



PROGETTO PER LA RIQUALIFICAZIONE, LA VALORIZZAZIONE E LA GESTIONE DEL PORTO TURISTICO DI VILLANOVA DI OSTUNI (BR)

ISTANZA DI CONCESSIONE DEMANIALE MARITTIMA AI SENSI DELL'ARTICOLO 36 DEL CODICE DELLA NAVIGAZIONE



COMMITTENTE

A.T.I.: C.R. COSTRUZIONI S.r.l. - FRAVER S.r.l.

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Roberto MELPIGNANO - Dirigente U.T.C.

PROGETTISTI

COORDINAMENTO

prof. dott. ing. Vitantonio VITONE (resp.) - dott. ing. Luigi MAGGI

PROGETTAZIONE GENERALE, OPERE EDILI, OPERE STRUTTURALI - RESTAURO EDIFICI STORICI

dott. ing. Francesco NOTARO (resp.) - dott. arch. Annunziata DEL MONACO (resp.) - dott. Grazia CAVALLO

OPERE PORTUALI DI DIFESA - OPERE A MARE - INTERVENTI DI DRAGAGGIO - STUDIO METEO MARINO

dott. ing. Gianluca LOLIVA

IMPIANTI IDRICO-SANITARIO, TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE, DISTRIBUZIONE CARBURANTE

dott. ing. Vitantonio MASTRO

IMPIANTI ANTINCENDIO

dott. ing. Francesco NOTARO

IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI, ILLUMINAZIONE, FOTOVOLTAICO, CLIMATIZZAZIONE

dott. ing. Angelo Raffaele Vito RIZZO

SISTEMAZIONI ESTERNE E ARREDO URBANO

dott. arch. Valentina SANTORO

ARCHEOLOGIA

dott. Gianpaolo COLUCCI - dott. arch. Valentina SANTORO - dott. Giuseppina GALIANDRO

IMPATTO AMBIENTALE

dott. arch. Vittoria BIEGO (ACQUATECNO S.R.L.) (resp.) - dott. Mario IMPERATRICE - dott. ing. Ania TROVISO

GEOLOGIA

dott. Antonio Mattia FUSCO

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

dott. ing. Giuseppe DI GREGORIO

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo

**IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI
RELAZIONE TECNICA**

Elaborato

IES_R1

Data

Dicembre 2018

Scala

Premessa	3
Descrizione generale	3
Norme CEI ed EN	4
Leggi	4
Impianti elettrici presenti	5
Descrizione degli impianti elettrici previsti	5
Valutazione dei carichi elettrici	6
Dati tecnici di riferimento	8
Caratteristiche elettriche delle colonnine di servizio	9
Illuminazione delle aree esterne	9
Impianto di terra cabina	10
Impianto di terra ed equipotenziale	10
Dimensionamento dell’impianto	11
Protezioni da sovracorrente, corto circuito e protezione dai contatti diretti	12
Impianto fotovoltaico	13
Verifica della variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.	18
Impianti elettrici edifici	19
Descrizione degli impianti elettrici	19
Impianto alimentazione ascensori	21
Calcolo Illuminotecnico	22
Rifasamento	23
Dimensionamento della rete e verifiche	23
Dimensionamento dei dispositivi di protezione e comando	24
Misure di protezione contro le sovracorrenti	25
Misure di protezione contro i contatti diretti - Protezione totale	26
Protezione parziale	26
Classificazione dei componenti e degli apparecchi elettrici	27
Protezioni passive	27
Protezioni attive	28

Misure di protezione contro i contatti indiretti	29
Alcune considerazioni sui relè differenziali.....	29
Impianto di Terra.....	31
Quadri Elettrici	32
Impianto di Protezione dalle Scariche Atmosferiche.....	33
Riferimenti Normativi	33

Premessa

La presente relazione riguarda l'impianto elettrico relativo alla riqualificazione del Porto Turistico di Villanova di Ostuni. Sono contenute tutte le informazioni progettuali, risultanti dal calcolo analitico, necessarie alla realizzazione degli impianti elettrici, di illuminazione e speciali previsti dal progetto dal progetto preliminare. L'ampliamento dei posti barca, la realizzazione di nuovi edifici e la ristrutturazione di quelli esistenti concorreranno alla stima degli assorbimenti di corrente che, in questa fase progettuale e nelle more della individuazione da parte della Società Concessionaria di precise esigenze gestionali, sono stati desunti da bibliografia di settore e da progetti analoghi.

L'impianto oggetto dell'intervento avrà delle caratteristiche che sfruttano la migliore tecnologia a disposizione e permetterà di rifunzionalizzare l'intera area in considerazione del fatto che la stessa ad oggi è sprovvista di ogni tipo di prerogativa di Porto Turistico. Particolare attenzione sarà posta nella scelta delle soluzioni che ricadono nell'ambito delle energie rinnovabili, del risparmio energetico, della mobilità sostenibile e della gestione avanzata degli impianti.

Tutte le realizzazioni tecnologiche saranno effettuate a regola d'arte non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali. Si terranno in considerazione tutte le norme CEI in vigore, indicando le modalità che verranno assunte per l'installazione dei materiali elettrici e le misure adottate per la protezione delle persone contro i contatti indiretti e per la protezione delle condutture contro le sovracorrenti.

Della presente fanno parte integrante le tavole, nelle quali vengono riportati gli schemi di distribuzione delle linee principali, gli schemi unifilari dei quadri elettrico, le planimetrie della distribuzione elettrica e dell'impianto di illuminazione.

Descrizione generale

L'intero impianto elettrico e di distribuzione ed erogazione F.M. su pontili, banchine ed aree portuali nel loro insieme, comprende in linea generale:

- Cabina di trasformazione MT/BT e quadro elettrico generale di media tensione (da concordare eventualmente con l'ente di distribuzione in fase esecutiva);
- Quadri elettrici generali di bassa tensione e quadri di testa pontile ;
- Prese per prelievo energia e colonnine di erogazione nautiche;
- Segnalamenti marittimi regolamentari, secondo norma e prescrizioni di Marifari
- Illuminazione pubblica esterna delle aree a terra e dei moli
- Illuminazione pubblica dei moli interni
- Illuminazione di sicurezza;
- Impianto di terra ed equipotenziale;
- Impianto di videosorveglianza (da definire in fase esecutiva)
- Impianto diffusione sonora (da definire in fase esecutiva)
- Impianto Wi-Fi (da definire in fase esecutiva);

La realizzazione di tutti gli impianti, nel loro complesso, avverrà nel pieno rispetto delle Leggi e Normative tecniche vigenti. È altresì chiaro che verranno rispettate ed applicate le eventuali nuove

Normative o disposizioni di Legge che dovessero essere emanate nel corso dei lavori e la cui applicazione sia espressamente richiesta per i lavori in essere, nonché verranno effettuate eventuali

modifiche o sistemazioni degli impianti realizzati sino alla piena loro collaudabilità da parte degli Enti preposti. Oltre a quanto contenuto nella presente relazione saranno rispettate tutte le Leggi, Norme e Regolamenti vigenti nel merito ed in particolare le norme riguardanti gli impianti emanate da VV.FF., I.N.A.I.L., CEI, UNI, UNEL.

Norme CEI ed EN

- Norma CEI 11-1 – Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata.
- Norma CEI 11-21 – Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua.
- Norma CEI 17-13 – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt) – Parte 1 – Parte 2 – Parte 3.
- Norma CEI 17-4 – Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt) non di serie (ANS).
- Norma CEI 23-51 – Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similari.
- Norma CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7 e successive varianti – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua.
- Norma CEI 64-12 – Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- Norma CEI 64-14 – Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- Norme CEI 103-1/1; CEI 103-1/13; CEI 103-1/14 – Impianti telefonici interni.
- Norma EN 12464-1 – Illuminazione di luoghi di lavoro in ambienti interni.

Leggi

- Legge n. 186 del 01/03/1968 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- Legge n. 791 del 18/10/1977 – Attuazione della direttiva del consiglio delle comunità Europee (n. 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- D.L. n. 626 del 25/11/1996 – Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- D.L. n. 277 del 31/07/1997 – Modificazioni al decreto legislativo 25 Novembre 1996, n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.
- Legge n. 46 del 05/03/1990 – Norme per la sicurezza degli impianti, D.P.R. del 6 Giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. (Testo A).
- D.P.R. n. 447 del 06/12/1991 – Regolamento di attuazione della Legge 05 Marzo 1990 n. 46 in materia di sicurezza degli impianti.

- D.P.R. n. 547 del 27/03/1955 – Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- D.P.R. n. 164 del 07/01/1956 – 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 - G.U. n. 265 del 12 Novembre 1994.
- D.Lgs. n. 626 del 19/09/1994 e successivo D.Lgs. 19/03/1996 n. 242 – Sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e s.m.i.
- D.P.R. n. 384 del 27/03/1978 – Regolamento di attuazione dell'art. 27 della Legge n. 118 del 30/03/71 a favore dei mutilati e invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- D.Lgs. n. 494 del 14/08/1996 – Attuazione della Direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
- D.P.R. n. 303 del 19/03/1956 – Norme generali per l'igiene del lavoro.
- D.Lgs. n. 475 del 04/12/1992 – Attuazione della Direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21/12/89, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative ai dispositivi di protezione individuali.
- D.Lgs. n. 493 del 14/08/1996 – Attuazione della Direttiva 89/686/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
- D.P.R. n. 462 del 22/10/2001 – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra, di impianti elettrici ed impianti elettrici pericolosi.
- D.M. n°37 del 22/01/2008 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- ANCE – Prontuario di manutenzione edilizia.

Impianti elettrici presenti nello stato di fatto

L'attuale distribuzione elettrica in bassa tensione del Porto di Villanova avviene attraverso punti di prelievo dislocati nei vari edifici esistenti e dotati di contatore. Alcune utenze (vedi lega navale e illuminazione pubblica) sono attive mentre altre connessioni (vedi Torre Saracena) sono fisicamente presenti ma ormai non più attive. Il parcheggio limitrofo è dotato di pubblica illuminazione e di una colonnina per la ricarica delle auto elettriche entrambe attive e dotate di utenza in b.t.

Descrizione degli impianti elettrici previsti

Generalità

La fornitura di energia da parte dell'Ente Erogatore sarà presumibilmente in MT e la cabina di trasformazione sarà posizionata nell'area indicata dallo stesso Ente.

L'intero impianto elettrico e di distribuzione ed erogazione F.M. su pontili, banchine ed aree portuali nel loro insieme, comprende in linea generale:

- Cabina elettrica di ricezione e trasformazione MT/BT (da concordare con E-Distribuzione);
- Rete di distribuzione con linee elettriche in BT tipo FG16OM16.

In fase di progettazione esecutiva, il punto ed il percorso di accesso degli impianti dell'Ente distributore, nell'area oggetto di intervento, verranno concordati in via con la locale agenzia.

Sono compresi i collegamenti con i quadri elettrici, i quadri di testa pontile, le linee di alimentazione pronte al collegamento agli impianti di sollevamento a servizio degli impianti idrici, antincendio e ad ogni singola colonnina di erogazione.

L'ampliamento dei pontili in termini di numero e posti barca ha comportato la necessità di alimentare nuovi carichi posti a distanze considerevoli. Pertanto, si ritiene indispensabile l'installazione di una nuova cabina di trasformazione MT/BT in posizione perimetrale rispetto alle nuove zone da servire (prese nautiche, illuminazione, ecc), in modo da non essere d'impedimento alle normali funzioni che la nuova infrastruttura si propone.

Per gli scopi progettuali si è ritenuto di posizionare la nuova consegna di Mt da parte dell'Ente Gestore (E-Distribuzione) nei pressi dell'area denominata "Centro Servizi".

Da tale punto partono le linee di alimentazione principale dei quadri testa pontile e arrivano i cavi provenienti dall'impianto fotovoltaico presente nell'area parcheggio.

Valutazione dei carichi elettrici

La quota parte del carico elettrico più elevata deriva principalmente dall'energia erogata dalle prese delle colonnine distribuite lungo i posti barca. Alcuni carichi fissi, necessari al funzionamento dell'intera struttura, partecipano solo in minima parte alla valutazione finale del carico.

Nelle tabelle che seguono sono riportati, per ciascun pontile, la categoria di imbarcazione, il numero di posti barca totali, il numero di colonnine previsto e la loro tipologia, meglio descritta nella seconda tabella. Per gli stalli che ospiteranno imbarcazioni comprese nelle categorie "a" e "b" è stata prevista una colonnina "Tipo A" all'incirca ogni 6 posti barca. Per i restanti stalli si è posizionata una colonnina di ricarica "Tipo B" al servizio di 4 posti barca.

Pontile	Categoria	Posti barca	n. colonnine	Categoria colonnina
A	a-b	17	3	Tipo A
B	a-b	69	11	Tipo A
C	a-c	87	13+5	Tipo A (13) - Tipo B (5)
D	b-c-d	40	2+10	Tipo A (2) - Tipo B (10)
E	b	36	6	Tipo A
F	b-d-e	28	3+3	Tipo A (3) - Tipo B (3)
G	c-e	32	10	Tipo B
H	c	10	2	Tipo B
I	b	12	3	Tipo A
L	c	8	2	Tipo B
M	a-b	44	8	Tipo A
N	e	15	4	Tipo B
Totale		398	85	

Tabella 1

Le colonnine, in base alla loro tipologia, saranno dotate delle seguenti prese:

Tipo A	4x(2P+T - 16A)
Tipo B	1x(3P+N+T - 32A) + 1X(2P+T - 32A) + 2X(2P+T - 16A)

Tabella 2

Per ogni colonnina prevista su ogni pontile si è determinata la corrente massima assorbita da ogni presa installata in base alla sua tipologia. Si è dunque calcolata la relativa potenza in kW e, adottando opportuni coefficienti di contemporaneità e di utilizzo, si è giunti ad una stima della potenza necessaria al regolare funzionamento delle linee elettriche dei pontili. Resta inteso che tutti i cavi e gli interruttori saranno dimensionati per l'assorbimento massimo mentre la potenza richiesta al gestore terrà conto della potenza stimata, di un aumento del 25% dei carichi dovuto ad servizi accessori presenti nel porto. A questo calcolo si è aggiunto il carico derivante dalle pompe antincendio pari a 45 kW, di quelle al servizio della riserva idrica pari a 15 kW e di quelle al servizio del sistema fognario 15 kW, considerati con un coefficiente di contemporaneità pari ad 1.

Di seguito la tabella che riassume per ogni pontile i carichi e la potenza stimata totale.

Tensione [V]	230	230	400		
Ampere [A]	16	32	32		
Pontile /Banchina				Totale corrente pontile [A]	Potenza kW
A	12			64,00	35,47
B	44			234,67	130,07
C	62	5	5	544,00	301,52
D	28	10	10	576,00	319,25
E	24			128,00	70,94
F	18	3	3	224,00	124,15
G	20	10	10	533,33	295,60
H	4	2	2	106,67	59,12
I	12			64,00	35,47
L	4	2	2	106,67	59,12
M	32			170,67	94,59
N	8	4	4	213,33	118,24
				2965,33	
Totale	1429,33	384	1152		
kW	792,22	212,83	638,50320		
Coeff. Contemporaneità	0,3	0,3	0,3		
Coeff. Utilizzazione	0,9	0,9	0,9		
kW stimati	213,90	57,47	172,40		
					Totale kW stimati
					443,76

Tabella 3

In conclusione, si prevede una richiesta di fornitura di almeno 700 kW con l'eventuale adozione e valutazione di un trasformatore di riserva per soddisfare pienamente, anche nei periodi estivi di punta, il fabbisogno elettrico del porto. A questo valore occorrerà aggiungere l'energia elettrica fornita dall'impianto fotovoltaico previsto nell'area parcheggi e che concorrerà a sommare la sua potenza elettrica (141,38 kWp) a quella fornita dall'Ente di distribuzione.

Fonti energetiche di emergenza

L'impianto sarà dotato di G.E. di soccorso di potenza $P_n = 100$ kW per alimentare i carichi elettrici definiti privilegiati. Il G.E. sarà ubicato nell'apposito vano limitrofo alla cabina di trasformazione MT/bt. Il G.E. sarà provvisto di quadro di scambio automatico con apparecchi di commutazione, adeguatamente interbloccati, per impedire paralleli, anche accidentali, fra il sistema di alimentazione dell'utente e la rete elettrica.

Dati tecnici di riferimento

- Alimentazione di rete (da concordare con il distributore in fase esecutiva).
- Impianti dimensionati per una potenza impegnata presunta pari a 700 kW.
- Sistema di collegamento a terra TN-S.
- Distribuzione principale con 4 conduttori + PE.
- Impianto di illuminazione 230 / 400 V.
- Impianto f.m. 230 V / 400 V.
- Caduta di tensione massima ammissibile 3%.
- Livello di illuminamento minimo in black-out pari a 5 lx.

Cavi elettrici

I cavi utilizzati per l'alimentazione dei carichi in BT saranno di tipo FG16OM16 unipolari e multipolari a 4 conduttori + PE:

- Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5;
- Isolamento in HEPR di qualità G16;
- Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico;
- Guaina termoplastica LSZH, qualità M16;
- Norme di riferimento CEI 20-13 CEI 20-38 pqa IEC 60502-1 CEI UNEL 35324 - 35328-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016
- Euroclasse CPR Cca-s1b, d1, a1

I cavi della distribuzione principale saranno posati entro cunicoli interrati completamente ispezionabili oppure negli appositi cunicoli servizi presenti nei pontili. Sono previsti pozzetti di infilaggio ed ispezione ogni 30 m nei tratti rettilinei lunghi e ad ogni cambiamento di direzione laddove i cavi venissero posati entro cavidotti interrati.

L'elevato valore dei carichi e la lunghezza delle linee di alimentazione, unita all'esigenza di adottare sezioni di cavi non superiori a 240 mm², sia per la difficoltà di piegare gli stessi, sia per le caratteristiche delle morsettiere delle colonnine, ha indotto l'adozione di linee con formazioni fino a 4 cavi per ciascuna fase. Le derivazioni alle singole colonnine, da eseguirsi all'interno delle morsettiere poste alla base delle stesse, potranno essere realizzate con un solo cavo per fase.

I carichi distribuiti sono stati considerati applicati secondo il baricentro dei carichi. Lungo i pontili e le banchine, ciascuna linea elettrica, a seconda della categoria dei posti barca e

della distanza alla quale sono poste le colonnine rispetto alla cabina, può alimentare da un minimo di 3 colonnine ad un massimo di 6 colonnine.

Quadri BT

I quadri generali di bassa tensione saranno conformi alla norma CEI 17-13/1, di tipo ANS (non di serie), realizzati con armadi in carpenteria metallica dotati di interruttori scatolati magnetotermici differenziali per la protezione delle singole linee in uscita con potere di interruzione adeguato al livello della corrente di corto-circuito.

In corrispondenza delle colonnine saranno impiegati interruttori di tipo differenziale, in grado di intervenire tempestivamente in caso di cortocircuito, garantendo il coordinamento delle protezioni.

La sezione e la formazione delle linee è stata calcolata per limitare la caduta di tensione entro il 3% per quanto riguarda le colonnine ed entro il 4% per quanto riguarda l'illuminazione generale.

La protezione contro i contatti indiretti è garantita dall'adozione di dispositivi ad intervento differenziale sulle colonnine.

Caratteristiche elettriche delle colonnine di servizio

Ogni colonnina dovrà essere dotata di un sezionatore generale e di un interruttore magnetotermico differenziale per ciascuna presa di taglia adeguata alle prese interbloccate da 16A-32A – 230 V. In particolare, alcune colonnine saranno dotate di una presa trifase 32 A, una presa monofase 32 A e due prese monofase 16 A.

Sul basamento vi sarà una morsettiera in grado di accogliere le sezioni dei cavi utilizzati in modo da realizzare il cablaggio mediante entra-esci. Per ogni linea trifase che corre lungo i pontili si adotterà un collegamento che consentirà di bilanciare i carichi sulle tre fasi.

Ogni colonnina, inoltre, sarà dotata di una lampada a led che renderà le operazioni di connessione elettrica durante le ore notturne sicure e consentirà una illuminazione minima al pontile, limitando i fenomeni di abbagliamento per le barche in movimento. Nella parte inferiore delle colonnine saranno presenti n. 4 utenze idriche.

L'involucro e le prese avranno un grado di protezione minimo pari a IP66.

Le colonnine saranno conformi alla norma generale dei quadri elettrici in vigore.

Illuminazione delle aree esterne

Lungo le banchine si intende adottare un sistema di illuminazione di idonea capacità illuminotecnica con riferimento alla norma UNI 10380. Il progetto pone particolare attenzione all'illuminazione del Porto di Villanova con innovativi corpi illuminanti a Led che consentiranno una adeguata distribuzione luminosa ed un risparmio energetico di gran lunga superiore allo stato di fatto. L'altezza dei pali e quindi del corpo illuminante varierà a seconda della zona e a seconda della tipologia di attività insistente su di essa. Per le zone a verde si adotterà una illuminazione che indicherà i percorsi pedonabili. La torre sarà dotata di corpi illuminanti posti ad incasso nel pavimento e disposti lungo il suo perimetro, con i fasci luminosi regolati verso le mura della torre stessa per esaltarne le caratteristiche architettoniche durante le ore notturne ed elevarne il valore storico-artistico. I moli saranno dotati di illuminazione led che eviterà l'abbagliamento ma ne valorizzerà lo scenario. Per le banchine sono stati previsti corpi illuminanti incassati nelle pareti, sedute e ciglioni di

marciapiede oltre che ad alcuni elementi decorativi che si dimostrano funzionali al tempo stesso.

Le linee di alimentazione saranno di tipo trifase, con suddivisione del carico su ciascuna fase, con cavi multipolari di tipo FG16OM16 e saranno posate all'interno di cavidotti interrati.

Impianto di terra cabina

La rete di terra di cabina sarà realizzata con treccia in rame con un anello esterno alla cabina alla distanza di mt. 1 dalla parete esterna della stessa e con tre collegamenti trasversali in modo da realizzare una maglia con lato massimo di mt.4,80. La maglia di terra è collegata all'anello equipotenziale interno alla cabina realizzato con piattina in rame. Per realizzare l'equipotenzialità all'interno della stessa, la maglia di terra è collegata alla rete elettrosaldata posta nel massetto della pavimentazione.

Lungo l'anello equipotenziale vi sono due collettori principali di terra a cui saranno collegate le masse metalliche della cabina, nonché il neutro del trasformatore L'impianto di terra della cabina di trasformazione dovrà essere coordinato con i valori del tempo d'intervento e della corrente di guasto forniti dall'E- Distribuzione. I conduttori di protezione delle utenze saranno collegati direttamente con il centro stella del trasformatore mediante un conduttore di sezione adeguata (conduttore PE).

Impianto di terra ed equipotenziale

L'impianto di terra sarà unico con quello della cabina elettrica. Le masse dell'impianto utilizzatore verranno messe a terra collegandole all'impianto disperdente tramite conduttori equipotenziali principali, supplementari e collettori di terra. La presenza di interruttori differenziali favorirà l'ottenimento del valore richiesto per la resistenza di terra. Secondo la norma CEI 64-8 che tutte le parti metalliche accessibili normalmente non in tensione, ma che per difetto di isolamento o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, macchine e apparecchi alimentati da sistemi di prima categoria con tensione nominale $\geq 125V$, devono essere protette contro le tensioni di contatto.

Inoltre, tutte le prese a spina degli impianti utilizzatori devono essere munite di contatto di terra, connesso permanentemente ad apposito conduttore di protezione collegato allo stesso impianto di terra. La protezione contro le tensioni di contatto dovrà integrata con l'adozione dei dispositivi automatici differenziali descritti precedentemente. Esistono dei limiti restrittivi sul valore della resistenza di terra complessiva dell'impianto imposti dall'art. 271 del DPR 547/1955 che impone un valore di resistenza massima di 20 ohm. Da una valutazione preliminare l'impianto di terra sarà costituito da n. 31 picchetti di terra in acciaio zincato a caldo – diametro 20 mm – lunghezza 3 m (di cui 25 cm fuori terra) entro appositi pozzetti, aventi dimensioni interne di 40x40x50 cm, telaio in profilato d'acciaio e chiusino in ghisa per transito incontrollato. Il parallelo tra i dispersori sarà realizzato mediante corda conduttrice in treccia di rame nuda della sezione di 35 mm², interrata ad una profondità di 1 m.

Calcolo di verifica del valore della resistenza di terra

A favore della sicurezza verrà effettuato il calcolo della resistenza di terra considerando solo il parallelo dei dispersori a picchetto, ed il valore che si otterrà è quello massimo. Tenendo in considerazione anche la corda conduttrice si otterrà un valore della resistenza di terra minore. La resistenza di un picchetto dispersore di terra è data dalla relazione:

$$R_{1p} = \rho/L$$

che è valida se è verificata la:

$$L/d > 100$$

dove:

- $\rho = 200$ ohm/m (resistività del terreno);
- $L = 2,75$ m (lunghezza interrata del picchetto);
- $d = 20$ mm (diametro);
- $L/d = 2,75/0,02 = 137,5 > 100$

I valori della resistenza di terra rispettivamente per 1 picchetto e per 31 picchetti risultano:

$$R_{1p} = \rho/L = 200/2,75 = 72,73 \text{ Ohm}$$

$$R_{nnp} = 72,73/31 = 2,35 \text{ Ohm}$$

Il valore massimo che può assumere la resistenza di terra è di 2,35 ohm, in pieno accordo con le Norme CEI 64-8.

Dimensionamento dell'impianto

Qualità della fornitura

Per garantire il corretto valore di tensione nominale agli utilizzatori la caduta di tensione ΔV non deve assumere valori elevati. In particolare, le Norme CEI stabiliscono che, per ciascun apparecchio utilizzatore, la massima caduta di tensione percentuale ammessa è del 4% della tensione di consegna. Può essere ricavata in modo analitico tramite la formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I_b \cdot L \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi)$$

dove R_{cavo} e X_{cavo} sono rispettivamente la resistenza e la reattanza del cavo, L la lunghezza del circuito, I_b la corrente (in Ampere) di funzionamento.

Tramite le tabelle UNEL 35023-70 è possibile ricavare il valore della sezione dei cavi; essa è stata calcolata anche automaticamente per tutte le linee tramite l'ausilio di un software dedicato, ed i risultati sono stati riportati sugli schemi elettrici allegati.

Correnti di cortocircuito

Secondo i criteri normativi, i valori di corrente di cortocircuito nel punto di installazione del dispositivo devono essere determinati con calcoli o con misure che permettano la selezione del dispositivo idoneo. In particolare, la protezione dovrà essere in grado di proteggere la tratta dalla corrente di corto circuito massima (trifase ad inizio linea) e di corto circuito minima (monofase a fine linea). Nel momento in cui si verifica il cortocircuito, il dispositivo di protezione lascerà passare, nel tempo che intercorre dal raggiungimento del valore di funzionamento dello sganciatore e l'istante in cui i contatti avranno aperto tutti

i poli, un'energia definita energia specifica passante definita dalla relazione I^2t indicata dal costruttore a mezzo di curve grafiche specifiche per ogni dispositivo.

Affinché un cavo non sia soggetto a danneggiamento durante un cortocircuito, dovrà essere in grado di sopportare un valore di energia pari o superiore secondo la relazione:

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

Dove S è la sezione in mm² del cavo e K una costante specifica dell'isolamento dei cavi.

I valori della corrente di guasto monofase di fine linea sono stati calcolati per ogni utenza in modo automatico, tramite l'ausilio di un software. Gli interruttori automatici all'interno dei quadri bt sezione ordinaria e privilegiata, posizionati a valle del trasformatore, dovranno avere un valore del potere di interruzione nominale maggiore del valore I_{cc} calcolato, che rappresenta la corrente di cortocircuito massima ad inizio linea.

Per la protezione dai contatti indiretti, sono stati utilizzati nel presente impianto elettrico, interruttori automatici differenziali coordinati in base alla loro corrente differenziale I_{dn}, in modo da garantire una corretta selettività dell'impianto.

Le prescrizioni per ottenere la selettività tra interruttori differenziali sono date nell'art. 536.3 e relativo commento nella Norma CEI 64-8; la selettività tra interruttori differenziali posti in cascata si ottiene quando:

- l'interruttore a monte è di tipo S, mentre quello a valle è di tipo generale;
- a corrente differenziale nominale del dispositivo a monte è adeguatamente superiore (di massima 3 volte) a quella del dispositivo a valle.

Inoltre, sempre per ragioni di selettività, nei circuiti di distribuzione (tutti i circuiti di potenza che non siano circuiti terminali), è possibile utilizzare interruttori differenziali ritardati fino al massimo di 1s.

Protezioni da sovracorrente, corto circuito e protezione dai contatti diretti

Il progetto è stato sviluppato in modo tale da garantire l'integrità delle parti stesse dell'impianto anche in caso di sovracorrenti e corto circuiti. Tutti i carichi elettrici sono protetti con interruttor magnetotermici differenziali che provvedono alla protezione dai contatti indiretti per la sicurezza delle persone e da sovracorrente e cortocircuiti per le apparecchiature e gli impianti.

In definitiva, le singole protezioni dell'impianto sono state dimensionate in modo che:

- a) Il circuito da proteggere e il relativo dispositivo di protezione rispondano alle seguenti relazioni (64-8/4, fasc. 1919, art. 433.2):

$$I_B \leq I_Z$$

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45I_Z$$

dove:

- I_b = è la corrente d'impiego;
- I_n = è la taratura del dispositivo di protezione;

- I_f = è la corrente convenzionale di funzionamento (corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite)
 - $I_{\bar{\tau}}$ = è la portata della conduttura (valore di corrente che determina nel cavo la temperatura di regime, pari a 70°C per il P VC ed a 90°C per l'EPR)
- b) in caso di cortocircuito venga soddisfatta la condizione di sopportabilità dell'energia specifica passante (integrale di *Jonle* - I^2t). L'energia specifica passante che un dispositivo di protezione lascia transitare durante il cortocircuito deve rispondere alla relazione (CEI 64-8/4, fasc. 1919, art. 434.3.2):

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

dove K^2 e S^2 rappresenta l'equivalente di una energia passante che transitando in una porzione dx di un cavo di sezione S fa variare la sua temperatura da una temperatura di regime alle temperatura limite ammissibile dall'isolante (160°C per il PVC, 250°C per l'EPR).

Impianto fotovoltaico

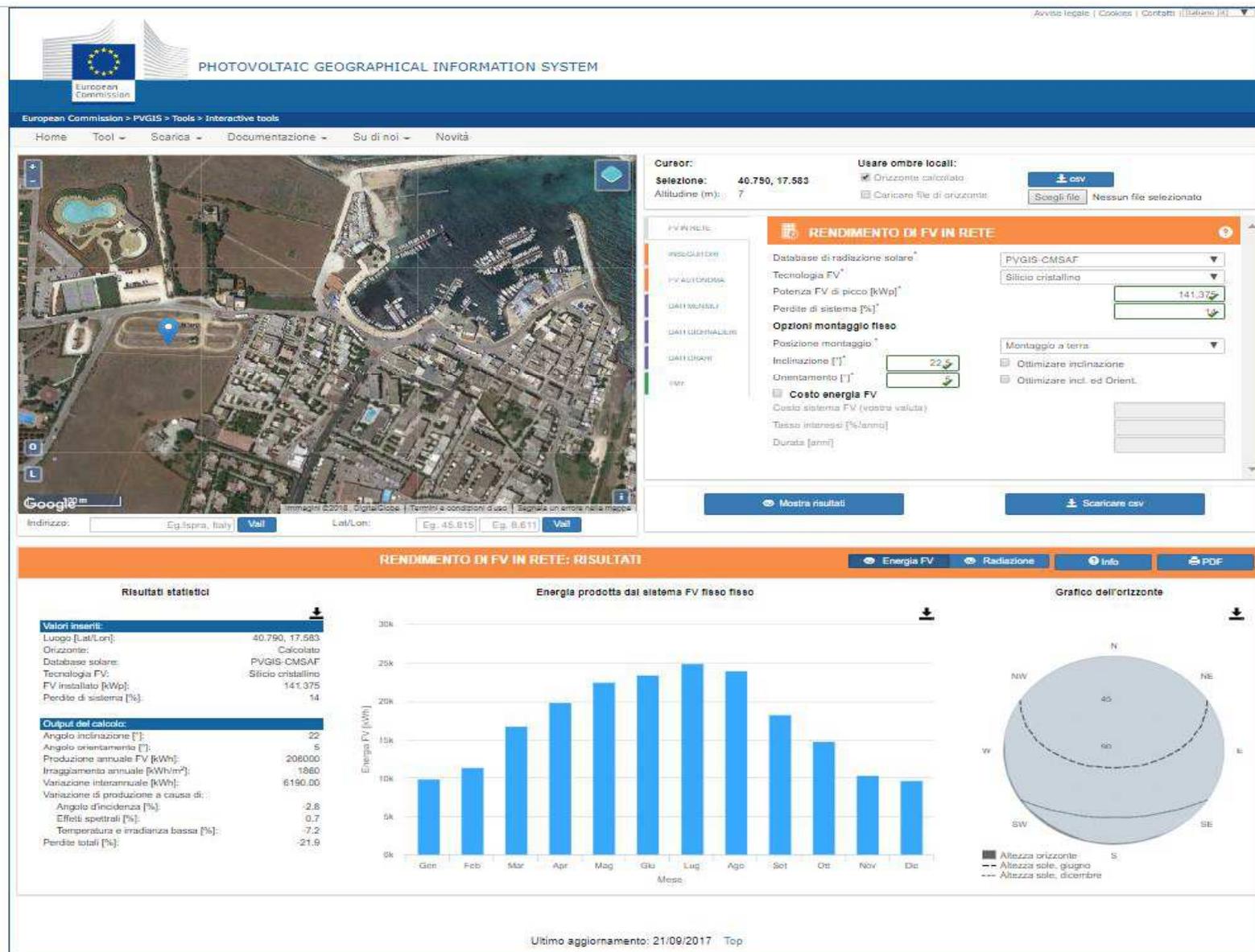
Al fine di abbattere i consumi del porto e ridurre il fabbisogno elettrico dalla rete adottando soluzioni energetiche "green", si è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico nell'area parcheggi con le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale [kWp]	141,38
N. moduli impiegati	435
Potenza nominale inverter [kWp]	150
Produzione energetica stimata [kWh/anno]	206000
Numero inverter	3
Tipologia impianto fotovoltaico Su edificio	Su pensilina

Tabella 4

Si è dato alla pensilina un andamento curvilineo per mitigare e ammorbidire l'impatto visivo. Tale soluzione produrrà un angolo di tilt medio per i moduli fotovoltaici di 22,5°. Per la stima della producibilità si è utilizzato il sito internet PVGIS dell'Unione Europea che ha restituito i seguenti dati di producibilità:

Figura 1



Per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico si è tenuto conto sia dello spazio disponibile all'installazione dei moduli (circa 700 m²) sia di una stima sul consumo annuo delle colonnine del porto (circa 200000 kWh/anno). Il risultato ottenuto praticamente azzerava i consumi di energia elettrica legati ai servizi offerti in banchina e lungo i pontili. Inoltre, le colonnine di ricarica delle auto presenti nell'area parcheggio saranno alimentate dall'impianto fotovoltaico rendendo anche queste utenze ecosostenibili durante le ore di irraggiamento solare.

Configurazione elettrica del sistema

Dal punto di vista energetico, il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

La tecnologia scelta per i moduli è di tipo policristallino, con potenza nominale pari a 325 W. Ciascun modulo è provvisto di diodi di by-pass e sarà installato con un angolo di tilt variabile da 15 ° a 30 ° con scostamento azimutale pari a 5°. Il generatore fotovoltaico sarà costituito da un totale di 435 moduli (P=141,375 kWp) distribuiti elettricamente su 5 stringhe da 21 moduli ciascuna e da 2 stringhe da 20 moduli ciascuna. La superficie captante dei moduli è in totale pari a circa 733 m². Saranno installati 3 inverter e le stringhe saranno collegate adottando la configurazione specificata nel seguito della relazione.

Le caratteristiche tecniche dei pannelli sono riportate nella seguente scheda:

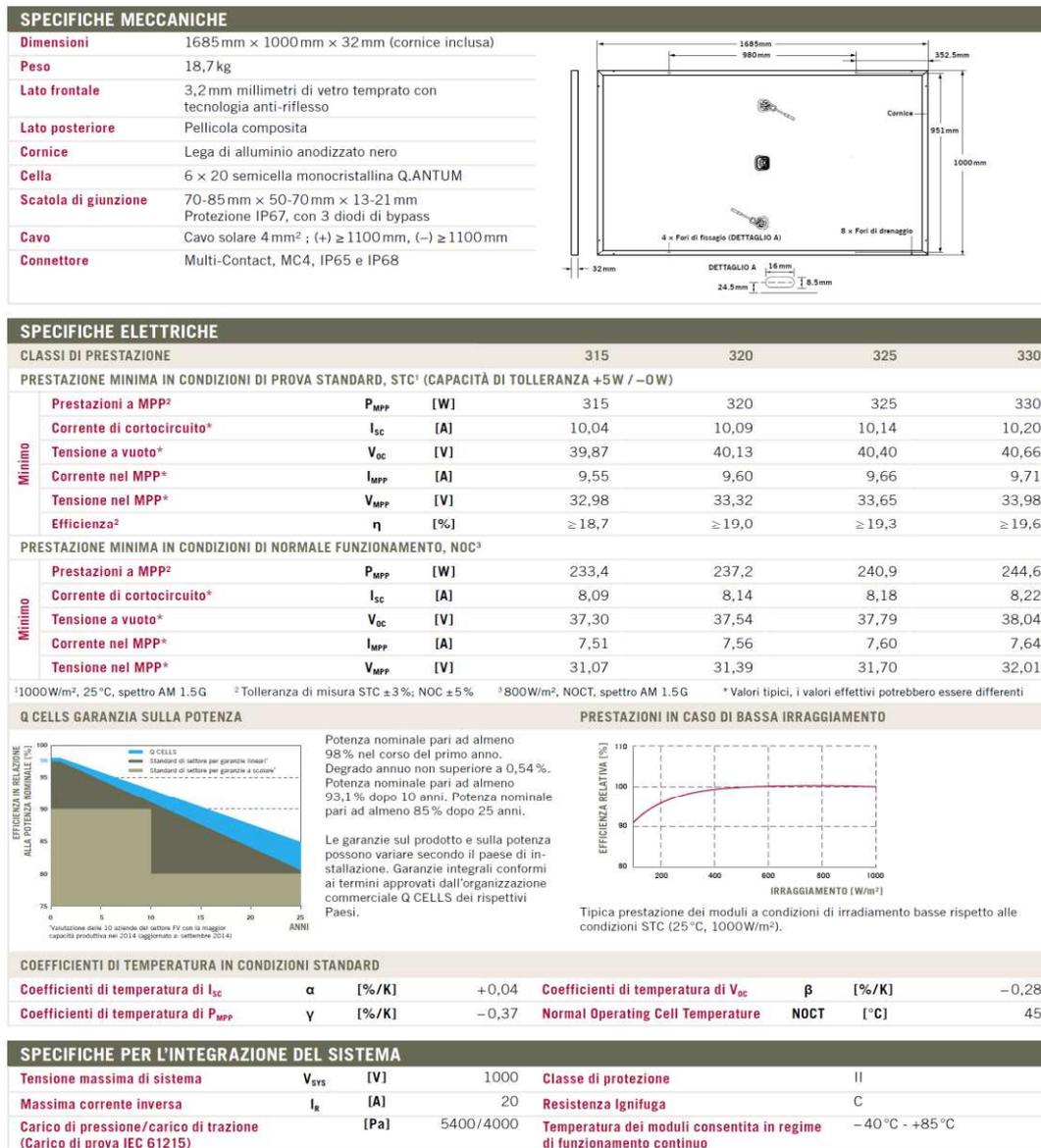
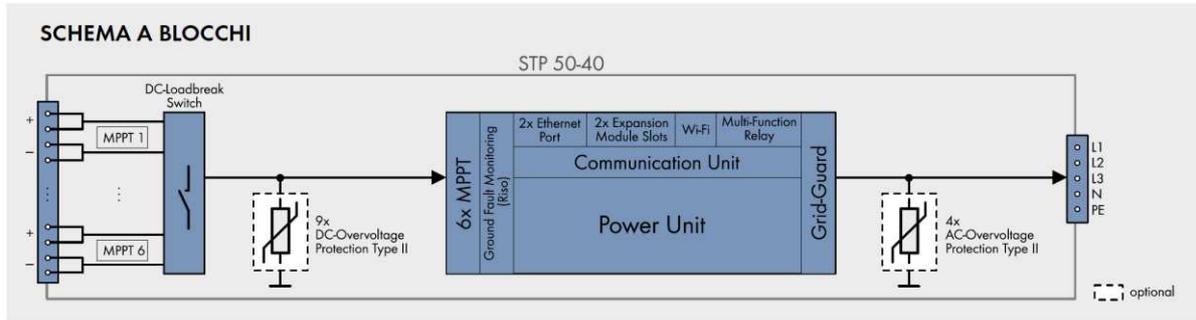
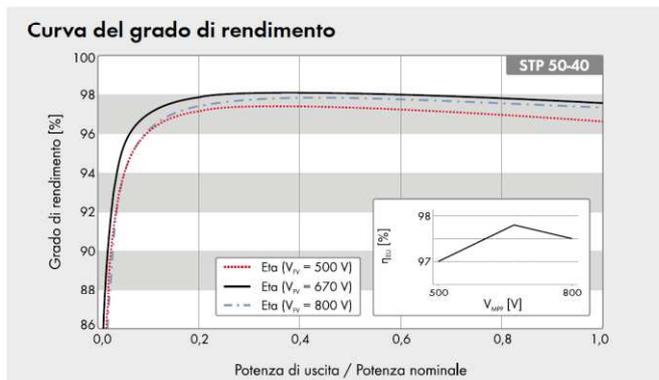


Figura 2

La forma d'onda continua – c.c. – dell'energia prodotta formata dalle stringhe viene trasformata nella forma d'onda alternata – c.a. – mediante l'utilizzo di n.3 inverter SMA modello SUNNY TRIPOWER CORE1 con uscita trifase le cui caratteristiche sono riportate nella seguente scheda:



Dati tecnici	Sunny Tripower CORE1	Dati tecnici	Sunny Tripower CORE1
Ingresso (CC)		Grado di rendimento	
Potenza del generatore fotovoltaico max.	75000 W _p STC	Grado di rendimento max / grado di rendimento europ.	98,1 % / 97,8 %
Tensione d'ingresso max	1000 V	Dati generali	
Range di tensione MPP / tensione nominale d'ingresso	da 500 V a 800 V / 670 V	Dimensioni (L x A x P)	621 mm / 733 mm / 569 mm (24,4" / 28,8" / 22,4")
Tensione d'ingresso min. / tensione d'avviamento	150 V / 188 V	Peso	84 kg (185 lb)
Corrente d'ingresso max / per MPPT	120 A / 20 A	Range di temperature di funzionamento	Da -25 °C a +60 °C (da -13 °F a +140 °F)
Corrente di cortocircuito max per MPPT / per ingresso stringa	30A / 30A	Rumorosità (valore tipico)	<65 dB(A)
Numero di ingressi MPP indipendenti / stringhe per MPPT	6 / 2	Autoconsumo (notturno)	4,8 W
Uscita (CA)		Topologia / principio di raffreddamento	Senza trasformatore / OptiCool
Potenza nominale (a 230 V, 50 Hz)	50000 W	Grado di protezione (secondo IEC 60529)	IP65
Potenza apparente CA max	50000 VA	Classe climatica (secondo IEC 60721-3-4)	4K4H
Tensione nominale CA	220 V / 380 V 230 V / 400 V 240 V / 415 V	Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (non condensante)	100 %
Range di tensione CA	da 202 V a 305 V	Dotazioni / Funzioni / Accessori	
Frequenza di rete CA / range	50 Hz / da 44 Hz a 55 Hz 60 Hz / da 54 Hz a 65 Hz	Collegamento CC / Collegamento CA	SUNCLIX / morsetto a vite
Frequenza di rete nominale / Tensione di rete nominale	50 Hz / 230 V	Piedini	●
Corrente d'uscita max / corrente d'uscita nominale	72,5 A / 72,5 A	Visualizzazione LED (stato / errore / comunicazione)	●
Fasi di immissione / Collegamento CA	3 / 3-(N)-PE	Interfaccia: Ethernet / WLAN / RS485	● (2 ingressi) / ● / ○
Fattore di potenza alla potenza nominale / fattore di sfasamento regolabile	da 1 / 0 induttivo a 0 capacitativo	Interfaccia dati: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire, Webconnect	● / ● / ●
THD	<3 %	Relè multifunzione / slot per moduli aggiuntivi	● / ● (2 ingressi)
Dispositivi di protezione		OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●
Dispositivo di disinserzione lato ingresso	●	Idoneo per Off-Grid / compatibile con SMA Fuel Save Controller	● / ●
Monitoraggio della dispersione verso terra / monitoraggio della rete	● / ●	Garanzia: 5 / 10 / 15 / 20 anni	● / ○ / ○ / ○
Protezione contro l'inversione della polarità CC / resistenza ai cortocircuiti CA / separazione galvanica	● / ● / -	Certificati e omologazioni (altri su richiesta)	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11-2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2016, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2016, PPC, RD 1699/413, RD 061/2007, Res. n° 7/2013, S14777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-ARN 4105, VFR 2014, P.O.12.3, NTCO-NTCYS, GC 8.9H, PR20, DEWA
Unità di monitoraggio correnti di guasto sensibile a tutti i tipi di corrente	●	* Non vale per tutti gli allegati nazionali della norma EN 50438.	
Classe di isolamento (secondo IEC 62109-1) / categoria di sovratensione (secondo IEC 62109-1)	I / CA: III; CC: II	● Dotazione di serie ○ Opzionale - Non disponibile	
Scaricatore di sovratensioni CA/CC (tipo II)	○ / ○	Dati in condizioni nominali - versione: 07/2017	
		Denominazione del tipo	STP 50-40



Accessori

- SMA Sensor Module MD.SEN-40
- SMA IO-Module MD.IO-40
- SMA RS485 Module MD.485-40
- Antenna Extension Kit EXTANT-40
- AC Surge Protection Module Kit AC_SPD_Kit1-10
- DC Surge Protection Module Kit DC_SPD_Kit4-10

Figura 3

Verifica della variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.

Occorre verificare che in corrispondenza di valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino sempre verificate le seguenti disuguaglianze:

$$V_{mpp}(T_{max}) \geq V_{inv MPPT min}$$

$$V_{mpp}(T_{min}) \leq V_{inv MPPT max}$$

$$V_{OC}(T_{min}) < V_{inv max}$$

nelle quali $V_{mpp}(T_{max})$ e $V_{mpp}(T_{min})$ rappresentano rispettivamente la tensione di uscita del campo fotovoltaico alla massima e alla minima temperatura esterna, $V_{inv MPPT min}$ e $V_{inv MPPT max}$ rappresentano rispettivamente il valore minimo e massimo della finestra di tensione utile alla ricerca della massima potenza dell'inverter, mentre $V_{OC}(T_{min})$ è la tensione massima della stringa a circuito aperto alla minima temperatura esterna e la $V_{inv max}$ è il valore massimo di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter.

Con riferimento alle caratteristiche tecniche dell'inverter e considerando la variazione di tensione a circuito aperto di ogni modulo in dipendenza della variazione della temperatura pari a $-121 mV/K$ i limiti di temperatura estremi pari a $-10^{\circ}C$ e $+80^{\circ}C$, V_{mpp} e V_{OC} assumono valori differenti rispetto a quelli misurati a STC (*Irraggiamento* $1000 W/m^2$, $AM 1,5$, $T_{cell.} = 25^{\circ}C$).

Assumendo che tali grandezze varino linearmente con la temperatura, le precedenti disuguaglianze, nei vari casi, diventano come in tabella.

Stringa da 21 moduli	
Condizione	Inverter
$V_{mpp}(T_{max}) \geq V_{inv MPPT min}$	$576 \geq 500$
$V_{mpp}(T_{min}) \leq V_{inv MPPT max}$	$790 \leq 800$
$V_{OC}(T_{min}) < V_{inv max}$	$931 < 1000$

Tabella 5 – Verifica disuguaglianze inverter

Stringa da 20 moduli	
Condizione	Inverter
$V_{mpp}(T_{max}) \geq V_{inv MPPT min}$	$549 \geq 500$
$V_{mpp}(T_{min}) \leq V_{inv MPPT max}$	$752 \leq 800$
$V_{OC}(T_{min}) < V_{inv max}$	$887 < 1000$

Tabella 6 – Verifica disuguaglianze inverter

Essendo soddisfatte le precedenti disequazioni e ricadendo come potenza del campo fotovoltaico nel range consigliato dal costruttore, l'inverter scelto risulta adeguato alle prestazioni dell'impianto.

Di seguito si fornisce lo schema unifilare dell'impianto fotovoltaico ipotizzando una connessione in BT. Si rimanda al progetto esecutivo l'eventuale modifica dello schema elettrico in base alla connessione (in BT o MT) che il distributore dovesse proporre.

Impianti elettrici edifici

Classificazione secondo il collegamento a terra

Gli impianti elettrici degli edifici da ristrutturare e di nuova costruzione (quelli relativi alla Torre Saracena, le stalle e i locali adibiti a servizi igienici adiacenti, il ristorante e tutti gli edifici del centro servizi) vengono classificati come sistemi TT perché, come da norma CEI 84/-8/3, risultano avere il neutro collegato direttamente a terra nella cabina dell'ente distributore di energia e le masse degli impianti collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra dei sistemi di alimentazione.

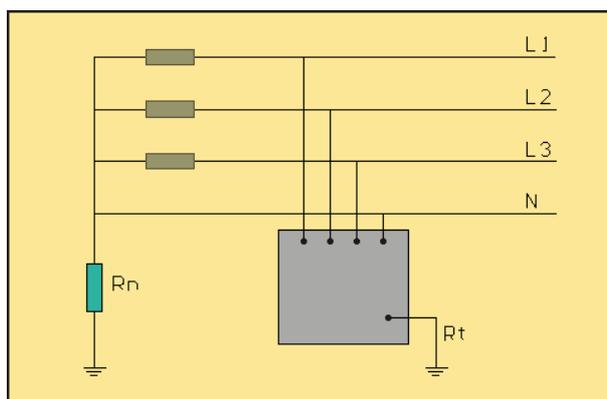


Figura 4

Stima potenze edifici

Struttura	Potenza da richiedere al distributore
Torre Saracena	25,00 kW
Ex Stalle	15,00 kW
Servizi igienici ex stalle	20 kW
Ristorante	40,00 kW
Centro Servizi	3 utenze da 4,5 kW 2 utenze da 6 kW 1 utenza da 15 kW e una da 25 kW
Gradinata teatro	20 kW

Tabella 7

Ogni edificio avrà la sua utenza dedicata. Nello stato di fatto all'interno della Torre è presente un contatore la cui connessione non è più attiva mentre per le stalle e l'edificio adiacente dovrà essere richiesta una nuova connessione BT. Il ristorante ha già la sua utenza ma che non è stato possibile verificare in quanto la struttura è sottoposta a sequestro giudiziario. L'edificio che al momento ospita la lega navale ha una connessione attiva che quindi si adeguerà ai nuovi carichi. I vari locali adibiti ad uffici e casa del custode avranno utenze separate perché destinate a fruitori diversi e indipendenti fra di loro.

Descrizione degli impianti elettrici

Gli impianti elettrici da realizzare per le varie strutture dovranno essere conformi, come detto, alla tipologia TT.

L'alimentazione dell'impianto elettrico avverrà dal punto di consegna ENEL, con intestazione del cavo di alimentazione principale fino al quadro arrivo contatore installato in locali idonei. Da questo quadro saranno derivate e protette, mediante interruttori magnetotermici differenziali, le diverse linee principali destinate alle utenze.

La linea di alimentazione principale sarà composta da cavi FS17 450/750V (configurazione 3F+N) conformi alla CEI 20-14 CEI UNEL 35716-35016 CEI EN 50525 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 con classe di prestazione Cca-s3, d1, a3 o cavi aventi caratteristiche uguali o superiori. Questa tipologia di cavi è adatta per l'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per tensioni fino a 1000V in c.a. per installazioni fisse o protette da installare entro tubazioni in vista, incassate o altri sistemi chiusi simili. Verranno utilizzati cavi FG16M16 / FG16OM16 0,6/1 kV per l'alimentazione dei climatizzatori.

CPR Tabella di correlazione

LUOGHI DI IMPIEGO (EDIFICI ED ALTRE OPERE DI INGEGNERIA CIVILE)	LIVELLO DI RISCHIO
<ul style="list-style-type: none"> AEREO-STAZIONI • STAZIONI FERROVIARIE • STAZIONI MARITTIME • METROPOLITANE in tutto o in parte sotterranee GALLERIE STRADALI di lunghezza superiore ai 500m • FERROVIE superiori a 1000m 	ALTO
<ul style="list-style-type: none"> STRUTTURE SANITARIE che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno CASE DI RIPOSO per anziani con oltre 25 posti letto STRUTTURE SANITARIE che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio LOCALI DI SPETTACOLO E DI INTRATTENIMENTO in genere impianti e centri sportivi, palestre, sia di carattere pubblico che privato ALBERGHI • PENSIONI • MOTEL • VILLAGGI ALBERGO • RESIDENZE TURISTICO-ALBERGHIERE STUDENTATI • VILLAGGI TURISTICI • ALLOGGI AGRITURISTICI • OSTELLI per la gioventù • RIFUGI ALPINI • BED & BREAKFAST • DORMITORI • CASE PER FERIE con oltre 25 posti letto STRUTTURE TURISTICO-RICETTIVE nell'aria aperta (campeggi, villaggi turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone SCUOLE di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti ASILI NIDO con oltre 30 persone presenti LOCALI adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici AZIENDE ED UFFICI con oltre 300 persone presenti BIBLIOTECHE • ARCHIVI • MUSEI • GALLERIE • ESPOSIZIONI • MOSTRE • EDIFICI destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24m 	MEDIO
<ul style="list-style-type: none"> EDIFICI destinati ad uso civile ed industriale, con altezza antincendio inferiore a 24m SALE D'ATTESA • BAR • RISTORANTI • STUDI MEDICI 	BASSO (posa a fascio)
<ul style="list-style-type: none"> ALTRE ATTIVITÀ: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone r/o cose 	BASSO (posa singola)

CPR Tabella di correlazione

DESIGNAZIONE ATTUALE	DESIGNAZIONE CPR	CLASSE DI PRESTAZIONE
FG100M1 - 0,6/1 kV	FG180M16 - 0,6/1 kV	B _{cc} -s1a, d1, a1
FG70M1 - 0,6/1 kV N07G9-K (H07Z1-K/U/R type 2)	FG160M16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V (H07Z1-K/U/R type 2)	C _{cc} -s1b, d1, a1
FG70R - 0,6/1 kV N07V-K	FG160R16 - 0,6/1 kV FS17 - 450/750 V	C _{cc} -s3, d1, a3
H07RN-F	H07RN-F	E _{cc}

Figura 5

In tutti i quadri di livello e/o derivati, previa interposizione di opportuni interruttori magnetotermici-differenziali, avverrà la distribuzione separatamente per le linee illuminazione e le prese FM, con cavi unipolari protetti.

Illuminazione di sicurezza

Per garantire l'illuminazione di sicurezza si installeranno, in tutti gli ambienti, corpi illuminanti dotati di alimentazione dedicata e dotati di batteria di riserva per un'ora con inverter; per le uscite di emergenza ed i percorsi di fuga saranno installate appositi apparecchi a parete che garantiscano 5 lux di illuminamento, alimentate da inverter e batteria di riserva per 1h.

Locali servizi igienici

Opportune precauzioni al fine di evitare condizioni pericolose per le persone sono state adottate nei locali bagno doccia per la presenza di umidità o di acqua. (CEI 64-8).

Gli impianti elettrici installati in locali da bagno o doccia rispetteranno, oltre le condizioni generali dell'impiantistica, la suddivisione in quattro zone con pericolo decrescente degli impianti.

Zone di rispetto per i locali bagno e doccia
caso generale

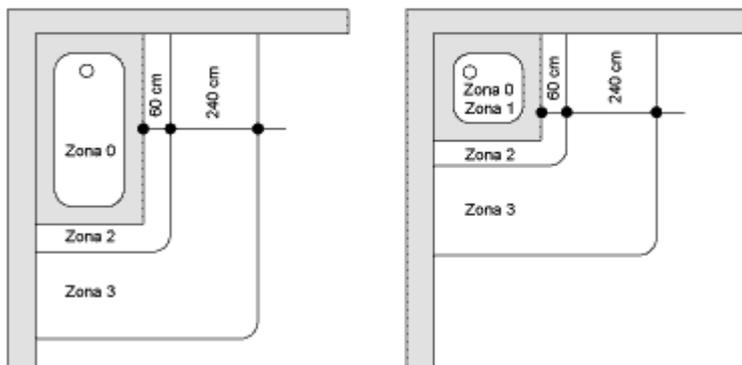


Figura 6

Per ulteriori dettagli si rimanda alla parte B allegata alla presente che dettaglia in modo chiaro tutte le prescrizioni relative agli ambienti destinati a bagno e docce.

Tutte le caratteristiche dei rami dell'impianto sono indicate negli schemi d'impianto ed a questi si rimanda per maggiori dettagli.

Impianto alimentazione ascensori

Le linee di alimentazione degli impianti elettrici degli ascensori e dei montacarichi devono essere indipendenti da quelle degli altri servizi e devono partire dal quadro servizi generale.

Le condutture e le protezioni devono essere proporzionate per una corrente pari a 3 volte quella nominale del servizio continuativo. Nel vano ascensore o montacarichi devono essere installate solo condutture appartenenti all'elevatore.

L'impianto di allarme deve essere alimentato da una sorgente indipendente dall'alimentazione ordinaria (batterie caricate in tampone). Nel caso di più ascensori deve essere possibile individuare la cabina da cui è partito l'allarme.

Nel locale macchina deve essere installato un quadro contenente gli interruttori automatici magnetotermici differenziali nonché gli interruttori e le lampade spia relative, per l'illuminazione del vano ascensori, del locale ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici differenziali possono essere installati nel quadro di distribuzione e altrove in modo da proteggere le condutture dedicate all'impianto.

In conformità all'art. 6 del D.P.R. 1497 del 29 maggio 1963, nei fabbricati nei quali non vi è personale di custodia deve essere previsto l'interruttore generale o il comando dell'interruttore installato in una custodia sotto vetro frangibile da disporsi al piano terreno in posizione facilmente accessibile.

L'interruttore può essere automatico oppure senza alcuna protezione; in qualsiasi caso la linea deve avere una protezione a monte. Il quadretto deve permettere il fissaggio a scatto di interruttori magnetotermici e non automatici fino a 63 A.

L'impianto di messa a terra dell'ascensore o del montacarichi deve essere collegato all'impianto di terra del fabbricato, salvo diversa prescrizione in fase di collaudo dell'ascensore e del montacarichi stesso.

Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

Calcolo Illuminotecnico

Per una efficace vivibilità degli ambienti costituenti i locali delle strutture in oggetto sarà necessario eseguire un calcolo illuminotecnico per definire i valori di illuminamento e di conseguenza la potenza ed il numero dei corpi illuminanti da installare per adeguare l'impianto alla normativa vigente.

La determinazione delle potenze elettriche richieste è d'uopo per il calcolo degli impianti elettrici della struttura in oggetto.

In un progetto di un impianto di illuminazione sono tre gli argomenti da tenere sotto controllo:

- la quantità di luce da impiegare sulla base del livello di illuminamento definito da apposite tabelle normalizzate UNI EN 12464-1;
- la quantità della luce da impiegare scegliendo il tipo di lampada più adatto alla destinazione d'uso dei locali;
- la scelta e la disposizione degli apparecchi illuminanti per ottenere uniformità di illuminamento.

Per uniformarsi alla nuova UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: posti di lavoro in interni", nel progetto illuminotecnico si è tenuto conto del soddisfacimento di tre fattori fondamentali, che caratterizzano l'idea di progettazione illuminotecnica nei luoghi di lavoro e precisamente:

- ✓ Comfort visivo, cioè il raggiungimento di una sensazione di benessere che contribuisca a migliorare la produttività dei lavoratori/occupanti;
- ✓ Prestazione visiva, cioè la possibilità, da parte dei lavoratori/occupanti, di svolgere il loro compito anche in condizioni difficili e a lungo nel tempo;
- ✓ Sicurezza, cioè la garanzia che l'illuminazione non incida negativamente sulle condizioni di sicurezza dei lavoratori/occupanti.

Il progetto illuminotecnico per ambienti interni può essere effettuato con il seguente metodo:

- a. dalle tabelle normalizzate si prende il valore di illuminamento (IL) raccomandato per l'ambiente designato a circa 0.80m dal pavimento;
- b. si determina l'indice del locale K attraverso le dimensioni dell'ambiente con la formula $(A \times B) / (A + B)H = K$ dove A=lunghezza, B=larghezza, H=altezza;
- c. da apposite tabelle si ricava il coefficiente U, detto di utilizzazione, in base al coefficiente di riflessione del locale ad impianto nuovo;
- d. si calcola il valore di flusso luminoso necessario con la formula $F = (IL \times S) / (U \times M)$ dove F=flusso luminoso totale in lumen, IL=illuminamento, U=coefficiente di utilizzazione, M=coefficiente di invecchiamento o di manutenzione delle lampade (=0.8), S=superficie del locale.

Nei calcoli si considererà una condizione di riflessione negli ambienti massima pari ad almeno i seguenti valori:

- Soffitto 70
- Pareti 50
- Piano di lavoro 20

Per le luci di emergenza, del tipo autonomo, si fissa pari a 10lux il valore di illuminamento, come richiesto dalle normative vigenti; si installeranno inoltre, lungo i corridoi, lungo i

percorsi di fuga ed in prossimità delle uscite di emergenza luci di emergenza al neon e/o led con accumulatore automatico e carica di durata non minore a 60 min.

Il tempo di intervento delle luci di emergenza deve essere non superiore a 2 s dall'interruzione della tensione sulla linea elettrica.

I corpi illuminanti di emergenza dovranno essere dotati di luce di segnalazione del loro funzionamento.

Considerato l'elevato livello di affidabilità raggiunto da questi apparecchi e lo standard imposto dalla Norma CEI EN 60598 – 2 – 22, l'impianto di luci di emergenza (vie di fuga, percorsi di fuga) sarà realizzato, quindi, con apparecchi di tipo autonomo, cioè con lampada, batteria, raddrizzatore e dispositivo automatico di accensione e spegnimento incorporati in un unico apparecchio.

Con questo impianto ogni centro luce è totalmente indipendente ed autonomo sicché continua a funzionare in caso di incendio indipendentemente dallo stato delle condutture e finché non è raggiunto dalle fiamme.

Le caratteristiche fondamentali di un apparecchio autonomo conforme a Norma CEI 34-21, EN 60598 – 2 – 22 sono:

- Batterie sigillate al nichel-cadmio o al piombo protette da sovracorrenti di scarica, da inversione di polarità e da scarica completa mediante dispositivi elettronici; durata non inferiore a 4 anni;
- sovracorrenti di lampada ammissibili fino al 50% con riduzione di durata non superiore al 50%;
- sistema telecomandabile con dispositivi (teleur) ad inserimento manuale nel caso di manutenzioni straordinarie al quadro di settore.
- prove di funzionamento a temperatura di 70°C per 1 ora.
- tempo di ricarica 3 ore.

Rifasamento

Il fattore di potenza medio $\cos \Phi$ può essere ricavato dal calcolo di progetto, assegnando nella somma delle potenze il $\cos \Phi$ degli apparecchi di utilizzazione. In questo caso non è facile ottenere un valore preciso, non essendo certe le apparecchiature che saranno effettivamente installate (in particolar modo quelle che si collegheranno a circuiti dotati di prese a spina) e gli effettivi assorbimenti di potenza di alcuni macchinari, o i tempi reali di funzionamento.

Pertanto il $\cos \Phi$ sarà misurato ad impianto in esercizio per un periodo di tempo sufficiente a determinare un valore medio attendibile, oppure desunto dalle fatture da parte del Fornitore, nelle quali sono indicati i consumi di energia attiva e di energia reattiva, e in alcune occasioni viene esplicitato direttamente il valore del $\cos \Phi$ dell'impianto in quell'arco di tempo.

Dimensionamento della rete e verifiche

Il dimensionamento della rete è stato effettuato in due fasi:

- determinazione delle potenze assorbite da ogni ramo della rete e di conseguenza delle correnti di impiego;
- dimensionamento di ogni ramo della rete.

Le potenze assorbite sono state calcolate livello per livello della rete elettrica partendo dai dati nominali degli utilizzatori ed applicando fattori di contemporaneità diversi in relazione al tipo di utilizzatore e alla modalità di impiego.

Per il dimensionamento di ogni ramo della rete, i dati di ingresso sono costituiti, a livello di circuito terminale, dalla somma delle potenze nominale degli utilizzatori alimentati, a livello di quadro secondario e generale, dai valori di potenza assorbita determinati secondo quando indicato. In generale il dimensionamento in portata tiene conto di un margine di riserva minimo medio del 25 %. Le portate nominali dei cavi sono quelle ricavate dalle tabelle UNEL, che tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto e delle effettive condizioni di posa (tipo di condotti portacavi e vicinanza tra cavi diversi).

Il dimensionamento delle condutture tiene conto anche:

- valore della caduta di tensione;
- coordinamento tra le caratteristiche della conduttura e quelle del relativo dispositivo di protezione, in termini di correnti di cortocircuito massime e minime e di energia specifica passante in tutte le configurazioni di esercizio previste per la rete.

Il parametro, quindi, utilizzato come indice per il dimensionamento dei cavi è stato il valore massimo di Intensità di corrente (A) trasportabile da una data sezione, in assegnate condizioni di posa e di isolamento (Criterio Termico).

Le formule utilizzate sono le seguenti:

a) Linee Luce

$$I_B = \frac{P * k_{st}}{V_n * \cos \Phi}$$

dove P=potenza assorbita dai corpi illuminanti (W);

K_{st} =coefficiente pari a 1.25 per lampade fluorescenti;

coefficiente pari a 1 per lampade ad incandescenza;

V_n =Tensione di alimentazione nominale;

$\cos \Phi=0.9$ per lampada fluorescente;

1 per lampada ad incandescenza;

b) Linea Utilizzatore

$$I_B = \frac{P}{V_n * \cos \Phi * \eta}$$

dove P=potenza assorbita (W);

V_n =Tensione di alimentazione nominale;

$\cos \Phi=1$;

η =rendimento;

Le verifiche della caduta di tensione saranno operate con la formula seguente:

$$\Delta V = \frac{kIL}{V_n} (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

dove V_n =tensione nominale; I =corrente del conduttore; $k=2$; L =lunghezza linea;

Dimensionamento dei dispositivi di protezione e comando

Nelle tipologie di impianti in oggetto la normativa di riferimento è la CEI 64-8. Per gli impianti TT di I Categoria nella sezione 4 e 5 vengono determinate le misure di protezione sia contro le sovracorrenti sia contro i contatti diretti (conduttori in tensione) ed i contatti indiretti (carcasse metalliche generalmente non in tensione, se non per effetto di guasti),

che sono le prescrizioni cogenti da rispettare per evitare gli incidenti sia agli impianti con rischio di incendio, sia a persone per effetto dell'interazione delle stesse con gli impianti elettrici ed i relativi componenti.

Misure di protezione contro le sovracorrenti

A protezione da rischi di incendio connesse alle condizioni di sovracorrenti nelle condutture per difetti negli utilizzatori è necessario installare degli interruttori termici, che unitamente a quelli magnetici per le correnti di corto circuito, proteggono le linee dell'impianto elettrico.

Condizione necessaria e sufficiente affinché la conduttura di portata I_Z (corrente massima che può attraversare la conduttura senza che la temperatura superi il valore massimo ammessa) percorsa da corrente di impiego I_B , sia protetta da un dispositivo avente corrente nominale I_N , in modo che il carico possa essere alimentato permanentemente (protezione contro le correnti di sovraccarico), è che (CEI 64-8):

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F \leq 1.45 I_N$$

avendo indicato con I_F la corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione, la corrente minima che determina l'intervento dello sganciatore termico automatico entro un periodo di tempo massimo fissato dalle Norme CEI 23-3.

Per scegliere il dispositivo di protezione delle linee nei confronti del cortocircuito occorre assicurarsi prima di tutto che sia verificata la relazione $PI > I_{ccmax}$, cioè che il potere di interruzione del dispositivo di protezione sia maggiore della corrente di corto circuito massima calcolata in quel punto dell'impianto. Per la corretta scelta del dispositivo di protezione occorre anche assicurarsi che sia verificata la seguente relazione: $I^2 t \leq K^2 A^2$ dove in termine a primo membro rappresenta l'energia specifica passante nel cavo (a cui il dispositivo è posto a protezione) per un dato tempo t . Dato la sezione del cavo e la relativa natura dell'isolante impiegato, il secondo membro della disuguaglianza rappresenta l'energia specifica passante massima sopportata dal cavo, senza subire danni irreversibili. L'andamento della grandezza $I^2 t$ è definita da curve caratteristiche specifiche di ciascun interruttore automatico (Curva A); confrontando la curva A con la retta B ($K^2 A^2$), relativa al cavo che si vuole proteggere, si determinano una porzione di curva delimitata da due punti di intersezione. Occorre verificare che i valori di corrente di corto circuito ad inizio linea ed a fine linea siano compresi tra i valori di intersezione definiti tra le curve A e B.

Poiché tutti gli interruttori in commercio garantiscono una corrente di intervento nel tempo convenzionale, che rispetta la seconda condizione limite, non si prescrive l'adozione di una particolare marca, essendo sufficiente rispettare i valori di portata indicati sullo schema unifilare, con un potere di interruzione pari a 6 kA o superiore in conformità ai calcoli elettrici.

Il potere di interruzione (massima corrente che l'interruttore può interrompere) di ciascun dispositivo di protezione installato nei diversi quadri elettrici dell'impianto deve essere superiore alla corrente di cortocircuito massima (all'inizio della linea).

I poteri di interruzione degli interruttori installati nei vari quadri devono essere maggiori o uguali ai valori indicati nelle tabelle degli schemi unifilari di potenza dei quadri.

I dispositivi di protezione relativi ai suddetti quadri, a cui si è fatto riferimento negli elaborati grafici, nei capitolati e nei computi, sono stati individuati sulla base delle taglie commerciali e delle tabelle di filiazione fornite dai costruttori.

Come scelta progettuale generale, gli interruttori dell'impianto avranno un potere di interruzione non inferiore a 6 kA, salvo altra specifica indicata negli elaborati di progetto. Anche il quadro, il cui progetto è riportato nell'allegato calcolo elettrico, non presenta particolari problemi di surriscaldamento termico, per cui può essere scelto qualsiasi armadio di tipo AS purché con numero equivalente di moduli per il contegno delle apparecchiature indicate sullo schema quadro unifilare.

Misure di protezione contro i contatti diretti - Protezione totale

Isolamento

Le misure di protezione totali consistono nell'isolamento delle parti attive e nell'uso di involucri o barriere. Le parti attive devono essere ricoperte completamente da uno strato di isolante avente spessore adeguato alla tensione nominale verso terra del sistema elettrico ed essere resistenti agli sforzi meccanici, elettrici, termici e alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante il funzionamento. Se si considera per esempio un cavo elettrico, per renderlo resistente alle normali sollecitazioni meccaniche occorre adottare un'appropriata modalità di posa (Cavo armato o concentrico, tubi protettivi, passerelle, cunicoli, interrati ad almeno 0.5 m, segnalati e protetti con mattoni, tegole ecc..). Vernici, lacche, smalti e prodotti simili non sono considerati idonei a garantire una adeguata protezione contro i contatti diretti.

Involucri e barriere

L'involucro garantisce la protezione dai contatti diretti quando esistono parti attive (ad es. morsetti elettrici, blindo sbarre) che devono essere accessibili e quindi non possono essere completamente isolate. La barriera è un elemento che impedisce il contatto diretto nella direzione normale di accesso. Questi sistemi di protezione assicurano un certo grado di protezione contro la penetrazione di solidi e di liquidi.

Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati, rimovibili solo con attrezzi, apribili da personale addestrato oppure solo se l'accesso alle parti attive è possibile dopo avere aperto il dispositivo di sezionamento con interblocco meccanico o elettrico. In ogni caso il personale addestrato deve di regola sezionare il circuito prima di operare su parti attive o nelle loro vicinanze. In alcuni casi di comprovata necessità e solo con l'approvazione del diretto superiore e dopo aver preso le necessarie misure di sicurezza, è ammesso lavorare su parti in tensione non superiore a 1000 V. L'interruttore differenziale con corrente nominale d'intervento non superiore a 30mA è riconosciuto come protezione addizionale (non è riconosciuto come unico mezzo di protezione) contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utenti.

Protezione parziale

Le misure di protezione parziale si ottengono mediante ostacoli e mediante allontanamento. Hanno il compito di proteggere dai contatti accidentali e di realizzare l'allontanamento di parti a tensione diversa simultaneamente accessibili (Le norme CEI 64/8 considerano parti simultaneamente accessibili quelle che si trovano a distanza inferiore a 2,5 m sia in verticale che in orizzontale e che quindi non possono convenzionalmente essere toccate contemporaneamente da una persona) ma non hanno

efficacia verso i contatti intenzionali. Sono destinate solo alla protezione di personale addestrato e vengono applicate nelle officine elettriche. Non devono poter essere rimosse accidentalmente, ma la rimozione intenzionale deve poter avvenire senza chiave o attrezzo.

Classificazione dei componenti e degli apparecchi elettrici

In relazione al sistema di protezione adottato contro i contatti indiretti i componenti elettrici si suddividono nelle seguenti Classi:

Componenti di Classe 0 - sono dotati soltanto di isolamento principale e l'involucro metallico è sprovvisto di morsetto per il collegamento di messa a terra. Devono essere allacciati solo a sistemi di Categoria 0 o a sistemi di categoria I isolati da terra (separazione elettrica) o installati in locali isolanti e non possono essere installati negli impianti per edifici civili o similari;

Componenti di classe I - sono provvisti di isolamento principale e gli involucri sono muniti di morsetto per la messa a terra. Sono utilizzabili in tutti i sistemi (TN,TT,IT) di categoria 0 e I ;

Componenti di Classe II - sono provvisti di isolamento supplementare e sono privi di morsetto di messa a terra. La messa a terra non è necessaria (potrebbe addirittura essere controproducente per la sicurezza) in quanto gli eventuali involucri metallici esterni sono separati dalle parti attive interne da un isolamento doppio o rinforzato. Vengono impiegati, solo nei sistemi elettrici di I categoria, in alternativa a quelli di classe I quando non sia possibile attuare il collegamento a terra delle masse o quando si ritenga poco sicuro tale collegamento;

Componenti di classe III - le parti in tensione possono essere scoperte poiché la protezione contro i contatti indiretti è assicurata dal tipo di alimentazione a bassissima tensione di sicurezza. Non sono dotati di morsetto per la messa a terra.

In relazione al loro grado di mobilità gli apparecchi si classificano in:

Apparecchio fisso - apparecchio ancorato o fissato ad un supporto o comunque fissato, anche in altro modo, in un posto preciso, oppure apparecchio che non può essere facilmente spostato;

Apparecchio trasportabile - apparecchio che, pur potendo essere spostato con facilità, non viene normalmente spostato durante il suo funzionamento ordinario;

Apparecchio mobile - apparecchio trasportabile che deve essere spostato manualmente da chi lo utilizza mentre è collegato al circuito di alimentazione;

Apparecchio portatile - apparecchio mobile destinato ad essere sorretto dalla mano di chi lo utilizza durante il suo impiego normale, nel quale il motore, se esiste, è parte integrante.

Protezioni passive

Metodi per rendere impossibile il manifestarsi di tensioni di contatto pericolose:

- a) Impiego di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato - Apparecchi di classe II (Non hanno masse, sono provvisti di isolamento speciale, sono privi del morsetto di

- terra e sono adatti per proteggere piccoli apparecchi portatili o per apparecchi fissi da installare in impianti senza impianto di terra);
- b) Protezione per isolamento elettrico - Apparecchi di classe III. Si realizza mediante l'impiego di opportuni trasformatori di isolamento o alimentando i circuiti con sorgenti autonome di energia aventi caratteristiche d'isolamento uguali a quelle indicate dalle norme per i trasformatori d'isolamento (CEI 96-2) (Le parti in tensione possono essere scoperte. Non è presente il morsetto di terra);
 - c) Locali isolanti con l'impiego di apparecchi di classe 0 (Provvisi solo di isolamento principale necessario per assicurare il normale funzionamento. L'involucro metallico non possiede il morsetto di terra. È vietata l'installazione negli impianti in edifici civili e similari). Tale protezione consiste nel realizzare locali in cui il pavimento e le pareti presentino una resistenza verso terra di 50000 Ω per tensioni fino a 500V e 100000 Ω per tensioni superiori a 500V. Non possono essere utilizzati negli edifici civili, non possono essere installate prese a spina e il conduttore di protezione PE. I locali devono essere mantenuti costantemente sotto controllo da personale specializzato onde evitare che vengano introdotte masse estranee o che vengano collegate a terra le apparecchiature. Gli ingressi devono essere costruiti in modo tale che l'accesso ai locali delle persone avvenga senza che le stesse siano sottoposte a potenziali pericolosi; per questo scopo si possono usare pedane o scarpe isolanti. Tutte le masse estranee entranti nel locale devono essere interrotte con una o più giunzioni isolanti tali da impedire l'introduzione di potenziali pericolosi nel locale isolato. Gli apparecchi e gli elementi fissi devono avere tra di loro una distanza minima di due metri se a portata di mano e di 1,25 metri se non a portata di mano;
 - d) Locali resi equipotenziali e non connessi a terra.

Protezioni attive

Le misure di protezione indicate nel paragrafo precedente sono finalizzate ad evitare il contatto diretto. Può tuttavia avvenire un contatto diretto a causa del cedimento della protezione passiva o più semplicemente per imprudenza da parte dell'utente.

Per proteggere le persone da tale eventualità può essere impiegato, come metodo addizionale, il sistema di interruzione automatica che non esime, però, dall'applicazione delle misure di protezione fin qui descritte. Non essendo la corrente che attraversa il corpo umano in grado di far intervenire i dispositivi di massima corrente, l'unico dispositivo in grado di aprire il circuito in casi del genere è l'interruttore ad alta sensibilità (Idn non superiore a 30 mA). (*)

*"L'impiego di dispositivi differenziali aventi correnti nominali non superiore a 30 mA è considerato una misura di protezione addizionale contro i contatti diretti. Per questa ragione l'impiego di questi dispositivi è particolarmente giustificato per la protezione di apparecchi utilizzatori trasportabili, mobili o portatili, alimentati tramite cavi flessibili, la cui usura o invecchiamento può comportare l'asportazione dell'isolamento o la rottura del conduttore di protezione, o per la protezione di impianti le cui condizioni di impiego siano severe e tali da nuocere all'isolamento dei componenti elettrici o da rendere la messa a terra delle masse aleatoria."

Misure di protezione contro i contatti indiretti

Protezione con dispositivi differenziali

Il relè differenziale è un dispositivo che rileva una differenza tra le correnti entranti e uscenti da un circuito (in condizioni normali sia in monofase, sia in trifase, sia in trifase con neutro, la somma delle correnti è sempre uguale a zero). Nel caso che si verifichi un guasto a terra una parte della corrente fluisce verso il terreno e la risultante della somma delle correnti non è più uguale a zero. La corrente risultante produce un flusso che induce su di un terzo avvolgimento una corrente che è in grado di fare intervenire l'interruttore differenziale quando la corrente differenziale supera il valore di soglia per la quale è tarato. Impiegando un interruttore differenziale la relazione che deve essere verificata diventa:

$$R_t \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$$

Risulta in questo modo più agevole il coordinamento con l'impianto di terra (Ad es. con U_L uguale a 50V e con $I_{\Delta n}$ 0,03A la resistenza di terra R_t può essere $\leq 1666 \Omega$) di quanto non lo fosse con i dispositivi di massima corrente. La caratteristica d'intervento dell'interruttore differenziale è stata studiata proprio per soddisfare completamente la curva di sicurezza. I tempi massimi di interruzione degli interruttori differenziali per uso generale sono riportati nella tabella seguente che riporta i tempi massimi di interruzione degli interruttori differenziali per uso generale:

$I_{\Delta n}$	t
$I_{\Delta n}$	0,3 s
$2I_{\Delta n}$	0,15 s
$5I_{\Delta n}$	0,04 s

Tabella 8

Alcune considerazioni sui relè differenziali

Impianto di terra comune a più derivazioni

Se ad un impianto di terra sono collegate masse alimentate da più derivazioni protette con interruttori differenziali deve essere soddisfatta la solita relazione dove $I_{\Delta n}$ deve essere, come sappiamo, la minor corrente differenziale nominale per dispositivi differenziali collegati in serie e la maggior corrente differenziale nominale per dispositivi differenziali collegati in parallelo. Lo stesso principio vale anche nel caso di più derivazioni protette in parte con dispositivi a massima corrente e in parte con dispositivi differenziali. La R_t dovrà essere calcolata in base alla I_{5s} del dispositivo a massima corrente essendo questa la corrente nominale d'intervento più elevata tra i due tipi di dispositivi, annullando però tutti i benefici derivanti dall'uso dei relè differenziali. In pratica è opportuno che tutte le derivazioni facenti parte dello stesso impianto di terra siano protette con interruttori differenziali. Questo vale anche per edifici con più unità immobiliari perché se un'unità immobiliare è sprovvista di interruttore differenziale le tensioni pericolose prodotte da un guasto a terra in tale unità immobiliare si trasferiscono sulle masse delle altre unità immobiliari senza che i corrispondenti interruttori differenziali intervengano.

Problemi derivanti dall'installazione dell'interruttore differenziale

Se, a causa di un guasto su di una massa, il neutro fosse a terra a valle dell'interruttore differenziale, potrebbe essere resa inoperante la protezione differenziale. Il neutro a terra

(solitamente a potenziale zero salvo particolari casi anomali) non provoca l'intervento del dispositivo differenziale per cui il guasto permane per un tempo indefinito. Un successivo guasto di una fase su di un'altra

massa, provoca una corrente di guasto che si richiude tramite il conduttore di neutro a contatto con la massa stessa e solo in parte verso terra. Il collegamento del neutro all'impianto di terra locale trasforma di fatto il sistema TT in un sistema TN e per garantire la sicurezza dai contatti indiretti dovrebbero essere soddisfatte le condizioni indicate per tale sistema di distribuzione (questo vale anche nel caso che il neutro sia collegato all'impianto di terra locale a monte dell'interruttore

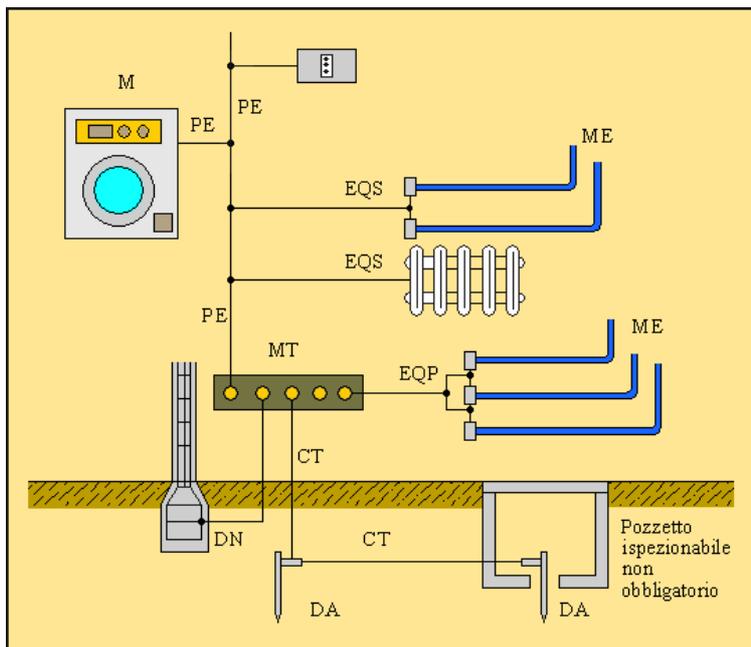
differenziale ed è inutile ricordare come sia importante non collegare, ad esempio scambiandolo col conduttore di terra, il neutro a terra).

Selettività tra interruttori differenziali

Si definisce corrente differenziale nominale di non intervento il massimo valore di corrente per il quale sicuramente l'interruttore differenziale non interviene. Il valore normale di questa corrente è $I_{\Delta n}/2$ ed entro questo valore il dispositivo non ha un comportamento definito: può intervenire come può non intervenire. La scelta della $I_{\Delta n}$ è condizionata oltre che dal coordinamento con l'impianto di terra anche dalla somma delle correnti di dispersione di tutto l'impianto utilizzatore. Per garantire la continuità del servizio la somma vettoriale di tali correnti di dispersione non dovrebbe superare $I_{\Delta n}/2$. A tal proposito occorre ricordare che le correnti di terra possono essere eccessive se: l'impianto è in cattivo stato di conservazione, gli apparecchi utilizzatori hanno correnti di dispersione che eccedono i valori normali, l'impianto è molto vasto e sono collegati numerosi apparecchi utilizzatori.

Per rendere selettivo l'intervento dei dispositivi può essere utile proteggere le singole derivazioni con più dispositivi differenziali garantendo così una discreta selettività orizzontale del sistema ed evitando che un guasto in un punto qualsiasi del circuito provochi la messa fuori servizio di tutto l'impianto. In questo modo però non si è protetti dai guasti che avvengono tra l'interruttore generale e gli interruttori differenziali. Sarà necessario evitare masse lungo questo tratto ovvero, ove non fosse possibile (interruttore generale nello stesso quadro metallico in cui sono alloggiati anche gli interruttori differenziali), bisogna dotare la parte di circuito compresa tra l'interruttore generale e gli interruttori differenziali di isolamento doppio o rinforzato. Diverso è il caso in cui anche l'interruttore generale è differenziale perché nascono problemi di selettività verticale. Per ottenere una completa selettività occorre in questo caso utilizzare interruttori differenziali ritardati.

Impianto di Terra



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 (o nodo) principale di terra
M	Masse
ME	Massa estranea

Figura 7

L'impianto di terra coordinato con opportuni dispositivi di protezione attiva costituisce un elemento fondamentale per la protezione contro i contatti indiretti. La funzione di un impianto di terra di convogliare la corrente di guasto in un circuito parallelo a quello offerto dal corpo della persona sottoposta alla tensione di contatto.

Questa sorta di by-pass non è però sufficiente a ridurre la tensione di contatto (e la corrente di elettrocuzione che ne deriva) entro valori di non pericolosità per le persone. È perciò necessaria la contemporanea presenza di dispositivi di protezione attiva che aprano il circuito, interrompendo il fluire della corrente nel minor tempo possibile.

La protezione passiva posta in atto dall'impianto di terra equipotenzializza l'ambiente conduttivo in cui si viene a trovare l'ipotetico soggetto elettrocutato, costringendo il terreno al medesimo potenziale (o quasi) delle masse e le masse stesse ad una unificazione potenziale tra loro.

Il sistema di collegamento a terra per l'impianto in oggetto è il TT (masse dell'impianto collegate ad impianto indipendente dal distributore, con separazione tra i conduttori di protezione e i conduttori di neutro).

Per gli edifici in oggetto l'impianto di terra sarà costituito da:

- Dispersori verticali, realizzati con picchetti di acciaio zincato da 1.5m di lunghezza, posizionati in pozzetti prefabbricati;
- Il conduttore di terra assicura il collegamento del nodo equipotenziale di terra con l'impianto di dispersione e sarà realizzato con conduttore in cavo isolato di colore giallo-verde di sezione non inferiore a 16 mm²
- Collettori di terra: punti di collegamento fra dispersore, rete dei conduttori di protezione e conduttori equipotenenziali, costituiti da barre di rame e da morsetti, sono stati previsti in posizione accessibile, per permetterne le verifiche, ma solo da parte di personale specializzato;
- Conduttori di protezione PE: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde, posati lungo gli stessi percorsi dei conduttori di energia, aventi la funzione di collegare tutte le masse dell'impianto elettrico all'impianto di terra;

- Conduttori equipotenziali: conduttori isolati, con guaina giallo-verde per il collegamento dell'impianto di terra di tutte le masse estranee. Essi si distinguono in conduttori principali (16mmq) e supplementari (6 mmq).

Di seguito si riporta il calcolo del valore di resistenza degli impianti di terra previsti. Si utilizzeranno le seguenti formule approssimate note in elettrotecnica, calcolando il valore ottenuto della resistenza dell'impianto di terra, considerando il parallelo tra la resistenza dei picchetti e la resistenza della corda conduttrice orizzontale.

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d}$$

La resistività ρ del terreno dipende dal tipo di suolo in cui è sistemato l'impianto di terra ed è influenzata dall'umidità e, in misura inferiore, dalla temperatura. Più precisamente essa diminuisce con l'aumento dell'umidità e con l'aumento della temperatura. Nella tabella seguente è riportata la resistività per alcuni tipi di terreni:

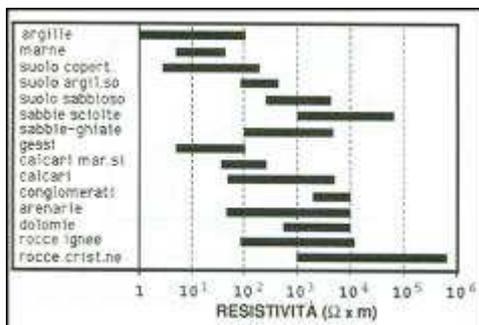


Figura 8

Per il terreno presente nel caso in oggetto di struttura non omogenea ed assimilabili a calcare, utilizzeremo un valore di ρ pari a 150 $\Omega \times m$.

Utilizzando n.3 picchetti a croce di dimensione 5 cm \times 5 cm, spessore 5 mm e lunghezza 1,5 m, si avrà la lunghezza di infissione pari a 125 cm ed un raggio equivalente di circa 2 cm, pertanto i tre picchetti avranno una resistenza pari a:

$$R_t = \frac{150}{6,28 \times 3 \times 1,25} \ln \frac{4 \times 125}{5} = 29,33 \Omega$$

Considerando per l'impianto di terra in oggetto il valore della resistenza di terra è sicuramente compatibile con il funzionamento degli interruttori differenziali.

Considerazioni analoghe possono ritenersi corrette anche per gli edifici di grandi dimensioni (Torre, Ex Stalle, ristorante). Per le altre utenze più piccole (uffici del centro servizi), fermo restando le caratteristiche di cavi, sarà sufficiente un unico picchetto dispersore di terra salvo verifica analitica in fase esecutiva.

Quadri Elettrici

Tutti i quadri dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni della norma CEI EN 61439.

Il montaggio deve predisporre in modo da rendere facile il controllo, la manutenzione, la riparazione e la sostituzione di tutti gli elementi. Sul fronte dei pannelli e sul retro-quadro devono essere disposti cartelli o targhette per l'identificazione dei circuiti.

La composizione dei quadri è riportata sugli schemi unifilari dell'impianto, con l'indicazione delle caratteristiche degli interruttori e delle relative linee agli utilizzatori (vedi schemi unifilari).

Impianto di Protezione dalle Scariche Atmosferiche

Le norme CEI EN 62305-1/4 prevedono la necessità di un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche venga stabilita in funzione del probabile numero di fulmini che potrebbero colpire in un anno il volume da proteggere e dal probabile numero di eventi pericolosi (ossia il probabile numero annuo di fulmini in grado di provocare danno al volume da proteggere). Le caratteristiche dell'impianto di protezione sono determinate dalla funzione dell'edificio, dal tipo di struttura dello stesso e dalla situazione organizzativa dell'utente per quanto riguarda il servizio di protezione antincendio.

Per quanto riguarda le strutture oggetto di progettazione ed intervento, in fase esecutiva si produrrà opportuna analisi e verifica secondo la norma CEI EN 62305-2 relativamente all'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche.

Riferimenti Normativi

Il progetto degli impianti è stato redatto seguendo le disposizioni dettate dalle norme vigenti in materia, in particolare:

- Prescrizioni dei VV.F.F. e dell'Autorità locali;
- Prescrizioni ed indicazioni di E-Distribuzione o dell'Azienda Telefonica, per quanto di loro competenza, nei punti di consegna;

Alle seguenti disposizioni di legge e Norme CEI:

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali;
- CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale Uo/U non superiore a 450/750V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale Uo/U non superiore a 450/750V;
- CEI 20-22: Prove d'incendio su cavi elettrici;
- CEI 20-35: Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;
- CEI 20-37: Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e dei materiali dei cavi;
- CEI 20-38/1: Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1a - tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 kV;
- CEI 23-5: Prese a spina per usi domestici e similari;

- CEI 23-8: Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori;
- CEI 23-14: Tubi flessibili in PVC e loro accessori;
- CEI 23-18: Interruttori differenziali per usi domestici e similari ed interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di cto.cto;
- CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici;
- CEI 70-1: Classificazione dei gradi di protezione degli involucri;
- CEI 34-2: Apparecchi d'illuminazione;
- UNI 10380: Illuminazione d'interni con luce artificiale;
- Legge 791 del 18/10/1977 : Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee(n°73/23 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.P.R. n° 459 del 24/07/1996, direttiva macchine sulla compatibilità elettromagnetica.
- Oltre beninteso ai decreti e circolari emanate dal Ministero degli Interni.

PARTE B

IMPIANTI ELETTRICI - LOCALI BAGNI E DOCCE

Sommario

1. Definizione
2. Fonti normative
3. Questioni interpretative
4. Caratteristiche e modalità di installazione
5. Adempimenti amministrativi
6. Voci di riferimento per la consultazione delle norme tecniche
7. Illustrazione grafica.

1. Definizione

Le norme di buona tecnica richiedono sistemi protettivi supplementari in tutti gli ambienti che contengono vasche da bagno o piatto doccia, dove il rischio elettrico è accresciuto per la minore resistenza che il corpo umano presenta e per la possibilità di contatto con elementi a potenziale di terra.

Le zone circostanti alla vasca o al piatto doccia si suddividono in:

- zona 0: volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia;
- zona 1: è la zona delimitata dalla superficie verticale circoscritta alla vasca o al piatto doccia, per una altezza di 2,25 m;
- zona 2: è la zona compresa fra la zona 1 e una superficie verticale parallela alla superficie di delimitazione della zona 1, distante 0,6 m, per un'altezza di 2,25 m;
- zona 3: è la zona compresa fra la zona 2 e una superficie verticale parallela alla superficie di delimitazione esterna della zona 2, distanza 2,4 m per un'altezza di 2,25 m.

2. Fonti normative

Norme di buona tecnica

- CEI norma 64-8/7 (*Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V ca e a 1500 V cc - Ambienti ed applicazioni particolari*)

3. Questioni interpretative

Le cabine o docce prefabbricate (es. vasche idromassaggi), sono considerate apparecchiature e come tali devono essere rispondenti alle relative norme di costruzione (norma CEI 61-33 o 62-5); gli spazi circostanti vengono classificati come sopra indicato. Nel caso di cabina prefabbricata la zona 0 si estende a tutto l'interno della cabina.

In assenza di piatto doccia e quando il soffione della doccia è mobile, la zona 1 è delimitata dalla superficie verticale posta a 0,6 m dal soffione agganciato.

Nel caso di ostacoli, muretti, ecc, la delimitazione delle zone viene effettuata con la regola del filo teso.

Non sono richieste prescrizioni particolari, per quei locali da bagno che non contengono vasche o docce.

Per i locali da bagno che sono ubicati in ambienti adibiti ad uso medico, si devono anche osservare le prescrizioni particolari richieste in tali ambienti.

4. Caratteristiche e modalità di installazione

4.1. Premessa

I rischi che i locali da bagno presentano, sono soprattutto legati alla possibilità di elettrocuzione per contatti diretti o indiretti.

Per il primo tipo di contatto deve pertanto essere richiesta una protezione più restrittiva a garanzia della maggiore pericolosità dell'ambiente, mentre per i contatti indiretti, è necessario prendere ulteriori precauzioni anche per guasti provenienti dall'esterno.

4.2. Protezione dai contatti diretti

Sono ammessi solo sistemi di protezione di tipo totale.

Nel caso dell'uso di sistemi SELV, deve comunque essere garantito un grado di protezione IPXXB o, nel caso di isolamento, un grado adeguato a sopportare una tensione di prova di 500 V per 1 minuto.

4.3. Grado di protezione meccanico

Per i componenti ammessi, è richiesto un grado minimo di protezione IPX4. Nel caso di bagni pubblici o destinati a comunità, dove è possibile l'uso di getti d'acqua IPX5.

4.4. Condotture elettriche

E' vietata la installazione di condutture elettriche a vista nella zona 0. Nella zona 1 e 2 la installazione deve essere limitata. Ciò vale anche per la condutture incassate nelle pareti ad una profondità non superiore a 5 cm.

4.5. Cassette di derivazione

Non sono ammesse cassette di derivazione nelle zone 0, 1, 2.

4.6. Dispositivi di protezione, sezionamento, comando

* Zona 0

E' vietata l'installazione di qualsiasi dispositivo.

* Zona 1

Sono ammessi solo interruttori di circuiti SELV purché alimentati a tensione non superiore a 12 V ca, con sorgente SELV esterna alle zone 0, 1, 2.

* Zona 2

Sono ammessi solo interruttori di circuiti SELV, come sopra indicato, e prese a spina, alimentate da trasformatori di isolamento di classe II, di bassa potenza, incorporati nelle stesse prese a spina, per alimentare i rasoi elettrici.

* Zona 3

Le prese a spina e altri dispositivi sono ammessi a condizione che la protezione venga realizzata mediante:

- separazione elettrica individuale
- alimentazione SELV
- protezione supplementare con interruttore differenziale da 30 mA, nel caso di interruzione automatica.

4.7. Sorgente del circuito SELV

E' vietata la installazione nelle zone 0, 1, 2.

4.8. Tiranti isolanti di richiesta soccorso

Sono vietati nella zona 0. Nelle zone 1, 2, 3, sono ammessi purché soddisfino le prescrizioni di sicurezza (Norma CEI 23-9).

4.9. Componenti elettrici

* Zona 0

E' vietata l'installazione di qualsiasi componente

* Zona 1

Possono essere installati solo apparecchi utilizzatori alimentati con circuiti SELV, e scaldacqua, protetti con grado di protezione IPXXB.

Componenti per idromassaggio, installati sotto la vasca, possono essere accettati a condizione che:

- le vasche per idromassaggio siano realizzate in conformità alle rispettive norme CEI di costruzione;
- tutti i componenti per l'idromassaggio siano segregati sotto la vasca, mediante ripari e protezioni, apribili solo con l'uso di un attrezzo;

- sia realizzato un collegamento equipotenziale supplementare fra le masse estranee della vasca e il conduttore di protezione;
- sia installato a protezione un interruttore differenziale da 30 mA.

* Zona 2

Oltre ai componenti ammessi nella zona 1, con le condizioni prima dette, possono essere installati anche componenti di illuminamento e riscaldamento, di classe II e di classe I, questi ultimi purché provvisti di interruttore differenziale da 30 mA.

4.10. Elementi riscaldanti

Sono vietati nella zona 1.

Nella zona 2, sono ammessi purché protetti a schermo con griglia collegata al collettore equipotenziale supplementare del locale.

4.11. Collegamento equipotenziale supplementare locale

E' obbligatorio in tutti i locali bagni un collegamento equipotenziale supplementare che colleghi tutte le masse estranee delle zone 1, 2, 3 con il conduttore di protezione di tutte le masse situate in dette zone.

4.12. Tabella

BAGNI

Zona	0	1	2	3
IP	/	IPX4 (X5)	IPX4 (X5)	IPX4 (X5)
CONDUTTURE (a vista)	VETATE	LIMITATE	LIMITATE	
CASSETTE DERIVAZIONE	VETATE	VETATE	VETATE	
DISPOSITIVI		INTERRUTTORE	INTERRUTTORE	PRESE SPINA
- protezione		SELV 12 V	SELV 12 V	- separazione elettrica singola
- sezionamento			-----	- SELV
- comando	VETATI		prese per rasoi: trasformatori di isolamento	- differenziale 30 mA
SORGENTE SELV	VETATA	VETATA	VETATA	
TIRANTI	VETATI	CEI 23-9	CEI 23-9	CEI 23-9
COMPONENTI ELETTRICI	VETATI	- SCALDACQUA - SELV - IDROMASSAGGIO (1)	- SCALDACQUA - SELV - CLASSE I (2) - CLASSE II (3)	
ELEMENTI RISCALDANTI	VETATI	AMMESSI (4)	AMMESSI (4)	AMMESSI (4)

- (1) Idromassaggio secondo Norme CEI + Collegamento equipotenziale supplementare + segregazione.
 (2) Classe I per illuminazione, riscaldamento, idromassaggio + differenziale 30 mA.
 (3) Classe II per illuminazione, riscaldamento, idromassaggio.
 (4) Ammessi se protetti con griglia collegata al collettore equipotenziale supplementare.

5. Adempimenti amministrativi

Non esistono obblighi e adempimenti specifici.

6. Voci di riferimento per la consultazione delle norme tecniche

- Alimentazione SELV: CEI 64-8/4, art. 411.1.2.
 Collegamento equipotenziale supplementare: CEI 64-8, art. 413.1.2.2.
 Condutture elettriche: CEI 64-8/2, art. 26.1; CEI 64-8/1, art. 132.7; CEI 64-8/5, sez. 521.
 Classe I: CEI 64-8/7, art. 701.55.
 Classe II: CEI 64-8/2, art. 23.18, 23.19, 23.20; CEI 64-8/4, art. 413.2.
 Contatti diretti: CEI 11-1, art. 1.2.07; CEI 64-8/2, art. 23.5; CEI 64-8/4, sez. 412.
 Contatti indiretti: CEI 11-1, art. 1.2.08; CEI 64-8/2, art. 23.6; CEI 64-8/4, sez. 413.
 Collegamenti equipotenziali: CEI 64-8/4, art. 413.1.2.
 Collegamento equipotenziale supplementare locale: CEI 64-8/7, art. 701.413.1.6.
 Elettrocuzione (shock elettrico): CEI 64-8/2, art. 23.4.
 Grado di protezione meccanico: CEI 70-1, artt. 3 e 4.

Grado di protezione: CEI 64-8/4, art. 412.2.1.
 Locali non conduttori: CEI 64-8/4, art. 413.3.
 Masse: CEI 64-8/2, art. 23.2; CEI 11-8, art. 1.2.02; CEI 11-1, art. 1.2.23.
 Masse estranee: CEI 64-8/2, art. 23.3; CEI 11-8, art. 1.2.03; CEI 11-1, art. 1.2.24;
 CEI 81-1, art. 3.1.03.
 Portata di mano: CEI 64-8/2, art. 23.11.
 Protezione di tipo parziale: CEI 64-8/4, art. 412.3, 412.4.
 Sistemi SELV: CEI 64-8/4, art. 411.1.
 Separazione elettrica: CEI 64-8/4, art. 413.5.
 Trasformatore di isolamento: CEI 14-6, CEI 96-2
 Zona 0: CEI 64-8/7, art. 701.32.
 Zona 1: CEI 64-8/7, art. 701.32.
 Zona 2: CEI 64-8/7, art. 701.32.
 Zona 3: CEI 64-8/7, art. 701.32.

7. Illustrazione grafica

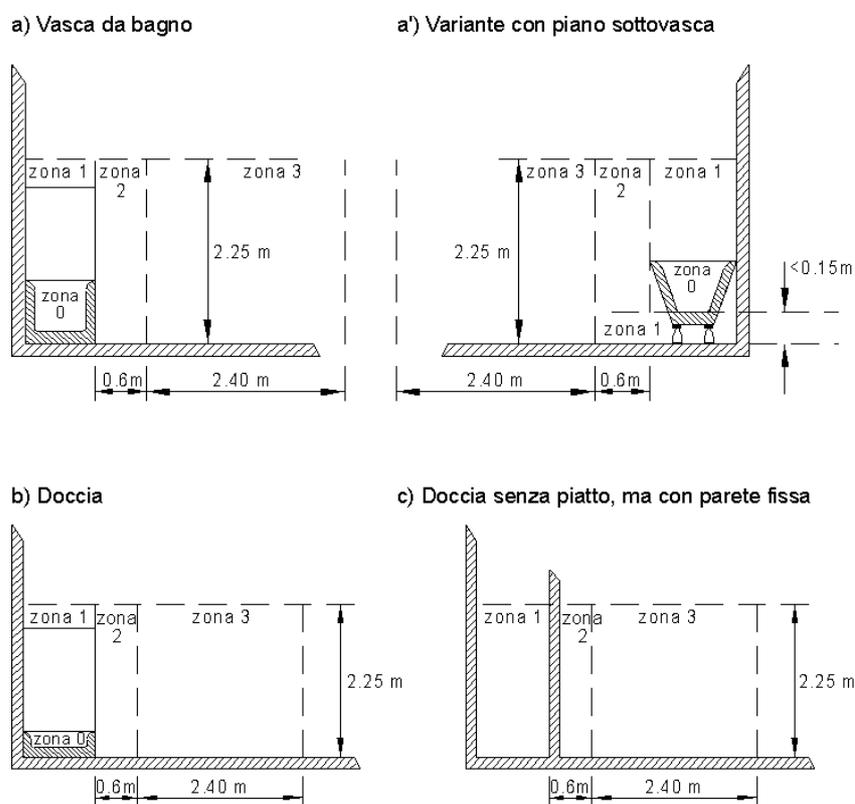


Fig. 1 - Dimensioni delle zone (alzata) - (da norma CEI)

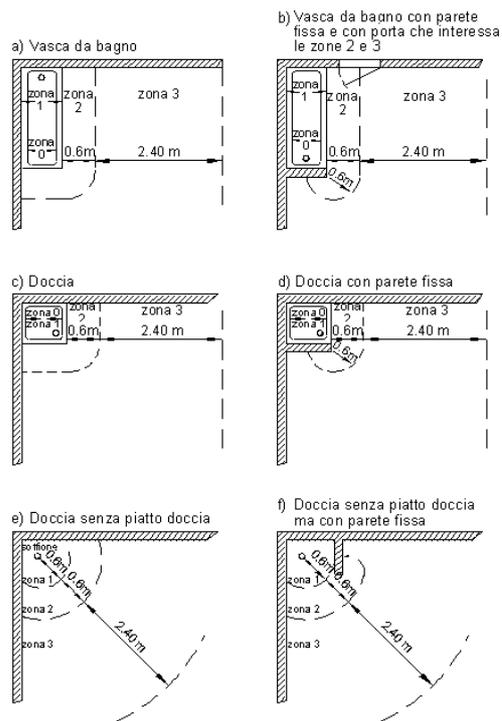


Fig. 2 - Dimensioni delle zone (pianta) - (da norma CEI)

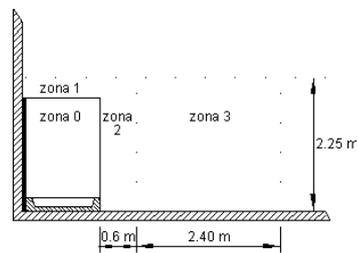


Fig. 3 - (da norma CEI)

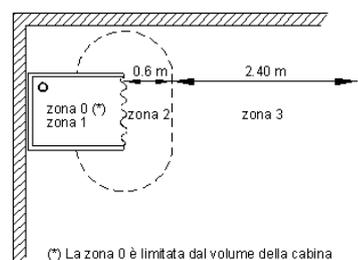


Fig. 4 - (da norma CEI)

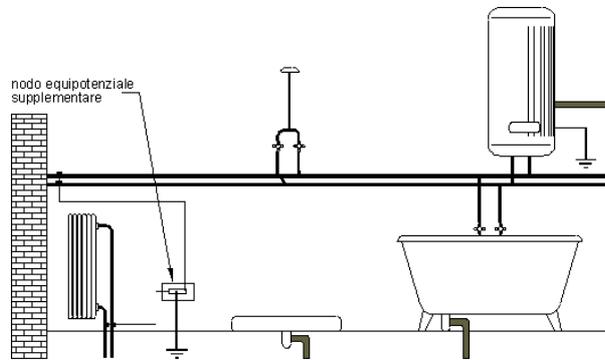


Fig. 5 - Locali per bagni e docce (con scarichi in PVC)
(Schema di principio)