

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI BATTIPAGLIA (SA) Ex FIO 107/86 PROGETTO DEFINITIVO



Oggetto:
Relazione tecnica impianti elettrici

Tav. N° 1.6

Rev.02

scala:

data: marzo 2023

Progettista: Ing. Domenico Sicignano



Responsabile A.T. e R.U.P.

Ing. Paolo Farnetano

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INTRODUZIONE.....	2
3	IMPIANTO DI IIa CATEGORIA.....	4
4	CIRCUITI ELETTRICI	13
5	IMPIANTI ELETTRONICI.....	17
6	MISURE DI PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	17
7	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI MESSA A TERRA	17
8	PROTEZIONE CONTRO I FULMINI: VALUTAZIONE DEL RISCHIO SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE.....	19
9	APPENDICI.....	22
10	CALCOLI DI VERIFICA ELETTRICA	27
11	CALCOLO ILLUMINOTECNICO.....	30
12	ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA (DM 8.3.1985 - CEI 64/8.).....	31
13	CARATTERISTICA D'INTERVENTO I ² T/ICC E I-T: INTERRUTTORI AUTOMATICI.....	31
14	SISTEMA DI TELECONTROLLO.....	31
15	CONCLUSIONI FINALI.....	40
16	CALCOLI DELLA ILLUMINOTECNICA ESTERNA	40

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione tecnica specialistica per gli impianti elettrici del Progetto Definitivo per “INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI BATTIPAGLIA (SA) Ex FIO 107/86”.

Nello specifico, la relazione tecnica descrive la consistenza e la tipologia delle installazioni elettriche ed è redatta sulla base delle indicazioni fornite dalla Guida CEI 0-2 e dalle Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano.

La documentazione di progetto degli impianti elettrici è costituita, oltre che dalla presente relazione, anche da un disciplinare prestazionale e da una serie di elaborati grafici e di calcolo e contiene tutte le specifiche tecniche e le prescrizioni di sicurezza, previste dalle norme tecniche vigenti relative agli interventi per la nuova installazione degli impianti elettrici ed elettrostrumentali dell'insediamento in progetto.

2 INTRODUZIONE

L'impianto di depurazione in oggetto è esistente e strutturalmente formato da vasche a cielo aperto in cemento armato, poste in serie, nelle quali avvengono per mezzo di diverse apparecchiature le varie fasi del processo di depurazione delle acque nere, con locali accessori e di servizio per lo svolgimento dell'attività.

L'impianto elettrico a servizio del depuratore sarà completamente realizzato ex novo per quanto concerne i cavi e le apparecchiature di protezione, poiché a seguito di un accurato sopralluogo si è giunti alla conclusione di sostituire gli elementi presenti perché obsoleti.

L'impianto elettrico in progetto consiste nell'alimentazione di tutti i settori che svolgono il processo di depurazione; inoltre particolare attenzione sarà rivolta a ridurre i consumi di gestione dell'impianto al fine di ridurre il fabbisogno energetico dello stesso, attraverso l'utilizzo di idonee apparecchiature elettriche.

La suddivisione dei locali suddetti, la loro destinazione d'uso e denominazione sono indicate negli elaborati grafici allegati facenti parte della presente documentazione di progetto.

REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge n. 186 del 1° marzo 1968. L'impianto, considerando le caratteristiche generali, è stato progettato in ottemperanza alle seguenti normative e leggi DM 37/08, da intendersi sempre all'ultima edizione con le eventuali varianti:

- Legge 10/03/1968 n. 186: “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici”;
- **DM 22/01/2008 n. 37:** “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-*quaterdecies*, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività d'installazione degli impianti all'interno degli edifici”;
- **D.Lgs 09/04/2008 n. 81:** “Attuazione art. 1 L. 03/08/2007, n.123 in materia della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”;
- Norme CEI 0-15
- - Norme CEI 0-16

- - Norme CEI EN 61936-1 (ex CEI 11-1)
- - Norme CEI 11-25
- - Norme CEI 17-13/1
- - Norme CEI 17-6
- - Guida CEI 31-35
- - Guida CEI 31-37
- - Norme CEI 64-8
- - Norme CEI 17-13
- - Norme CEI 23-51 e 23-49
- - Norme CEI 81-10
- - Norma UNI EN 1838
- - Norma UNI EN 12464
- *Norme UNI EN 12464-1: "Illuminazione di interni con luce artificiale"*
- **Norme CEI 64-8 e s.m.i.: Impianti elettrici utilizzatori a tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.**

Ai fini della presente documentazione di progetto, per effettuare una corretta classificazione dei luoghi e della categoria dei sistemi elettrici e dei relativi requisiti di protezione richiesti, è stato fatto inoltre riferimento ai contenuti delle seguenti norme:

- Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30)
- Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)
- Norma CEI 31-35
- Norma CEI 31-35/A

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o altra Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM o altra Azienda Telefonica;

Tipologia Materiali elettrici:

- i componenti elettrici dovranno avere *Marchatura CE, Marchio IMQ* (o altri marchi UE)
- i componenti elettrici dovranno essere idonei rispetto all'ambiente di installazione.

Nella presente vengono definiti:

- sistema di II (seconda) categoria, la quota parte di impianto elettrico alimentato a 20.000 V, alimentato con una tensione di valore compreso fra 1.000 e 30.000 V in c.a.
- sistema di I (prima) categoria, la quota parte di impianto elettrico a 400 V alimentato con una tensione di valore compreso fra 50 e 1.000 V in c.a.
- sistema di categoria 0 (zero), per tensione nominale minore od uguale a 50 V se a corrente alternata, o a 120 V se a corrente continua.

3 IMPIANTO DI IIa CATEGORIA

Descrizione dell'intervento

Nella presente documentazione viene fatto riferimento alle prescrizioni di sicurezza indicate dalla Norma CEI EN 61936-1 di seguito denominata Norma.

Inoltre, particolare attenzione sarà rivolta alla verifica ed all'eventuale adeguamento di:

- ✓ alle misure di protezione contro i contatti diretti;
- ✓ alle misure di protezione contro i contatti indiretti in relazione ai dati forniti dal distributore;
- ✓ alle caratteristiche elettriche degli apparecchi in relazione alle caratteristiche della rete MT del distributore;
- ✓ alla verifica del corretto dimensionamento dei conduttori di terra, equipotenziali e di protezione;
- ✓ alla verifica della corretta taratura delle protezioni in relazione alle caratteristiche dei trasformatori;
- ✓ ai comandi funzionali e di emergenza;
- ✓ alle condizioni di ventilazione;
- ✓ agli spazi ed alle uscite di sicurezza;
- ✓ alla compartimentazione antincendio;

Il presente intervento, sarà relativo all'adeguamento dell'impianto elettrico di cabina MT/BT, subordinato alle mutate condizioni di esercizio della stato di messa a terra del neutro da parte del distributore, alla norma CEI 0-16, che costituisce la Regola Tecnica per la Connessione (RTC) alle reti di media e alta tensione a far data dal 1° settembre 2008 ed alle esigenze funzionali richieste dalla realizzazione di una sottostazione di trasformazione MT/BT come desumibile dagli elaborati grafici allegati.

L'intervento prevede le seguenti opere:

- Installazione di Trasformatori MT/BT in resina tipo T-CAST (Norma CEI 14-12):
- installazione di cella modulare MT con interruttore SF6, compreso tarature dello stesso;
- fornitura e posa in opera in terreno vegetale di tubazione flessibile in PVC doppia parete per alloggio cavi di media tensione di tipo RG7H10R, tale tubazione dovrà essere posta ad un metro di profondità ed a una distanza di cinquanta centimetri da altre condutture con cavi a tensioni diverse;
- installazione di cella modulare arrivo linea cabina trasformazione secondaria con interruttore di manovra sezionatore rotativo;
- realizzazione di collegamento tra l'interruttore SF6 e il sezionatore di manovra rotativo locale cabina secondaria, con cavo multipolare tipo RG7H10R tensione nominale minima 12/20KV, di sezione 70 mm² in tubazione pvc flessibile doppia parete interrata;
- realizzazione di collegamenti elettrici tra il sezionatore ed il trasformatore con cavo multipolare tipo RG7H10R tensione nominale minima 12/20KV, di sezione 70 mm²;
- installazione di trasformatore in resina 1250 kVA completo di centralina e sonde di temperatura;
- barriera metallica di protezione trasformatore;
- collegamenti equipotenziali vari e realizzazione impianto di terra di cabina secondo quanto rappresentato negli schemi planimetrici;
- verifica e prove impianto di terra di cabina;
- realizzazione di circuito di comando per azionamento bobina a lancio di corrente del DG e

- del di relativo dispositivo di controllo efficienza;
- installazione di elettroaspiratore espulsione aria all'interno della nuova cabina di trasformazione secondaria comprensivo di termostato e condutture di alimentazione;
 - realizzazione impianto cat. I nuova cabina di trasformazione secondaria;
 - Fornitura e posa in opera circuiti impianto cat. I dei servizi FM, luce ed illuminazione di sicurezza da installare a servizio dei locali della nuova cabina;
 - fornitura e posa in opera di pulsante di emergenza elettrica (Sezione impianto Cat. I - 400V) con segnalazione integrità circuito di comando, comprensivo di circuito di comando e degli oneri di collegamento alla relativa protezione;
 - Fornitura e posa in opera di segnaletica di sicurezza locale quadro generale MT (locale utente) e cabina 2 e di guanti e pedana isolanti locali quadro generale MT e cabina 2;

DATI AMBIENTALI DI PROGETTO

(riferiti al locale ove è installato il quadro)

Temperatura ambiente max +40 °C - min - 2 °C

Umidità relativa 95% massima

Altitudine < 1000 metri s.l.m.

DATI TECNICI IMPIANTO E DI PROGETTO

I dati principali dell'alimentazione elettrica assunti in fase di progetto sono quelli indicati dalla committenza, ovvero:

- Sistema elettrico: TRIFASE
- Sistema di alimentazione TN-S
- Tensione nominale fornitura ENEL fase – fase fino a 24.000 V
- Tensione nominale B.T. fase - fase 400 V
- Tensione nominale fase - neutro 230 V
- Livello nominale di isolamento
- 1) Tensione di tenuta ad impulso 1.2/50µs a secco
verso terra e tra le fasi (valore di cresta) : 125 kV
- 2) Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco
Verso terra e tra le fasi : 50 kV
- Frequenza del sistema 50 Hz
- Potenza cabina primaria 1000 kVA
- Temperatura locali installazione 5 - 30 °C
- Stato del neutro neutro compensato

Trasformatori MT/BT in resina tipo T-CAST (Norma CEI 14-12):

- la potenza nominale: 800 kVA
- una corrente nominale secondaria 1156 A
- la tensioni nominali: 20.000 / 400 V
- Perdite a vuoto: 2,0 kW
- Perdite a carico (75°C): 9,4 kW
- Vcc% = 6%
- Icc trifase a valle: 18,8 kA
- collegamento avvolgimenti: triangolo / stella

Dati caratteristici degli apparecchi di protezione e sezionamento lato mt da installare a servizio della cabina secondaria:

Interruttore SF6: Unità modulare di protezione con interruttore e sezionatore e partenza cavo, dovrà avere:

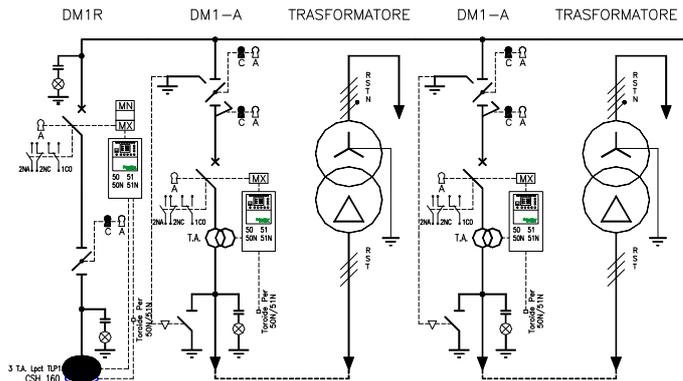
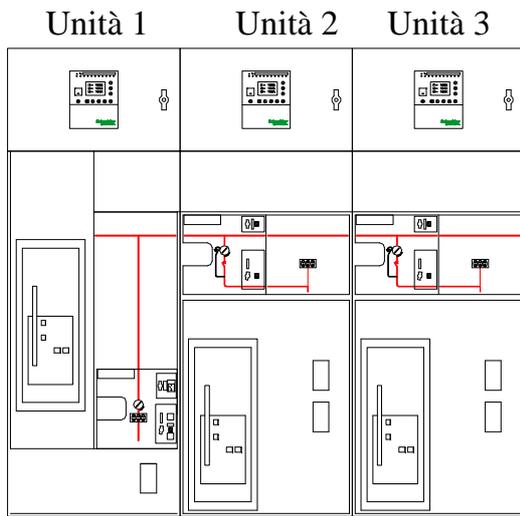
- dimensioni 1050x1850x500 avente le seguenti caratteristiche:
- Riferimento interno unità quadro con interruttore SF6;
- 24kV-12.5kA-630A con blocchi a chiave AP/CH su Sez. Mat + PDV in ingresso;
- Tensione di esercizio 15KV;
- Tensione alimentazione circuiti aux 220Vca;
- SF1, O-3min-CO-3min-CO, manuale + sganc. ap., contatti aux, blocco chiave;
- Circuito BT comando manuale. (Interruttore protezione circuito aux);
- Bobina lancio corrente + riarmo meccanico per alim. a valle interruttore per SF1 man;
- Rele di protezione (50/51-50N/51N);
- Trasformatori di corrente TA(CEI 0-16).

Risalita cavi: Unità modulare con risalita sbarre, dovrà avere:

- dimensioni 1070x1700x375 avente le seguenti caratteristiche:
- Riferimento interno unità risalita sbarre;
- Chiusura cella sbarre
- Cella circuiti ausiliari base integrata
- Interblocchi meccanici
- Sbarre e isolatori Sbarra
- Chiusura cella cavi
- Terminazioni cavi
- Supporti per attacco cavi
- Dispositivo di presenza tensione integrato
- Sbarra di terra passante

ISM: Unità modulare con interruttore di manovra – sezionatore, dovrà avere:

- dimensioni 1070x1700x500 avente le seguenti caratteristiche:
- Riferimento interno unità quadro con interruttore manovra sezionatore;
- L'interruttore di manovra sezionatore a 3 posizioni può trovarsi in una delle tre posizioni "chiuso", "aperto" o "a terra";
- 24kV-21kA-630A con blocchi meccanici;
- Chiusura cella cavi;
- Terminazioni cavi;
- Sbarra di terra passante;
- Supporti per attacco cavi.

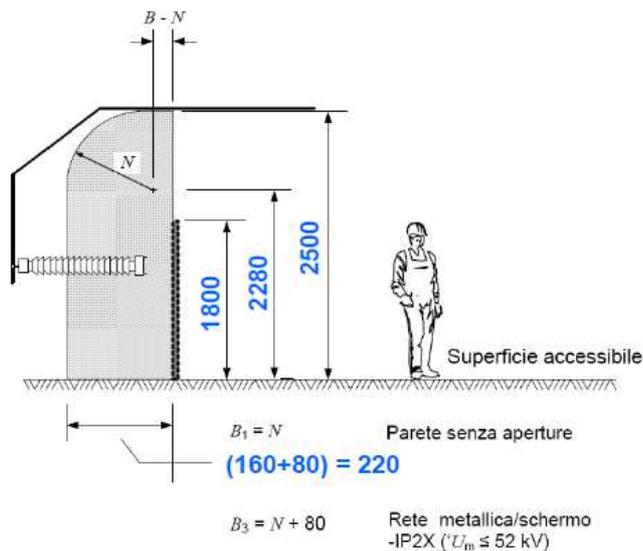


Unità 1 Unità 2 Unità 3

Protezione dai contatti diretti ed indiretti e provvedimenti particolari

Definizioni per misure di sicurezza contro lo shock elettrico [Norma CEI 99-2 (CEI EN 61936-2)]

- 3.4.1 protezione contro i contatti diretti “provvedimenti atti a prevenire che le persone vadano pericolosamente in prossimità di parti attive, o di quelle parti che potrebbero andare in tensione, con parti del loro corpo o mediante oggetti (raggiungendo la zona di pericolo)”;
- 3.4.2 protezione contro i contatti indiretti “protezione delle persone dai pericoli che potrebbero insorgere, in caso di guasto, dal contatto con masse di apparecchiature elettriche o con masse estranee”;
- 3.4.3 involucro “elemento che assicura la protezione delle apparecchiature contro determinate influenze esterne e la protezione, in ogni direzione, contro i contatti diretti”;
- 3.4.4 barriera “riparo che assicura la protezione contro i contatti diretti in tutte le direzioni abituali di accesso”; applicazione a 20 kV con rete IP2X



Isolamento: distanze minime d'isolamento in aria delle parti attive

La distanza minima dei conduttori di fase tra loro e verso terra (distanza di Isolamento N) si ricava dalla seguente tabella:

Fascia di tensione	Tensione massima dell'impianto	Tensione assegnata di tenuta a frequenza industriale di breve durata	Tensione assegnata di tenuta ad impulso atmosferico ⁽¹⁾	Distanze minime tra fase e terra e tra fase e fase	
	U_m Valore efficace	U_d Valore efficace	U_p 1,2/50 μ s (valore di picco)	N	
	kV	kV	kV	Impianti al chiuso mm	Impianti all'aperto mm
	3,6	10	20	60	120
			40	60	120
	7,2	20	40	60	120
			60	90	120
→	12	28	60	90	150
			75	120	150
			95	160	160
	17,5	38	75	120	160
			95	160	160
	24	50	95	160	
			125	220	
			145	270	

Per la fascia di tensione A – Un 20 kV, ovvero 160 mm.

Nel caso specifico quanto sopra è assicurato dal costruttore in quanto trattasi di cabina con quadri MT prefabbricati, conformi alla norma CEI 17-6 e smi.

ISOLAMENTO: TENSIONE NOMINALE D'ISOLAMENTO RICHIESTA ALLE AGLI APPARECCHI DI MANOVRA ED AI SEZIONATORI

La tensione nominale d'isolamento di tali apparecchi è pari a 24 kV.

ISOLAMENTO: CARATTERISTICHE DIELETTRICHE DEI CAVI MT

Le tensione nominale d'isolamento dei cavi impiegati per i collegamenti MT, risulta pari a 12/20kV, ovvero adeguata per sistemi con tensione massima U_m di 24 kV.

Lo schermo e/o la guaina metallica del cavo risulta essere messa a terra almeno ad un'estremità del cavo stesso.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Il contatto non intenzionale con le parti attive di componenti MT all'interno delle celle è assicurato mediante quadri prefabbricati, conformi alla norma CEI 17-6.

I quadri sono dotati degli interblocchi meccanici e blocco porta a chiave, in conformità a quanto previsto dalla suddetta normativa.

Sui quadri, frontalmente, sono presenti apposti cartelli monitori e di istruzione sulla corretta sequenza delle manovre di apertura e chiusura di apparecchi ed accesso alle celle.

I suddetti quadri risultano essere meccanicamente robusti, saldamente fissate alle strutture, e realizzati in modo tale da assicurare che, qualora chiusi, nessuna parte del corpo umano possa raggiungere la zona di guardia prossima alle parti attive.

La protezione contro i contatti diretti della quotate parte di impianto relativo al sistema di I categoria (0,4 kV), esternamente alla suddetta cella, sarà realizzata mediante l'isolamento delle

parti attive; dovranno essere garantiti i gradi di protezione non inferiori ad IP 2XC in accordo a quanto previsto al punto 412.2.1 della CEI 64-8; analogamente le superfici orizzontali degli involucri posti a portata di mano hanno/devono avere un grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD in accordo a quanto previsto al punto 412.2.2 della suddetta Norma.

Le custodie, le cassette di connessione e derivazione ed il quadro avranno almeno il grado di protezione minimo suddetto e la loro apertura sarà possibile solo mediante chiave o attrezzo idoneo.

L'accesso all'interno del locale cabina dovrà essere possibile esclusivamente mediante apertura a chiave al solo personale addestrato ed autorizzato.

TENSIONE TOTALE DI TERRA E TENSIONI DI PASSO E CONTATTO

Una tensione di contatto U_T e una tensione di passo $U_S = 33 U_T$ hanno la stessa probabilità di innescare la fibrillazione ventricolare, (TNE 1/07) La norma CEI 11-1 assumeva $U_{Sp} = 3 U_{Tp}$. Secondo la norma CEI 99-3, se un impianto di terra va bene per la tensione di contatto va bene anche per la tensione di passo.

Conclusione: non si considera, e non si misura più, la tensione di passo (MT e AT)

Eccezione: provvedimenti per US dovuta al fulmine (il valore di picco spesso supera 100 kA)

VERIFICHE delle TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO - Guasti sul Sistema MT

In relazione alla Norma CEI 99-1 in vigore, relativa agli "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata", il valore della resistenza dell'impianto di terra deve essere tale che non si verifichino tensioni di contatto e di passo pericolose per le persone.

Per la determinazione del valore di dimensionamento della resistenza di terra R_E è necessario conoscere il valore della corrente di terra I_E (nel caso in cui tale valore non sia reso noto assumeremo, ai fini di una maggiore sicurezza, $I_E = I_F$, con I_F massima corrente di guasto monofase a terra del sistema elettrico) ed il tempo di intervento t_F , delle protezioni per guasti a terra sul lato di consegna MT: entrambi tali valori ($I_F - t_F$) devono essere forniti dall'Ente Distributore di energia elettrica.

Pertanto, con riferimento Norma CEI 99-1, noti (da verificare con Ente distributore)

$$\begin{aligned} I_F &= 440 \quad \text{A} \\ t_F &= 0,75 \quad \text{s} \end{aligned}$$

Mentre dalla **Tabella 1** si ricava per questi valori:

$$U_{TP} = 148,375 \quad \text{V}$$

$$\text{Deve risultare: } U_E = Z_E \cdot I_E \leq \frac{U_{TP}}{I_F}$$

dove:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_E = \text{Tensione totale di terra} \\ Z_E = \text{Impedenza totale di terra} \\ I_E = \text{Corrente totale di terra} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} U_{TP} = \text{Tensione di contatto ammissibile} \\ I_F = \text{Massima corrente di guasto} \end{array} \right.$$

$$\text{da cui: } Z_E \cong R_E \leq \frac{U_{TP}}{I_F} \cong \frac{U_{TP}}{I_E} = \frac{148,38}{440} = 0,34 \quad \Omega$$

Tabella 1 – Norma CEI 99-1

Tempo di eliminazione del guasto a terra t_F (s)	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} (V)	Tempo di eliminazione del guasto a terra t_F (s)	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} (V)
Tempo di eliminazione del guasto a terra t_F (s)	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} (V)	0,5001	220,00
0,0001	790,00	0,5500	187,00
0,0400	790,00	0,5501	187,00
0,0401	790,00	0,6000	180,00
0,0600	703,00	0,6001	180,00
0,0601	703,00	0,6400	170,00
0,0800	677,00	0,6401	170,00
0,0801	677,00	0,6500	167,00
0,1000	654,00	0,6501	167,00
0,1001	654,00	0,7000	157,00
0,1400	610,00	0,7001	157,00
0,1401	610,00	0,7200	154,00
0,1500	599,00	0,7500	148,38
0,1501	599,00	0,8000	139,00
0,2000	537,00	0,8001	139,00
0,2001	537,00	0,9000	127,00
0,2500	464,00	0,9001	127,00
0,2501	464,00	0,9500	121,00
0,2900	410,00	0,9501	121,00
0,2901	410,00	1,0000	117,00
0,3000	397,00	1,0001	117,00
0,3001	397,00	1,1000	114,00
0,3500	340,00	1,1001	114,00
0,3501	340,00	3,0000	90,00
0,3900	302,00	3,0001	90,00
0,3901	302,00	5,0000	86,00
0,4000	292,00	5,0001	86,00
0,4001	292,00	7,0000	85,00
0,4500	252,00	7,0001	85,00
0,4501	252,00	10,0000	85,00
0,5000	220,00	10,0001	85,00
		100,0000	80,00

N.B.: Qualora la tensione totale di terra supererà i limiti indicati nella tabella sopra non è detto che l'impianto di terra sia pericoloso ma è solo obbligatorio misurare le tensioni di contatto e di passo. Soltanto se queste superano i limiti della tabella sopra l'impianto di terra è da considerare inadeguato.

CRITERI DI SICUREZZA (sistema TN)

Dovrà essere verificata, la condizione:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s} \quad (1)$$

dove:

- U_0 è la tensione nominale verso terra dell'impianto, (V)
 Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto, per guasto franco a massa; (Ω)
 I_a è il valore della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, entro il tempo di seguito definito:

- a) correnti terminali che alimentano (tramite o senza prese a spina), componenti elettrici mobili, portatili o trasportabili.

	U_0	Tempo di interruzione (s)
	120	0,8
→	230	0,4
→	400	0,2
	> 400	0,1

b) Correnti di distribuzione: il tempo massimo di interruzione è di 5 s.

c) Correnti terminali che alimentano componenti elettrici fissi: il tempo massimo di interruzione è di 5 s purché siano verificate alcune condizioni analizzate all'art. 413.1.3.5 delle Norme 64-8 (qui per brevità non riportate- Vedi anche Figura 9), in caso contrario si ricava mediante la tabella riportata al punto a).

La quantità al secondo membro della (1) deve essere valutata nel caso peggiore cioè con l'impedenza di guasto di valore massimo, a cui corrisponde la corrente di corto circuito minima tra fase-PE, verificando che la corrente d'intervento del magnetotermico sia inferiore a tali valori:

$$\frac{U_0}{Z_s} = I_{ccf-PE \cdot \min} > I_{magn} \quad (2)$$

In tal caso poiché per guasto fase-massa ($I_{ccf-pe \min}$) in un qualunque punto della linea, si ha sempre l'intervento del magnetotermico (I_{magn}), il tempo di intervento ad esso associato è sicuramente inferiore a tutti i valori massimi imposti nei punti a), b), c).

Si deduce pertanto che se la (2) è soddisfatta è necessariamente verificata anche la (1) e quindi è garantita la protezione contro i contatti indiretti.

N.B. Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} quindi la (1) è sempre verificata.

DISPOSITIVI DI SEZIONAMENTO

Il sezionamento dell'impianto avverrà rispettando la sequenza delle manovre delle apparecchiature MT sopra indicate e quindi alla successiva messa a terra della parte di impianto a sezionata.

Lo schema dell'impianto è allegata alla presente.

Le celle prefabbricate, certificata dal costruttore, rispettano la prescrizione specifica di cui alla CEI 99-1 relativa alla verifica della posizione dei contatti degli apparecchi di sezionamento lato utente.

I suddetti dispositivi di sezionamento con comando manuale sono dotati dei necessari di dispositivi di blocco meccanico per impedirne la richiusura involontaria.

Il sezionamento di emergenza dell'impianto, sarà eseguito lato MT con azionamento in apertura del nuovo DG mediante bobina a lancio di corrente; il circuito di comando sarà alimentato da UPS e la sua integrità permanentemente monitorata da apposito dispositivo (data logger) avente le caratteristiche stabilite dall'art.D4 della norma CEI 0-16.

Il pulsante di emergenza sarà installato in custodia IP55 di colore rosso dotata di elemento frangibile all'esterno dell'immobile e della cabina in zona facilmente accessibile. La sua funzione dovrà essere adeguatamente segnalata in prossimità dello stesso.

Per il rifasamento è prevista una batteria di condensatori di potenza come sotto riportato.

Numero ore medio mensile di funzionamento	N_{mens}	720,00	ore
Potenza media mensile nelle ore di funzionamento	$P_m =$	750	kW
Fattore di potenza effettivo rifasato	$\cos \Phi_f$	0,92	
Fattore di potenza minimo	$\cos \Phi_i$	0,7	
Tensione nominale rete	$V_n =$	400	V
Tensione Condensatori	$V_c =$	400	V
Potenza batteria condensatori calcolata	$Q_c =$	445,65	kvar
Potenza batteria condensatori commerciale	$Q_c =$	446	kvar
Capacità (stella)	$C_y =$	0,00887	F
Capacità (triangolo)	$C_{\Delta} =$	0,00296	F
Corrente condensatori	$I_q =$	643,25	A
Corrente del dispositivo di protezione:	$I_n =$	800	A
Soglia d'intervento:		"C" (10 In)	
Centralina Rifasamento	DUCATI NSLA-400		

OSSERVAZIONI E NOTE :

Le norme CEI 33-1 prescrive l'obbligatorietà del circuito di scarica, a meno che i condensatori non siano permanentemente collegati ad altre apparecchiature elettriche, che costituiscano di per se degli adeguati circuiti di scarica.

Il tempo t , (necessario per la riduzione della tensione), stabilito dalle norme per condensatori con tensione inferiore 1000 V deve essere minore o uguale ad un 1 minuto. (con una tensione residua $v \leq 50V$).

Il tempo t , (necessario per la riduzione della tensione), stabilito dalle norme per condensatori con tensione superiore 1000 V deve essere minore o uguale a 5 minuti, (con una tensione residua $v \leq 50V$).

4 CIRCUITI ELETTRICI

4.1. Cavi (vedere schemi elettrici)

I cavi adottati sono stati previsti con conduttori in rame *non propaganti l'incendio*, a ridotta emissione di fumi opachi, gas corrosivi [grado d'isolamento 2 (CEI 20-22 II) (luoghi normali)] detti cavi se *unipolari* dovranno avere tensioni nominali verso terra (U_0/U) non inferiori a 450/750V, se multipolari dovranno avere tensioni nominali verso terra (U_0/U) non inferiori a 0,6/1kV. Dovranno essere protetti contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad un'altezza di 2,5 m dal pavimento.

Tipo di Conduttore (Per il tipo di cavi vedere la tabella seguente, e gli schemi elettrici unifilari)

Sigla (Unipolari)	Caratteristica del conduttore
→ N07V-K (Nero, marrone, grigio, blu, G/V) CEI 20-22 II	Rame flessibile, isolato in PVC qualità R2, da installare entro tubazioni in vista o incassate o altri sistemi chiusi (indicati in luoghi normali) niente gas corrosivi.
→ FG7(O)R 0,6/1kV (Nero, marrone, grigio, blu, G/V) CEI 20-22 II	Rame flessibile, isolato in gomma sintetica HEPR, qualità G7, con guaina protettiva in PVC qualità RZ (indicati in luoghi normali industriali e civili per impianti BT e trasporti di comandi e segnali) niente gas corrosivi.

Sigla (Multipolari)	Caratteristica del conduttore
→ FG7(O)R 0,6/1kV (Nero, marrone, grigio, blu, G/V) CEI 20-22 II	Rame flessibile, isolato in gomma sintetica HEPR, qualità G7, con guaina protettiva in PVC qualità RZ (indicati in luoghi normali industriali e civili per impianti BT e trasporti di comandi e segnali) niente gas corrosivi.

Le sezioni dei conduttori, nei singoli tronchi dei vari circuiti, sono state dimensionate in modo che la densità di corrente non risulti superiore a quella indicata dalle tabelle CEI-UNEL in vigore e che la caduta di tensione sia contenuta entro i valori massimi ammissibili. Si sono effettuati, a tale scopo, calcoli di verifica elettrici e termici utilizzando un programma di calcolo computerizzato che implementa metodi e procedure di calcolo proposti dalle norme CEI. Comunque, non sono state adottate sezioni inferiori a 2,5 mm² per le linee principali e 1,5 mm² per le altre.

Le connessioni saranno eseguite nelle apposite cassette per derivazioni, con adeguati morsetti serrafile.

Dalle norme CEI 16-2 saranno tratte l'identificazione dei cavi/morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e le regole generali per un sistema alfanumerico. I cavi appartenenti a circuiti di diversa categoria viaggeranno in tubazioni diverse e contraddistinte dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle CEI-UNEL 00722 di unificazione.

La norma EN 60446 (Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici) creata dal CEI stabilisce per i cavi elettrici un preciso codice colore:

Fase 1: L1, Marrone, (ex R)

Fase 2: L2, Nero, (ex S)

Fase 3: L3, Grigio, (ex T)

Neutro: N, Blu chiaro, (ex BLU)

Protezione/terra/schermo: PE, giallo-verde

In particolare i conduttori di neutro e protezione, come da norma, dovranno essere rispettivamente di colore blu chiaro e bicolore giallo-verde

4.2. Condotti di Protezione e Posa (vedere Stampa Tabellare Schemi Elettrici)

I condotti di protezione *interni* dei cavi realizzati:

- con tubi protettivi incassati a parete, unitamente ai manicotti di giunzione, costituiti di materiale termoplastico, serie leggera, tipo L, aventi raggi di curvatura $\geq 12 D$ ($D =$ Diametro esterno del cavo). Inoltre il diametro del tubo protettivo deve essere $\geq 1,3$ volte il diametro del fascio di cavi che ospita;
- con canalette, posate a vista, di materiale metallico, e di sezione occupata dai cavi non superiore al 50% della sezione del canale stesso;
- con canalette, posate a vista, di materiale termoplastico autoestinguente, devono essere conformi alla norma CEI 23-32 (montanti) ed alla norma CEI 23-19 (battiscopa). La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà della sezione del canale;
- con tubi, posati a vista, unitamente ai manicotti di giunzione, costituiti di materiale termoplastico autoestinguente, serie pesante, tipo P, aventi raggi di curvatura $\geq 12 D$ ($D =$ Diametro esterno del cavo). Il diametro del tubo protettivo deve essere $\geq 1,3$ volte il diametro del fascio di cavi che ospita;

Importante, i tubi/canali di materiale termoplastico autoestinguente, possono essere di qualsiasi colore ad eccezione del *giallo*, dell'*arancio* e del *rosso*.

Ad ogni derivazione da linea principale a secondaria o a brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, la tubazione o canaletta, dovrà essere interrotta da cassette di derivazione con coperchio apribile solo con opportuno attrezzo, oppure si inseriranno raccordi adeguati.

Tali cassette di derivazione o raccordi, devono avere le stesse caratteristiche dei tubi/canali di protezione.

N.B. Quando un condotto protettivo attraversa elementi costruttivi del compartimento antincendio (pavimenti, muri, solai, pareti, ecc.) aventi una resistenza al fuoco specificata, occorre ripristinare la resistenza al fuoco che l'elemento possedeva in assenza del condotto.

Sigillare il passaggio di cavi attraverso le pareti mediante l'uso di guarnizioni di gomma sintetica avente la proprietà di aumentare di volume quando viene a contatto col fuoco.

Occorre quindi otturare il foro di passaggio nel muro rimasto libero e l'interno del condotto stesso, es. con materiale ignifugo tipo *lana di roccia*, *mastice* oppure anche mediante *l'uso di tubi di materiale intumescente* (capacità del materiale di espandersi al contatto del fuoco) e *stuccatura* con materiale antifluo sulle due facce della parete o della soletta, in corrispondenza dell'uscita della conduttura. Per gli attraversamenti delle solette, in conduttori possono essere annegati in lana di vetro e getto di schiuma intumescente.

Non è necessario otturare l'interno del condotto protettivo se questo è conforme alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma della norma CEI 23-25 o CEI 23-29, ha un diametro interno non superiore a 30 mm (tubo $\phi 32$) e grado di protezione $\geq IP33$, inclusa la sua estremità se penetra in un ambiente chiuso.

I condotti di protezione **esterni** dei cavi realizzati:

- La posa dei cavi per l'impianto all'esterno è del tipo con guaina, in tubo/canale, interrati. Le tubazioni devono fare capo a pozzetti d'ispezione e di infilaggio con fondo perdente con dimensioni: (40 cm x 40 cm x 60 cm), per permettere un agevole accesso; i pozzetti devono essere dotati di robusti chiusini, se in aree carrabili. Per l'illuminazione esterna ci si deve attenere alle norme CEI 64-7 artt. 4.4.05, 4.7.05 per quanto riguarda i bracci, i supporti, pali metallici.
- con tubi, posati a vista (\geq IP55), unitamente ai manicotti di giunzione, costituiti di materiale termoplastico autoestinguente, serie pesante, tipo P, aventi raggi di curvatura $\geq 12 D$ (D = Diametro esterno del cavo). Il diametro del tubo protettivo deve essere $\geq 1,3$ volte il diametro del fascio di cavi che ospita.
- In aria libera con passerelle perforate orizzontali non distanziati con o senza armatura.
- In aria libera fissato alla parete o soffitto.

4.3. Apparecchi di comando

Nei circuiti bipolari (fase-fase o fase-neutro) gli *interruttori di comando*, ad esempio per il circuito luce, possono essere unipolari, ma sui circuiti fase-neutro devono essere inseriti sul conduttore di fase.

Gli *interruttori di comando*, i *deviatori* e gli *invertitori* per i punti luce sono da 10 A; gli *interruttori* per le prese "comandate" devono avere la stessa corrente nominale della presa.

4.4. Prese a spina

Le prese a spina per uso domestico e similare (monofasi) possono essere utilizzate nelle strutture commerciali, dove non è in genere previsto un servizio gravoso con forti urti e vibrazioni. Le prese 2 P+T 10/16 A bipasso con alveoli schermati sono spesso preferite per la loro versatilità.

Prese a spina di tipo industriale (prese CEE) sono anche necessarie:

- per prese a spina monofasi 2P+T con corrente nominale superiore a 16 A;
- per prese a spina trifasi;
- quando è previsto un utilizzo gravoso (urti e vibrazioni).

N.B. le prese a spina con corrente nominale superiore a 16 A debbono essere abbinata ad un interruttore, preferibilmente *interbloccato* con la presa a spina. Tale soluzione è anche consigliata quando la corrente di cortocircuito al livello della presa supera 5kA, indipendente dalla corrente nominale della presa a spina.

4.5. Apparecchi di comando e di segnalazione

Gli apparecchi di comando e di segnalazione devono essere facilmente manovrabili ed individuabili anche in caso di mancanza di illuminazione.

Il campanello elettrico posto in vicinanza della tazza WC deve essere del tipo a cordone e la suoneria deve essere ubicata in luogo appropriato al fine di consentire l'immediata percezione dell'eventuale richiesta di assistenza.

4.6. Componenti elettrici (per apparecchi di comando e prese a spina)

I frutti installati nelle apposite cassette portafrutti saranno montati sui telai portapparecchi

isolanti e coperti con placca e le prese di corrente saranno del tipo ad alveoli schermati.

4.7. Dispositivi di comando di emergenza

Quando è necessario mettere fuori tensione, in caso di pericolo, un circuito, si deve installare un dispositivo di interruzione in modo tale che sia facilmente riconoscibile e che sia rapidamente manovrabile (Vedere Schemi Elettrici).

Verrà inserito un comando elettrico a distanza, a mezzo per es. di interruttori e contattori; in questo caso essi devono aprirsi per diseccitazione delle bobine.

4.8. Impianti elettrici in locali da bagno/doccia

Le zone di rispetto sono 3, così come specificato in tabella (CEI 64-8/7 sez.7001).

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Grado di protezione min	IPX4	IPX4	IPX1
Dispositivi di comando, protezione, ecc. (art.701.53)	vietati	Vietati	Ammessi , purchè protetti con interruttore diff. Con $I_{dn} \leq 30$ mA
Apparecchi utilizzatori (art. 701.55)	Ammessi ✓ Apparecchi fissi SELV ✓ Scaldacqua	Ammessi oltre a quelli della zona 1: ✓ App. Illum., di riscaldamento, unità per idromassaggio di classe II o di classe I interruttore diff. Con $I_{dn} \leq 30$ mA	Nessuna limitazione (regole generali)
Prese a spina	Vietate	Ammesse prese per rasoi elettrici con proprio trasformatore di isolamento classe II incorporato	Ammesse , purchè protette con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA
Condutture elettriche (eccetto quelle incassate a profondità >5cm – art. 701.52)	Limitate a quelle che alimentano apparecchi posti nelle zone 1 e 2. Isolamento corrispondente alla classe II e senza tubazioni metalliche.		Nessuna limitazione (regole generali)
Collegamento equipotenziale supplementare (art. 7001.413.1.6)	richiesto	richiesto	richiesto

N.B. Il grado IPX1 indica la protezione contro la caduta verticale di gocce d'acqua ; IPX4 contro gli spruzzi d'acqua in tutte le direzioni.

5 IMPIANTI ELETTRONICI

Con tale dicitura vengono intesi in questa relazione i seguenti Impianti:

- * impianto di 12/24/30 V: lampade portatili, ecc.;
- * impianto interno di segnalazione;
- * impianto telefonico;
- * impianto citofonico o videocitofonico;
- * impianto antenna TV;
- * impianto di allarme antintrusione.

Trattandosi di impianti particolari, ed in alcuni casi a tensione di esercizio differente, per garantire un migliore, funzionamento ed una adeguata sicurezza di esercizio e non interferenza con le condutture di distribuzione dell'energia elettrica, è opportuno che vengano realizzate con proprie condutture in tubazioni e cassette di derivazione indipendenti, oppure si useranno cavi di segnale isolati per la tensione nominale richiesta per i cavi di energia *non propaganti l'incendio (CEI 20-22)*, “a bassa emissione di fumi”, il che vuol dire anche non emissione di gas corrosivi ad alta temperatura (CEI 20-37) (tipo bipolare flessibile in PVC qualità RZ - FG7(O)R 0,6/1kV).

6 MISURE DI PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

La protezione dai contatti diretti verrà assicurata dall'isolamento dei componenti che a tal fine verranno scelti solo se riportanti il marchio di qualità IMQ, cosa che ne assicura la corrispondenza dell'isolamento alle relative norme. La protezione dai contatti indiretti verrà effettuata in accordo all'art.5.4.06 delle norme CEI 64-8, come in seguito descritta (IMPIANTO di TERRA).

7 REALIZZAZIONE IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Essendo il nostro sistema del tipo TN-S, i conduttori di terra (CT), i conduttori di protezione (PE) ed il centro stella dei trasformatori (N) saranno attestati al collettore principale di terra posto nella Cabina Utente di trasformazione.

Tutte le parti metalliche degli utilizzatori elettrici (masse) e gli alveoli o contatti di terra delle prese di corrente saranno connessi, tramite i conduttori di protezione PE di colore giallo-verde, all'impianto di dispersione (Vedere Planimetrie).

A tale impianto vanno pure collegate tutte quelle masse metalliche estranee capaci di introdurre il potenziale di terra o altri tipi di potenziali tali da produrre condizioni di pericolo. Si opererà, così, al loro collegamento equipotenziale per portarle tutte alla stessa tensione.

Dovranno essere connessi a tale impianto di terra anche i limitatori di tensione nonché i sistemi di protezione contro le scariche atmosferiche e contro l'accumulo di cariche elettrostatiche.

L'impianto di terra deve essere “unico” per tutto l'impianto e deve essere realizzato in modo

da essere sicuri che mantenga la propria efficienza nel tempo.

L'impianto dovrà avere dispersori consistenti in picchetti in profilato di acciaio zincato (lunghezza 1,5 m) in numero come specificato nel prospetto grafico allegato

Saranno infissi nel terreno, con almeno un dispersore corredato di pozzetto ispezionabile, per consentire misure e controlli periodici. Il pozzetto dovrà essere dotato di robusto chiusino, se in aree carrabili.

È quindi buona regola installare gli elementi disperdenti al di sotto della superficie originale del terreno ad una profondità di almeno 0,5 m come anche suggerito dalla pubblicazione CEI.

Tale impianto dispersore, che si sviluppa parzialmente attorno al perimetro esterno del fabbricato, è costituito da una corda di rame, nuda, di sezione $\geq 35 \text{ mm}^2$, posta in intimo contatto col terreno e collegata ai dispersori verticali.

Il conduttore di terra (CT) parte dal dispersore e si porta al collettore di terra (elemento dell'impianto di terra nel quale confluiscono tutti i conduttori di equipotenzialità, da indicare col contrassegno di terra). Dal collettore partono il conduttore di protezione principale (PE), sezione come il conduttore di fase con sezione maggiore, diretto al quadro generale e quindi sull'utenza con sezioni uguali a quelle di fase, e il conduttore equipotenziale (EQP).

(Per le sezioni vedere le tabelle seguenti)

Conduttori di terra (CT)

Caratteristica di posa	Sezione (CT) mm^2
→ Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	uguale a quello di fase [$S_{\min}=16 \text{ (Cu)}$]
Non protetto contro la corrosione	uguale a quello di fase [$S_{\min}=35 \text{ (Cu)}$]

Conduttore di protezione principale (PE)

Sezione conduttore di fase	Sezione (PE). mm^2
→ fino a 16 mm^2	uguale a quello di fase
→ $16 \text{ mm}^2 \leq S \leq 35 \text{ mm}^2$	16 mm^2
→ $\geq 35 \text{ mm}^2$	metà di quello di fase

Conduttori equipotenziali Principali (EQP)

Sezione conduttore protezione principale (PE) mm^2	Sezione conduttore equipotenziale EQP. mm^2
→ $PE \leq 10$	EQP = 6
→ $PE = 16$	EQP = 10
→ $PE = 25$	EQP = 16
→ $PE > 35$	EQP = 25

Conduttori equipotenziali Secondari (EQS)

→ Collegamento massa-massa	$EQS \geq$ al PE	di sezione minore
→ Collegamento massa-massa estranea	$EQS \geq$ a $\frac{1}{2}$	della sez. del corrispondente PE
→ Collegamento: massa estranea - massa estranea	$EQS \geq 2,5 \text{ mm}^2$ $EQS \geq 4 \text{ mm}^2$	con protezione meccanica senza protezione meccanica

Massa = parte conduttrice facente parte dell'impianto elettrico, che non è in tensione in condizioni ordinarie d'isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata. (Es. boiler, elettrodomestici, ecc.)

Massa estranea = parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra. (acquedotto, gronde, tubazioni del locale bagno, ecc.)

Le giunzioni tra i vari elementi dell'impianto di terra, devono essere eseguite con saldatura forte o autogena oppure con appositi morsetti o manicotti che assicurino un contatto equivalente a quello della saldatura.

Il coordinamento tra l'impianto di messa a terra e le protezioni è assicurato dall'installazione di interruttori automatici differenziali ad alta sensibilità e regolabili che costituiscono, inoltre, per i contatti diretti, una buona protezione addizionale.

Nota.: Molto spesso accade che nei collegamenti tra le masse estranee si commettano degli errori grossolani di interconnessione, generando delle correnti galvaniche molto dannose che nell'arco di pochi anni producono *perforazioni* delle tubazioni, corrosione dei dispersori, corrosione dei collegamenti.

Se si utilizzano conduttori di collegamento di natura diversa, può essere utile l'uso di piastre equipotenziali con morsetti d'ottone od ottone nichelato per attenuare eventuali giunzioni galvaniche.

L'equipotenzialità non sempre si ottiene tramite un collegamento diretto, in molti casi l'equipotenzialità si ottiene attraverso l'interposizione di limitatori di sovratensione.

Per la messa a terra contro le scariche atmosferiche si applicano le Norme CEI 64-8, CEI 81-10 collegando le parti metalliche facenti parte dell'impianto ai dispersori di terra come indicato nei grafici allegati.

8 PROTEZIONE CONTRO I FULMINI: VALUTAZIONE DEL RISCHIO SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

8.a.1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene: (**N.B. : Valutazione rischio fulmini dell'intera struttura**)

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine ai sensi del DLgs 81/08, art. 29;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie richiesto dal DLgs 81/08, art. 84.

8.a.2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI (Febbr. 2013):

- CEI EN 62305-1: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali";
- CEI EN 62305-2: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio"
- CEI EN 62305-3: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita";
- CEI EN 62305-4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture";
- CEI 81-29: "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" (Febbraio 2014);
- CEI 81-30: "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS). Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)" (Febbraio 2014).

8.a.3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

8.a.4. Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale: :

$$N_t = 2,39 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

8.a.5. Dati relativi alla struttura

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

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: altro

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

- perdita di vite umane

In accordo con la Norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato : - rischio R1.

8.a.6. Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea Alta Tensione

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle linee elettriche.

8.a.7. Definizione e caratteristiche delle zone

- Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;

- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);

- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;

- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Esterna Cabina

Z2: Interno Cabina

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle Zone.

8.a.8. Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta AD).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta AM).

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice Valori delle probabilità P per la struttura non protetta.

8.a.9. Valutazione dei rischi

✓ Rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Esterna Cabina

RA: 4,43E-07

Totale: 4,43E-07

Z2: Interno Cabina

RA: 4,43E-07

RB: 2,22E-09

RU(Linea TRAFI): 0,00E+00

RV(Linea TRAFI): 4,35E-09

Totale: 4,50E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 8,93E-07

✓ Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 8,93E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

8.a.10. Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 8,93E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8.a.11. Conclusioni

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

9 APPENDICI

9.b.1. APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato Disegno della struttura)

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($C_d = 1$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra ($1/\text{km}^2$ anno) $N_g = 2,37$

9.b.2. APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Linea Alta Tensione

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 200$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

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

9.b.3. APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Esterna Cabina

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: erba ($r_t = 0,01$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori isolamento

Valori medi delle perdite per la zona: Esterna Cabina

Numero di persone nella zona: 5

Numero totale di persone nella struttura: 5

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R_1) $LA = 9,09E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Esterna Cabina

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: Interno Cabina

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: erba ($r_t = 0,01$)

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

Pericoli particolari: nessuno ($h = 1$)

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: continua - spessore: $s = 0,1$ mm

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori isolamento barriere

Impianto interno: Linea TRAFIO

Alimentato dalla linea Linea Alta Tensione

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

Tensione di tenuta: 6,0 kV

Sistema di SPD - livello: I ($PSPD = 0,01$)

Valori medi delle perdite per la zona: Interno Cabina

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 5

Numero totale di persone nella struttura: 5

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 9,09E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 4,55E-07$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Interno Cabina

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

9.b.4. APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente r_f alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente r_t alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Esterna Cabina

FS1: 4,88E-03

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 4,88E-03

Z2: Interno Cabina

FS1: 4,88E-03

FS2: 2,69E-14

FS3: 9,56E-03

FS4: 9,56E-02

Totale: 1,10E-01

9.b.5. APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 2,04E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,06E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 4,88E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 9,70E-01$

Linee elettriche

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

Linea Alta Tensione

$AL = 0,008000 \text{ km}^2$

$AI = 0,800000 \text{ km}^2$

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

Linea Alta Tensione

$NL = 0,009560$

$NI = 0,956000$

9.b.6. APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Esterna Cabina

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: Interno Cabina

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Linea TRAFI) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Linea TRAFI) = 2,78E-14

PM = 2,78E-14

PU (Linea TRAFI) = 0,00E+00

PV (Linea TRAFI) = 1,00E+00

PW (Linea TRAFI) = 1,00E+00

PZ (Linea TRAFI) = 1,00E-01



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: SP195, 84025 Battipaglia SA, Italia

Latitudine: 40.595797

Longitudine: 15.020363





VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 2,39 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **40,595797° N**

Longitudine: **15,020363° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- I valori di N_G inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

Data, 15 gennaio 2017

10 CALCOLI DI VERIFICA ELETTRICA

La verifica consiste nel controllare che la caduta di tensione nei cavi di alimentazione sia contenuta nei limiti prescritti dalle norme;

- 1) che il potere di interruzione degli interruttori sia superiore al valore massimo della corrente di corto-circuito (c.c.) presunta;
- 2) che la caduta di tensione lungo la linea non assuma valori superiori al 4%, del valore nominale della tensione;
- 3) che i cavi stessi siano protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi;
- 4) che i cavi stessi siano protetti contro i corto-circuiti;
- 5) che sia verificata la protezione contro i contatti indiretti.

10.1 Verifica del potere di interruzione

La determinazione del valore della corrente di corto circuito (c.c.) in un punto qualunque del sistema TN, si ottiene calcolando l'impedenza complessiva della rete a monte del punto considerato, ossia la somma delle impedenze dei vari elementi del circuito.

Il software quindi richiede per il calcolo:

- Potenza di c.c. della rete M.T.;
- Potenza trasformatore;
- Tensione di c.c.;
- Perdite negli avvolgimenti.

Tutte le apparecchiature di protezione utilizzate hanno un potere d'interruzione idoneo alle max correnti di c.c.

10.2 Verifica delle cadute di tensione

Si è proceduto alla verifica tenendo conto delle caratteristiche costruttive dei cavi, del tipo di posa e dei valori di resistenza e reattanza impiegando la formula:

$$\Delta V_f = I_b \cdot l \cdot [r \cdot \cos(\Phi_c) + x \cdot \sin(\Phi_c)] + \frac{l^2 \cdot (r^2 + x^2)}{2 \cdot V_f} \quad (1)$$

dove:

Δ	= caduta di tensione del conduttore	V
V_f		
I_b		
V_f	= tensione del conduttore	V
I_b		
I_b	= corrente di impiego della linea	A
l		
l	= lunghezza della conduttura	m
r	= resistenza specifica del conduttore	Ω/m

- x = reattanza specifica del conduttore Ω/m
 Φ_c = angolo di sfasamento tra la I_b e la tensione di fase.

Nei sistemi trifase equilibrati il valore della caduta di tensione, rispetto al valore della tensione concatenata, si ottiene moltiplicando la (1) per il fattore:

$$\Delta V_{tr} = \sqrt{3} \cdot \Delta_f$$

Nei sistemi monofase la caduta di tensione totale si ottiene sommando la caduta di tensione nella fase con quella nel neutro. Poiché per questi sistemi i conduttori di fase e di neutro devono avere la stessa sezione, è sufficiente moltiplicare per 2 il valore fornito dalla (1):

$$\Delta V_{mon} = 2 \cdot \Delta_f$$

e verificando che i valori risultanti non siano superiori al 4%, del valore nominale della tensione, per qualunque apparecchio utilizzatore. Durante i transitori di avviamento di motori o di altri utilizzatori possono essere ammesse cadute di tensione più elevate purché non compromettano il buon funzionamento dell'impianto; in presenza di contattori in autoritenuta non si supera il 20% della tensione nominale dell'impianto.

10.3 Verifica della protezione dei cavi contro il sovraccarico.

Nei sistemi con tensione di alimentazione inferiore a 1000 V e con linee protette da interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8 è sufficiente verificare la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

I_b = corrente d'impiego della conduttura	A
I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione	A
I_z = portata massima della conduttura	A

10.4 Verifica della protezione dei cavi contro i corto-circuiti (c.c.)

La definizione delle dimensioni del cavo in funzione della corrente nominale, della posa, ecc., non è condizione sufficiente a garantire la sicurezza di vita e di esercizio.

La corrente nominale non è l'unica componente a sollecitare termicamente il cavo. Difatti, in caso di guasto, l'energia specifica (I^2t) lasciata passare dall'interruttore a protezione del conduttore, provoca, durante il suo tempo d'intervento, un ulteriore riscaldamento del conduttore stesso, ed è necessario tenerne conto.

Le norme CEI 64-8, nonché le IEC 364-4-43, stabiliscono che il dispositivo di protezione deve intervenire con una rapidità tale da non far superare ai cavi o ai conduttori protetti la massima temperatura ammessa per gli stessi.

Sarà quindi necessario verificare che la sezione del cavo dimensionato in funzione della corrente nominale, della posa, ecc. soddisfi la condizione:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t \quad (2)$$

dove:

- (= integrale di JOULE o energia specifica passante per la durata del corto circuito,
 I in A^2s ;
 t
)
 K = fattore che dipende dal tipo di conduttore e isolamento;
 S = sezione del conduttore o dei conduttori da proteggere in mm^2

Detta relazione deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della condotta interessata al corto-circuito.

Con l'impiego di interruttori automatici, la verifica deve essere assicurata, sia nel punto iniziale della linea (corrente di c.c. massima), sia nel punto terminale (corrente di c.c. minima).

$$I_{cc \min} \geq I_a \qquad I_{cc \max} \leq I_b \qquad (3)$$

Con:

- I_a Punto d'intersezione inferiore tra la curva caratteristica dell'interruttore automatico e la retta K^2S^2 .
 .
 I_b Punto d'intersezione superiore tra la curva caratteristica dell'interruttore automatico e la retta K^2S^2 .
 .

Il software adoperato, poiché impiega sempre e soltanto interruttori *magnetotermici* o *magnetotermici differenziali* al fine di soddisfare la relazione (2), verifica esclusivamente che la $I_{cc \max}$ sia inferiore alla I_b nella formula (3), in quanto per qualsiasi corrente di corto-circuito per guasto all'estremità della linea di valore tale da non provocare l'intervento del relè magnetico, la linea è comunque protetta dal relè termico.

10.5 Verifica della protezione contro i contatti indiretti

Il software adoperato nel caso di guasto fase-PE (fase-massa) in una linea protetta da differenziale non effettua verifiche in quanto la corrente necessaria da provocare l'intervento del dispositivo di protezione assume un valore basso da soddisfare $I_a \leq U_0/Z_s$.

Se la linea a monte non è protetta da un differenziale, allora il software effettua la verifica come accennato a pag. 10 di Relazione Tecnica - Resistenza di Terra.

Come si evince dai calcoli elettrici allegati tutte le condizioni, sopra citate, risultano verificate.

11 CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Per il calcolo illuminotecnico di ogni ambiente viene adottato come valore medio di illuminamento di esercizio (E_n) quello indicato nei calcoli allegati, considerando un'area di lavoro rettangolare. (raccomandazioni UNI 10380)

I calcoli si sono eseguiti impiegando un programma di calcolo computerizzato che implementa il "metodo dei coefficienti di utilizzazione", realizzato secondo quanto previsto dalle Raccomandazioni CIE n.40-52.

Il metodo dei coefficienti di utilizzazione si basa sul livello medio di illuminazione di interni, supponendo il fattore di riflessione come da calcoli di seguito allegati. Si passa al calcolo del flusso totale mediante la formula:

$$\phi_T = \frac{E_n \cdot A}{u \cdot m}$$

dove:

- Φ_T = flusso totale installato nell'ambiente (lumen);
- E_n = illuminamento medio d'esercizio Lux;
- A = area del locale m^2 ;
- m = coefficiente di mantenimento;
- u = coefficiente di utilizzazione del locale.

Calcolato il flusso totale Φ_T , si procede alla determinazione del numero degli apparecchi da installare, una volta determinata il tipo. Tale scelta dipende, oltre che dal rendimento del corpo illuminante, anche dai lumen della lampada prescelta.

Il numero degli apparecchi luminosi, risultante da questi calcoli, non è comunque definitivo, perché è necessario tenere conto di altri fattori, quali la ripartizione geometrica dei corpi illuminati e la verifica dell'uniformità luminosa. L'uniformità dipende essenzialmente dal tipo di apparecchio illuminante installato e dalla interdistanza fra apparecchi contigui, rapportata all'altezza rispetto al piano considerato.

La ripartizione corretta dei corpi illuminanti in file è importante perché da essa dipende l'uniformità di illuminazione e la riduzione dell'abbagliamento diretto e indiretto. A tal fine si devono orientare le lampade come nelle planimetrie in modo da evitare che l'angolo di irraggiamento della luce coincida con l'angolo visivo dell'osservatore.

Infine gli altri parametri da considerare sono:

- ✓ la **tonalità del colore**. Le lampade per interni sono suddivise in tre gruppi, secondo la loro temperatura di colore.
- ✓ la **resa del colore**. L'attitudine di una sorgente luminosa a rendere i colori degli oggetti illuminati senza alterazioni (indice Ra)
- ✓ la **classe di qualità G**. Indica la limitazione dell'abbagliamento

12 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA (DM 8.3.1985 - CEI 64/8.)

L'impianto per l'illuminazione di emergenza prevede l'impiego:

- di gruppi autonomi al Ni-Cd, tipo STARTEC CHECK, di potenze 8 W NP (Non permanente);

che in mancanza della rete ENEL assicurano un livello minimo di illuminamento. Tali apparecchi devono assicurare l'autonomia di almeno 1 ora.

13 CARATTERISTICA D'INTERVENTO I²T/ICC E I-T: INTERRUTTORI AUTOMATICI

Le curve I-t e I²t, riportate in questo diagramma, si riferiscono agli interruttori automatici e agli interruttori differenziali magnetotermici.

Tali curve sono valide per tutte le esecuzioni polari.

14 SISTEMA DI TELECONTROLLO

Obiettivo del presente documento è quindi quello di fornire specifiche e linee guida per giungere telecontrollo dell'impianto di depurazione oggetto di intervento, nel rispetto degli standard AQP stabiliti per il telecontrollo degli impianti.

Flusso informativo

Di seguito, si riportano sommariamente in relazione al flusso informativo, le principali tipologie di classi di informazione:

- Misure
- Eventi
- Comandi
- messaggi: si tratta di tutto l'insieme delle informazioni correlate alla identificazione, configurazione, diagnostica, ecc..., degli apparati e che accompagnano le segnalazioni identificando un'anomalia.

Per quanto riguarda le modalità di gestione del flusso informativo riportiamo, di seguito, i punti più importanti.

Validazione e recovery dei dati

Il sistema di supervisione e telecontrollo si preoccupa del processo di validazione dei dati. I dati a livello di campo sono acquisiti da parte dei sistemi d'elaborazione locale (PLC o eventuale SCADA d'impianto) corredati da un apposito identificativo (tag) che ne definisce il livello di attendibilità o meno. Ai livelli più alti del sistema di telecontrollo se il tag non riporta un valore anomalo allora il dato è ritenuto consistente altrimenti il valore del tag definisce il codice di errore e la presenza di una non integrità quale ad esempio un fuori scala, oppure un valore nullo perché l'acquisizione è avvenuta in un momento di fault del sensore, ecc., o uno stato anomalo, informazione che sarà presentata all'operatore che parallelamente riceve una segnalazione d'allarme.

Il processo di recovery dei dati mancanti, cioè quelli che durante l'acquisizione dal campo, non sono stati prelevati per condizioni di malfunzionamento o interruzioni locali, sono

ricostruiti ed etichettati come tali in modo che durante una rappresentazione grafica possano apparire di colore diverso rispetto ai dati reali. Il processo di recovery è prodotto, durante la memorizzazione nella base dati, utilizzando una procedura di tipo statistico, che su base storica attraverso medie ponderate, ricostruisca attendibilmente il valore. Data la delicatezza del processo è possibile da parte dell'utente intervenire ed effettuare, anche in modo manuale, le dovute correzioni oppure la configurazione delle funzioni preposte al servizio.

Standardizzazione all'accesso ai dati di campo

Nell'impostazione dell'architettura del sistema, la principale scelta effettuata riguarda la capacità di demandare una gran parte delle attività automatiche di comando, controllo e memorizzazione temporanea (data logging) agli apparati locali d'impianto; ciò per consentire una rilevante diminuzione del numero d'accessi ai sistemi di campo da parte delle stazioni remote. Per permettere la standardizzazione dell'accesso remoto ai dati di logging, i sistemi di campo utilizzano una struttura logica standard per la memorizzazione e organizzazione dei dati.

Il sistema di supervisione e telecontrollo utilizza tale organizzazione di memorizzazione locale per eseguire il trasferimento dei dati tra il server SCADA e i sistemi di campo.

Modalità di acquisizione e trasferimento dati dal campo

Il processo d'acquisizione delle misure segue lo schema logico-funzionale client/server. Le informazioni sono trasmesse solo su interrogazione da parte di un client SCADA. Le informazioni a livello locale sono acquisite negli impianti in generale dai PLC o, eventualmente in quelli più complessi da server SCADA locali che su bus di campo gestiscono i PLC collegati, e sono passate in forma singola o aggregata, a seconda della variazione temporale o del tipo di grandezza sotto controllo, ai server SCADA di livello più alto.

Per il trasferimento dei dati dal campo al centro di controllo, il sistema di supervisione e telecontrollo deve effettuare:

1. il collegamento ai dispositivi di campo (PLC o SCADA locale) mediante rete LAN WI-FI, con il controllo dello stato della linea di comunicazione durante le connessioni remote.
2. l'attivazione/disattivazione del polling dei dati di campo, su richiesta o su schedulazione programmabile dall'utente, per l'acquisizione in modo massivo degli stati e delle misure in tempo reale.
3. l'acquisizione dei dati storici memorizzati sui dispositivi di campo in un solo blocco quando su richiesta viene iniziata una connessione.

Quindi, il server SCADA di livello superiore si interfacerà con uno specifico protocollo alle postazioni remote per effettuare il trasferimento dei dati dal campo.

Architettura dei sistemi di campo

Con riferimento invece all'architettura adottata sui sistemi di campo, si evidenziano i seguenti punti:

- ✓ i sistemi sono concepiti per svolgere anche funzioni di telecomando ed automazione a livello di sottoschema idrico: infatti, dove è necessario, postazioni distinte comunicano tra loro in maniera automatica per regolare il processo che le coinvolge (es. impianto di sollevamento e relativo serbatoio di carico remoto);

✓ sugli impianti di sollevamento, ed ovunque sia necessario massimizzare l'affidabilità e ridurre il più possibile i disservizi (ovvero dove si rende necessario controllare un processo critico), il sistema di telecontrollo e il sistema di automazione locale sono funzionalmente e fisicamente distinti; tra i due sistemi tuttavia viene realizzato un collegamento di rete che permette al sistema di telecontrollo di acquisire anche le segnalazioni relative allo stato di funzionamento dell'impianto (senza duplicare all'origine le segnalazioni) e renderle disponibili a livello di sistema informativo centrale; inoltre il collegamento tra i due sistemi permette agli stessi un controllo reciproco dello stato di funzionamento di entrambi, per cui, dato che ognuno è dotato di un sistema di teleallarme, si realizza in questo modo una ridondanza.

Consultazione dell'informazione su rete

Le informazioni sono disponibili per la consultazione dalle stazioni di lavoro client attraverso due modalità, una di tipo web ed una di tipo diretto.

Nel primo caso è fornita una funzione di consultazione che in modalità web, attraverso un "web-browser", consente di visualizzare i dati di monitoraggio di ciascun impianto ed i dati d'insieme degli schemi. Tale funzione consente l'accesso per aggregazioni funzionali corrispondenti alla struttura organizzativa cioè Comprensorio, UT e Direzione.

Nel secondo caso la comunicazione client-server è di tipo diretto, orizzontale in tutti i livelli gerarchici, secondo i consueti metodi di trattamento dell'informazione su rete.

Le richieste di un client SCADA sono risolte dal server SCADA. Il protocollo di trasmissione dati utilizzato è il TCP/IP, che consente il funzionamento degli applicativi di supervisione e controllo attraverso le tecnologie dei sistemi distribuiti in rete.

Architettura dei sistemi di campo

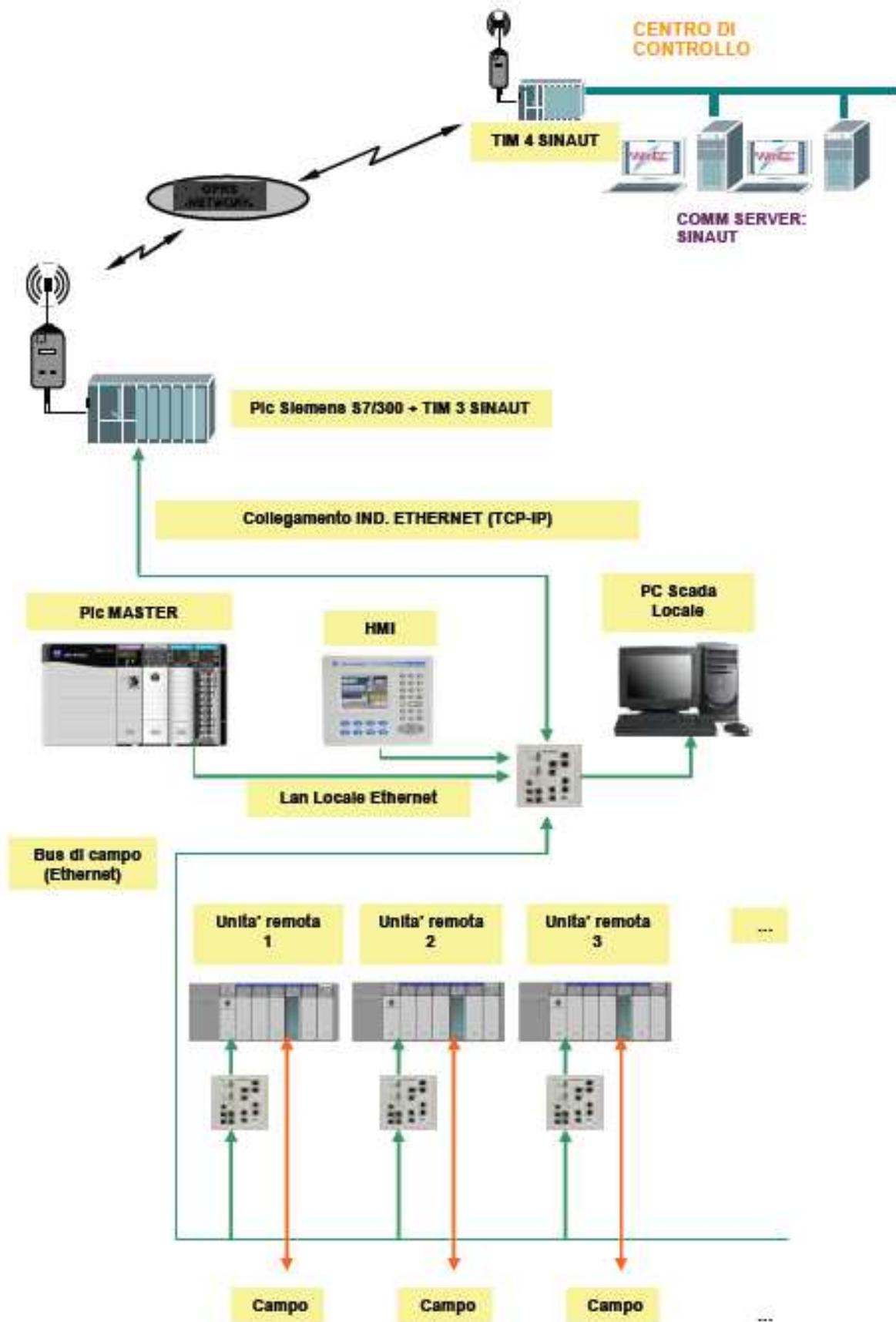
L'obiettivo dell'intervento è quello di implementare, a livello di Gestione e Direzione Centrale, la supervisione remota degli impianti, unitamente alla supervisione e controllo di processo locale.

In linea con l'architettura standard precedentemente descritta:

- la supervisione ed il controllo del processo locale saranno demandate ad apposito sistema dedicato
- al sistema di controllo di processo locale sarà affiancato il sistema di telecontrollo da remoto
- il sistema di telecontrollo da remoto verrà a sua volta integrato nel sistema informativo di telecontrollo aziendale
- Tra i due sistemi:
 - il sistema di controllo di processo locale
 - il sistema di telecontrollo da remoto verrà realizzato apposito collegamento di rete, che verrà utilizzato per lo scambio delle informazioni previste.

Il collegamento di rete permetterà inoltre ai due sistemi un controllo reciproco dello stato di funzionamento, conseguendo in tale maniera una ridondanza di funzioni di teleallarme nel caso di malfunzionamenti.

Si riporta di seguito uno schema semplificato riepilogativo dell'architettura sopra descritta:



Funzioni del sistema di controllo del processo locale

Supervisione di impianto fedele, generale e particolareggiata a più livelli e con riferimento alle singole e specifiche sezioni/funzioni di impianto, in particolare

- **Impianto elettrico:**

consegna MT, trasformatore, Power center, Gruppo Elettrogeno, quadro generale, quadri locali

- **Linea acqua**

- Grigliatura Grossolana
- Bacino equalizzazione
- Sollevamento + misura portata
- Grigliatura fine
- Dissabbiatura
- Chiariflocculazione
- Equalizzazione + stazione produzione aria
- Reparto anossico
- Denitrificazione
- Ossidazione-Nitrificazione + stazione produzione aria
- Sedimentazione secondaria
- Filtrazione + controlavaggio
- Deatterizzazione UV
- Clorazione
- Scarico finale

- **Linea fanghi**

- Sollevamento fanghi primari
- Sollevamento miscela aerata
- Sollevamento fanghi attivi
- Pre-ispessitore statico
- Sollevamento
- Digestione primaria

- **Scambiatore di calore**

- Digestione secondaria

- **Gasometro + centrale termica + torcia**

- Disidratazione fanghi
- Letti di essiccamento

- **Acquisizione dati in real-time e relativa elaborazione e storicizzazione di:**

- Stati
- Eventi
- Allarmi
- Misure di processo, con riferimento a determinati periodi di campionamento (valori istantanei, valori medi, picchi minimi e massimi) con generazione di apposito codice di qualità

- Misure elettriche, tramite apposito collegamento con analizzatori di rete (generale impianto e particolare sezione ossidazione), c.s. o ecc.
- con riferimento a tutte le sezioni/funzioni dell'impianto
- con visualizzazione su HMI e/o PC Scada locale
- **Elaborazione dati:**
 - Totalizzazioni (cumulative, orarie, giornaliera, ecc.)
 - Ore di funzionamento macchine (con relativa funzione di reset/azzeramento)
 - Elaborazione misure elettriche
 - ecc. o con visualizzazione su HMI e/o PC Scada locale
- Generazione e stampa di grafici (trend misure, ecc.), tabelle/report (volumi, totalizzazioni elettriche, ecc.), report di eventi e allarmi, ecc., su PC Scada locale
 - Parametrizzazione misure:
 - impostazione fondo scala
 - impostazione soglie di allarme min e MAX
 - tramite HMI e/o PC Scada
 - Gestione allarmi con:
 - classificazione e visualizzazione
 - abilitazione/disabilitazione, singolarmente e/o per gruppi di allarmi
 - gestione reset
 - tramite HMI e/o PC Scada
 - Gestione combinatore telefonico gsm (porta rs232 + modem gsm) con:
 - classificazione canali diversificati per tipologia di allarmi
 - impostazione destinatari
 - temporizzazione
 - tramite HMI e/o PC Scada
 - Controllo, regolazione e automazione con riferimento a tutte le sezioni/funzioni dell'impianto, con relative funzioni di parametrizzazione tramite HMI e/o PC Scada, al fine di una gestione ottimizzata di tutto il processo (vedi specifico paragrafo successivo)
 - Tra le varie misure utili ai fini del controllo di processo, si provvederà ad acquisire anche i parametri elettrici sia di tutto l'impianto sia, in maniera distinta, delle sezioni di impianto più "energivore" (es. ossidazione). A tal scopo si provvederà ad installare appositi analizzatori in testa all'impianto di distribuzione di energia elettrica ed in ingresso alle varie sezioni monitorate, e ad interfacciarli con il sistema di controllo di processo locale tramite apposito collegamento dati standard digitale.
 - In caso di presenza di misure non in linea, rilevate tramite appositi campionatori e memorizzate in corrispettivi data-logger indipendenti, potrà essere necessario sviluppare apposite funzioni che permettano di trasferire periodicamente (in copia, secondo apposite procedure) i dati memorizzati sui data-logger anche sul sistema di controllo di processo locale e opportunamente resi disponibili per la consultazione, analisi e trasferimento remoto.
 - Tutti gli ulteriori dettagli implementativi saranno stabiliti in sede di progettazione esecutiva e di esecuzione dei lavori in base alle particolari esigenze operative legate al

processo da controllare ed all'applicazione.

Funzioni di controllo, regolazione e automazione

Si riportano di seguito le funzioni minime di controllo, regolazione e automazione da implementare nelle varie sezioni/funzioni dell'impianto:

Impianto elettrico:

- Impianto elettrico: consegna MT, trasformatore, Power center, Gruppo Elettrogeno, quadro generale, quadri locali

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati e allarmi (stati e allarmi trasformatore, stati e allarmi interruttore trafo, presenza tensione circuiti ausiliari, stati e allarmi gruppo elettrogeno, stati e allarmi elettropompe, stati e allarmi quadri di distribuzione e comando, ecc.) e misure elettriche (in testa all'impianto e, separatamente, in testa alla sezione di ossidazione ed eventuali ulteriori sezioni maggiormente energivore)

Linea acqua

- Grigliatura automatica

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati e allarmi (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut, ecc.)
- predisposizione comando start/stop
- Sollevamenti iniziali, sollevamenti intermedi:
- acquisizione e monitoraggio stati e allarmi macchine (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut, ecc.) e misure
- comando start/stop macchine;
- automazione processo sollevamento, ove previsto (parametri di riferimento misure di livello continue / segnalazioni di livello discrete)

Dissabbiatura

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati e allarmi estrattori sabbia / soffianti / separatori sabbia / estrattori oli (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut, ecc.) e misure
- comando start/stop estrattori sabbia / soffianti/ separatori sabbia / estrattori oli
- automazione processo estrazione oli (parametri di riferimento misure di livello continue / segnalazioni di livello discrete)

Equalizzazione e sollevamento

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi mixer equalizzazione, estrattori, inverter/pompe sollevamento (marcia/arresto mixer, stato interruttori, scatto protezioni mixer, selettore man/aut mixer, marcia/arresto inverter, stato interruttori, allarme inverter, selettore man/aut inverter) e misure (portata ingresso, pH, temperatura, conducibilità, livello, portata sollevata, ecc.)
- comando start/stop mixer equalizzazione, inverter/pompe sollevamento
- automazione e regolazione tramite inverter del processo di sollevamento (parametri di riferimento Q ingresso impianto, livello equalizzazione, portata sollevata, n° giri inverter)

Stoccaggio e dosaggio flocculanti, miscelazione reagenti, flocculazione

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi pompe dosaggio/mixer / agitatori (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure
- comando start/stop
- regolazione dosaggio ed eventuale automazione

Sedimentazione primaria, sollevamento acque e fanghi e ricircolo

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi pompe sollevamento, pompe di ricircolo, pompe allontanamento schiume, ponti decantatori, agitatori ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure (livelli, portate, ecc.)
- comando start/stop pompe
- automazione processo (parametri di riferimento misure di livello continue / segnalazioni di livello discrete)

Comparto anossico e Denitrificazione

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi mixer, inverter/pompe ricircolo miscela aerata, inverter/pompe ricircolo fanghi da sedimentazione secondaria (marcia/arresto mixer, stato interruttori, scatto protezioni mixer, selettore man/aut mixer, marcia/arresto inverter/pompe, stato interruttori, allarme inverter/pompe, selettore man/aut inverter/pompe) e misure (redox, Q ricircolo miscela aerata, Q ricircolo fanghi, n. giri inverter, redox, ecc.)
- comando start/stop mixer, inverter/pompe ricircolo miscela aerata e fanghi
- automazione e regolazione tramite inverter/pompe del processo di ricircolo della miscela aerata e dei fanghi (parametri di riferimento nitrati in uscita da ossidazione, Q ricircolo miscela aerata, Q ricircolo fanghi, n. giri inverter, redox, ecc.)

Ossidazione

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi pompe, ventilatori, inverter/soffianti (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure (ossigeno disciolto, solidi sospesi, eventuale misura di ammoniaca, n. giri inverter, ecc.)
- comando start/stop
- automazione e regolazione tramite inverter/pompe del processo di ossidazione (parametri di riferimento ossigeno disciolto, solidi sospesi, eventuale misura di ammoniaca, n. giri inverter, ecc.)

Sedimentazione secondaria

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi pompe allontanamento schiume, carroponti, ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure (portate fanghi ricircolo, portate fanghi supero, ecc.)
- comando start/stop pompe
- automazione processo (parametri di riferimento misure di livello continue / segnalazioni di livello discrete)

Filtrazione + Controlavaggio

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi pompe contro lavaggio, soffianti, ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure
- comando start/stop

- automazione processo (parametri di riferimento misure di livello continue / segnalazioni di livello discrete)

Disinfezione/clorazione + stoccaggio e dosaggi

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi pompe dosaggio, pompe di caricamento, ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure
- comando start/stop
- automazione e regolazione processo di dosaggio (parametri di riferimento misure di cloro residuo)

Disinfezione UV

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi sistema di disinfezione

Linea fanghi

- Sollevamento miscela aerata (vedi comparto anossico e denitrificazione)
- Sollevamento fanghi di ricircolo in uscita da sedimentazione secondaria (vedi ossidazione)
- Sollevamento fanghi di supero sedimentazione secondaria
- Funzioni:
 - acquisizione e monitoraggio stati, allarmi pompe ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure
 - comando start/stop pompe
 - automazione processo (parametri di riferimento misure di livello continue / segnalazioni di livello discrete)

Stabilizzazione

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi soffianti ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut)
- comando start/stop soffianti

Ispessimento

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi ispessitori, pompe di sollevamento, ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut)
- comando start/stop
- automazione processo (parametri di riferimento misure di livello continue / segnalazioni di livello discrete)

Digestione

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi digestori, agitatori, compressori, pompe fanghi caldi, ecc. (segnalazioni di livello discrete, allarmi, marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure (livelli, pressioni, portate, pH, temperatura, % gas, ecc.)
- comando start/stop automazione processo (regolazione pressione digestore, ecc.)

Disidratazione

Funzioni:

- acquisizione e monitoraggio stati, allarmi centrifughe/nastropresse, coclea, pompe sollevamento, pompe dosaggio, ecc. (marcia/arresto, stato interruttori, scatto protezioni, selettore man/aut) e misure comando start/stop
- regolazione dosaggio

- automazione processo

In presenza di sezioni/funzioni di impianto controllate da sistemi indipendenti (sistemi package) si provvederà comunque ad acquisire tutte le segnalazioni rese disponibili dai sistemi stessi.

Oltre alle funzioni standard sopra descritte, saranno implementate tutte le eventuali ulteriori funzioni di controllo, regolazione ed automazione, specifiche della particolare tipologia di impianto e/o di macchine e tecnologie adottate, in modo da implementare un completo controllo di processo.

15 CONCLUSIONI FINALI

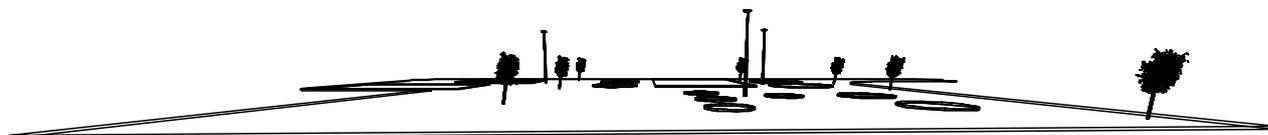
Infine il punto di consegna ENEL, l'ubicazione del quadro, il tracciato, le sezioni delle linee e la designazione delle varie utenze sono chiaramente indicate nella planimetria e negli schemi elettrici allegati. Da essi si evincono anche le caratteristiche delle apparecchiature elettriche di protezione e comando, che sono state dimensionate in modo da realizzare la selettività delle protezioni.

In allegato sono riportati dei tabulati di output del programma di calcolo adoperato per le verifiche illuminotecniche.

Si precisa che potranno essere installati interruttori automatici e differenziali di diversa marca e fabbricazione ma dovranno avere caratteristiche elettriche analoghe a quelle di calcolo previste.

16 CALCOLI DELLA ILLUMINOTECNICA ESTERNA

Illuminotecnica esterna Depuratore di Battipaglia ex FIO 107/86



1.1 Informazioni Area

Superficie	Dimensioni [m]	Angolo°	Colore	Coefficiente Riflessione	Illum.Medio [lux]	Luminanza Media [cd/m ²]
Suolo	352.20x214.20	Piano	RGB=128,128,64	C1 10.00%	10	0.84

Dimensioni del Parallelepipedo Contenente l'Area [m]: 352.20x214.20x0.50
 Reticolo Punti di Calcolo del Parallelepipedo [m]: direzione X 11.74 - Y 7.14

1.2 Calcolo Energetico (Suolo)

Area	53208.64 m ²
Illuminamento Medio	9.75 lx
Potenza Specifica	0.16 W/m ²
Potenza Specifica Illuminotecnica	1.64 W/(m ² * 100lx)
Efficienza Energetica	61.06 (m ² *lx)/W
Potenza Totale Utilizzata	8496.00 W

1.3 Parametri di Qualità dell'Impianto

Superficie	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
Piano di Lavoro (h=0.50 m)	Illuminamento Orizzontale (E)	14 lux	0 lux	107 lux	0.00	0.00	0.13
Suolo	Illuminamento Orizzontale (E)	10 lux	0 lux	104 lux	1:287.34	1:2206.36	1:7.68
Suolo	Luminanza (L)	0.84 cd/m ²	0.00 cd/m ²	8.05 cd/m ²	0.00	0.00	0.09
					-	-	1:10.66
					-	-	0.10
							1:9.62

Tipo Calcolo Dir.+Indir.(3 Interriflessioni)

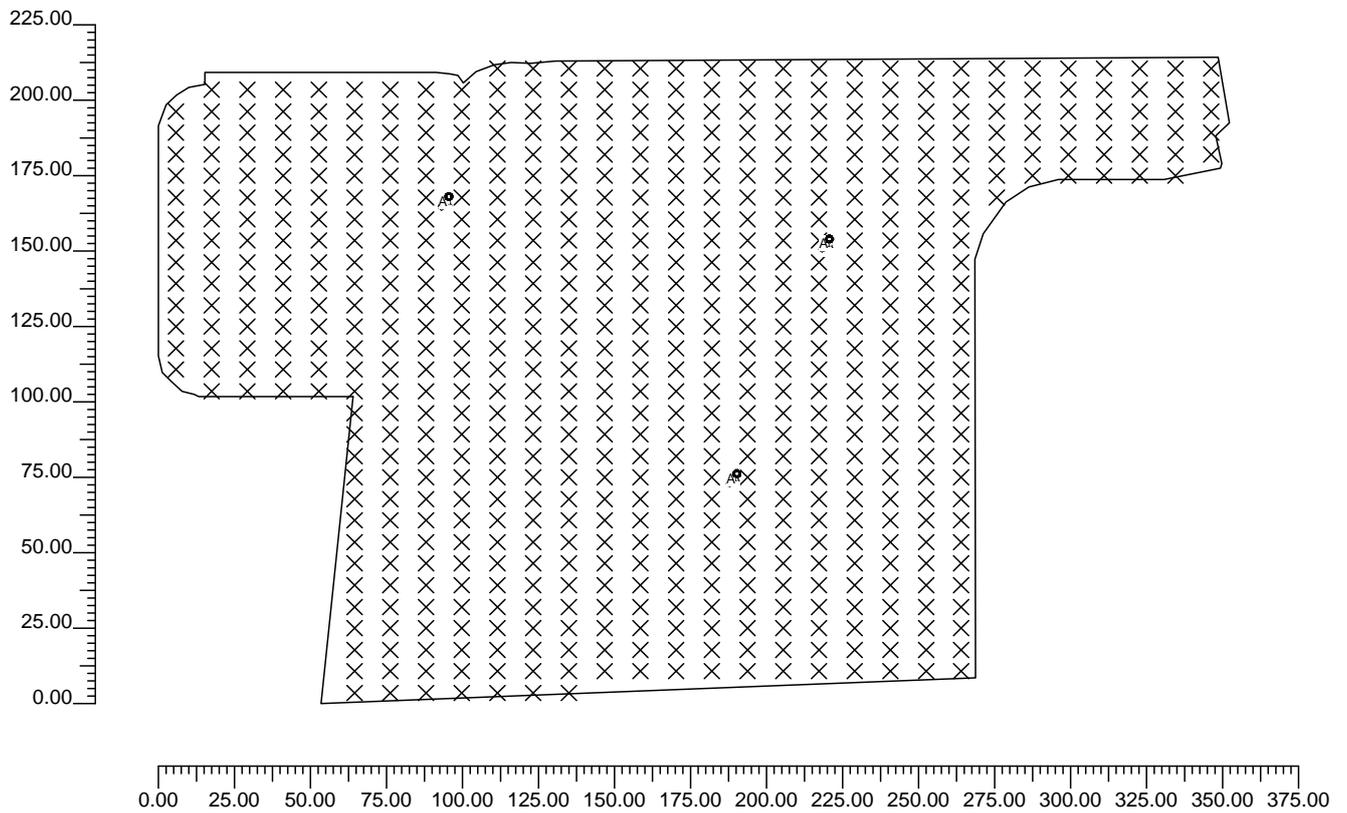
Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -

0.06 %

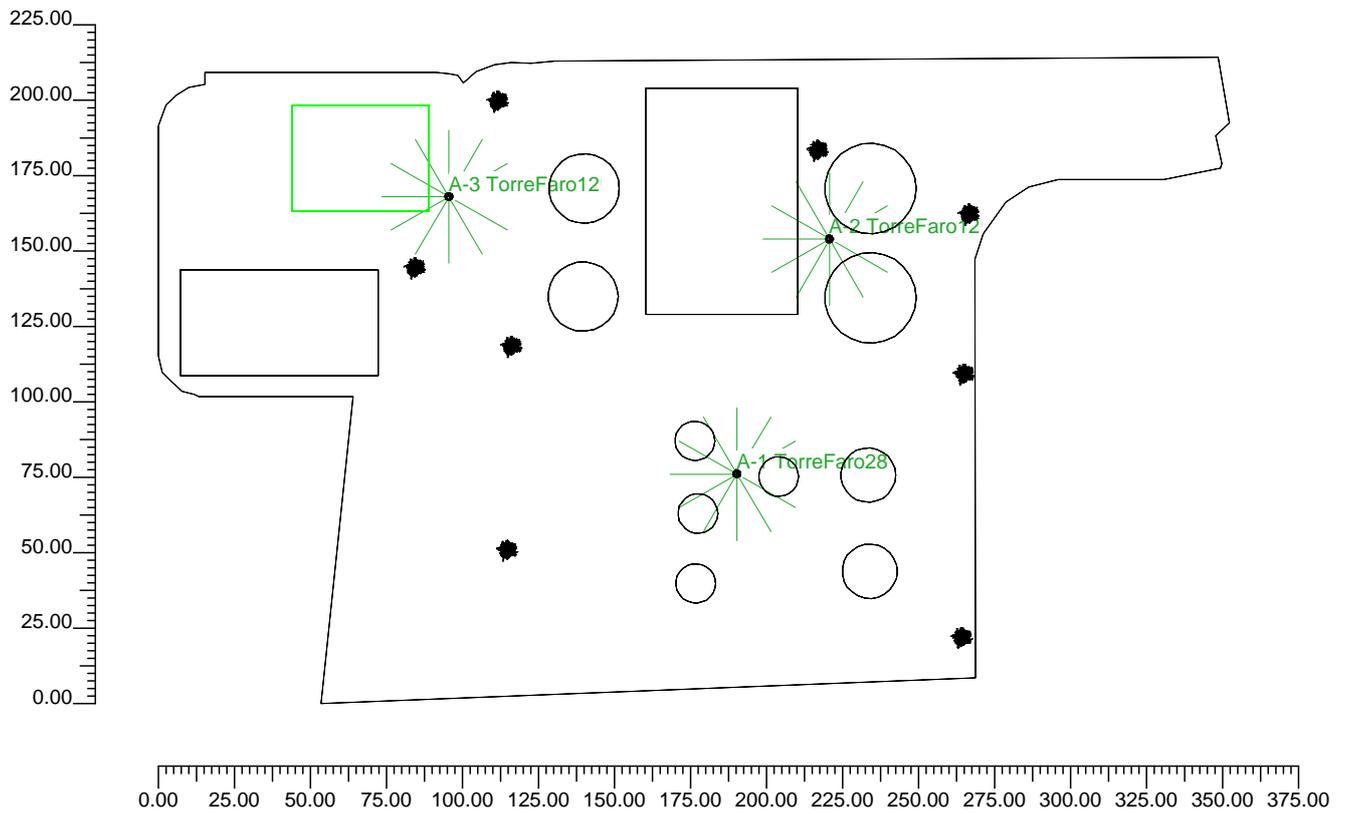
2.1 Vista 2D Piano Lavoro e Griglia di Calcolo

Scala 1/2500



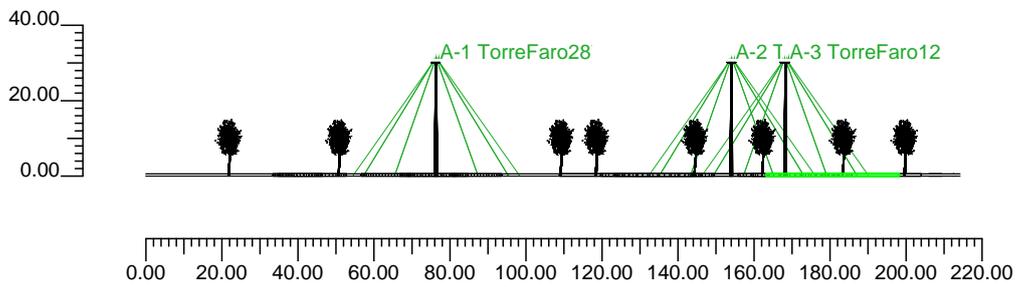
2.2 Vista 2D in Pianta

Scala 1/2500



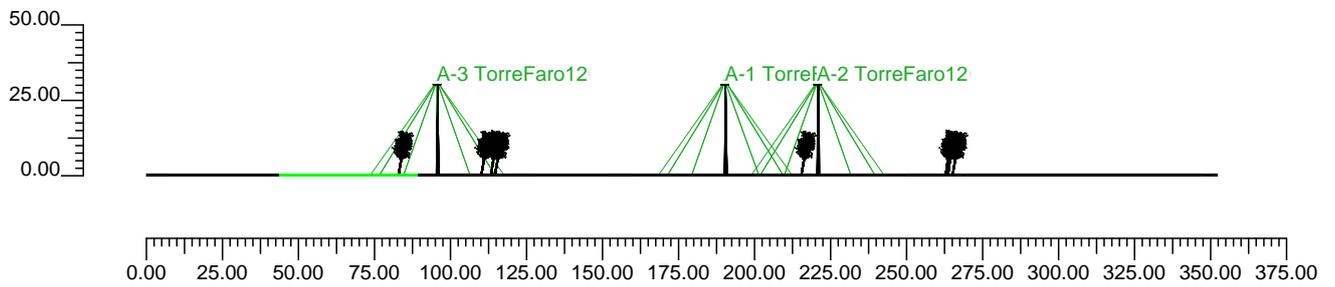
2.3 Vista Laterale

Scala 1/2000



2.4 Vista Frontale

Scala 1/2500



3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Linea	Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice rilievo)	Apparecchi n.	Rif.Lamp.	Lampade n.
A	SMART[4] 2.0 FL	SMART[4] FL 4x5L 60° (SMART [4] - 70° PERF)	GWS4173GS (CL118/14-54I-Roto)	36	LMP-A	1

3.2 Informazioni Lampade

Rif.Lamp.	Tipo	Codice	Flusso lm	Potenza W	Colore K	n.
LMP-A	DS	236W/840 27291lm	27291	236	4000	36

3.3 Tabella Riepilogativa Apparecchi

Rif.	App.	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Codice Apparecchio	Coeff. Mant.	Codice Lampada	Flusso lm
A	1	X	219.78;155.14;30.00	0.0;35.0;0.0	GWS4173GS	0.80	236W/840 27291lm	1*27291
	2	X	189.37;77.31;30.00	0.0;35.0;0.0		0.80		
	3	X	94.62;169.19;30.00	0.0;35.0;0.0		0.80		
	4	X	189.51;76.81;30.00	-0.0;35.0;30.0		0.80		
	5	X	189.87;76.44;30.00	0.0;35.0;60.0		0.80		
	6	X	190.37;76.31;30.00	0.0;35.0;90.0		0.80		
	7	X	190.87;76.44;30.00	0.0;35.0;120.0		0.80		
	8	X	191.24;76.81;30.00	0.0;35.0;150.0		0.80		
	9	X	191.37;77.31;30.00	0.0;35.0;180.0		0.80		
	10	X	191.24;77.81;30.00	-0.0;35.0;-150.0		0.80		
	11	X	190.87;78.17;30.00	0.0;35.0;-120.0		0.80		
	12	X	190.37;78.31;30.00	-0.0;35.0;-90.0		0.80		
	13	X	189.87;78.17;30.00	0.0;35.0;-60.0		0.80		
	14	X	189.51;77.81;30.00	-0.0;35.0;-30.0		0.80		
	15	X	219.91;154.64;30.00	0.0;35.0;30.0		0.80		
	16	X	220.28;154.27;30.00	0.0;35.0;60.0		0.80		
	17	X	220.78;154.14;30.00	0.0;35.0;90.0		0.80		
	18	X	221.28;154.27;30.00	0.0;35.0;120.0		0.80		
	19	X	221.65;154.64;30.00	0.0;35.0;150.0		0.80		
	20	X	221.78;155.14;30.00	0.0;35.0;180.0		0.80		
	21	X	221.65;155.64;30.00	-0.0;35.0;-150.0		0.80		
	22	X	221.28;156.01;30.00	0.0;35.0;-120.0		0.80		
	23	X	220.78;156.14;30.00	-0.0;35.0;-90.0		0.80		
	24	X	220.28;156.01;30.00	0.0;35.0;-60.0		0.80		
	25	X	219.91;155.64;30.00	-0.0;35.0;-30.0		0.80		
	26	X	94.75;168.69;30.00	0.0;35.0;30.0		0.80		
	27	X	95.12;168.32;30.00	0.0;35.0;60.0		0.80		
	28	X	95.62;168.19;30.00	0.0;35.0;90.0		0.80		
	29	X	96.12;168.32;30.00	0.0;35.0;120.0		0.80		
	30	X	96.49;168.69;30.00	0.0;35.0;150.0		0.80		
	31	X	96.62;169.19;30.00	0.0;35.0;180.0		0.80		
	32	X	96.49;169.69;30.00	-0.0;35.0;-150.0		0.80		
	33	X	96.12;170.06;30.00	0.0;35.0;-120.0		0.80		
	34	X	95.62;170.19;30.00	-0.0;35.0;-90.0		0.80		
	35	X	95.12;170.06;30.00	0.0;35.0;-60.0		0.80		
	36	X	94.75;169.69;30.00	-0.0;35.0;-30.0		0.80		

3.4 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Fila	Colonna	Rif. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse °	Coeff. Mant.	Rif.
			A-2 TorreFaro	X	219.78;155.14;30.00	0.0;35.0;0.0	198.77;155.14;0.00	-180	0.80	A
			A-1 TorreFaro9	X	189.37;77.31;30.00	0.0;35.0;0.0	168.37;77.31;0.00	-180	0.80	A
			A-3 TorreFaro1	X	94.62;169.19;30.00	0.0;35.0;0.0	73.61;169.19;0.00	-180	0.80	A
			A-1 TorreFaro10	X	189.51;76.81;30.00	-0.0;35.0;30.0	171.31;66.30;0.00	-180	0.80	A
			A-1 TorreFaro11	X	189.87;76.44;30.00	0.0;35.0;60.0	179.37;58.25;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro12	X	190.37;76.31;30.00	0.0;35.0;90.0	190.37;55.30;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro13	X	190.87;76.44;30.00	0.0;35.0;120.0	201.38;58.25;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro14	X	191.24;76.81;30.00	0.0;35.0;150.0	209.43;66.30;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro15	X	191.37;77.31;30.00	0.0;35.0;180.0	212.38;77.31;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro16	X	191.24;77.81;30.00	-0.0;35.0;-150.0	209.43;88.31;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro25	X	190.87;78.17;30.00	0.0;35.0;-120.0	201.38;96.36;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro26	X	190.37;78.31;30.00	-0.0;35.0;-90.0	190.37;99.31;0.00	180	0.80	A
			A-1 TorreFaro27	X	189.87;78.17;30.00	0.0;35.0;-60.0	179.37;96.36;0.00	-180	0.80	A
			A-1 TorreFaro28	X	189.51;77.81;30.00	-0.0;35.0;-30.0	171.31;88.31;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro2	X	219.91;154.64;30.00	0.0;35.0;30.0	201.72;144.14;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro3	X	220.28;154.27;30.00	0.0;35.0;60.0	209.78;136.08;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro4	X	220.78;154.14;30.00	0.0;35.0;90.0	220.78;133.13;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro5	X	221.28;154.27;30.00	0.0;35.0;120.0	231.78;136.08;0.00	-180	0.80	A
			A-2 TorreFaro6	X	221.65;154.64;30.00	0.0;35.0;150.0	239.84;144.14;0.00	-180	0.80	A
			A-2 TorreFaro7	X	221.78;155.14;30.00	0.0;35.0;180.0	242.79;155.14;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro8	X	221.65;155.64;30.00	-0.0;35.0;-150.0	239.84;166.14;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro9	X	221.28;156.01;30.00	0.0;35.0;-120.0	231.78;174.20;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro10	X	220.78;156.14;30.00	-0.0;35.0;-90.0	220.78;177.15;0.00	180	0.80	A
			A-2 TorreFaro11	X	220.28;156.01;30.00	0.0;35.0;-60.0	209.78;174.20;0.00	-180	0.80	A
			A-2 TorreFaro12	X	219.91;155.64;30.00	-0.0;35.0;-30.0	201.72;166.14;0.00	180	0.80	A
			A-3 TorreFaro2	X	94.75;168.69;30.00	0.0;35.0;30.0	76.56;158.19;0.00	-180	0.80	A
			A-3 TorreFaro3	X	95.12;168.32;30.00	0.0;35.0;60.0	84.62;150.13;0.00	180	0.80	A
			A-3 TorreFaro4	X	95.62;168.19;30.00	0.0;35.0;90.0	95.62;147.18;0.00	180	0.80	A
			A-3 TorreFaro5	X	96.12;168.32;30.00	0.0;35.0;120.0	106.62;150.13;0.00	-180	0.80	A
			A-3 TorreFaro6	X	96.49;168.69;30.00	0.0;35.0;150.0	114.68;158.19;0.00	180	0.80	A
			A-3 TorreFaro7	X	96.62;169.19;30.00	0.0;35.0;180.0	117.63;169.19;0.00	180	0.80	A
			A-3 TorreFaro8	X	96.49;169.69;30.00	-0.0;35.0;-150.0	114.68;180.19;0.00	180	0.80	A
			A-3 TorreFaro9	X	96.12;170.06;30.00	0.0;35.0;-120.0	106.62;188.25;0.00	-180	0.80	A
			A-3 TorreFaro10	X	95.62;170.19;30.00	-0.0;35.0;-90.0	95.62;191.20;0.00	180	0.80	A
			A-3 TorreFaro11	X	95.12;170.06;30.00	0.0;35.0;-60.0	84.62;188.25;0.00	-180	0.80	A
			A-3 TorreFaro12	X	94.75;169.69;30.00	-0.0;35.0;-30.0	76.56;180.19;0.00	180	0.80	A

4.1 Valori di Illuminamento Orizzontale sul Piano di Lavoro

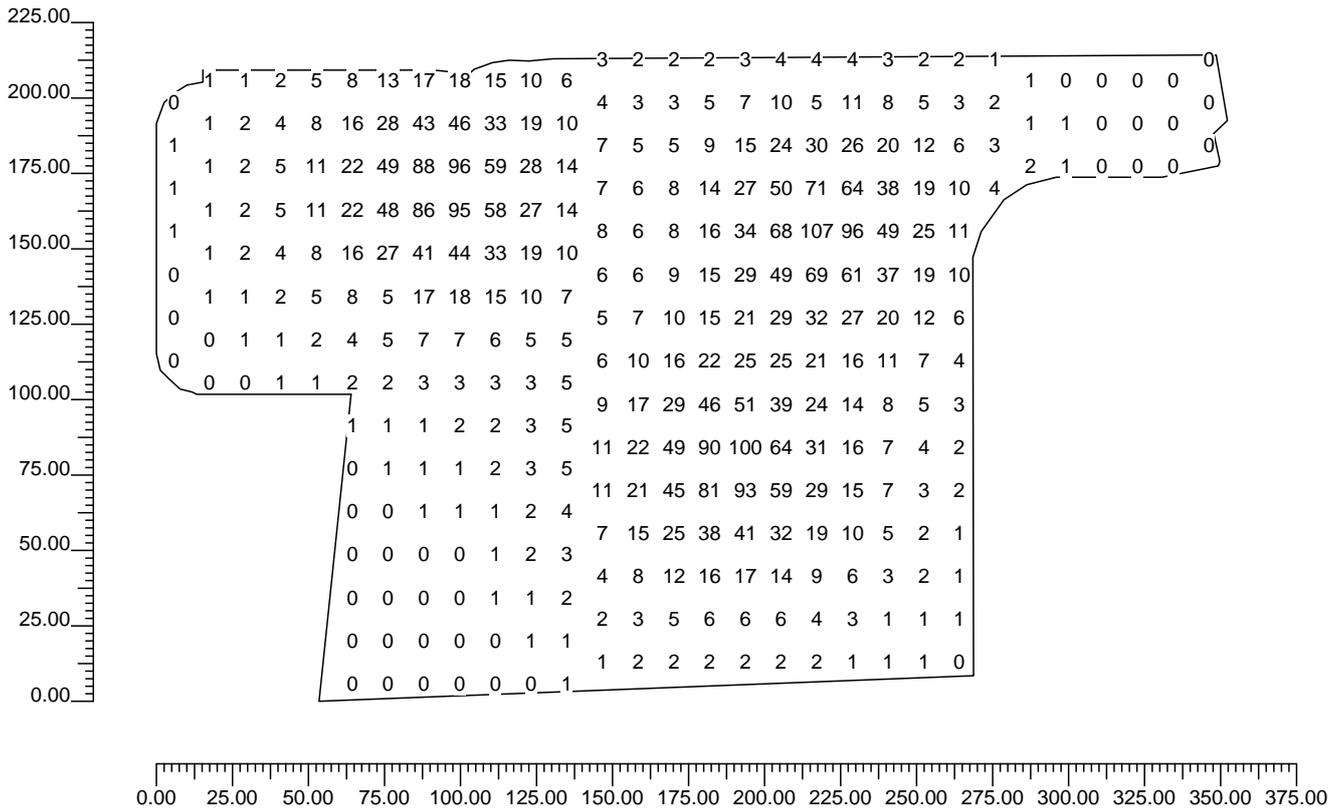
O (x:0.10 y:1.10 z:0.50)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:11.74 DY:7.14	Illuminamento Orizzontale (E)	14 lux	0 lux	107 lux	0.00 1:287.34	0.00 1:2206.36	0.13 1:7.68

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(3 Interriflessioni)

Scala 1/2500

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



4.2 Valori di Illuminamento su: Piano di Lavoro

O (x:0.10 y:1.10 z:0.50)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:11.74 DY:7.14	Illuminamento Orizzontale (E)	14 lux	0 lux	107 lux	0.00 1:287.34	0.00 1:2206.36	0.13 1:7.68

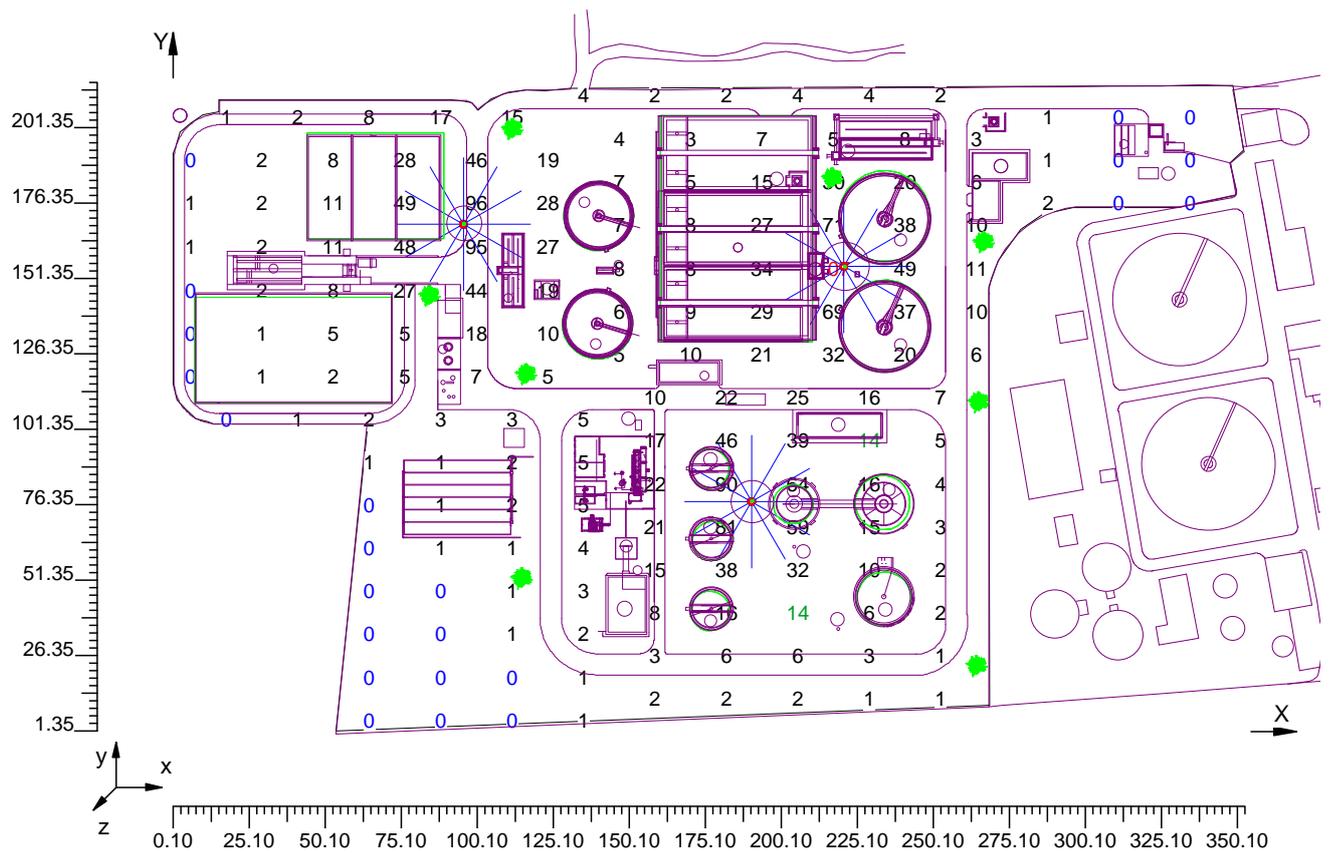
Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(3 Interriflessioni)

Scala 1/2500

CV= 1.471

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



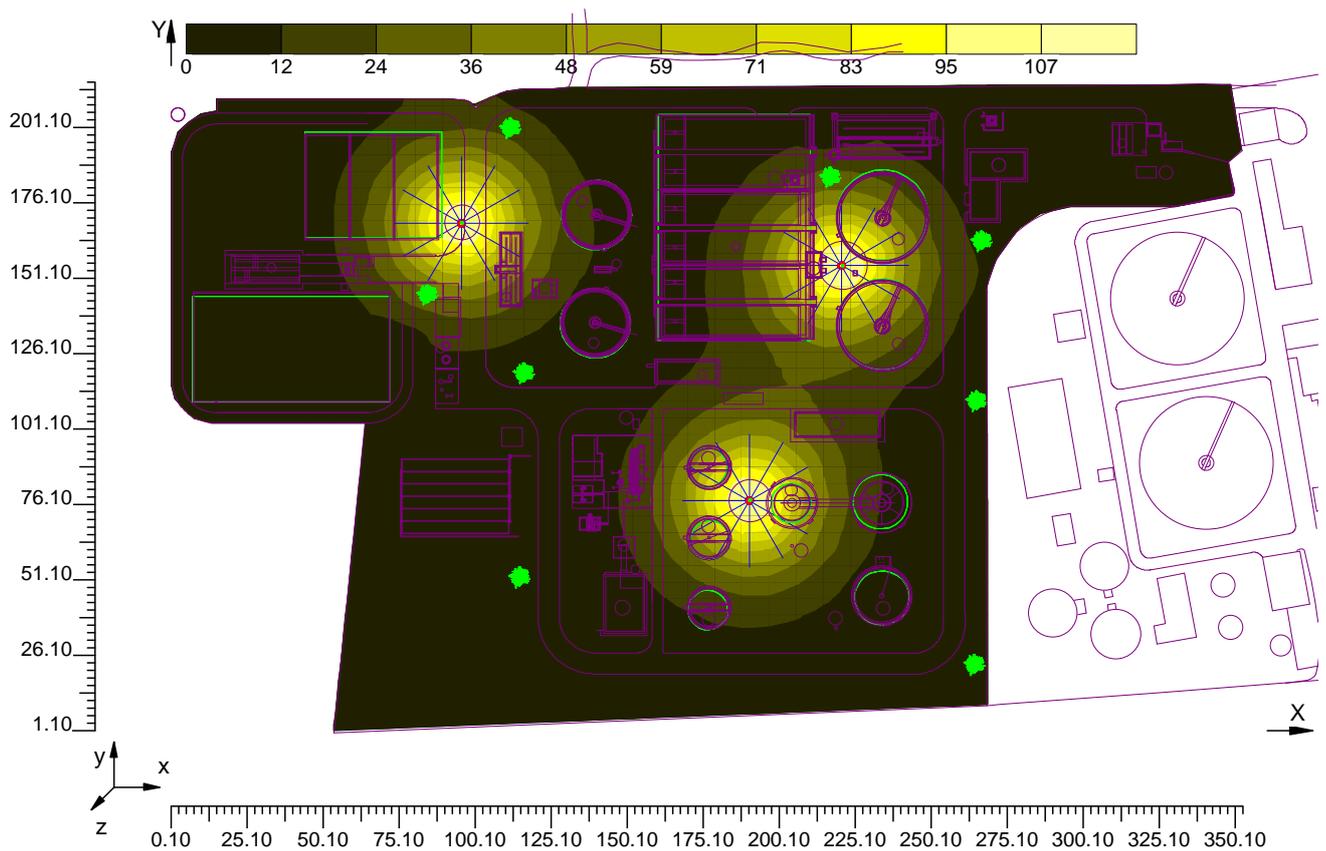
4.3 Diagramma a Spot degli Illuminamenti su: Piano di Lavoro 1

O (x:0.10 y:1.10 z:0.50)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:11.74 DY:7.14	Illuminamento Orizzontale (E)	14 lux	0 lux	107 lux	0.00 1:287.34	0.00 1:2206.36	0.13 1:7.68

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(3 Interriflessioni)

Scala 1/2500



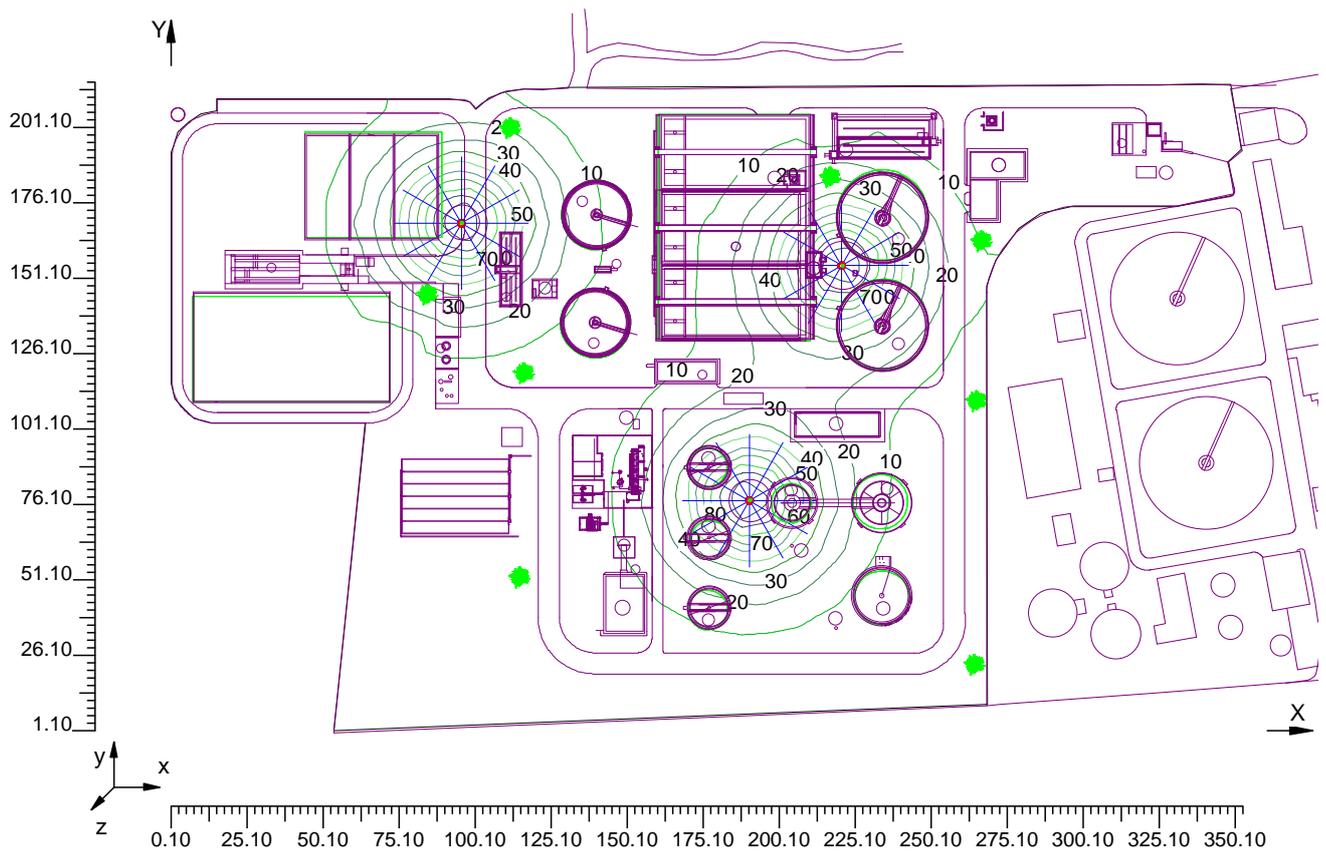
4.4 Curve Isolux su: Piano di Lavoro 1 1

O (x:0.10 y:1.10 z:0.50)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:11.74 DY:7.14	Illuminamento Orizzontale (E)	14 lux	0 lux	107 lux	0.00 1:287.34	0.00 1:2206.36	0.13 1:7.68

Tipo Calcolo

Dir.+Indir.(3 Interriflessioni)

Scala 1/2500



5.1 Immagine: Screenshot_001

