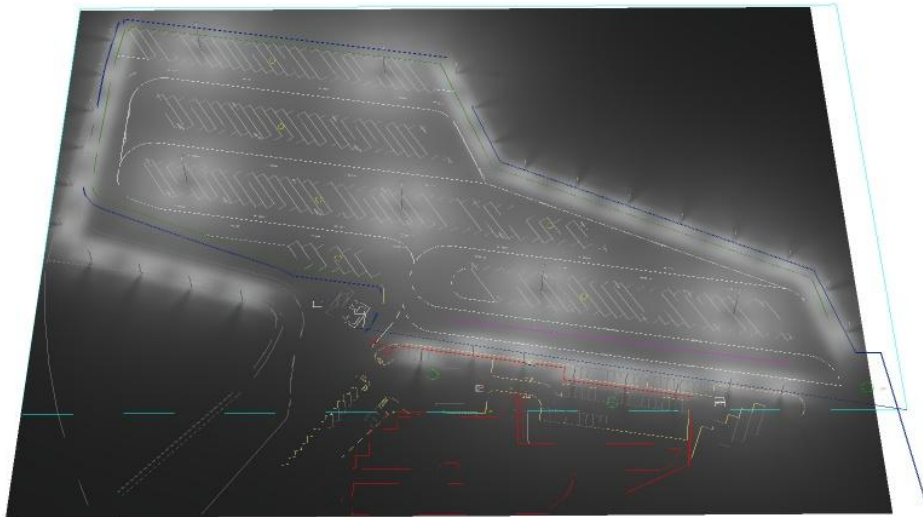
Elenco superfici di calcolo

No.	Denominazione	Tipo	Reticolo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie di calcolo 1	perpendicolare	128 x 128	24	7.19	44	0.302	0.163
2	Superficie di calcolo 2	perpendicolare	128 x 128	26	6.35	53	0.242	0.119
3	Superficie di calcolo 3	perpendicolare	128 x 128	29	9.29	59	0.325	0.156

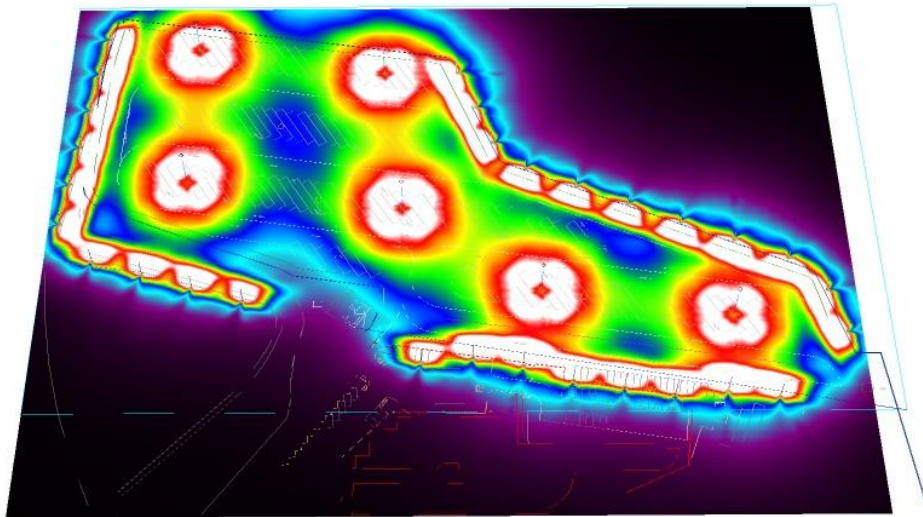
Riepilogo dei risultati

Tipo	Numero	Medio [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicolare	3	25	6.35	59	0.25	0.11

Scena esterna 1 / Rendering 3D

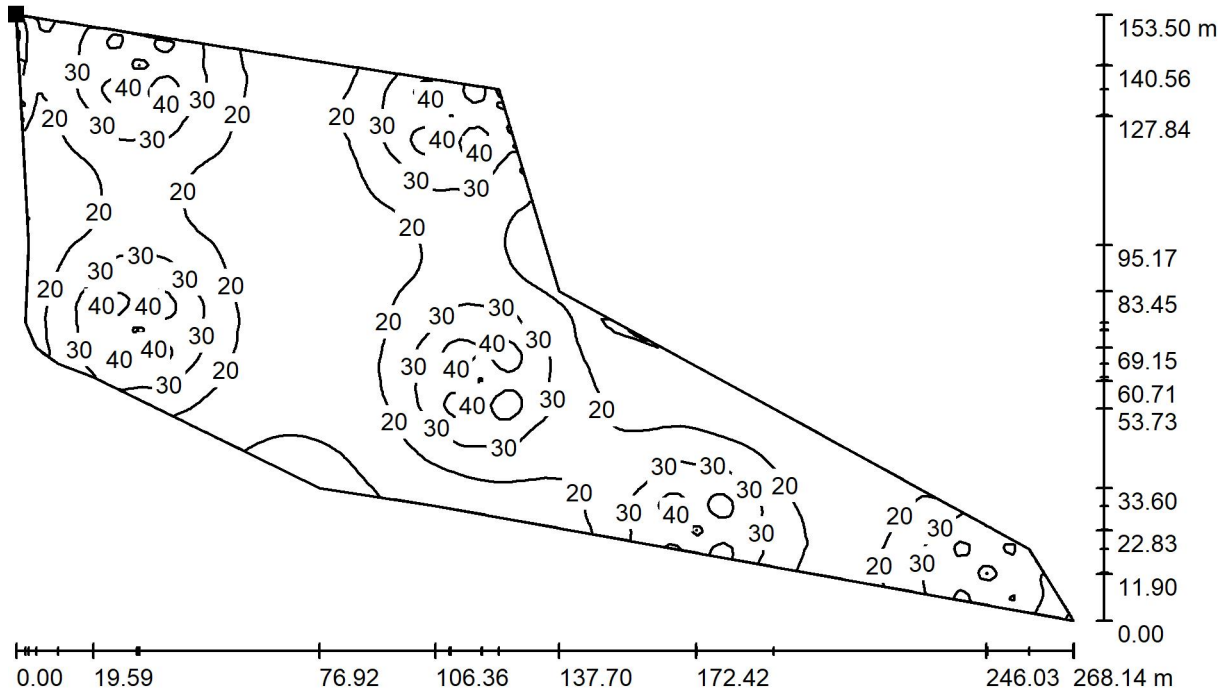


Scena esterna 1 / Rendering colori sfalsati



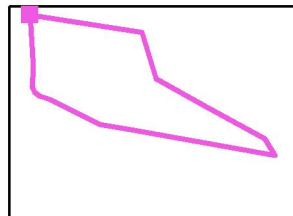
0 4.38 8.75 13.13 17.50 21.88 26.25 30.63 35 lx

Scena esterna 1 / Superficie di calcolo 1 / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 1917

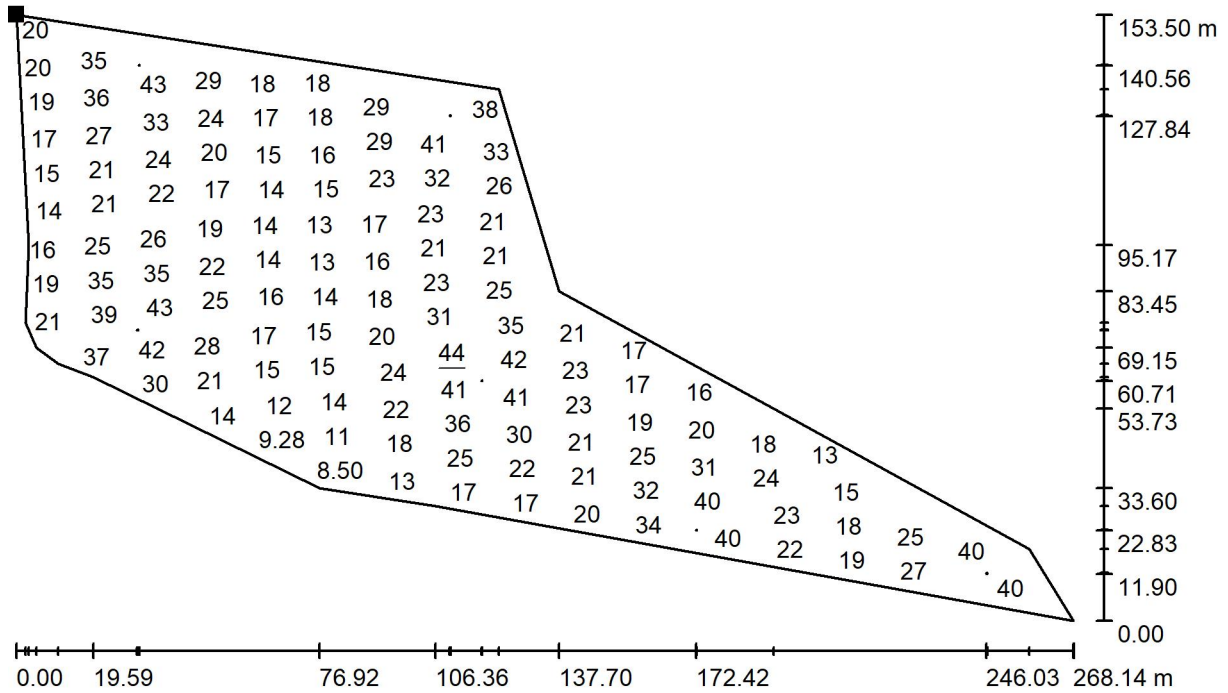
Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(22.903 m, 222.153 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

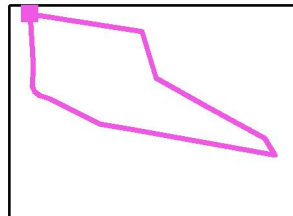
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
24	7.19	44	0.302	0.163

Scena esterna 1 / Superficie di calcolo 1 / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (22.903 m, 222.153 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
24

E_{min} [lx]
7.19

E_{max} [lx]
44

E_{min} / E_m
0.302

E_{min} / E_{max}
0.163