

EMISSIONE	DATA	MODIFICHE
A	2017.11.10	PRIMA EMISSIONE
B	2018.06.15	SECONDA EMISSIONE

COMUNE DI CATANIA

Completamento del Piano di Risanamento del Rione S. Berillo

Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica s.p.a. - C.E.Co.S. s.r.l. -
Risanamento San Berillo s.r.l.

OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA - PARCHEGGI PUBBLICI INTERRATI CON SOVRASTANTE E
ATTIGUA AREA A VERDE ATTREZZATO Vp1-Vp2

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI PARCHEGGI

Tav:ER01



Consulenza impianti
elettrici e antincendio:
BdT Ingegneria

E&P Tecnologia e Progetti
Studio di Ingegneria Consoli-Miranda & Associati



INDICE GENERALE

1.	PREMESSA	3
1.1.	OGGETTO DELL'INTERVENTO	4
2.	REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI	4
3.	SCELTE PROGETTUALI	5
3.1.	PROFILO GENERALE DELL'IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE	5
3.2.	CLASSIFICAZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO	6
3.3.	ALIMENTAZIONE bt	6
3.4.	CARATTERISTICHE GENERALI IMPIANTI e MATERIALI	8
3.4.1.	grado di protezione delle apparecchiature	9
3.5.	CONDUTTURE ELETTRICHE BASSA TENSIONE	10
3.5.1.	colori distintivi dei cavi	11
3.5.2.	prescrizioni generali per la posa delle linee in cavo	11
3.6.	SEZIONE DEI CONDUTTORI	12
3.6.1.	Sezioni minime conduttori di fase e cadute di tensione massime ammesse	12
3.6.2.	Sezione minima dei conduttori neutri	12
3.6.3.	Sezione dei conduttori di terra e protezione	12
3.7.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ed indiretti	12
4.	CALCOLI ELETTRICI – DIMENSIONAMENTO IMPIANTO	14
4.1.	CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	14
4.2.	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	14
4.2.1.	Integrale di Joule	16
4.2.2.	Dimensionamento dei conduttori di neutro	17
4.2.3.	Dimensionamento dei conduttori di protezione	17
4.2.4.	Calcolo della temperatura dei cavi	18
4.2.5.	Cadute di tensione	18
4.3.	CALCOLO DEI GUASTI	19
4.3.1.	Calcolo delle correnti massime di cortocircuito	19
4.3.2.	Calcolo delle correnti minime di cortocircuito	22
4.3.3.	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture	22
5.	IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE	23
5.1.	IMPIANTO DI TERRA DEL COMPENSORIO	24
5.2.	SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI	24
6.	GRUPPO ELETTROGENO	26
7.	RIFASAMENTO	27
8.	DISTRIBUZIONE ALLE UTENZE	28
8.1.	DISTRIBUZIONE AGLI UTILIZZATORI	28
8.2.	SISTEMA DI SICUREZZA GENERALE	29
9.	QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE	29
10.	IMPIANTO PRESE	30
11.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE	30
11.1.	PROGETTO ILLUMINOTECNICO	31
11.1.1.	interno autorimessa illuminazione normale,	32
11.1.2.	interno autorimessa illuminazione in emergenza,	37
12.	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	40
13.	IMPIANTI SPECIALI RILEVAZIONE INCENDI	40
14.	IMPIANTI SPECIALI TVCC	42
15.	IMPIANTI SPECIALI SEMAFORO ACCESSO RAMPA	43
16.	IMPIANTI SPECIALI TELEFONIA	44
17.	VERIFICHE DI COLLAUDO	44

18.	INTERVENTI DI MANUTENZIONE	44
19.	DOCUMENTAZIONE A CARICO DEL COMMITTENTE / GESTORE.....	45
20.	DICHIARAZIONE DI CONFORMIT'	45

1. PREMESSA

La presente relazione si propone di descrivere gli impianti elettrici ed affini da realizzare a servizio della costruenda autorimessa da edificare in Catania sita tra via L. Sturzo e piazza della Repubblica.

Essa composta da tre piani interrati pi un piano terra in condivisione con l'area a verde attrezzata dove vi saranno le due rampe di accesso all'autorimessa e tre uscite pedonali dai corpi scala.



Fotogrammetria attuale della zona interessata



Planimetria di progetto della zona interessata

1.1. OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede in sintesi la realizzazione degli impianti elettrici e speciali a servizio della costruenda autorimessa interrata, in particolare:

- impianti elettrici (illuminazione, forza motrice, quadri, alimentazione normale e privilegiata) dell'autorimessa in conformità alle vigenti norme DM 37/08
- impianti speciali (impianto segnalazione incendi e rilevazione gas) dell'autorimessa in conformità alle vigenti norme DM 37/08

Lo scopo della presente relazione è quello di determinare i criteri esecutivi degli impianti e dei requisiti tecnici e funzionali relativi agli stessi onde garantire la perfetta rispondenza alle specifiche norme tecniche in materia a garanzia di funzionalità e sicurezza per gli operatori.

2. REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte (Legge 186 del 1.3.68).

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno essere conformi alle norme di Legge ed ai regolamenti vigenti in data odierna ed in particolare alle:

- D.P.R. del 27.04.1955 n. 547
(norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro)
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81
Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.Lgs del 19.09.94 n. 626
(attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro)
- D.P.R. del 01.08.1011 n. 151
(direttive prevenzione incendi)
- D.M. 22-1-2008 n. 37
Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- Norme CEI 64-8 settima edizione
(i.e. utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V)
- DL n.493 14/agosto/1996
(prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro)
- D.M. 01/02/1986
(Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili)

Norme specifiche:

UNI 12464-1 “ illuminazione dei posti di lavoro in interni e livelli di illuminamento medi”

UNI EN 1838 Norme per l'illuminazione d'emergenza e di sicurezza

Norma CEI 23-25: Tubi per le installazioni elettriche. Parte 1 : prescrizione generale;

Norma CEI 23-3: Interruttori automatici per la protezione dalle sovratensioni per gli impianti domestici e similari;

Norma CEI 23-18: Interruttori differenziali per usi domestici e similari ed interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrenti incorporati per usi domestici e similari;

Norma CEI 23-9 : Apparecchi di comando non automatici (interruttori) per installazione fissa per uso domestico e similare prescrizioni generali;

Norma CEI 20-38: Cavi isolati in EPR non propaganti l'incendio e basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;

Norma CEI 20-35: Prova dei cavi non propaganti la fiamma;

Norma CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti l'incendio;

Norma CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

Norma CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri di B.T.).

Parte prima: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).

Norma CEI 17-1: Interruttori in corrente alternata e a tensioni superiori a 1000 V.

Norma CEI 17-4: Sezionatori e sezionatori di terra in corrente alternata e a tensioni superiori a 1000 V.

Norma CEI 17-6: apparecchiature in corrente alternata e a tensioni superiori a 1000 V.

Norma CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri di B.T.).

Parte prima: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).

Norma CEI 11-8 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra.

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

Guida CEI 11-35: guida all'esecuzione di cabine elettriche d'utente.

Norma CEI 3-25: segni grafici per schemi. Parte 1: generalit ;

Norma CEI 3-23: segni grafici per schemi. Schemi e piani di installazione architettonici e topografici;

Norma CEI 3-19: segni grafici per schemi. Parte 7: apparecchiature di comando e protezione;

Norma CEI 3-15: segni grafici per schemi. Parte 3: conduttori e dispositivi di connessione;

Norma CEI 3-14: segni grafici per schemi. Parte 2: elementi dei segni grafici distintivi e segni d'uso generale;

Norma CEI 0-21 2012-06: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

3. SCELTE PROGETTUALI

3.1. PROFILO GENERALE DELL'IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE

Si prevede di alimentare l'autorimessa (corpi scala e posteggi piani interrati) in bt (400V) da un unico punto consegna Enel disposto in prossimità della rampa di accesso tra via Sturzo e via Sada. La distribuzione elettrica e lo schema a blocchi sono riportate nelle tavole allegate (TAV. E01 e P24).

In questa fase di progetto si può pensare che la potenza massima installata di circa 80kW compreso gruppo di pompaggio antincendio di circa 15kW.

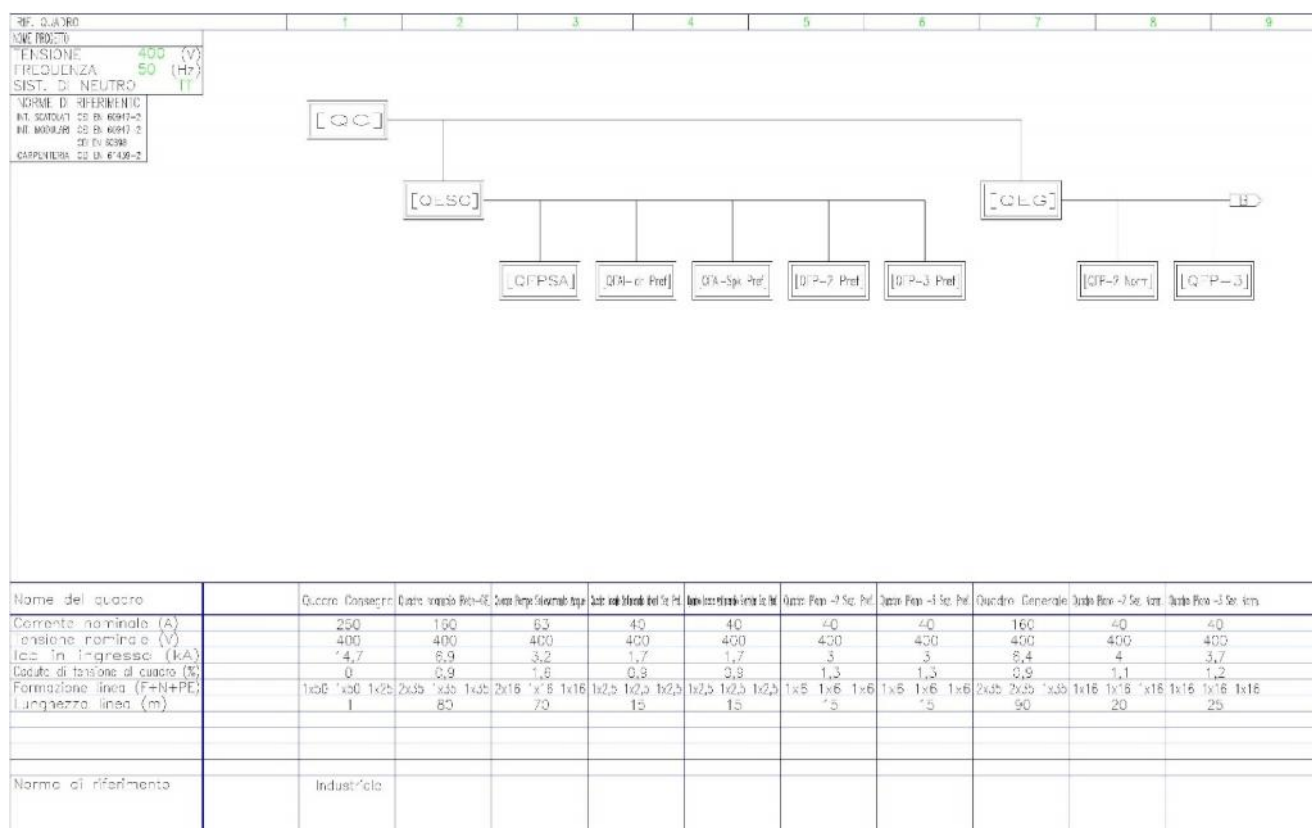
3.2. CLASSIFICAZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO

Il sistema elettrico dell'edificio presenta le seguenti caratteristiche elettriche.

Tensione di alimentazione BT	V	400
Frequenza	Hz	50
Sistema di conduttori attivi	3F+N	3 (L ₁ - L ₂ - L ₃) + N
Stato del neutro		Distribuito
Tipo alimentazione		Trifase + Neutro
Tensione di alimentazione utenze	V	400V/230V 3 (L ₁ - L ₂ - L ₃) + N
Sistema di terra		TT
Potenza contrattuale stimata	kW	60
Potenza teorica di dimensionamento	kVA	100

3.3. ALIMENTAZIONE BT

La distribuzione elettrica dell'intera autorimessa riportata in dettaglio nelle immagini successive:



[illegible]

Il progetto elettrico tiene conto della distribuzione delle utenze elettriche ordinarie e privilegiate presenti nei tre livelli in cui è suddiviso l'intero corpo di fabbrica nonché della presenza degli impianti idrici antincendio ad idranti e sprinkler.

L'impianto costituisce un sistema elettrico TT in bassa tensione e viene predisposto per un funzionamento a tensione nominale di alimentazione $V_n=400/230$ V in corrente alternata a 50 Hz.

Il progetto elettrico riguarda gli aspetti elettrici relativi ai quadri di consegna dell'energia, i quadro generale e relativi sottoquadri, le linee elettriche di distribuzione dell'energia per la F.M., per l'alimentazione delle prese, dei punti luce, illuminazione, nonché il relativo impianto di messa a terra (dispersore, collegamenti equipotenziali e conduttori di protezione) che sarà unico per tutti i livelli. La progettazione elettrica tiene conto delle esigenze di prevenzione incendi e per ragioni di sicurezza è possibile togliere tensione all'intero impianto intervenendo sui pulsanti di sgancio posti in prossimità degli ingressi carrabili alla struttura. La loro collocazione è riportata nell'elaborato grafico. Tale funzionamento avviene attraverso l'attuazione delle bobine per mancanza di tensione di corredo agli interruttori posti nel quadro di consegna energia e nel gruppo elettrogeno. Si precisa che tale intervento non è efficace per la linea privilegiata di alimentazione dei gruppi di soppressione antincendio, della stazione di pompaggio, degli impianti di ventilazione meccanica e degli impianti di estrazione forzata nei locali pompe antincendio, che pertanto restano sempre in tensione. In tutte le aree, l'impianto di illuminazione,

suddiviso in due circuiti per ogni fila, provvisto di apparecchi ordinari e di sicurezza di tipo led. Questi ultimi sono dotati di apposito kit per l'alimentazione sussidiaria corredata di accumulatori al Ni-Cd, indipendente da quella della rete, con autonomia minima a pieno carico di un'ora. I dispositivi si attiveranno automaticamente nel caso di un eventuale guasto sul circuito d'alimentazione ordinaria, nel caso di black-out ovvero nel caso di apertura dell'interruttore generale. Le lampade, di tipo led, saranno in grado di fornire un livello di illuminamento medio in condizioni ordinarie pari a 110 lx; in emergenza non inferiore a 5 lx ad un metro di altezza dal piano di calpestio lungo le vie di uscita in modo da rendere agevole le operazioni di sfollamento. Per i locali di pompaggio antincendio previsto un sistema di illuminazione a led ordinario che permette di avere 200 lx e lo stesso in assenza di corrente di rete garantisce almeno 25 lx per il tempo necessario alle verifiche sull'unità di pompaggio in caso di incendio con un minimo di 60 minuti. Per adempiere inoltre le prescrizioni circa la continuità del servizio di presenza rete, le linee elettriche di alimentazione della stazione di pompaggio, impianti di ventilazione meccanica e di aspirazione aria locali pompe antincendio saranno commutate su un apposito gruppo elettrogeno sia in caso di assenza dell'energia di rete. Il dispositivo multifunzione di misura posto nel quadro generale, infatti, in grado di generare un segnale di allarme che attraverso dei rel commutatori permette lo scambio automatico sul gruppo elettrogeno.

Nel punto di consegna vengono assunti come valori base i seguenti:

Icc trifase 16 kA

Icc monofase 10kA

3.4. CARATTERISTICHE GENERALI IMPIANTI E MATERIALI

Circa la classificazione del locale di autorimessa, si precisa che essa non da considerare luogo con pericolo di esplosione, così come illustrato nell'esempio GF-1 della Guida CEI 31-35/A 2007-05, essendo soddisfatte le seguenti condizioni:

1) Il carburante utilizzato dagli autoveicoli uno tra i seguenti o una loro combinazione (veicoli ad alimentazione mista):

- benzina;
- gasolio;
- gas di petrolio liquefatto (GPL);
- gas naturale compresso (GNC).

(il parcheggio di autoveicoli alimentati a GPL con impianto dotato di sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01 consentito nei piani fuori terra ed al primo piano interrato delle autorimesse, anche se organizzate su più piani interrati (DM 11/11/2002)).

2) L'unica sostanza infiammabile presente il carburante contenuto nei serbatoi degli autoveicoli (l'olio lubrificante se non scaldato sopra la sua temperatura d'infiammabilità, in genere superiore a 200 °C, non presenta pericolo d'esplosione).

3) Non sono previste operazioni di riempimento e svuotamento del carburante.

4) Nell'autorimessa viene interdetto l'accesso agli autoveicoli guasti con evidenti perdite di carburante.

5) Sono attuate le prescrizioni del DM 1/2/1986, con particolare riferimento all'efficacia della ventilazione sia naturale che meccanica (artificiale).

6) Gli autoveicoli in parcheggio, sono ordinariamente a motore spento e con il dispositivo di avviamento (es. chiave) disinserito o nella posizione di riposo.

7) Gli autoveicoli devono essere omologati e mantenuti in efficienza. E' sufficiente che gli autoveicoli siano sottoposti con esito positivo alle revisioni di legge.

La struttura rientra invece tra le attività soggette ai controlli ai sensi del D.P.R.151/2011 ed ai fini della sicurezza antincendio al DM 1/2/86 e s.m.ei., in particolare:

- nell'ambito dell'attività n.75 " Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluripiano e meccanizzati di superficie complessiva coperta superiore a 300 m ; locali adibiti al ricovero di natanti ed aeromobili di superficie superiore a 500 m ; depositi di mezzi rotabili (treni, tram ecc.) di superficie coperta superiore a 1.000 m ".

A tal proposito utile ricordare che la norma distingue tre tipi di luoghi marci, in relazione alla causa che determina il maggior rischio:

- luoghi di tipo A: elevata densità di affollamento o elevato tempo di sfollamento in caso di incendio (ad esempio scuole, teatri, ospedali, autorimesse, etc);
- luoghi di tipo B: strutture portanti combustibili, ad esempio baita in legno;
- luoghi di tipo C: lavorazioni convogliamento, manipolazione o deposito di materiali infiammabili o combustibili, ad esempio deposito di combustibili, etc.

A seguito di ciò, la classe di rischio di incendio può essere considerata "medio/alto rischio", l'impianto elettrico, pertanto, deve essere idoneo per i luoghi a maggior rischio in caso di incendio (in quanto il pericolo di esplosione è stato escluso precedentemente), secondo la norma CEI 64-8/7, art. 751.04.5 (luogo marcio di tipo C); trattandosi di autorimesse multipiano si può considerare luogo marcio A+C in relazione alla difficoltà di evacuazione delle persone CEI 64-8/7, art. 751.04.3 (luogo marcio di tipo A).

Su questi assunti si basa la progettazione degli impianti elettrici descritta in questa relazione; gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in conformità ai disposti della L.186 in modo idoneo al tipo di ambiente in cui risultano installati tali da non costituire fonte di pericolo per le persone o le cose presenti.

In particolare dovranno essere rispettate le indicazioni riportate a seguire

3.4.1. *grado di protezione delle apparecchiature*

Il grado di protezione di una apparecchiatura indica la capacità del proprio involucro di impedire l'ingresso di corpi solidi o liquidi all'interno della stessa.

Detta caratteristica risulta espressa per mezzo di un codice così composto

IP X Y (Z W)

dove:

X rappresenta il grado di protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e contro l'accesso a parti pericolose.

Y rappresenta il grado di protezione contro la penetrazione dell'acqua.

Z - W lettere addizionale

In conformità alla norma CEI 64.8 sono stati scelti i seguenti gradi di protezione minimi in funzione del tipo di installazione:

Quadri elettrici bt (ubicati all'interno)	IP55
Quadri elettrici bt (ubicati all'esterno)	IP65
Corpi illuminanti ambienti interni	IP55

Corpi illuminanti aree esterne

IP65

Prese a spina (ambienti ordinari)

IP2X

Prese a spina industriali (locali tecnici / deposito)

IP44

Come regola di base è stato adottato il grado minimo IP55 per tutte le apparecchiature posizionate in ambienti ove possa verificarsi il contatto accidentale con acqua / liquidi.

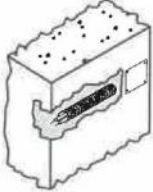
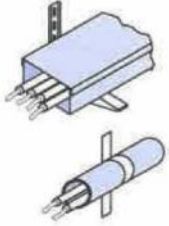

3.5. CONDUTTURE ELETTRICHE BASSA TENSIONE

Le condutture elettriche utilizzate per la distribuzione dell'energia elettrica dai quadri agli utilizzatori, dovranno essere conformi a quanto di seguito indicato:

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria (per l'alimentazione di tutti gli utilizzatori) dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/750V (tipo FG17); per le condutture principali, ed ove necessario, sono stati previsti conduttori a doppio isolamento con tensione nominale (Uo/U) non inferiore a 0,6/1 kV (tipo FG16(O)M16, FG16(O)M18, FG18(O)M16, FG18(O)M18).

Tali cavi hanno la caratteristica di essere cavi a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi tipo LSOH.

Di seguito viene riportata una tabella riguardante le condutture idonee per i luoghi a maggior rischio in caso di incendio (condutture del "gruppo a" cioè condutture che strutturalmente non possono né innescare, né propagare l'incendio).

Gruppo	TIPO DI CONDUTTURA		PRESCRIZIONI PARTICOLARI		
	Esempi	Descrizione	Conduttore di protezione	Provvedimenti contro l'innescò dell'incendio	Provvedimenti contro la propagazione dell'incendio
a1		Cavi in tubo metallico o isolante incassato in struttura non combustibile	Nessuna prescrizione particolare	Nessuna prescrizione particolare	Nessuna prescrizione particolare
a2		Cavi in tubo o canale metallici a vista; grado di protezione \geq IP4X	Nessuna prescrizione particolare	Nessuna prescrizione particolare	Nessuna prescrizione particolare
a3		Cavi ad isolamento minerale a vista (senza guaina esterna isolante)	Guaina metallica	Nessuna prescrizione particolare	Nessuna prescrizione particolare

Per i pulsanti di sgancio dell'alimentazione (emergenza a rottura vetro) e per i servizi antincendio sono stati adottati cavi tipo FG18M (resistenti all'incendio).

Tutti i dettagli dei cavi sono riportati negli schemi unifilari (allegato P24)

3.5.1. colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Per quanto riguarda i conduttori di fase, saranno contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

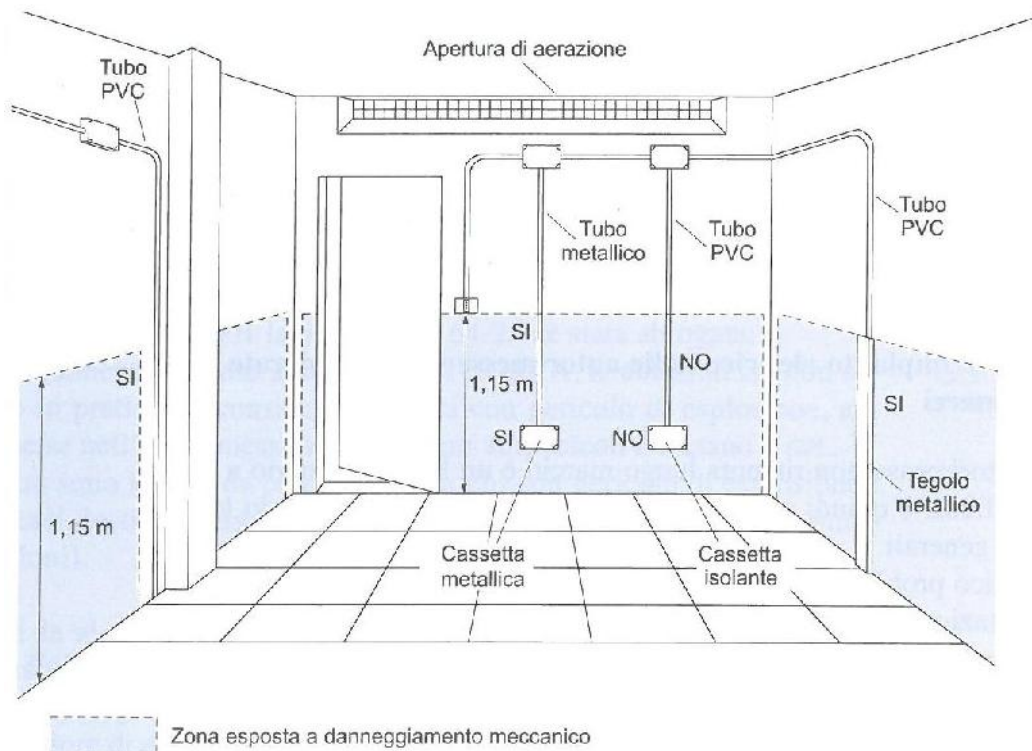
3.5.2. prescrizioni generali per la posa delle linee in cavo

Nelle installazioni fisse, ove esistono rischi di danneggiamento dovuti a sollecitazioni meccaniche (fino ad un'altezza di 2,5 m) i cavi saranno opportunamente protetti, inoltre la posa deve avvenire in modo da non dar luogo a sforzi di trazione permanenti, inoltre durante le operazioni di tiro il cavo non deve ruotare sul proprio asse ed il raggio di curvatura non deve essere inferiore a quanto indicato sul catalogo del costruttore.

Per varie tipologie di posa devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- i tubi, i condotti ed i canali porta-cavi devono avere un diametro superiore a 1,3 volte il diametro del cavo o fascio di cavi;
- i cavi nei cunicoli, a soffitto, a parete, su passerelle o supporti distanziati devono essere provvisti di guaina protettiva;
- i cavi interrati devono essere muniti di guaina protettiva e di una protezione meccanica supplementare adatta a sopportare le prevedibili sollecitazioni meccaniche esterne.

Le quote di installazione saranno quelle consigliate nella norma tecnica CEI 64-8 facendo attenzione alle zone di rispetto in ambienti particolari quali autorimessa:



3.6. SEZIONE DEI CONDUTTORI

3.6.1. Sezioni minime conduttori di fase e cadute di tensione massime ammesse

Le sezioni dei conduttori relativi a tutte le linee dell'impianto in questione sono state calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti affinché la caduta di tensione non superi il valore:

4% della tensione a vuoto per circuiti di FM

3% della tensione a vuoto per circuiti di illuminazione.

I cavi da impiegare in fase installativa risultano dimensionati e scelti fra le sezioni unificate.

3.6.2. Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione dei conduttori è stata dimensionata in modo da non risultare inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase fino alla sezione nominale di 16 mm^2 , oltre i 25 mm^2 per carichi equilibrati i conduttori di neutro sono stati ridotti alla metà del conduttore di fase.

3.6.3. Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non dovrà essere inferiore alla sezione del conduttore di fase per sezioni fino a 16 mm^2 e inferiori alla metà della sezione del conduttore di fase per sezioni $\geq 25 \text{ mm}^2$.

3.7. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

La protezione contro i contatti diretti ed indiretti è stata realizzata tramite le seguenti misure principali:

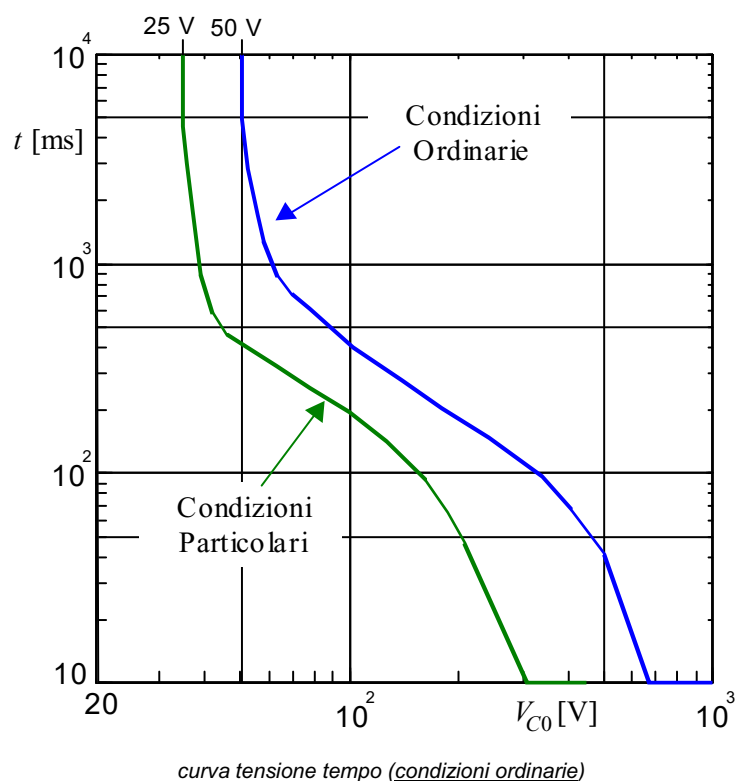
1. Misure di protezione totali.
2. Misure di protezione aggiuntive mediante dispositivi a sovracorrente o a corrente differenziale (protezione attiva).

Nel dettaglio specifico di progetto, sono stati adottati interruttori automatici di tipo magneto-termico con differenziale; data la tipologia di distribuzione di tipo TT, si rende necessaria la presenza delle protezioni differenziali a monte dei quadri elettrici con carpenteria in metallo / materiale conduttore, in modo da limitare la tensione di contatto ed il tempo di guasto al di sotto dei valori imposti dalla norma (curva tensione/tempo).

Per l'intera distribuzione in cavo sono state adottate protezioni magneto-termiche in abbinamento a conduttori a doppio isolamento e/o a protezioni meccaniche supplementari. La protezione differenziale a monte si rivela in questo caso utile in caso di cedimento degli isolamenti dei conduttori e guasti a terra con impedenza non nulla, tale quindi da evitare che gli involucri, le barriere e le canalizzazioni conduttrici (dette genericamente masse) posti a protezione dai contatti diretti, vadano in tensione con potenziale grave pericolo per chi si trovasse a contatto.

Sono poi state adottate protezioni differenziali ad alta sensibilità (30mA) in tutti i casi previsti dalla tabella A della CEI 64/8, in particolare:

- circuiti che alimentano le prese a spina con $I_n \leq 20A$ (art 412.5.3 a)
- apparecchi di illuminazione non alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV) (art.559.8)



4. CALCOLI ELETTRICI – DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

4.1. 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 in corrente continua il fattore di potenza $\cos\varphi$ 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 supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

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

La potenza di dimensionamento P_d data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

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

La potenza P_n , invece, la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle (P_d a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

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 (Q_d a valle).

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

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

4.2. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi 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:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) 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. Le cinque tabelle utilizzate sono:

IEC 448;

IEC 365-5-523;

CEI-UNEL 35024/1;

CEI-UNEL 35024/2;

CEI-UNEL 35026.

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.

4.2.1. *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 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 sopracitati riportano per 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-G16:	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-G16:	K = 87

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-G16:	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-G16:	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-G16:	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-G16:	K = 94

4.2.2. 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, pu 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 mm^2 ;
la massima corrente che pu percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2 se il conduttore in rame e a 25 mm^2 se il conduttore in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm^2 se conduttore in rame e 25 mm^2 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 determiner 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.

4.2.3. 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 la sezione del conduttore di protezione (mm²);
- I il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K 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 mm² se è prevista una protezione meccanica;

4 mm² 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.

4.2.4. 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.

4.2.5. 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.

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 riferito a 80 °C, mentre il secondo riferito a 50Hz, ferme restando le unit  di misura in Ω/km . La $cdt(I_b)$   la caduta di tensione alla corrente I_b e calcolata analogamente alla $cdt(I_b)$.

Se la frequenza di esercizio   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   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.

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.

4.3. 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 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.

4.3.1. Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo   condotto nelle seguenti condizioni:

a) tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;

b) impedenza di guasto minima, 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 a 80 °C, data dalle tabelle UNEL 35023-70, per cui esprimendola in m risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (60 \cdot 0.004)} \right)$$

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

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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:

$$\begin{aligned} R_{0cavoNeutro} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro} \\ X_{0cavoNeutro} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cavoPE} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE} \\ X_{0cavoPE} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

dove le resistenze $R_{dcavoNeutro}$ e $R_{dcavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo} .

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:

$$\begin{aligned} R_{0sbarraNeutro} &= R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro} \\ X_{0sbarraNeutro} &= 3 \cdot X_{dsbarra} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_{0sbarraPE} &= R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE} \\ X_{0sbarraPE} &= 2 \cdot X_{anello_guasto} \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in $m\Omega$:

$$\begin{aligned}
R_d &= R_{dcavo} + R_{dmonte} \\
X_d &= X_{dcavo} + X_{dmonte} \\
R_{0Neutro} &= R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro} \\
X_{0Neutro} &= X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro} \\
R_{0PE} &= R_{0cavoPE} + R_{0montePE} \\
X_{0PE} &= X_{0cavoPE} + X_{0montePE}
\end{aligned}$$

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 distribuito):

$$Z_{k1Neutr \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

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 $I_{k \max}$, fase neutro $I_{k1Neutr \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA:

$$\begin{aligned}
I_{k \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}} \\
I_{k1Neutr \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutr \min}} \\
I_{k1PE \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}} \\
I_{k2 \max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}
\end{aligned}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$\begin{aligned}
I_p &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max} \\
I_{p1Neutro} &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutr \max} \\
I_{p1PE} &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max} \\
I_{p2} &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}
\end{aligned}$$

dove:

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

Vengono ora esposti i criteri di calcolo delle impedenze allo spunto dei motori sincroni ed asincroni, valori che sommati alle impedenze della linea forniscono le correnti di guasto che devono essere aggiunte a quelle dovute alla fornitura. Le formule sono tratte dalle norme CEI 11.25 (seconda edizione 2001).

4.3.2. Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11-25 par 2.5 per quanto riguarda:

la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11-25)

Per la temperatura dei conduttori ci si riferisce al rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario dal cavo. Essa viene indicata dalla norma CEI 64-8/4 par 434.3 nella quale sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

isolamento in PVC	Tmax = 70 C
isolamento in G	Tmax = 85 C
isolamento in G5/G16	Tmax = 90 C
isolamento serie L rivestito	Tmax = 70 C
isolamento serie L nudo	Tmax = 105 C
isolamento serie H rivestito	Tmax = 70 C
isolamento serie H nudo	Tmax = 105 C

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

$$R_{d\max} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0Neutro} = R_{0Neutro} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

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

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase Ik1min e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\max}}$$
$$I_{k1Neutro\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro\max}}$$
$$I_{k1PE\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\max}}$$
$$I_{k2\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\max}}$$

4.3.3. 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 protezione 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:

$I_{ccmin} \geq I_{inters \text{ min}}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ia);

$I_{ccmax} \leq I_{inters \text{ max}}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).

b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:

$I_{ccmin} \geq I_{inters \text{ min}}$.

c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:

$I_{cc \text{ max}} \leq I_{inters \text{ max}}$.

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 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.

5. IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE

Per impianto di terra si intende un impianto costituito dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettori (o nodi) principali di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali principali e supplementari.

L'impianto così costituito coordinato con idonei dispositivi di protezione, nell'ipotesi di guasto verso terra del sistema di alimentazione, realizza il metodo di protezione per interruzione automatica dell'alimentazione.

Tale sistema risulta essere quello più comunemente utilizzato contro i **contatti indiretti**, contro i contatti cioè di una persona con una "massa" o "massa estranea" che si trovi in tensione per il contatto accidentale con un conduttore attivo del sistema elettrico esercito. Questi sono inoltre ammessi solo per impianti elettrici alimentati da sistemi di categoria superiore alla I.

5.1. IMPIANTO DI TERRA DEL COMPENSORIO

Nel caso in oggetto l'impianto di terra e protezione dell'autorimessa verrà realizzato tramite una treccia di rame nuda sez minima 25 mm² posata in intimo contatto con il terreno, integrata nella sua funzione da dispersori a picchetto. Verranno inoltre collegati al dispersore (ove possibile) i ferri di fondazione delle strutture (in particolare i plinti di fondazione della struttura) quali dispersori di fatto.

Si rimanda all'elaborato E04 per i dettagli sull'impianto.

Sulla base delle indagini in sito, nella stratigrafia superiore (quota tra piano di calpestio e profondità di 1.50m) stato riscontrato terreno tipo " pietrisco vulcanico". E' possibile effettuare un calcolo semplificato del valore della resistenza di terra, ipotizzando che l'impianto sia costituito unicamente da un dispersore ad anello rettangolare interrato di lunghezza pari a 25m x 15m; trascurando cautelativamente l'influenza degli altri dispersori, utilizzando la relazione valida per **dispersori ad anello rettangolare**

dati di base:

terreno: $\rho=1000 \Omega\text{m}$

dispersore: dispersore lineare disposto ad anello rettangolare di dimensioni approssimative in pianta pari a 25x15m (valore cautelativo in quanto non sono stati considerati i dispersori a picchetto e la restante parte di impianto di dispersione)

diam. disp. $d=5.65\text{mm}$ (ipotizzando una sezione cilindrica di 25mm² , $a= d/2$)

prof.interr $p = \text{circa } 50\text{cm}$, $s = p/2$

si estrapola un valore di circa $R_T = \frac{\rho}{a+b} = 25.00\Omega$ per l'impianto di terra, il che lascia ipotizzare un valore cautelativo realistico raggiungibile intorno al valore 25.0 Ω

A detto impianto di dispersione dovrà essere collegato il sistema di distribuzione del conduttore di protezione e dei conduttori equipotenziali relativi alle installazioni di tutte le utenze.

Tutte le masse e le masse estranee dell'impianto (carcasce metalliche degli utilizzatori, tubazioni metalliche dei servizi tecnologici ed igienici, masse estranee, ecc.), saranno collegate al nodo equipotenziale mediante idonei conduttori equipotenziali aventi caratteristiche adeguate alla specifica funzione svolta.

Nel caso di distribuzione TT con fornitura direttamente in bt risulta necessario adottare protezioni opportune contro i contatti indiretti, ed in tal senso occorre verificare nei casi ove non è possibile adottare alimentazione in bassa tensione di sicurezza o doppio isolamento, separazione elettrica, etc, che le protezioni con interruzione dell'alimentazione verifichino la relazione

$$R_{A\leq} \frac{50V}{I_d}$$

dove R_A la somma delle resistenze di terra dei conduttori e dei dispersori

Ipotizzando un valore di R_A pari a 25 ohm, risulta necessario installare protezioni differenziali con valore $I_d \leq \frac{50}{25} = 2A$, valore che consente l'agevole implementazione della selettività verticale anche con valori di resistenza di terra oltre il valore estrapolato dai calcoli.

Tali valori risultano verificati in quanto sono generalmente disponibili in commercio protezioni differenziali regolabili di valore massimo impostabile non superiore a 2 A.

5.2. SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

a) Conduttori equipotenziali principali

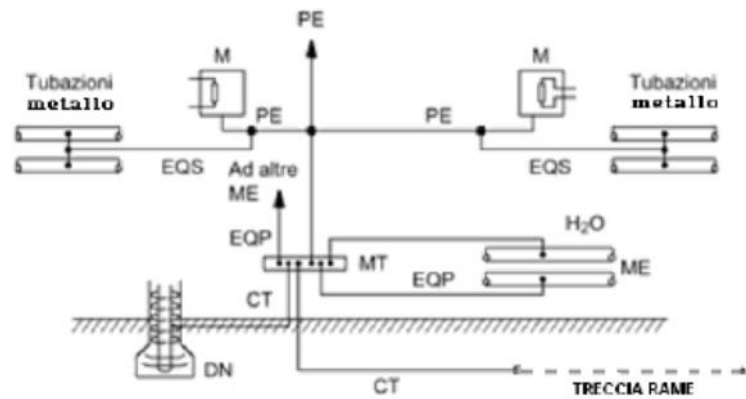
I conduttori equipotenziali principali dovranno avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm². Non richiesto comunque che la sezione superi 25 mm² se il conduttore equipotenziale è in rame, o una sezione di conduttanza equivalente se il conduttore è in materiale diverso.

b) Conduttori equipotenziali supplementari

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette due masse dovrà avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore. Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a masse estranee deve avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Un conduttore equipotenziale che connette fra di loro due masse estranee, o che connette una massa estranea all'impianto di terra, dovrà avere sezione non inferiore a 2.5 mm² se è prevista una protezione meccanica, 6 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Il collegamento equipotenziale supplementare può essere assicurato da masse estranee, purché soddisfino alle condizioni specificate nell'art. 543.2.4 della Norma CEI 64-8 /VII ediz.



schema dell'impianto di messa a terra

dove:

DA = dispersore intenzionale

DN = dispersore di fatto

CT = conduttore di terra

EQP = conduttore equipotenziale principale

EQS = conduttore equipotenziale supplementare

PE = conduttore di protezione

MT = collettore (nodo) principale di terra

M = massa

ME = massa estranea

I conduttori di protezione per ogni singola utenza sono derivati dal collettore principale di terra e si attestano ad un ulteriore nodo di terra posto nel corrispondente quadro elettrico della singola area funzionale.

Questi conduttori di protezione sono realizzati sempre con cavo contrassegnato di colore giallo-verde la cui sezione è stata desunta dalla seguente tabella tratta dalla Norma CEI 64-8:

Sezione dei conduttori di fase Dell'impianto S (mm ²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mm ²)
$S \leq 16$	$Sp=S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$Sp=S/2$

da notare bene che eventuali componenti a doppio isolamento non verranno in alcun modo collegati all'impianto di messa a terra.

6. GRUPPO ELETTROGENO

Le ipotesi di progetto evidenziate precedentemente e quanto riportato negli schemi unifilari (allegato P24), fanno sì che il carico massimo contemporaneo teorico per tutte utenze privilegiate pari a circa 46kW con fattore di potenza ($\cos \Phi$) di 0.95 senza impianto di rifasamento. Per garantire la continuità di esercizio ai servizi antincendio anche in caso di black-out esterno, è stato previsto un gruppo elettrogeno ausiliario ubicato al piano terra all'interno di un locale predisposto presso il corpo vano scala centrale entro cofanatura insonorizzata; come filosofia di progetto si è optato di garantire la seguente copertura delle utenze a servizio dei sistemi antincendio:

- 100% sistemi di estrazione corpi scala 1,2 e 3
- 100% sistemi di estrazione locali pompe antincendio idranti e sprinkler
- 100% impianti idrico sollevamento acque bianche

Nelle condizioni sopra esposte, il gruppo elettrogeno deve avere le seguenti caratteristiche generali:

Potenza nominale secondo ISO 8528	60,52kVA / 48,42kW
Potenza per servizio in emergenza (LTP) secondo ISO 8528	66,71kVA / 53,97kW
Frequenza	50Hz
Velocità	1500 giri /1'
Tempo di avviamento e presa dell'80% del carico nominale	10 s
Avviamento elettrico	24V DC

Il motore diesel sarà ad avviamento automatico all'abbassamento della tensione di rete al di sotto del 70% del valore nominale ed arresto automatico al ripristinarsi delle normali condizioni. Ciascun gruppo sarà completo di batteria di avviamento 24V 155Ah, idonea a consentire almeno 4 tentativi di avviamento, marmitta silenziatrice, serbatoio di combustibile in lamiera d'acciaio della capienza di circa 209 litri, provvisto di indicatore ottico di livello. Inoltre, è previsto un quadro di comando e protezione del tipo ad armadio, equipaggiato con interruttore automatico e complesso di scambio rete-gruppo. Tale dispositivo consente il collegamento elettrico del gruppo una volta completato l'avviamento del motore diesel, con contemporaneo distacco della rete, con conseguente alimentazione delle utenze privilegiate.

Sarà prevista inoltre una cofanatura ermetica idonea per un'adeguata insonorizzazione tramite pannellature fonoassorbenti delle pareti e delle porte, nonché coibentazione delle aperture.

7. RIFASAMENTO

Non si prevede di utilizzare apparati di rifasamento, in quanto la tipologia delle utenze alimentate e soprattutto la durata di funzionamento non risulta tale da impattare sul fattore di potenza in misura tale da scendere al di sotto del valore limite di 0,90.

8. DISTRIBUZIONE ALLE UTENZE

8.1. DISTRIBUZIONE AGLI UTILIZZATORI

Come precedentemente accennato, si prevede di alimentare l'autorimessa (corpi scala e posteggi piani interrati) in bt (400V) da un unico punto consegna Enel disposto in prossimità della rampa di accesso tra via Sturzo e via Sada. La distribuzione elettrica e lo schema a blocchi sono riportate nelle tavole allegate (TAV. E01 e P24).

In questa fase di progetto si può pensare che la potenza massima installata di circa 80kW compreso gruppo di pompaggio antincendio di circa 15kW.

L'impianto distinto sin dal punto di consegna dell'energia, in privilegiato, per l'alimentazione elettrica dei servizi antincendio e ordinaria, per i circuiti di forza motrice ed illuminazione dell'autorimessa.

Per adempiere inoltre le prescrizioni circa la continuità del servizio di presenza rete, le linee elettriche di alimentazione della stazione di pompaggio sollevamento acque bianche, impianti di ventilazione meccanica e di aspirazione aria locali pompe antincendio saranno commutate su un apposito gruppo elettrogeno sia in caso di assenza dell'energia di rete. Il dispositivo multifunzione di misura posto nel quadro generale, infatti, in grado di generare un segnale di allarme che attraverso dei rel commutatori permette lo scambio automatico sul gruppo elettrogeno.

I quadri sono collocati in una posizione conveniente, ovvero in modo da non arrecare intralcio, e dimensioni tali da avere il minimo ingombro rispettando comunque la dissipazione termica del calore prodotto dalle apparecchiature installate (profondità min. 215 mm) e un margine di riserva del 15% in previsione di futuri possibili ampliamenti.

Il grado di protezione previsto è stato scelto in relazione al luogo di installazione ed è pari a IP55 per gli impianti sia posti all'esterno come la consegna energia che per le aree interne di autorimessa e locali destinati ad altri servizi.

Ciascun impianto (circuiti privilegiati e ordinario), sin dal punto di consegna energia dotato di un interruttore generale magnetotermico differenziale. Detto apparecchio, in grado di interrompere l'energia elettrica di alimentazione, ha una corrente d'intervento differenziale (I_a) non superiore a 1A ed è coordinato selettivamente con gli interruttori posti a valle.

Per l'alimentazione elettrica degli impianti di surpressione di idranti, sprinkler, di pompaggio, degli impianti di ventilazione meccanica e degli impianti di estrazione forzata nei locali pompe antincendio, si prevedono tre linee elettriche distinte. Esse sono disposte in un primo tratto con posa interrata in cavidotto fino al corpo centrale dell'uscita n. 2 mentre la tratta successiva è posta in passerella metallica chiusa. I cavi elettrici, unica pezzatura senza giunzioni, sono realizzati ed isolati in gomma con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio senza alogeni con tensione nominale 0,6/1kV riportanti la sigla FG18. Essi hanno sezione di 16 mmq. Il quadro elettrico di consegna energia è segregato in due sezioni distinte: preferenziale ed ordinaria. Esso, realizzato in resina per posa stradale, è provvisto di due portelli ciechi dotati di chiusura a chiave per proteggere gli interruttori contro eventuali manomissioni. Inoltre sul pannello esterno e su ogni interruttore viene applicata l'etichetta le cui lettere bianche su sfondo rosso sono alte almeno 10 mm, con scritta "alimentazione del motore delle pompe antincendio - non aprire in caso di incendio".

La parte elettrica dell'alimentazione dei servizi antincendio ordinari quale la pompa ausiliaria (jockey) di compensazione è connessa alla rete elettrica dell'autorimessa attraverso il quadro generale.

Dal suddetto quadro avviene la consegna dell'energia per tutto l'edificio con distribuzione del tipo radiale il cui centro è rappresentato dal quadro generale stesso mediante due quadri secondari di piano. Da questi saranno derivate le linee di tutti i servizi.

Ciascuno di questi quadri è provvisto del proprio schema unifilare e funzionale indicante le principali caratteristiche degli apparecchi in esso contenuto. Esso comprende dati circa la sezione delle linee in partenza e la loro destinazione, la corrente di corto circuito di inizio e fondo linea, la caduta di tensione DV% e il riferimento alfanumerico del circuito di appartenenza.

La posa prevista per formazione dei vari circuiti elettrici è correlata alla tipologia dell'impianto e alle utenze da servire.

Per la linea elettrica principale esterna con posa interrata e per la distribuzione ai sottoquadri in passerella a vista verranno impiegati cavi in treccia di rame isolata in gomma etilenpropilenica bassissima emissione di gas tossici. Esso sarà posato in tubi sia a posizionamento sia verticale che orizzontale avranno pendenza tale da consentire lo scarico di eventuale condensa.

I cavi saranno conformi alle Norme CEI 20 - 22 e 20 - 35, ed inoltre presenteranno la marcatura CE.

Per le sezioni dei circuiti utilizzati si rimanda allo schema elettrico unifilare di progetto.

Le giunzioni verranno realizzate in idonee cassette di derivazione con morsetti a cappuccio e ove necessario in scatole esterne con grado di protezione IP55B.

Le cassette di derivazione devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, essere in materiale isolante, resistenti al calore anormale ed al fuoco secondo Norme CEI 64-8 tab. IV e CEI 70-1. Esse devono essere installate a parete con sistema che consenta planarità e parallelismi. I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo; dovranno essere esclusi i coperchi con chiusura a pressione.

Saranno previste cassette di giunzione e derivazione distinte per circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi.

Le apparecchiature elettriche all'interno dell'autorimessa dovranno essere installate ad un'altezza da terra non inferiore a 1,15 m, qualora ciò non fosse possibile si dovranno adottare schermi di protezione meccanica o cavidotti in ferro, (es. tubi, canali ecc.).

8.2. SISTEMA DI SICUREZZA GENERALE

Onde garantire la messa fuori servizio di tutte le utenze ordinarie in caso di emergenza sono stati previsti idonei pulsanti di sgancio a rottura vetro in posizioni facilmente accessibili dall'esterno (accesso rampe, zona quadro consegna), indicati sulle planimetrie di progetto (E01).

Lo sgancio sarà effettuato a mezzo di bobina a lancio di corrente agente direttamente sull'interruttore generale QEG del quadro elettrico di consegna QC. La connessione elettrica dei pulsanti di sgancio di emergenza delle alimentazioni è prevista una linea in conduttore tipo FG18M resistente al fuoco, posata entro cavidotto interrato; si vuole rimarcare in questa sede che tutti i pulsanti di sgancio di emergenza sono provvisti di lampada di segnalazione (colore verde) di integrità del circuito.

9. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

I quadri elettrici dovranno essere costruiti con materiali atti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche, nonché agli effetti dell'umidità che possono verificarsi in servizio normale.

Gli apparecchi ed i circuiti dovranno essere disposti in modo da mantenere le distanze di isolamento adeguate, da assicurare il loro funzionamento e da facilitare la manutenzione con il necessario grado di sicurezza.

Tutti i quadri sono stati dimensionati in modo tale da evitare qualunque forma di riscaldamento nel pieno rispetto delle specifiche Norme CEI 17-13 ed inoltre dovranno avere la giusta segregazione e protezione delle parti in tensioni (morsettiere di cablaggio).

10. IMPIANTO PRESE

L'edificio sar dotato di prese a spina per istallazione fissa di varie tipologie a secondo dell'utilizzo, per come indicato nelle tavole grafiche; sinteticamente sono presenti prese del tipo:

- Schuko bivalente 10/16A con polo di terra secondo CEI 23-50, in esecuzione standard ed IP44 (con calotta impermeabile apribile);
- prese del tipo CEE interbloccate 3P+N+T 16A, 3P +T 16A, 2P+T 16A in esecuzione protetta IP55, solo nei locali tecnici.

Come presupposto generale normativo e di progettazione, ogni presa o gruppo di prese saranno allacciate ad una linea elettrica protetta a monte tramite interruttore MTD ad alta sensibilit I_d 30mA.

11. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE

L'impianto di illuminazione artificiale ha lo scopo di permettere il facile riconoscimento degli oggetti e favorire l'esercizio dell'attivit lavorativa da svolgere limitando l'insorgere di possibili cause di rischio e rendendo chiaramente percepibili le eventuali situazioni di pericolo.

Influendo sulla capacit visiva, sull'attivit , sulla sicurezza e sul benessere delle persone, risulta necessario che l'impianto di illuminazione sia realizzato nel rispetto delle specifiche esigenze degli utenti.

Il riferimento normativo la Norma UNI 12464, in cui sono riportati i tabellari dei valori di illuminamento, per le varie attivit , in essa sono riportate anche le indicazioni sulla qualit della luce, espressa come temperatura di colore, resa cromatica e la classe di qualit per la limitazione dell'abbagliamento.

Nel coordinamento tra l'illuminazione generale e quella del singolo ambiente, l'illuminamento di esercizio si riferisce all'ambiente, ed i valori indicati prendono in considerazione:

- stato medio di invecchiamento dell'impianto di illuminazione;
- locale attrezzato o zona di esso;

in generale alla superficie di lavoro orizzontale all'altezza di 0,85 m dal pavimento

le zone di transito nella mezzeria, all'altezza di 0 m dal pavimento.

Nella tabella inserita nella Norma, per ciascun tipo di locale o attivit riportato un valore di illuminamento medio mantenuto che rappresenta l'illuminamento medio che deve essere sempre garantito nel locale.

In fase di progettazione, i valori iniziali di illuminamento sono stati ottenuti moltiplicando quelli di esercizio per un fattore di deprezzamento, in modo da tenere conto dell'invecchiamento e del insudiciamento dei materiali.

Negli ambienti interni stato scelto un fattore di deprezzamento pari a 1,25, non esistono ambienti particolarmente polverosi, ma fondamentale la pulizia e la manutenzione dei corpi illuminanti.

Fattori di deprezzamento D - e manutenzione M

Fattori di manutenzione, M, e di deprezzamento, D, da adottare in funzione della riduzione dell'illuminamento previsto per l'invecchiamento e l'insudiciamento dell'impianto (UNI 10380). Riduzione dell'illuminamento	Fattore di manutenzione (M)	Fattore di deprezzamento (D)
Ordinario	0,8	1,25
Forte	0,7	1,43
Molto elevato	0,6	1,67

I valori sopra riportati valgono per apparecchi con distribuzione luminosa diretta o prevalentemente diretta e per intervalli periodici di manutenzione di 12 mesi; si può considerare un fattore di deprezzamento inferiore se gli interventi di manutenzione sono effettuati ad intervalli di tempo più brevi dei 12 mesi.

11.1. PROGETTO ILLUMINOTECNICO

In sede di progetto, sono state scelte sorgenti luminose di tipo a led installate a soffitto e/o parete negli ambienti interni (autorimessa) e nei vani scala e nei locali tecnici.

Nei locali bagni e toilette sono stati considerati corpi illuminanti a led tipo Disano 742 LED CLD CELL 742 Obl da 21W in versione normale ed emergenza.

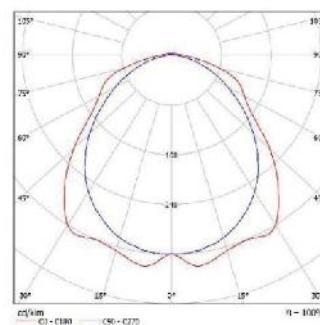
Il calcolo illuminotecnico è stato effettuato per l'autorimessa (piano tipo secondo interrato) e le rampe di accesso.

Le caratteristiche dei corpi illuminanti risultano essere le seguenti (in versione normale ed in emergenza con batteria tampone):



Classificazione lampade secondo CIE: 97
CIE Flux Code: 48 79 95 97 100

La prima struttura è una **LED** che beneficia della tecnologia del **Inductaluminum** e dell'AlGaIn di Daisaku, che consente inoltre di produrre in grande quantità. La caratterizzazione di questa LED è che, a differenza di quelle tradizionali, non emette calore, ma solo luce. La seconda struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La terza struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La quarta struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La quinta struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La sesta struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La settima struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La ottava struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La nona struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku. La decima struttura è un **transistor** a semiconduttore infrarosso, con un grado di protezione **IP68**, particolarmente robusto grazie alla struttura in **Inductaluminum** e all'AlGaIn di Daisaku.



Emissione luminosa 1:

[illegible]

LE ARILATRE STACINE in polibromato della serie Eahn hanno un grado di tenuta stagno (IPGGK06) che, in ambienti non temperature non superiori a 45°C, l'esposizione diretta ai raggi solari porta facilmente al superamento dei 45°C compromettendo il grado di protezione. Si consiglia comunque di utilizzarle in modo appropriato, senza alterarne le qualità meccaniche e di protezione (IPGGK06) e di non installarle su superfici soggette a forti vibrazioni, esposte agli agenti atmosferici, all'esterno su tetti a pannello, a parete, sotto forte irradiazione o comunque esposto direttamente a raggi solari, in caso contrario l'utilizzo in ambiente stagno è garantito.

Immagine 1 :Disano 957 Echo LED High Performance da 42W CLD CELL

Si riportano qui di seguito i risultati della valutazione

11.1.1. *interno autorimessa illuminazione normale,*

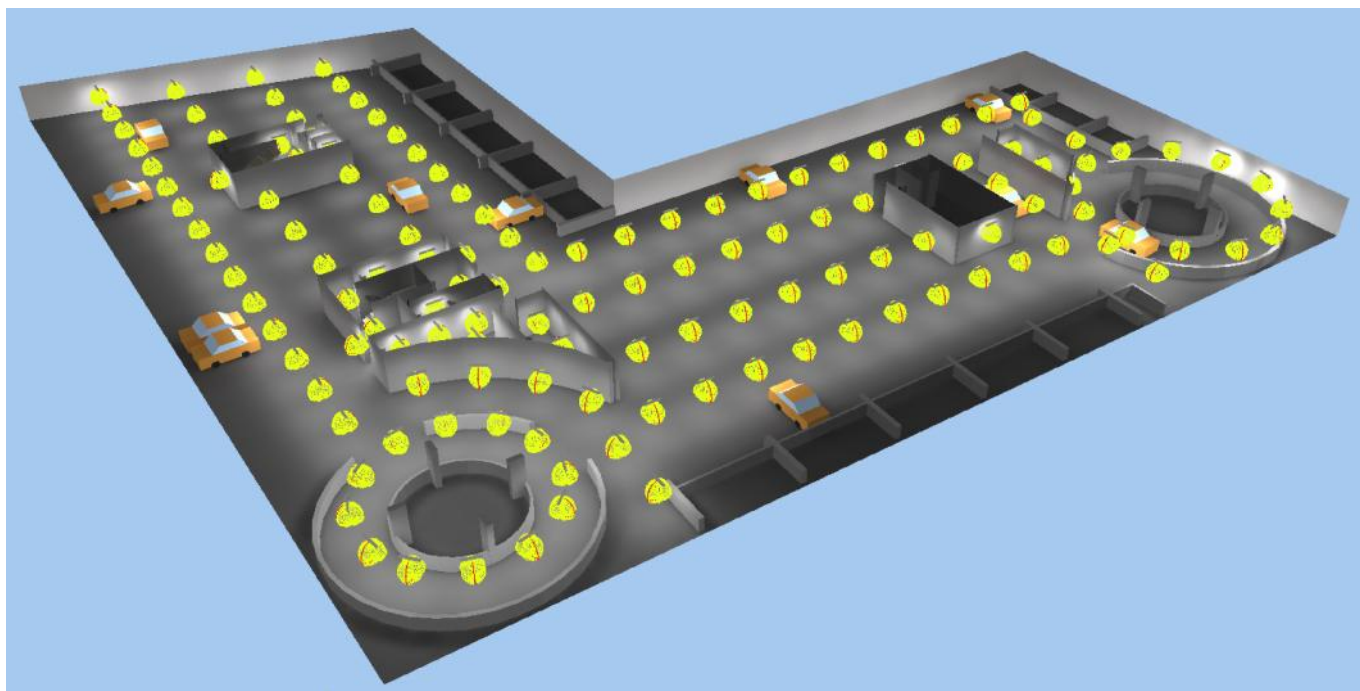


Immagine 2: Rendering in B/N illuminazione normale autorimessa

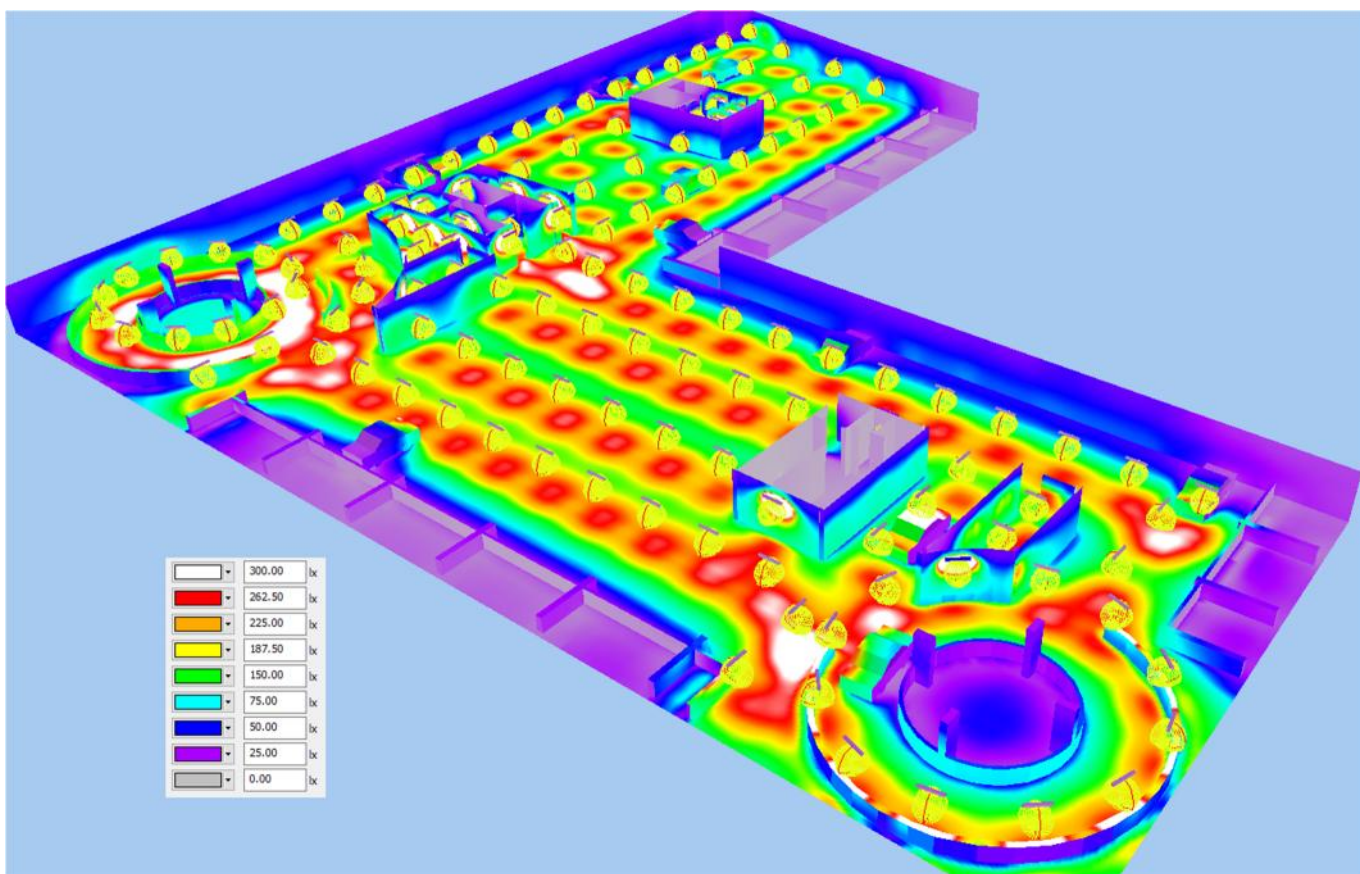


Immagine 3: Rendering a colori sfalsati illuminazione normale autorimessa (vista laterale)

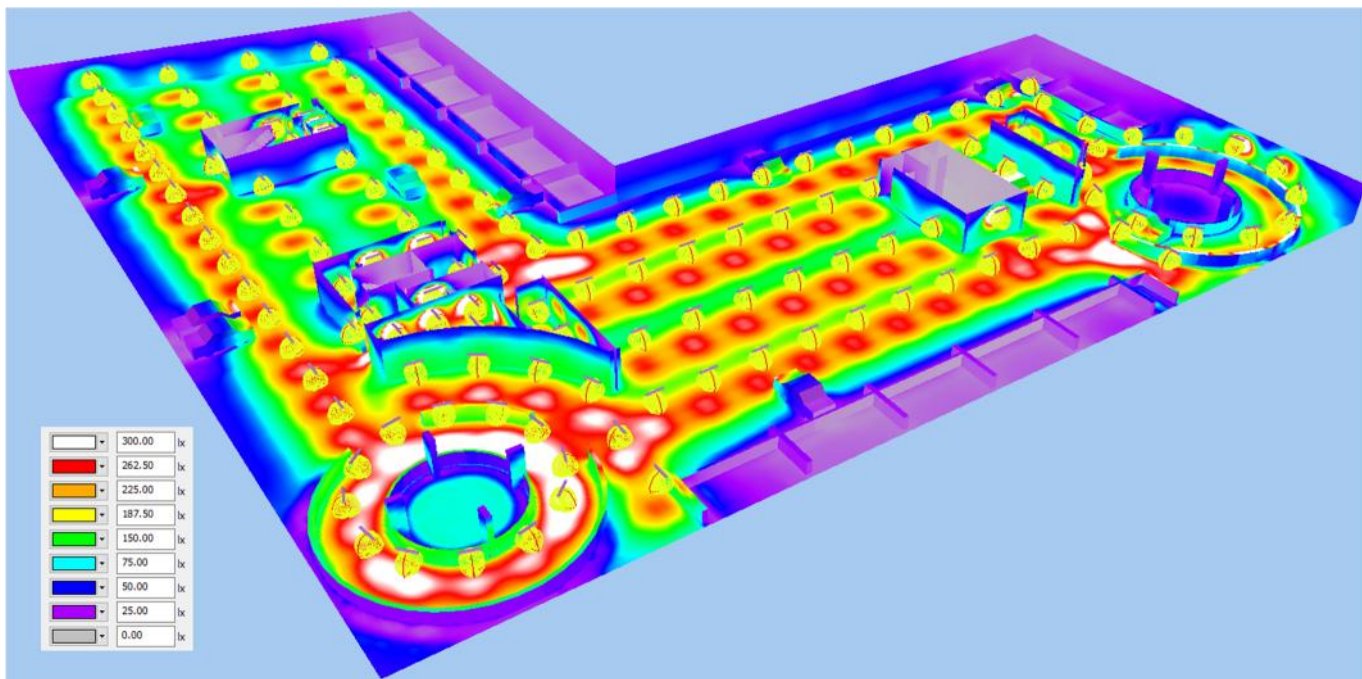


Immagine 4: Rendering a colori sfalsati illuminazione normale autorimessa (vista laterale)

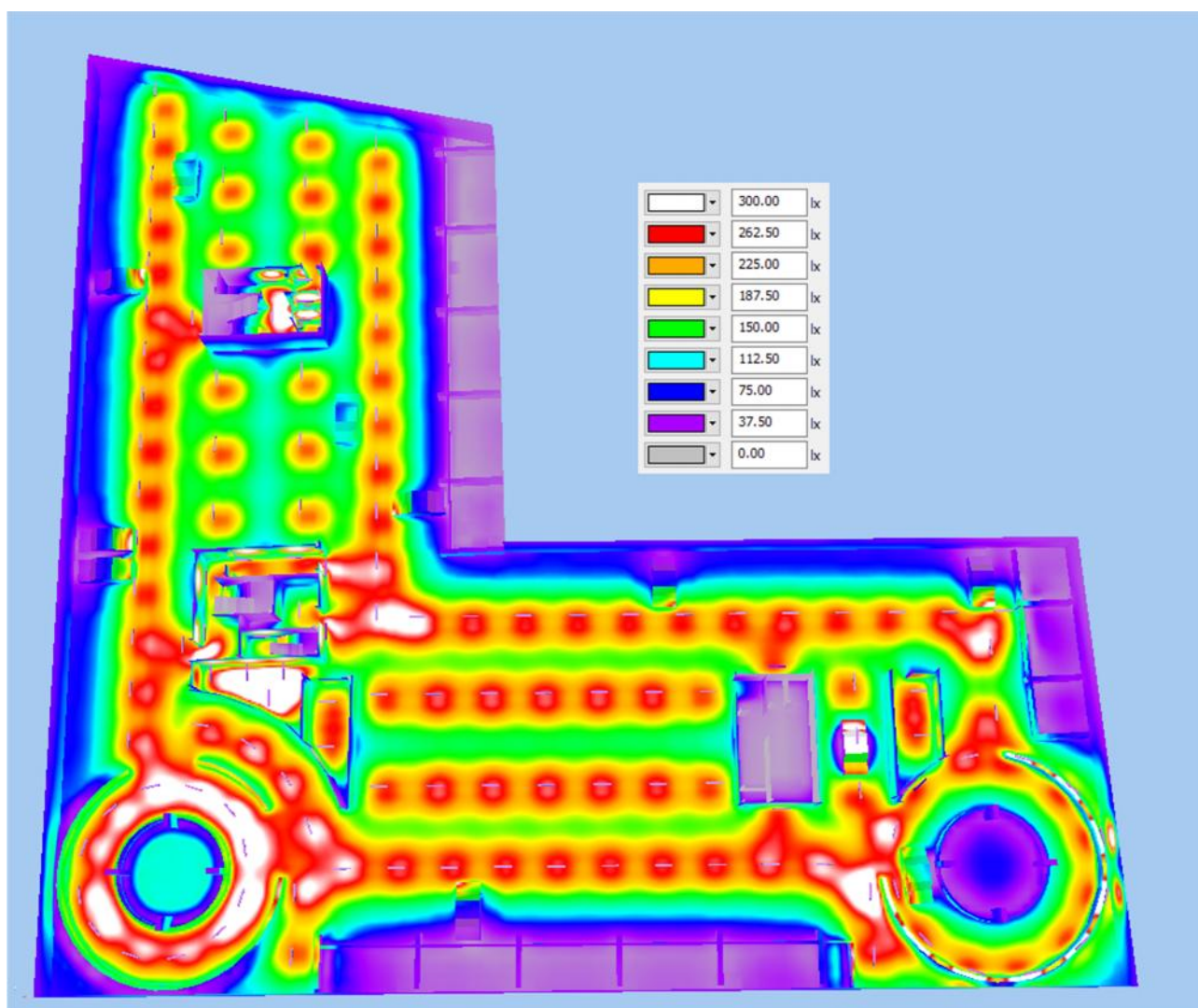


Immagine 5: Rendering a colori sfalsati illuminazione normale autorimessa (vista superiore)

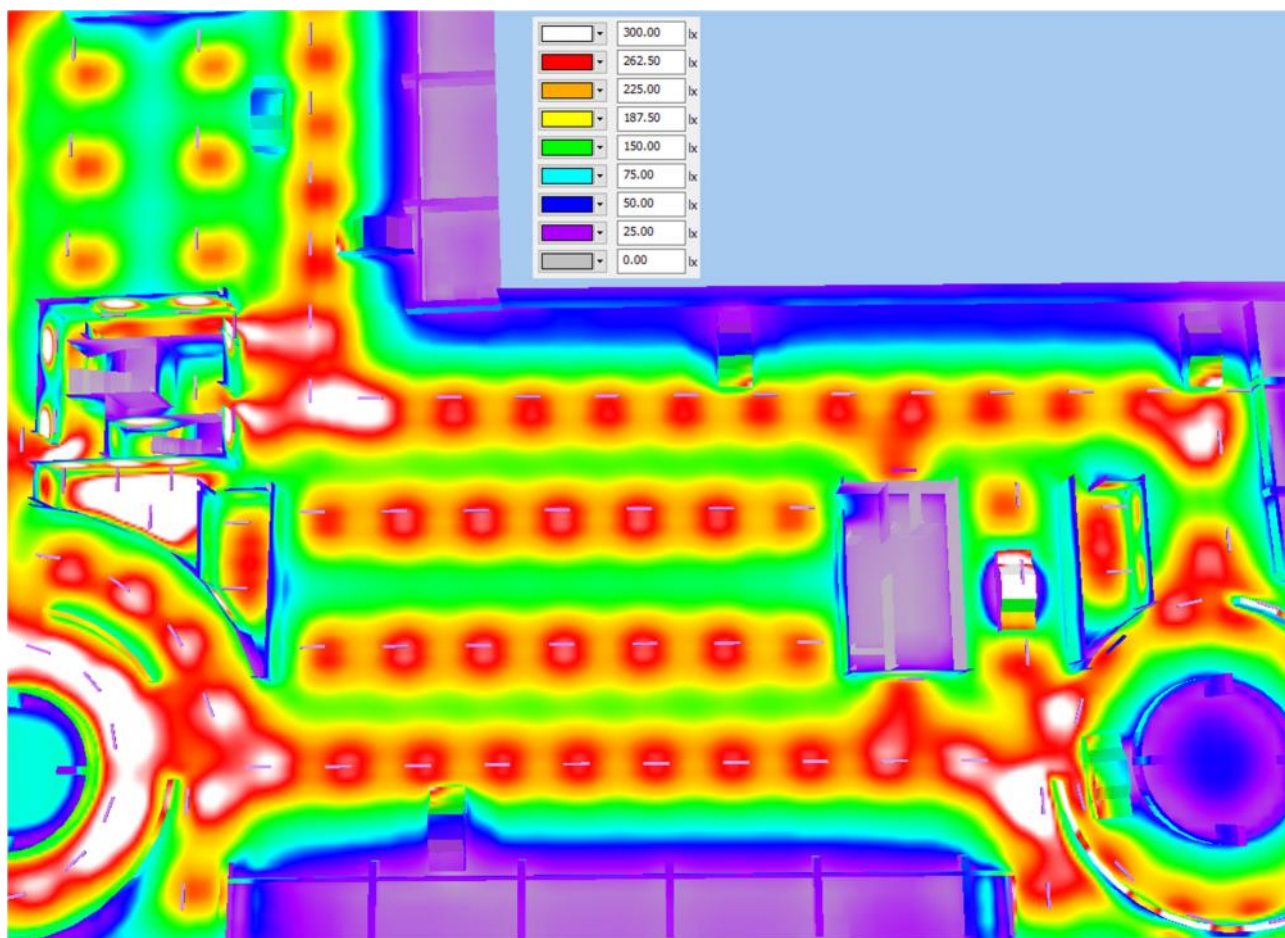
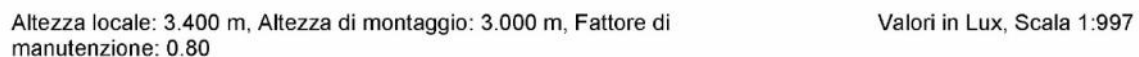


Immagine 6: Rendering a colori sfalsati illuminazione normale autorimessa (tipico tratto tra corpo scala 1 e 2)

Parch. ECHO 1x42W / Riepilogo



Superficie utile:

Distinta lampade

Potenza allacciata specifica: $1.51 \text{ W/m}^2 = 0.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4092.44 m^2)

Parch. ECHO 1x42W / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 856342 lm
 Potenza totale: 6188.0 W
 Fattore di manutenzione: 0.80
 Zona margine: 0.500 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	131	22	153	/	/
Pavimento	121	21	142	20	9.03
Soffitto	4.32	28	33	70	7.28
Parete 1	38	20	58	50	9.20
Parete 2	44	21	65	50	10
Parete 3	21	20	41	50	6.50
Parete 4	9.55	7.45	17	50	2.71
Parete 5	29	20	49	50	7.76
Parete 6	25	21	46	50	7.35

Regolarità sulla superficie utile
 E_{\min} / E_{\max} : 0.033 (1:30)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.011 (1:91)

Potenza allacciata specifica: $1.51 \text{ W/m}^2 = 0.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4092.44 m²)

11.1.2. *interno autorimessa illuminazione in emergenza,*

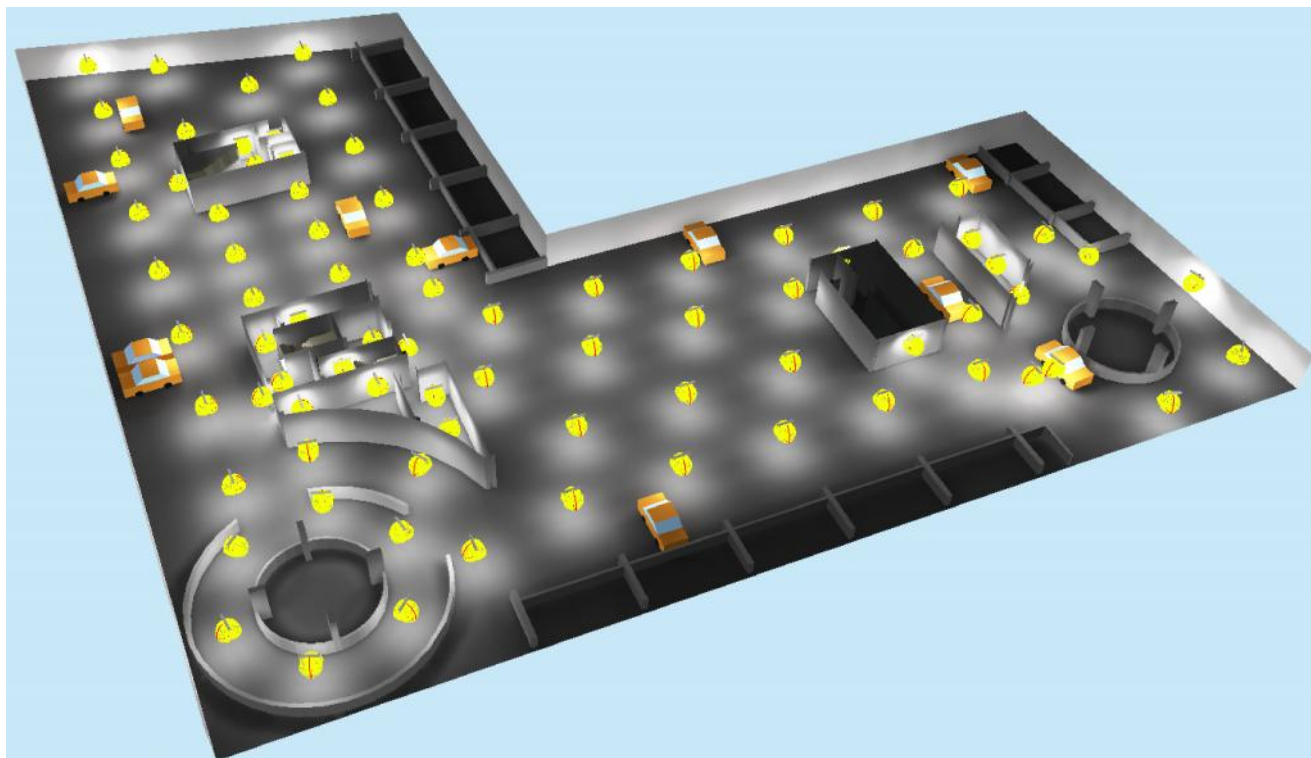


Immagine 7: Rendering in B/N illuminazione emergenza autorimessa

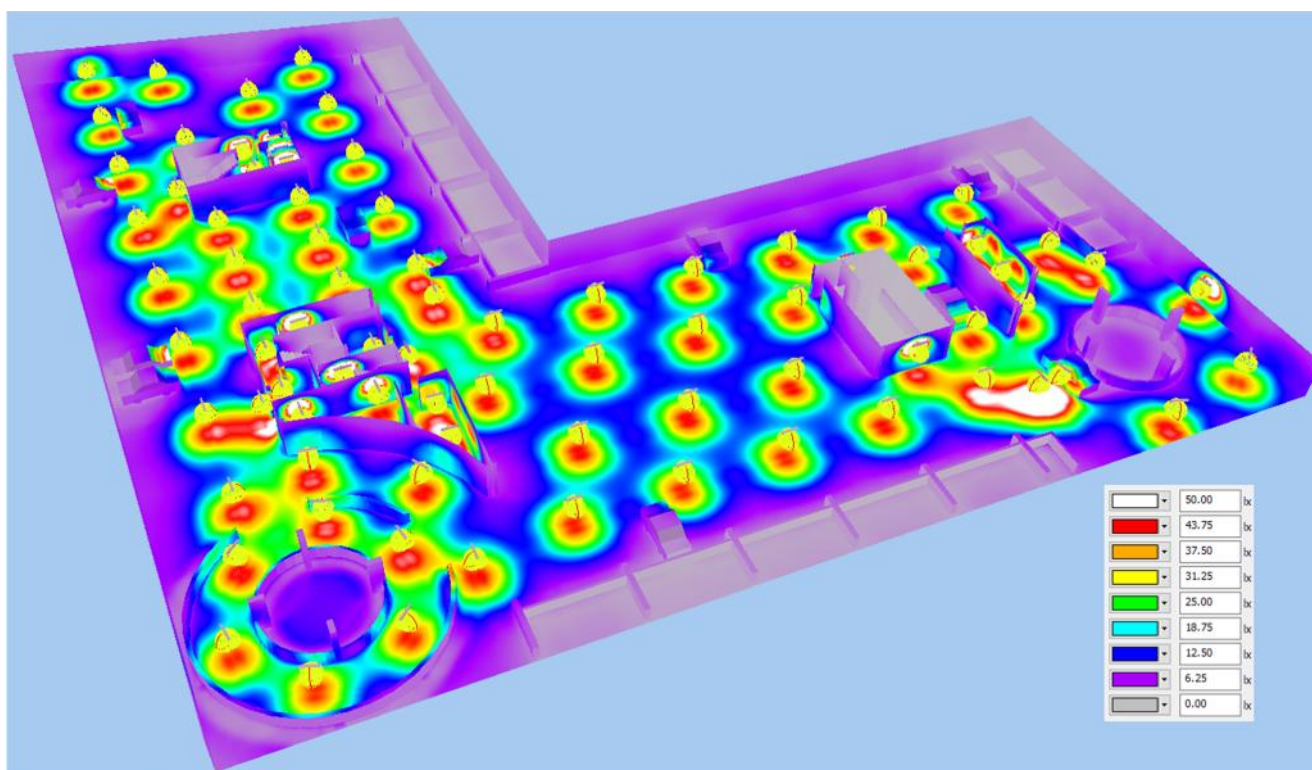


Immagine 8: Rendering a colori sfalsati illuminazione emergenza autorimessa (vista laterale)

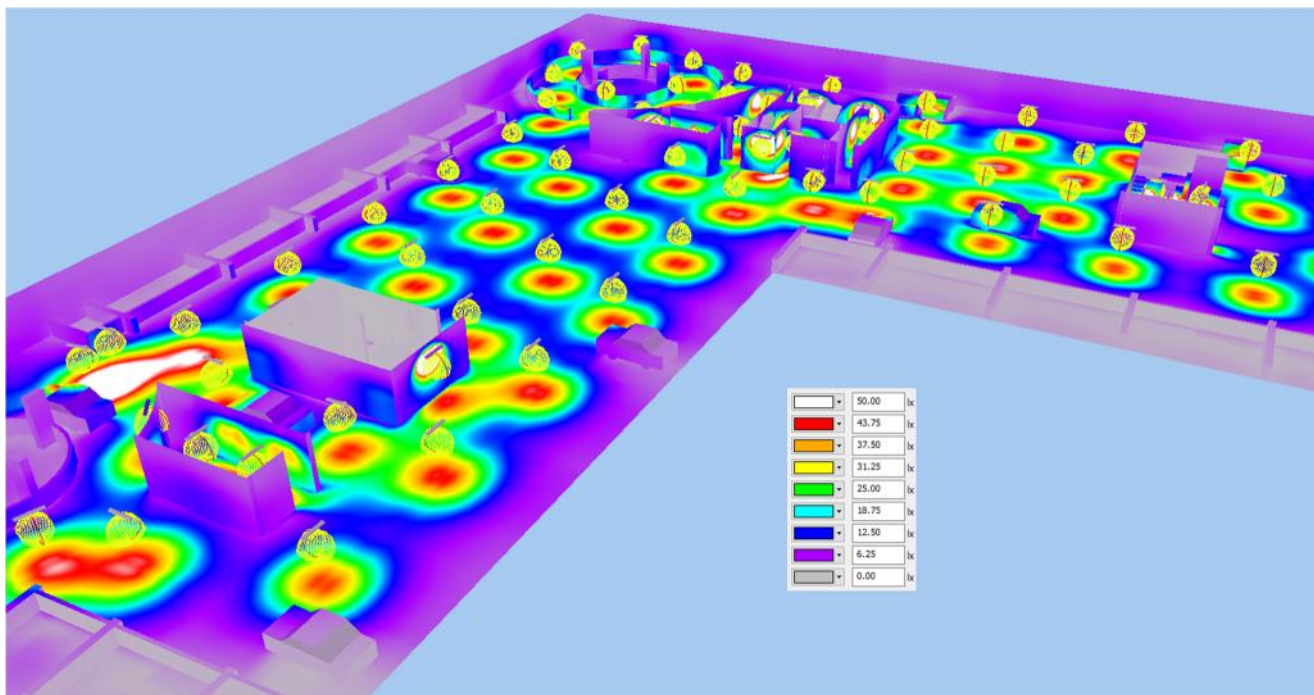


Immagine 9: Rendering a colori sfalsati illuminazione emergenza autorimessa (vista laterale)

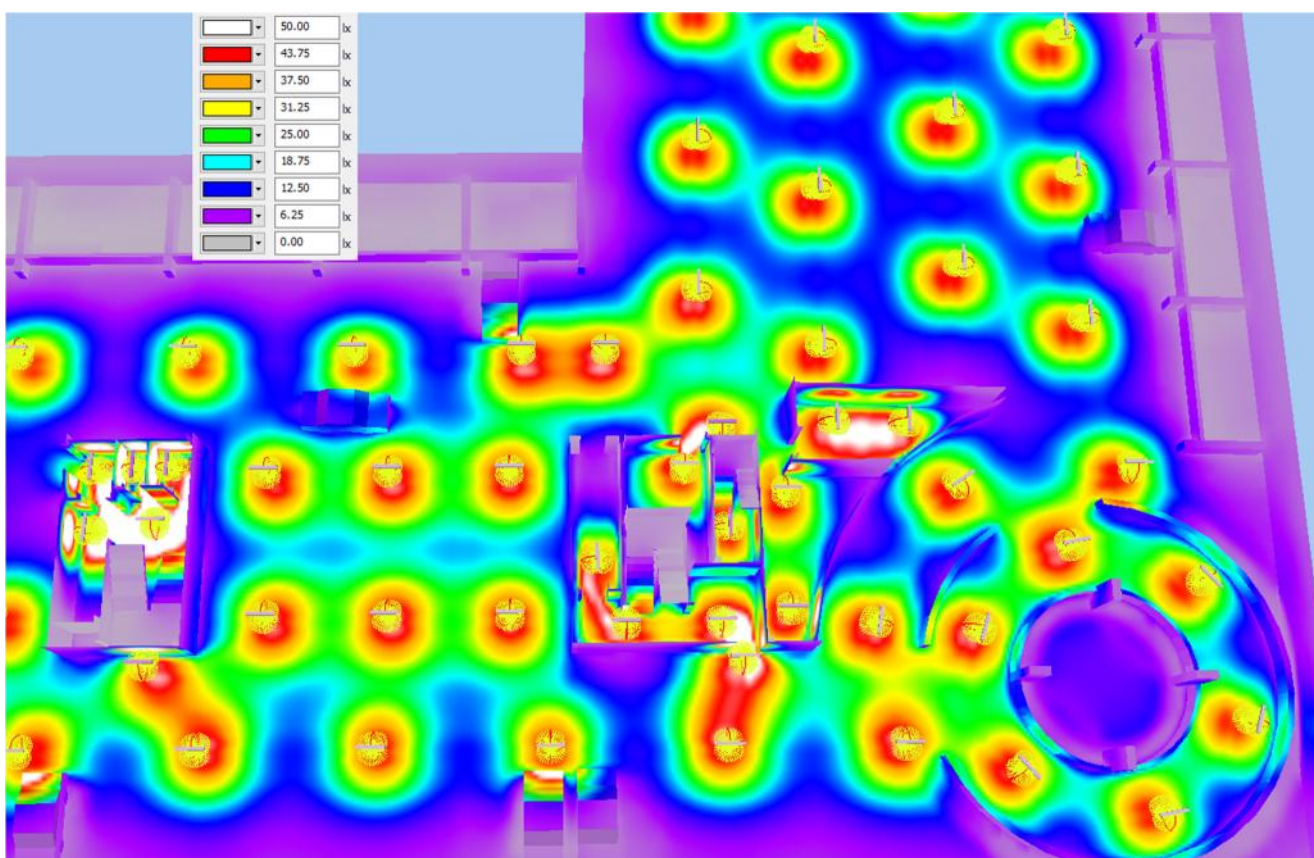
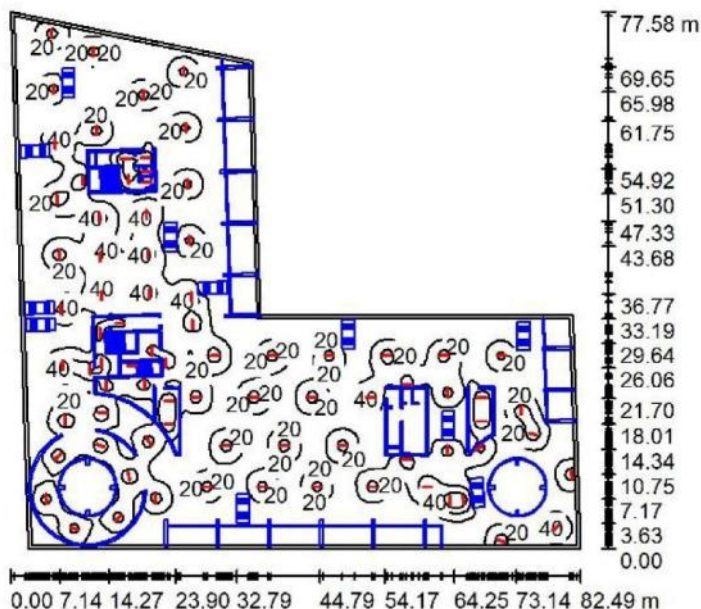


Immagine 10: Rendering a colori sfalsati illuminazione emergenza autorimessa (tipico tratto tra corpo scala 1 e 2)

Parch. ECHO 1x42W in Emerg. da PJT / Scena luce 1 / Riepilogo



Altezza locale: 3.400 m, Altezza di montaggio: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:997

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	18	0.40	77	0.022
Pavimento	20	16	0.33	74	0.020
Soffitto	70	3.79	0.34	20	0.090
Pareti (6)	50	5.05	0.95	79	/

Superficie utile:

Altezza: 0.100 m
Reticolo: 128 x 128 Punti
Zona margine: 0.500 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	81	Disano 957 Echo - bilampada LED - High Performance Disano 957 42W CLD CELL-E grigio (1.000)	6297	6296	48.3
Totale:			510027	509976	3912.3

Potenza allacciata specifica: $0.96 \text{ W/m}^2 = 5.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4092.44 m^2)

Parch. ECHO 1x42W in Emerg. da PJT / Scena luce 1 / Risultati illuminotecnici

Flusso luminoso sferico: 510027 lm
Potenza totale: 3912.3 W
Fattore di manutenzione: 0.80
Zona margine: 0.500 m

Superficie	Illuminamenti medi [lx]			Coefficiente di riflessione [%]	Luminanza medio [cd/m²]
	diretto	indiretto	totale		
Superficie utile	15	2.57	18	/	/
Pavimento	14	2.48	16	20	1.05
Soffitto	0.51	3.28	3.79	70	0.84
Parete 1	3.39	2.04	5.43	50	0.86
Parete 2	4.49	2.32	6.80	50	1.08
Parete 3	2.16	1.99	4.15	50	0.66
Parete 4	1.10	0.89	1.99	50	0.32
Parete 5	3.91	2.36	6.26	50	1.00
Parete 6	2.76	2.54	5.30	50	0.84

Regolarità sulla superficie utile
 E_{\min} / E_m : 0.022 (1:44)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.005 (1:194)

Potenza allacciata specifica: $0.96 \text{ W/m}^2 = 5.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4092.44 m²)

12. ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

In base all'applicazione dei dettami legislativi le vie di esodo e le uscite di sicurezza devono essere dotate di un'illuminazione di intensità sufficiente che entri in funzione in caso di guasto all'impianto elettrico con un tempo di intervento <0.5s.

Pertanto si prevede un apposito impianto di illuminazione di emergenza e sicurezza delle vie di esodo e dei vani corpi scala con lampade autoalimentate a led descritte al paragrafo precedente.

In prossimità delle lampade d'emergenza e lungo le vie di esodo e di uscita verranno posizionati i pittogrammi con indicatore.

13. IMPIANTI SPECIALI RILEVAZIONE INCENDI

L'impianto di rilevazione incendi, ha la funzione di fornire le segnalazioni di allarme, in conseguenza all'azionamento di uno dei pulsanti manuali avvisatori d'incendio (rilevatori di fumo non necessari), e di trasmettere alla centrale gli allarmi suddetti, onde attuare le procedure di emergenza.

Vi sarà un secondo sistema, con centrale separata e dedicata, di rilevazione gas di vapori di benzina. Gli apparati di rilevazione saranno ubicati ai piani secondo e terzo interrati.

Entrambe le centrali CSAI (segnalazione incendi) e CSAG (rilevazione gas) saranno ubicate entro il locale quadri posto al primo piano interrato. Inoltre saranno corredate da un pannello contenente le batterie al nichel-cadmio per consentire una autonomia 72 ore come prescritto nelle norme UNI9795.

- a) Il sistema di rivelazione incendi costituito da una centrale tipo Notifier modello AM2000, indirizzata a 2 loop capace di 99 sensori e 99 interfacce in/out per singolo loop. La centrale rivelazione incendi sarà del tipo ad individuazione, ed avrà i software operativi e applicativi residenti nella memoria locale EPROM non volatile. Le funzionalità a livello locale saranno eseguite in tempo reale e controllate dal microprocessore. Inoltre, la centrale permette la gestione separata della rivelazione gas, grazie ad apposito modulo d'interfaccia, tale visualizzazione deve avvenire su un terminale remoto dedicato ai soli allarmi tecnici. Uscita sirena controllata, uscite relè per allarme generale e guasto. Ogni piano interrato, secondo quanto riportato nella relazione antincendio della pratica di CPI, è suddiviso in due compartimenti. Per comodità l'impianto è stato suddiviso in n.2 loop, rispettivamente:

- Loop 1 Compartimento 1 piano interrato -1, -2 e -3
- Loop 2 Compartimento 2 piano interrato -1, -2 e -3

L'impianto di rivelazione incendi è inoltre composto da:

- apparecchi e moduli; costituiscono l'interfaccia con la centrale per le stazioni manuali, gli eventuali elettromagneti delle porte tagliafuoco, i pannelli di segnalazione, la sirena di allarme incendio
- da una rete cavi di collegamento, tra le centrali, i sensori ed i moduli di comando, costituita da cavi schermati a due fili; questi cavi collegheranno in serie sia i sensori che i moduli, e dovranno essere posati entro canalizzazioni dedicate, in configurazione a loop.

Il cavo utilizzato sarà a 2 conduttori *TWISTATO* e *SCHERMATO*; la sezione del cavo dipende dalla sua lunghezza totale ed è definita come indicato nella tabella a tergo (per installazione ad anello, la lunghezza del cavo viene intesa come la lunghezza totale dell'anello).

La lunghezza massima consentita è di 3.000m. La resistenza massima consentita è di 40 Ohm.

fino a 500m cavo 2 x 0.5 mm²

fino a 1000m cavo 2 x 1 mm²

fino a 1500m cavo 2 x 1.5 mm²

fino a 2000m cavo 2 x 2 mm²

fino a 2500m cavo 2 x 2.5 mm²

fino a 3000m cavo 2 x 3 mm²

Lo schermo dovrà essere uniforme e continuo per tutta la lunghezza della linea. Il collegamento a terra dovrà essere effettuato possibilmente fuori dall'armadio della centrale.

- b) Il sistema di rivelazione gas costituito da una centrale tipo Notifier modello AM4000, indirizzata a 4 loop. Ogni loop permette il collegamento di 99 rivelatori gas di tipo proporzionale 4-20mA tramite i moduli IIG4N o MMT e 99 moduli di ingresso e uscita. La centrale dispone di un'uscita supervisionata, una di allarme generale, una di guasto generale e due uscite di preallarme con soglie programmabili. È equipaggiata con un display LED grafico da 8 righe e 40 colonne ed una tastiera alfanumerica. Ogni piano interrato, secondo quanto riportato nella relazione antincendio della pratica di CPI, è suddiviso in due compartimenti. Per comodità l'impianto è stato suddiviso in n.2 loop, rispettivamente:

- Loop 1 Compartimento 1 e 2 piano interrato -2

- Loop 2 Compartimento 1e 2 piano interrato -3

L'impianto di rivelazione gas inoltre composto da:

- apparecchi e moduli; costituiscono i rilevatori di vapori di benzina e di monossido di carbonio, i pannelli di segnalazione, la sirena di allarme incendio
- da una rete cavi di collegamento, tra le centrali, i sensori ed i moduli di comando, costituita da cavi schermati a due fili; questi cavi collegheranno in serie sia i sensori che i moduli, e dovranno essere posati entro canalizzazioni dedicate, in configurazione a loop.

Il cavo utilizzato sarà a 2 conduttori *TWISTATO* e *SCHERMATO*; la sezione del cavo dipende dalla sua lunghezza totale ed è definita come indicato nella tabella a tergo (per installazione ad anello, la lunghezza del cavo viene intesa come la lunghezza totale dell'anello).

La lunghezza massima consentita è di 3.000m. La resistenza massima consentita è di 40 Ohm.

fino a 500m cavo 2 x 0.5 mm²

fino a 1000m cavo 2 x 1 mm²

fino a 1500m cavo 2 x 1.5 mm²

fino a 2000m cavo 2 x 2 mm²

fino a 2500m cavo 2 x 2.5 mm²

fino a 3000m cavo 2 x 3 mm²

Lo schermo dovrà essere uniforme e continuo per tutta la lunghezza della linea. Il collegamento a terra dovrà essere effettuato possibilmente fuori dall'armadio della centrale.

Maggiori dettagli sul progetto si evincono dagli allegati grafici E05, E06 ed E07.

14. IMPIANTI SPECIALI TVCC

È stato previsto un sistema di videosorveglianza TVCC per controllare e sorvegliare gli ingressi/uscite pedonali (corpi scala di ogni piano) e carrabili (rampe di ogni piano). L'eventuale incremento di telecamere per sorvegliare anche le corsie di ogni piano dell'autorimessa viene demandato all'ente pubblico o privato che prenderà in gestione l'intera autorimessa.

La ripresa e l'eventuale registrazione delle immagini degli percorsi esterni vengono effettuati esclusivamente ai fini della sicurezza e della tutela del patrimonio comunale ed il trattamento dei dati acquisiti tramite l'impianto di videosorveglianza è fondato sui presupposti di necessità, liceità e finalità.

L'utilizzo dell'impianto di sorveglianza avverrà nel rispetto del Protocollo d'Intesa Provinciale sulla installazione dei sistemi di sicurezza antirapina nei luoghi di lavoro 17.07.2012.

Per ogni piano dell'autorimessa è previsto un impianto tvcc costituito principalmente da telecamere del tipo fisse da 2Mp installate su apposita staffa/palo o staffate su parete, vedi tavole grafiche E08/09/10/11. I sistemi di ripresa saranno composti da telecamere a colori ad alta risoluzione che visualizzeranno in modo ottimale le aree adibite a transito e percorsi pedonali e carrabili.

L'impianto di videosorveglianza sarà sviluppato sfruttando a pieno le potenzialità offerte dalla tecnologia della trasmissione dati secondo il protocollo IP nonché dalla modalità di alimentazione Power Over Ethernet (PoE). Tutte le telecamere, pertanto, avranno indirizzamento IP e saranno alimentate direttamente tramite il medesimo

conduttore dedicato alla trasmissione dei segnali, ci elimina la necessità di cablare i relativi conduttori di potenza e di installare apparati di alimentazione in locale o in remoto.

La presenza di ups dedicati ad ogni area garantisce la continuità di servizio. Per il suddetto impianto dovrà essere attivato un punto di connessione internet ADSL da almeno 20Mega di velocità garantita in modo tale da dare la possibilità di remotizzazione su rete ethernet e di registrare in maniera automatica tramite opportuno software.

Tutto il sistema poi concentrato in un locale presidiato al piano primo interrato ed in accordo con le autorità locali dei VV.UU. potrà essere remotizzato e controllato a distanza. All'interno del locale verranno posizionati:

- n.1 NVR di tipo Embedded, sino a 64 ingressi IP (per futura espansione ed incremento di telecamere per ogni piano). Risoluzione dei canali IP sino a 12Mpixel, banda totale massima in ingresso 256M, Formati H.265/H.264/H.264+/MPEG4, fino a 64 IP video, supporta 1 uscita HDMI&VGA uscita video, 16 ingressi allarme, 4 uscite rel, 2 USB 2.0 e 1 USB 3.0, 2 Schede di rete Ethernet 10/100/1000 Mbps, sino a 8x SATA hot swap, alimentatore interno 240VAC, consumo 30W, temperatura di esercizio da -10 C a +55 C. Funzioni Smart, Eziv Cloud. Mod. tipo DS-9664NI-I8 o similare. Completo di n.2 Hard Disk aggiuntivi da 4TB. Progettato specificamente per i sistemi di video sorveglianza di rete "videoregistratore (NVR)" in cui sono necessari la scalabilità e l'aumento di telecamere. Compatibilità con il nvr e vcr di vecchia generazione. Con tecnologia IntelliSeek che riduce il rumore ambientale e le vibrazioni. Tecnologia AllFrame con alte prestazioni in scrittura per i dischi rigidi WD viola NV, lavorando con lo streaming ATA per ridurre la perdita di frame e migliorare la riproduzione in streaming. Mod. tipo WD40PURX o similare;
- N.1 monitor 32" risoluzione 1920x1080 Full HD, segnale CCTV, HDMI, VGA. Mod. Tipo DS-D5032FC o similare;
- N.27 telecamere tipo Mini Dome 2MP. dotato di un sensore CMOS a scansione progressiva per fornire immagini ad alta risoluzione fino a 1920x1080. Inoltre, la funzionalità IR offre fino a 50 metri di distanza IR di visibilità in condizioni di scarsa o addirittura pari a zero-luce. 0 Lux con IR, Lens 2.8mm oppure 6mm, F2.0; Day & Night ICR, Video Compressione H.264 /MJPEG H.264, Full HD, IP address filtering, motion sensor, video motion Detection, Wide Dynamic Range Digitale, Protezione IP66, antivandalo IK10, 12VDC/POE 7,5W MAX, completo di box in alluminio per connettorizzazione. Mod. tipo DS-2CD2122FWD-I o similare;
- N.4 Fornitura e posa in opera di Web Managed PoE Switch, 8 porte PoE + 2 10/100/1000mRJ45 + 2 1000m sfp, funzione Vlan, potenza=30/123W, modello tipo DS-3E1310P-E o similare;
- N.1 Fornitura e posa in opera di Gigabit Ethernet Switch, 8 porte MDI/MDIX 10/100/1000Mbps, potenza=5W, modello tipo GDS-803 o similare;
- accessori.

Maggiori dettagli si evincono dagli elaborati grafici E08/09/10/11.

15. IMPIANTI SPECIALI SEMAFORO ACCESSO RAMPA

è stato previsto un sistema semaforico di ingresso ai piani interrati dell'autorimessa. Tale sistema risulta totalmente manuale e comandato dal locale guardiania presidiato tramite pulsanti che piloteranno dei rel di contatto che servono a visualizzare il messaggio di "Libero" o di "Completo" con relativo semaforo Verde/Rosso. Tale sistema semaforico sarà costituito da Display per segnalazioni (LIBERO-COMPLETO) con

semaforo, Led 1900 mCd brillanti da esterno, scritte colore Giallo Ambra e Verde-Rosso per il semaforo tipo GS-90SEM della Italsound (o similare) con carattere 8 cm, dimensioni esterne del cassonetto 90x16x9cm, avente le seguenti caratteristiche: Led ad altissima luminosità ovali per esterno, display adatto ad ambienti esterni, i due messaggi (LIBERO e COMPLETO) vengono visualizzati in un'unica riga, visibili anche di giorno entro un angolo di 120°, box in profilato stagno per esterni IP 65, schermo antiriflesso trasparente, alimentazione 230V; il pilotaggio dovrà avvenire tramite due contatti che servono a visualizzare il messaggio di "Libero" o di "Completo" con relativo semaforo Verde/Rosso.

Maggiori dettagli si evincono dagli elaborati grafici E01/02.

16. IMPIANTI SPECIALI TELEFONIA

è stata prevista una distribuzione secondaria costituita da n.4 prese telefoniche RJ11 suddivise nei locali cassa e videosorveglianza. Il collegamento dal nodo principale fino alla borchia telefonica ed il contratto telefonico/adsl rimane a carico del futuro gestore dell'autorimessa.

17. VERIFICHE DI COLLAUDO

Ad impianto ultimato si provvederà su incarico della committente alle seguenti verifiche:

- rispondenza alle disposizioni di Legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.FF.;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle Norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

Sarà eseguita a lavori ultimati una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferentesi all'impianto installato secondo progetto.

Detto controllo accerterà che il materiale elettrico, costituente l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

18. INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Al fine di mantenere l'efficienza e le condizioni di sicurezza dell'impianto, è necessario eseguire periodicamente la manutenzione, specialmente dopo il verificarsi di guasti, ricorrendo a personale qualificato.

Qualsiasi modifica eseguita sull'impianto dovrà essere riportata sugli schemi elettrici, che devono quindi essere tenuti sempre aggiornati.

Ogni nuova apparecchiatura installata sui quadri dovrà essere chiaramente identificata attraverso targhetta esplicativa, il personale deve essere istruito sul funzionamento degli impianti e sulle manovre da compiere in caso di emergenza.

Le condizioni di sicurezza dell'impianto sono strettamente legate all'esecuzione di verifiche e controlli periodici, si raccomanda pertanto di seguire almeno i seguenti controlli periodici:

- controllo a vista dello stato dell'impianto: ogni due anni;
- efficienza dell'impianto di terra: ogni due;

- misure isolamento linee principali: ogni due anni.

Sono inoltre necessari controlli a intervalli almeno mensili, eseguiti da personale opportunamente istruito, per verificare:

- funzionamento impianto di sicurezza;
- funzionamento dispositivi differenziali.

19. DOCUMENTAZIONE A CARICO DEL COMMITTENTE / GESTORE

Al termine dei lavori prima di mettere in funzione l'impianto in oggetto, è necessario effettuare la verifica degli impianti di terra, ed entro 30 gg dalla data di collaudo l'omologazione presso l'ISPESL competente del territorio. Nel caso di nuova installazione, spetta all'impresa installatrice rilasciare la documentazione, mentre l'onere del proprietario dell'impianto trasmettere la stessa agli enti competenti.

Il datore di lavoro deve comunque mantenere in efficienza gli impianti, ed accertarsi nel caso in cui non venga eseguita regolarmente la verifica, che questi non creino situazioni di pericolo.

Si ricorda che costituisce **OBBLIGO GIURIDICO** dell'utente il mantenimento in efficienza degli impianti elettrici secondo l'applicazione del DPR 462/2001. L'obbligo di rispettare quanto previsto dal DPR 462/2001 grava sul datore di lavoro ai sensi del D.Lgs 81/2008, art. 2, comma 1, lettera b.

Le verifiche sugli impianti di cui a seguire costituiscono strumento tecnico/normativo per identificare eventuali anomalie e/o comprovare l'efficienza degli stessi nel tempo.

La verifica degli impianti a valle del punto di consegna ha una scadenza biennale e comprende:

- la misura della resistenza di terra
- la verifica dei dispositivi di protezione differenziale
- la verifica dei conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali

20. DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Ad impianti ultimati la ditta installatrice sarà tenuta a rilasciare idonea DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ secondo DM37/08.

IL TECNICO