

# IMPIANTO AGRI-NATURALISTICO-VOLTAICO (ANaV) CERIGNOLA SAN GIOVANNI IN FONTE

REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA DI FOGGIA  
COMUNE di CERIGNOLA

Progetto per la realizzazione dell'impianto (ANaV)  
per la produzione di energia elettrica da fonte solare della  
potenza complessiva di 99,42 MW, sito nel comune di Cerignola,  
località "San Giovanni in Fonte" e relative opere di connessione  
nei comuni di Stornarella, Orta Nova e Stornara (FG)

## PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

Titolo:

Rel. 04

Calcoli preliminari degli impianti

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

Y1CRT40\_CalcoliPreImpianti\_04

Progettazione:

Committente:



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DAGRI  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
AGRICOLE, ALIMENTARI E FORESTALI

Università degli Studi di Firenze

Prof. Dott. Enrico Palchetti  
Piazzale delle Cascelle, 18 - 50121 Firenze  
Centralino +39 055 2755800  
enrico.palchetti@unifi.it - dagri@pec.unifi.it



Industrial service S.r.l.

Via Allano, 25 - 71042 Bolzano (BZ) - Italia  
Tel. 0885 542 07 74  
info@industrial-service.it

ALIA

ALIA Società Semplice

Prof. Dott. Giovanni Campeol  
Piazza delle Istituzioni, 22 - 31100 Treviso  
Tel. 0422 235343  
alia@aliavalutazioni.it - aliasocieta@pec.it

**TOZZIgreen**

TOZZI GREEN S.p.a.

Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (RA)  
Tel 0544 525311 Fax 0544 525319  
info@tozzigreen.com - tozzi.re@legalmail.it  
www.tozzigreen.com



Studio Tecnico Calcarella

Dott. Ing. Fabio Calcarella  
Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce  
Mob. 340 9243575  
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu

Consulenza Scientifica:

Politecnico di Bari

Dip. Meccanica Matematica e Management  
Prof. Ing. Riccardo Amirante  
via Orabona 4 - 70126 Bari  
amirante@poliba.it



Politecnico  
di Bari



SE.ARCH. S.r.l.

SE.ARCH- S.r.l.

Dott. Alessandro de Leo  
Via del Vigneto, 21 - 39100 Bolzano (BZ) - Italia  
Mob. 320 339 41 99  
deleo@serviziarcheologia.com

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2021	Prima emissione	STC	FC	Tozzi Green

## Sommario

1. Premessa.....	3
2. Oggetto .....	4
3. Descrizione generale dell'impianto ANaV .....	4
4. Dimensionamento preliminare dei componenti d'impianto .....	6
4.1. ELETTRDOTTO DI COLLEGAMENTO ALLA SSE (dorsale esterna) .....	7
4.1.1. Generalità .....	7
4.1.2. Descrizione del tracciato del cavidotto .....	7
4.1.3. Opere attraversate .....	8
4.1.4. Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna)	8
4.1.5. Dimensionamento del cavidotto.....	9
4.1.6. Caratteristiche tecniche della linea .....	9
4.1.7. Calcolo della portata massima della linea MT.....	9
4.2. ELETTRDOTTI MT INTERNI (rete elettrica interna all'Impianto ANaV per il	
collegamento dei sotto-campi alla Cabina di Raccolta).....	13
4.2.1. Caratteristiche tecniche delle linee .....	16
4.3. Giunti cavi MT.....	16
5. Dimensionamento preliminare della rete di terra (Impianto ANaV).....	20
5.1. Rete di terra di impianto ANaV .....	20
5.1.1. Verifiche di idoneità dell'impianto .....	20
5.1.2. Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto .....	21
5.2. Rete di terra Cabina di Raccolta e degli Shelter .....	21
6. Dimensionamento preliminare dell'Impianto di illuminazione ( <i>Parco ANaV</i> ).....	22
6.1.1. Protezioni contro i contatti diretti .....	23
6.1.2. Caduta di tensione.....	24
6.1.3. Impianto di terra.....	24
6.1.4. Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti .....	25
6.1.5. Cavidotti e pozzetti .....	26
6.1.6. Quadro elettrico – interruttori di protezione .....	27
6.2. Corpi illuminanti.....	27
6.2.1. Pali di sostegno .....	27
6.2.2. Fondazioni.....	28
6.2.3. Caratteristiche illuminotecniche .....	28
7. Dimensionamento preliminare dell'Impianto videosorveglianza e antintrusione	
(Parco ANaV).....	28
8. Dimensionamento preliminare dell'Impianto di illuminazione ( <i>Sottostazione</i>	
<i>Elettrica Utente</i> ).....	30
8.1.1. Protezioni contro i contatti diretti .....	31
8.1.2. Caduta di tensione.....	31
8.1.3. Impianto di terra.....	32
8.1.4. Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti .....	33
8.1.5. Cavidotti e pozzetti .....	33
8.1.6. Quadro elettrico – interruttori di protezione .....	34

8.2.	Corpi illuminanti .....	35
8.2.1.	Pali di sostegno .....	35
8.2.2.	Fondazioni.....	35
8.2.3.	Caratteristiche illuminotecniche .....	36
9.	Dimensionamento preliminare dell’Impianto videosorveglianza e antintrusione (Sottostazione Elettrica UTENTE) .....	36
10.	Dimensionamento preliminare del sistema di raccolta delle acque meteoriche di prima pioggia.....	38
10.1.	Riferimenti Normativi.....	39
10.2.	Descrizione delle superfici interessate .....	41
10.3.	Analisi dei dati pluviometrici.....	42
10.4.	Curva di pioggia a 5 anni .....	48
10.5.	Impianto di trattamento acque di prima pioggia .....	50
a)	<i>Descrizione rete di captazione ed impianti di trattamento</i> .....	50
b)	<i>Caratteristiche costruttive e di funzionamento</i> .....	50
c)	<i>Dimensionamento Vasca Deposito Temporaneo 1^ Pioggia</i> .....	51
d)	<i>Dimensionamento Sedimentatore</i> .....	51
10.6.	Impianto di sub-irrigazione.....	52
10.7.	Accorgimenti adottati in caso di sversamenti accidentali di sostanze varie. ....	52
10.8.	Manutenzione.....	54

## 1. Premessa

Il presente elaborato è relativo alla realizzazione dell'impianto *Agro-Naturalistico-Voltaico* e delle relative opere di connessione nei comuni di Cerignola in località "San Giovanni in Fonte", Orta Nova, Stornara e Stornarella, in Provincia di Foggia, denominato "**Impianto ANaV Cerignola San Giovanni in Fonte**".

Il progetto mira a coniugare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con la tutela dell'attività agricola, nonché con elevati standard di sostenibilità agronomica, ambientale, naturalistica.

Il sistema integrato **ANaV** si caratterizza per diversi aspetti innovativi ed unici:

1. **Tecnologici:** l'impiego di pannelli fotovoltaici, opportunamente sollevati da terra e distanziati tra loro, del tipo a Tracker mono-assiali ad inseguimento, che consente di disporre di fasce costantemente libere dall'ingombro dei pannelli (indipendentemente dalla posizione in oscillazione) larghe più di 9 metri; in tal modo viene massimizzato il suolo a disposizione delle colture agricole che vengono effettuate sia nell'interfila sia, parzialmente, sotto i pannelli stessi;
2. **Agronomici:** l'adozione di colture agricole scelte in sintonia con gli ordinamenti colturali della zona senza perturbare il mercato locale, incluso quello del lavoro e l'impianto di frutteti, vigneti e oliveti nelle fasce marginali del sito di progetto;
3. **Naturalistici:** il preservare alcune zone dalle interferenze antropiche al fine di favorire l'insediamento dell'entomofauna e microfauna tipiche dell'habitat naturale (Habitat 62: Formazioni erbose secche semi naturali e facies coperte da cespugli - 6220\*: Percorsi substepnici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea). In tal modo si contribuisce all'incremento del livello di biodiversità vegetale ed animale della zona;
4. **Culturali e paesaggistici:** la valorizzazione della fascia di rispetto del tratturello Stornara-Montemilone quale segno territoriale adiacente al progetto a valenza paesaggistica, con lo scopo di recepire ed enfatizzare gli obiettivi di **salvaguardia della continuità**, della **fruibilità del percorso** e della **leggibilità del tracciato** indicati dalle Linee Guida per la formazione del Documento Regionale di Valorizzazione della rete dei tratturi, dal Progetto Pilota del PPTR per il Recupero e valorizzazione del tratturo Pescasseroli-Candela e dalle norme del PPTR; inoltre, lo studio delle fasce perimetrali del progetto al fine di un migliore inserimento paesaggistico dello stesso, anche attraverso il recupero e il potenziamento dell'*habitat* 6220 (*Prati aridi mediterranei*), tipico dei percorsi tratturali e presente nell'intorno dell'area di progetto.

5. **Integrativi:** l'inserimento all'interno del sistema colturale di aree dedicate alla coltivazione di specie erbacee mellifere per l'allevamento di api (*Apis mellifera*) ospitate in arnie poste sotto i pannelli fotovoltaici per una accessoria produzione di miele (Miele-Solare); si incrementa così il livello di biodiversità vegetale della zona;
6. **Monitoraggio:** l'adozione di un intenso e continuativo monitoraggio del sistema agricolo e naturalistico in fase di esercizio dell'impianto ANaV, mediante una prolungata campagna di raccolta dati per la valutazione del mantenimento degli originali livelli di fertilità, biodiversità vegetale ed animale della zona. Si valorizza il territorio con la creazione di un'area di studio/dimostrativa unica in Italia.

## 2. Oggetto

Scopo della presente relazione è quello di effettuare il predimensionamento degli impianti necessari per la realizzazione dell'impianto di cui alla premessa, ed in particolare di:

- elettrodotto interrato di collegamento alla Sottostazione Elettrica Utente SSE (dorsale esterna);
- linee di Media Tensione interne all'impianto ANaV;
- rete di terra dell'impianto ANaV.

## 3. Descrizione generale dell'impianto ANaV

L'impianto ANaV sarà ubicato a circa 6 km a sud-ovest dell'abitato di Cerignola (FG). Il Cavidotto MT a 30 kV che lo collegherà alla SSE, interesserà i territori Comunali di Cerignola, Stornarella, Orta Nova e Stornara (FG). L'impianto FV propriamente detto, avrà un'estensione di circa 142 ha.

Le sue caratteristiche principali sono:

<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Comune</b>
41°13'57.84"N	15°48'25.29"E	Cerignola (FG)

**Tabella A – Ubicazione geografica delle opere**

<b>Estensione (ha)</b>	<b>Potenza (MW)</b>	<b>Rapporto ha / MW</b>	<b>Ubicazione NCT</b>
142	99,420	1,42	Fogli 317-318-319 (Cerignola)

### **Tabella B – Estensione e Potenza installata**

Da un punto di vista elettrico il sistema fotovoltaico all'interno dell'impianto ANaV, è costituito da stringhe. Una stringa è formata da 28 moduli collegati in serie, pertanto la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

<b>Moduli per stringa</b>	<b>V<sub>mp</sub> (V)</b>	<b>I<sub>mp</sub> (A) - STC</b>	<b>Tensione stringa</b>
28	34,6	17,49	1.199,37 V

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, raggruppati in stringhe (ovvero gruppi di 28 moduli collegati in serie tra loro, con tensione massima di stringa pari a circa 1.199,37), viene prima raccolta all'interno dei quadri di stringa. Da questi viene trasferita all'interno degli Shelter dove avviene:

- la conversione della corrente da continua in corrente alternata a 800 V – 50 Hz trifase;
- l'innalzamento di tensione sino a 30 kV.

Dagli Shelter, in configurazione a "stella", l'energia prodotta viene trasportata nella **Cabina di Raccolta (CdR)**, posizionata all'interno dell'impianto.

Dalla Cabina di Raccolta, l'energia prodotta sarà convogliata (tramite linea interrata MT a 30 kV, di lunghezza pari a circa 15,5 km) nella Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV di nuova costruzione, in cui avverrà l'innalzamento di tensione (30/150 kV) e la successiva consegna (in AT a 150 kV) al futuro Smistamento TERNA 150 kV di Stornara, tramite la realizzazione di un sistema di sbarra a 150 kV che consentirà la connessione anche di altri Utenti Produttori, che quindi divideranno il punto assegnato da Terna per la cessione dell'Energia prodotta.

In estrema sintesi l'impianto sarà composto da:

- 162.092 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 615 Wp e 605 Wp, installati su inseguitori monoassiali da 28 moduli. In particolare saranno installati 135.436 moduli da 615 Wp e 26.656 moduli da 605 Wp;
- 5.789 stringhe**, ciascuna costituita da 28 moduli da 615 Wp o 605 Wp ciascuno, collegati in serie. Tensione di stringa 1.199,37 V e corrente di stringa 17,49 A;
- 15 Shelter prefabbricati** contenenti il gruppo conversione/trasformazione, quindi per ciascuno di essi:

- **1 Inverter centralizzato da 6.628 kVA**; a ciascuno di essi afferiranno un massimo di 24 stringhe;
- **1 trasformatore BT/MT** con potenza massima pari a 7.186 kVA;
- d. Una Cabina di Raccolta**, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto ANaV proveniente dai 15 cabinati Shelter prima detti;
- e. linea MT in cavo interrato**, per il trasporto dell'energia dalla **Cabina di Raccolta** sino ad una Sottostazione Elettrica Utente (SSE) 30/150 kV, che sarà realizzata nei pressi della futuro stazione di Smistamento TERNA 150 kV di "Stornara";
- f. Una Sottostazione Elettrica Utente** in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV). In essa saranno installati quattro trasformatori elevatori di Tensione 30/150 kV, con potenza ognuno pari a 25 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra;
- g.** Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono a tal proposito il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM;
- h.** Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, AT, ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno;
- i.** Apparecchiature di protezione e controllo dell'intera rete MT e AT;
- j. Area sbarre AT a 150 kV** completa di apparecchiature AT per la connessione in aereo al futuro Smistamento Terna 150 kV di Stornara.

#### 4. Dimensionamento preliminare dei componenti d'impianto

Come detto, i cavidotti MT possono essere suddivisi in:

- 1) cavidotto interno di collegamento in MT a 30 kV tra gli Shelter e la Cabina di Raccolta (in configurazione a stella);
- 2) dorsale esterna di collegamento CdR (Cabina di Raccolta) SSE, realizzata con quattro terna di cavi MT sempre a 30 KV;

In sintesi, abbiamo:

- Cavidotti interrati interni all'impianto, in **Media Tensione** a 30 kV sino alla **Cabina di Raccolta**;
- Una linea MT interrata (*dorsale esterna*), realizzata con una terna di cavi in alluminio a 30 kV, di collegamento **CdR-SSE**, di lunghezza pari a circa 15,5 km;

#### **4.1. ELETTRDOTTO DI COLLEGAMENTO ALLA SSE (dorsale esterna)**

##### **4.1.1. Generalità**

Il percorso del tracciato dell'elettrodotta di collegamento alla **SSE** (dorsale esterna), è stato studiato tenendo conto dei seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile su strade sterrate, per contenere la produzione di rifiuti pericolosi derivanti da scavi su asfalto;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu T$ .

##### **4.1.2. Descrizione del tracciato del cavidotto**

Il cavidotto di vettoriamento MT per il collegamento della **CdR** di Impianto (**Cabina di Raccolta**), avrà una lunghezza di circa 15,5 km. Percorrerà sia strade asfaltate che strade sterrate, nonché tratti di terreno vegetale. In particolare "correrà" per:

- 11.300 m circa su strade asfaltate, cioè la SP83, la Strada Comunale della Via Vecchia Cerignola, la Strada vicinale Cenerata, la SP 88, la Strada Comunale Capolongo, la Strada vicinale Capolongo;
- 3.800 m circa su strade locali sterrate;
- 200 m circa su terreno.

Sarà costituito da 4 terne di cavi MT a 30 kV, di sezione pari a 500 mm<sup>2</sup>. A scopo cautelativo si assume, per le lunghezze, una tolleranza positiva, che portano ad una lunghezza totale per ciascuna terna di cavi pari a circa 15.944 m, come specificato nella tabella che segue.

Cavidotto esterno di vettoriamento								
Tratti	Tensione (kV)	Corrente (A)	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Portata	Lunghezza CAD (m)	5%	Ingr. In Cabina (m)	Stima finale (m)
CdR - SSE	30,00	1.952,39						
Linea 1	30,00	24.855,01	500,00	636 A	15.175	15.933,75	10,00	15.943,75
Linea 2	30,00	24.855,01	500,00	636 A	15.175	15.933,75	10,00	15.943,75
Linea 3	30,00	24.855,01	500,00	636 A	15.175	15.933,75	10,00	15.943,75
Linea 4	30,00	24.855,01	500,00	636 A	15.175	15.933,75	10,00	15.943,75

#### 4.1.3. Opere attraversate

Lungo il percorso del cavidotto potrebbero essere presenti alcune interferenze con altri sottoservizi, in particolare:

- interferenze con condotte AQP;
- interferenze con linee TELECOM;
- interferenze con linee MT di altri produttori;
- interferenze con tubazioni gas.

Queste saranno oggetto di dettagliato e rilievo puntuale, in fase di Progettazione Esecutiva.

Per la risoluzione delle stesse ci si rimetterà ad ogni modo, alle indicazioni dettata dagli stessi Enti proprietari dei sottoservizi di cui sopra, in sede di Conferenza di Servizi.

#### 4.1.4. Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna)

Come detto, il cavidotto costituisce l'elemento di collegamento tra la **Cabina di Raccolta (CdR)**, situata sul perimetro dell'impianto ANaV (la cui funzione è quella di raccogliere tutta l'energia prodotta dall'impianto) e la SSE.

L'elettrodotta dovrà assicurare una portata nominale di 99.420 kVA, pari cioè alla potenza totale dell'impianto in oggetto.

L'elettrodotta consisterà in una terna di cavi interrati in alluminio.

Per i calcoli si è considerata la potenza totale erogata dai moduli fotovoltaici.

La corrente massima che interessa la dorsale esterna è la seguente:

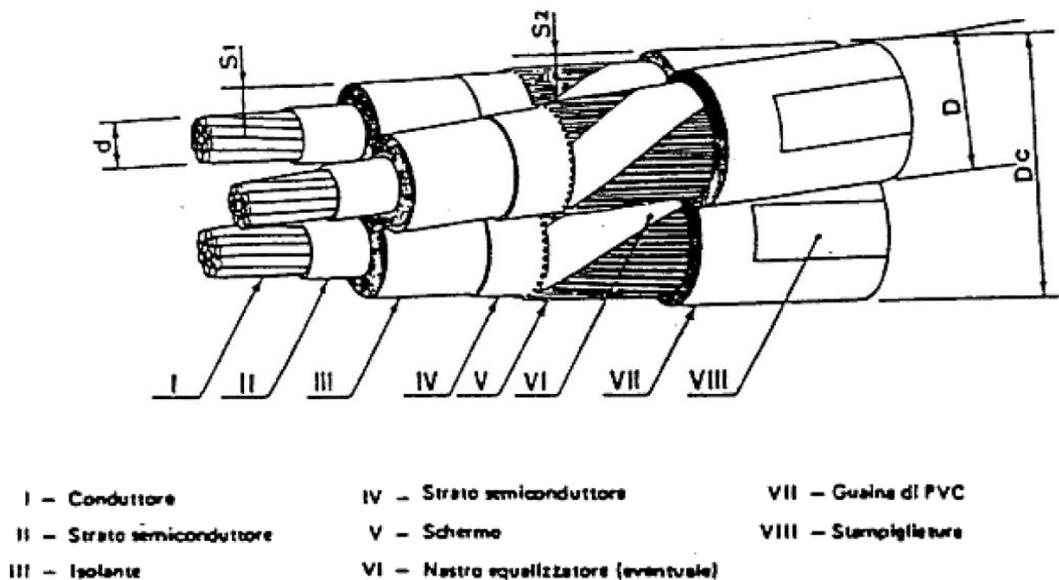
$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{99.686,58 \cdot 10^6}{0,98 \cdot \sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3} = \mathbf{1.957,62 \text{ A}} \quad (1)$$

#### 4.1.5. Dimensionamento del cavidotto

La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

#### 4.1.6. Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo ARP1H(AR)E unipolare ad isolamento con elastomero termoplastico con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 500 mm<sup>2</sup>. I conduttori saranno posati a trifoglio. Le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura di seguito



**Fig. 1 – caratteristiche cavi unipolari**

L'isolamento sarà costituito da mescola in elastomero termoplastico con una temperatura di sovraccarico massima pari a 140° C.

La corrente prodotta dall'impianto e calcolata nella (1) è pari a  $I_b = 1.957,62 A$

#### 4.1.7. Calcolo della portata massima della linea MT

I cavi sono posati in trincee a cielo aperto senza protezione meccanica supplementare (posa diretta).

Al momento a seguito di analisi a vista dello stato dei luoghi non sono stati rilevati lungo il percorso del cavo MT altri sotto servizi. È tuttavia possibile che nell'ambito dell'iter autorizzativo

società o enti segnalino la presenza di condotte e/o cavidotti interferenti e che si debba ricorrere ad attraversamenti in TOC. L'utilizzo della TOC non è peraltro strettamente necessario per risolvere incroci o interferenze dal momento che si potrebbe in ogni caso utilizzare scavi a cielo aperto. Ad ogni modo solo in corrispondenza degli attraversamenti in TOC i cavi saranno posati all'interno di tubazioni (diametro 225/250 mm). Tali condizioni di posa sono da considerare le più gravose dal punto di vista termico, poiché abbiamo quattro terne che viaggiano all'interno di quattro tubazioni fra loro affiancate.

Tuttavia nel calcolo delle perdite che segue, atteso che i tratti in TOC qualora presenti saranno di lunghezza limitata, si farà riferimento alle modalità di posa prevalenti ovvero **posa direttamente interrata ad intimo contatto con il terreno senza l'utilizzo di sabbia**.

Il calcolo delle portate dei cavi è stato calcolato facendo riferimento alle tabelle sotto riportate. In particolare la portata è stata calcolata partendo dalla seguente tabella.

Il costruttore dichiara che la portata di corrente espressa in Ampere è calcolata secondo il metodo della IEC 60287, ed i calcoli sono riferiti alle seguenti condizioni di riferimento:

- 1) Temperatura ambiente per posa interrata: 20°C
- 2) Profondità di posa per tensione di esercizio di 30 KV: 1,0 m
- 3) La resistività termica 1°C m/W per terreno o sabbia con normale contenuto di umidità
- 4) Schermi metallici collegati a terra e messi a terra ad entrambe le estremità.

La portata effettiva del cavo è stata poi calcolata in relazione alle condizioni di posa effettive facendo riferimento ai coefficienti di correzione riportati dal costruttore nel documento [1], ed alla formula (norma IEC 60502-2):

$$I_z = I_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4$$

Dove

$I_0$  = portata del conduttore dichiarata dal costruttore

$k_1$  = coefficiente di correzione per posa di più terne affiancate

$k_2$  = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da quella di riferimento

$k_3$  = coefficiente di correzione per profondità di posa diversa da quella di riferimento

$k_4$  = coefficiente di correzione per resistività termica del terreno diversa da quella di riferimento

### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio	
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)
								underground installation	trefoil
								p=1 °C m/W	p=2 °C m/W

### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

Come detto la posa sarà diretta, ovvero i cavi saranno posati direttamente sul fondo dello scavo. Solo per brevi tratti i cavi saranno eventualmente posati in tubazioni: in corrispondenza in corrispondenza delle TOC.

Il coefficiente K1, essendo il cavidotto costituito da una sola terna di cavi, assumerà un valore pari a 1.

Abbiamo quindi:

La temperatura del terreno si pone pari a 20°C ovvero uguale a quella di riferimento indicata dal costruttore, pertanto:

$$k_2 = 1$$

La profondità di posa è pari a 1,2 m, abbiamo:

### Cavi posati in terra / Buried cables

profondità di posa (m)			
laying depths (m)			
0,80	1,00	1,2	1,5
1,02	1,00	0,98	0,96

Pertanto

$$k_3 = 0,98$$

Per quanto attiene la resistenza termica, abbiamo

resistenza termica			
thermal resistivity (K.m/W)			
0,80	1,0	1,2	1,5
1,08	1,00	0,93	0,85

Inoltre sempre il costruttore dichiara che le resistività termiche sono intese uniformi e:

- Resistenza termica = 1°C m/W per terreno o sabbia con normale contenuto di umidità
- Resistenza termica = 1,2°C m/W per terreno o sabbia poco umidi
- Resistenza termica = 1,5 °C m/W per terreno o sabbia scarsamente umidi

Il terreno dell'area è in linea generale di tipo roccioso con normale contenuto di umidità, pertanto possiamo considerare che il valore della resistenza termica sia pari a 1°C m/W, e pertanto

$$k_4 = 1,00$$

In definitiva abbiamo che il coefficiente di riduzione totale è pari a:

$$k_{tot} = 1 \times 1 \times 0,98 \times 1,00 = 0,98$$

Si è scelto di utilizzare per i cavi, una sezione di 500 mm<sup>2</sup> posati a trifoglio per cui si ha una portata pari a **I<sub>z</sub> = 636 A**, e di ripartire la corrente calcolata con la (1), su 4 terne di cavi a 30 kV. Ognuna delle 4 terne trasporterà quindi una corrente pari a **489,40 A**.

### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio $\rho=1\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$	posa interrata a trifoglio $\rho=2\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	underground installation trefoil $\rho=1\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$	underground installation trefoil $\rho=2\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	31	720	440
70	9,7	19,1	32	810	450
95	11,4	20,6	34	920	480
120	12,9	22,1	35	1040	490
150	14,0	23,4	37	1150	520
185	15,8	25,6	39	1330	550
240	18,2	27,8	41	1570	580
300	20,8	31,0	45	1840	630
400	23,8	34,9	49	2310	690
500	26,7	37,1	52	2720	730
630	30,5	41,5	57	3300	800

#### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	193	173	129
70	240	213	157
95	292	255	190
120	338	291	217
150	381	325	243
185	439	369	276
240	520	430	321
300	601	487	363
400	703	558	417
500	816	637	476
630	949	726	542

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

#### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

Tabella per la scelta delle sezioni dei cavi MT tipo ARP1H5(AR)E

Tenuto conto dei coefficienti  $k$  sopra calcolati, la portata effettiva della terna MT sarà pari a:

$$636 \text{ A} * 0,98 = 623,28 \text{ A}$$

Dal confronto tra  $I_b$  e  $I_z$ , risulta che essendo  $I_b = 449,40 \text{ A}$  e  $I_z = 623,28 \text{ A}$ , la sezione scelta, è idonea a trasportare la corrente data.

#### 4.2. ELETTRODOTTI MT INTERNI (rete elettrica interna all'Impianto ANaV per il collegamento dei sotto-campi alla Cabina di Raccolta)

Gli Shelter raccolgono l'energia prodotta dai moduli per convertirla da c.c. a c.a. e poi trasformarla da BT in MT. Saranno collegati con la Cabina di Raccolta in configurazione a "stella", cioè ognuno di essi avrà una linea dedicata. Un tale tipo di circuito ha il vantaggio, nel caso di guasto su parte dell'impianto, di perdere solo l'energia prodotta dalla parte di impianto in questione. Si formeranno così 15 sottocampi elettrici. Questa rete di collegamenti costituisce quello che in premessa abbiamo definito rete di cavidotti interni.

Nelle tabelle di seguito riportate il dettaglio di configurazione per ciascun sottocampo/Inverter.

IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 1										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 2										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 3										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 4										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 5										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 6										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	17	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	63	63		1.764	1.067,22		
<b>Total</b>				<b>385</b>	<b>385</b>		<b>9.016</b>	<b>6.612,06</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 7										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	3	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 8										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 9										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 10										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 11										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	61	61		1.708	1.033,34		
<b>Total</b>				<b>383</b>	<b>383</b>		<b>9.016</b>	<b>6.578,18</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 12										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 13										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	16	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	62	62		1.736	1.050,28		
<b>Total</b>				<b>384</b>	<b>384</b>		<b>9.016</b>	<b>6.595,12</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 14										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	322	322	17	9.016	5.544,84	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	63	63		1.764	1.067,22		
<b>Total</b>				<b>385</b>	<b>385</b>		<b>9.016</b>	<b>6.612,06</b>		
IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE INVERTER 15										
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)	
Trck 28 PV M	615	1	28	329	329	18	9.212	5.665,38	6.628	
Trck 28 PV M	605	1	28	83	83		2.324	1.406,02		
<b>Total</b>				<b>412</b>	<b>412</b>		<b>9.212</b>	<b>7.071,40</b>		

IMPIANTO SAN GIOVANNI IN FONTE									
Tracker Type	PV Panel Power	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracke	Tracker quantity	Total N° strings	QP	Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)
Trck 28 PV M	615	1	28	4.837	4.837	231	135.436	83.293,14	99.420
Trck 28 PV M	605	1	28	952	952		26.656	16.126,88	
Total				5.789	5.789		135.436	99.420,02	

#### 4.2.1. Caratteristiche tecniche delle linee

Nello specifico ogni linea sarà costituita da una terna di cavi MT in alluminio da 50 mm<sup>2</sup>.

La tabella sotto riportata, indica le principali caratteristiche delle linee dette, e le lunghezze stimate per ognuna di esse.

Linee MT interne all'impianto										
Shelter	Potenza (kWp)	Tensione (kV)	Corrente (A)	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Portata	Lunghezza CAD (m)	0,05	Ingr. In Cabina (m)	Stima finale (m)	
CABINE	1	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	197,00	206,85	10,00	216,85
	2	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	362,00	380,10	10,00	390,10
	3	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	365,00	383,25	10,00	393,25
	4	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	544,00	571,20	10,00	581,20
	5	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	710,00	745,50	10,00	755,50
	6	6.612,06	30,00	129,85	50,00	173 A	715,00	750,75	10,00	760,75
	7	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	868,00	911,40	10,00	921,40
	8	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	1.010,00	1.060,50	10,00	1.070,50
	9	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	1.008,00	1.058,40	10,00	1.068,40
	10	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	1.191,00	1.250,55	10,00	1.260,55
	11	6.578,18	30,00	129,18	50,00	173 A	1.190,00	1.249,50	10,00	1.259,50
	12	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	1.355,00	1.422,75	10,00	1.432,75
	13	6.595,12	30,00	129,51	50,00	173 A	1.355,00	1.422,75	10,00	1.432,75
	14	6.612,06	30,00	129,85	50,00	173 A	1.546,00	1.623,30	10,00	1.633,30
	15	7.071,40	30,00	138,87	50,00	173 A	1.545,00	1.622,25	10,00	1.632,25
	99.420,02								14.809,05	

#### Grandezze fondamentali dei cavi MT (in m)

Si rimanda all'elaborato "Schema a blocchi rete MT Impianto ANaV" relativo alla rete elettrica interna dell'Impianto ANaV.

I valori delle correnti sono stati ottenuti applicando la formula (1) di pagina 7 precedentemente vista e la tabella riportata a pag. 12, considerando a vantaggio di sicurezza, le potenze installate e non quelle nominali. Si vede facilmente, confrontando la  $I_b$  con la  $I_z$ , relativa a ciascuna sezione, che le sezioni scelte sono bene in grado di trasportare le potenze generate dai vari sotto-campi.

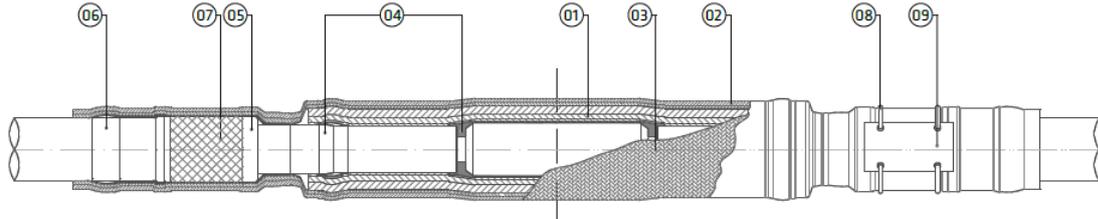
#### 4.3. Giunti cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile (circa 1.000 m), si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

In linea generale definiamo "giunzione" la giunzione tripolare delle tre fasi del conduttore più la messa a terra dello schermo. Quindi la giunzione sarà costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche

saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione (giunto), adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni saranno effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. Saranno realizzati con guaine auto-restringenti montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurano la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo.



Pos.	Descrizione	Pos.	Descrizione
1	Manica a tre strati	6	Nastro in mastice auto sigillante
2	Guaina a due strati	7	Nastro in rame in rilievo
3	Rete in rame	8	Striscia in pvc
4	Nastro ad alta permittività	9	Etichetta di identificazione
5	Nastro in pvc		

Si riporta una descrizione grafica della procedura di esecuzione del giunto:

1. Remove the outer sheath.



2. Cut the wires of the screen;



let them stick out of the outer sheath cutting.



3. Remove the semiconductor and the insulation using appropriate tools.



4. Joint the conductors using crimping or shear bolt connectors.



5. Apply the high - permittivity tape.



6. Apply the sealing mastic.



7. Place the joint body onto the prepared cables and centre them.



8. Remove two spiral supports.

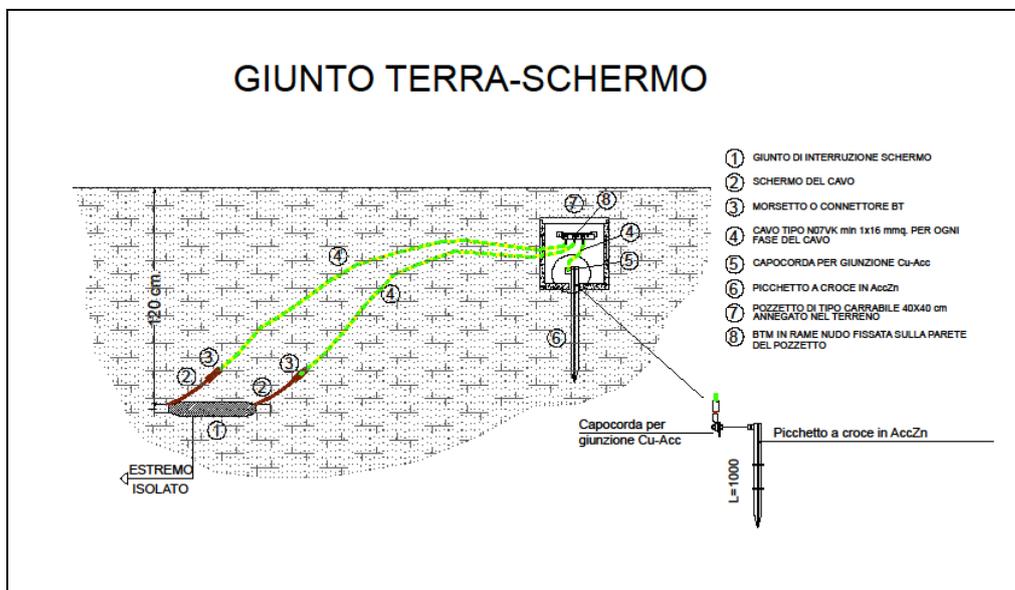


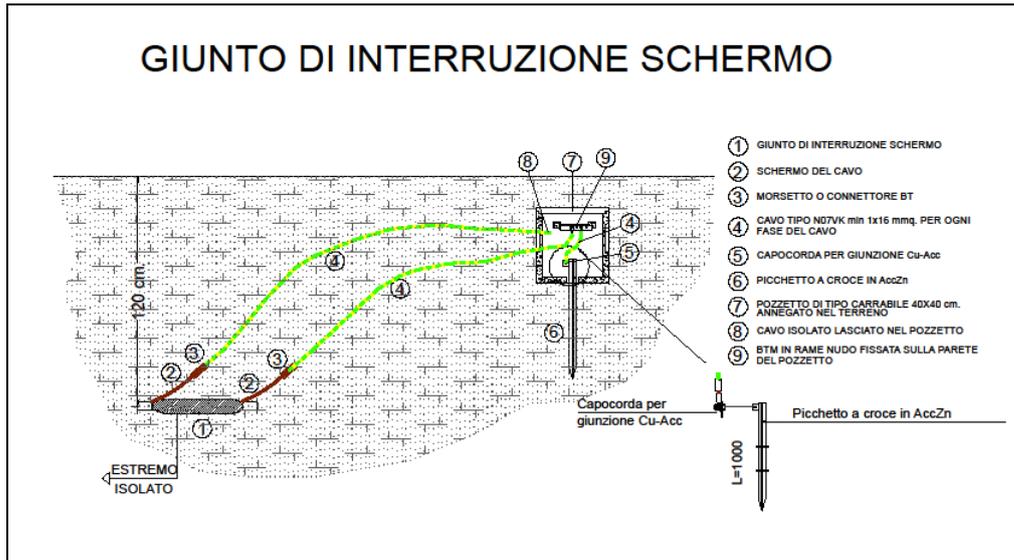
Eseguito il giunto sarà posto in opera un "ball-marker" passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto. Inoltre il giunto, prima del rinterro, sarà coperto con una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm.

Infine la posizione dei giunti sarà individuata su cartografia in scala 1:5.000, sulla quale saranno riportate le coordinate WGS84 di ciascuno di essi.

Nel particolare caso del nostro cavidotto di collegamento **CdS-SSE** di lunghezza pari a 7 km circa, si prevede l'esecuzione di 7 giunti. In corrispondenza dell'ultimo, verrà eseguita la messa a terra dello schermo dei cavi secondo lo schema riportato in figura.

Inoltre in corrispondenza della buca giunti, per le terne di cavi unipolari non avvolti ad elica visibile sarà eseguita la trasposizione delle fasi.





Per il cavidotto interno di collegamento fra i *sotto-campi*, la messa a terra degli schermi sarà eseguita solo sui terminali, dal momento che i tratti sono relativamente brevi; in pratica lo schermo dei cavi sarà collegato al collettore di terra di ciascuna Cabina di Campo, così come il quadro MT ove si attestano i cavi.

La messa a terra degli schermi unitamente alla trasposizione delle fasi permette di annullare di fatto la corrente indotta negli schermi dei cavi. Questo in base alle seguenti considerazioni:

- 1) Per attribuire ad ogni fase la stessa reattanza i conduttori devono essere disposti ai vertici di un triangolo equilatero ed in tal caso non c'è bisogno di ruotare ciclicamente i conduttori, sia che si tratti di corde di linee aeree che di cavi unipolari interrati. Se le corde od i cavi unipolari non sono a disposizione equilatera (come nel caso in esame, in cui difficilmente potrà essere rispettata la disposizione a trifoglio) si deve effettuare la rotazione in modo che mediamente ogni conduttore venga a trovarsi nella stessa posizione rispetto agli altri due.
- 2) Gli schermi se messi a terra permettono di abbassare la reattanza d'esercizio del cavo. Contemporaneamente però si aumenta la resistenza apparente di fase, quindi le perdite di potenza a parità di corrente trasportata, a causa delle perdite dovute alle correnti indotte negli schermi. Per ridurre tali correnti in linee lunghe, indipendentemente dalla disposizione dei cavi, si tagliano gli schermi e si ricorre alla rotazione dei collegamenti, o trasposizione. In ogni schermo in tal modo sono indotte correnti dalle correnti di tutte e tre le fasi e non di una sola, come con lo schermo integro, e poiché la somma delle correnti di fase è nulla, anche la totale corrente indotta in ciascuno schermo è nulla.

Inoltre la trasposizione delle fasi permette di minimizzare l'induzione magnetica già a breve distanza dall'asse della linea: infatti i campi di induzione prodotti dalle diverse fasi tendono a cancellarsi ad una certa distanza, in modo più marcato di quanto non avvenga in un elettrodotto posato a trifoglio.

## **5. Dimensionamento preliminare della rete di terra (Impianto ANaV)**

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di progetto definitivo relativi a *Rete di terra parco ANaV* a cui si rimanda.

### **5.1. Rete di terra di impianto ANaV**

L'impianto di terra dell'Impianto ANaV sarà quindi costituito da:

- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mm<sup>2</sup>, posata ad una quota non inferiore a 0,50 m da piano di campagna;
- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mm<sup>2</sup> posizionato sul perimetro di ciascuna Cabina di Campo e della Cabina di Smistamento, collegato poi all'anello perimetrale di cui al punto precedente;
- una rete di corda di rame 50 mm<sup>2</sup> per il collegamento a terra delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici nonché degli inverter. La corda di rame sarà posata sul fondo dello scavo della rete interna alle vie cavi BT, quindi seguirà il suo stesso schema;

Quanto sopra riportato è dettagliatamente descritto negli elaborati grafici di progetto concernenti la rete di terra dell'impianto ANaV.

#### **5.1.1. Verifiche di idoneità dell'impianto**

Lo scopo per il quale viene realizzato l'impianto di terra è duplice:

- protezione delle persone e delle apparecchiature in caso di guasti a terra del sistema elettrico;
- dispersione a terra della corrente indotta da scariche atmosferiche in caso di fulminazioni sulle strutture metalliche di sostegno dei moduli.

Per il dispersore di impianto ANaV, la definizione numerica dei valori di progetto non è definibile con certezza, in assenza delle indicazioni tecniche del Gestore di Rete. In particolare solo con specifica comunicazione da parte di ENEL saranno disponibili i dati relativi alla corrente di guasto a terra ed al tempo di intervento delle protezioni, sulla scorta dei quali è possibile verificare la tensione di contatto ammissibile.

Si procederà anche in questo caso ad un dimensionamento standard sulla base delle caratteristiche delle strutture, delle apparecchiature in campo e del terreno di fondazione e, nel corso d'opera, all'esecuzione di misure in campo. Nel caso di esito insufficiente di tali misure si procederà ad integrare i singoli dispersori di terra, estendendone la superficie con ulteriori anelli concentrici a quello in progetto, opportunamente collegati, ed aggiungendo dispersori puntuali, a piastra o a picchetto a seconda della tipologia del terreno di posa.

### **5.1.2. Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto**

La Norma CEI 99-3 definisce le tensioni contatto ammissibili ( $U_{Tp}$ ) in funzione della durata del guasto a terra. L'efficienza dell'impianto di terra è verificata dal confronto tra la tensione di terra ( $U_E$ ) e tensioni contatto ammissibili ( $U_{Tp}$ ), in particolare, se

$$U_E < U_{Tp}$$

la Norma CEI 99-3 stabilisce che l'impianto di terra è sicuramente efficiente in termini di protezione delle persone da tensioni di contatto determinate dal funzionamento degli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Si fa presente che la Norma CEI 99-3 fa riferimento in realtà alla relazione:

$$U_T < U_{Tp}$$

dove  $U_T$  è la tensione di contatto effettiva. Tuttavia poiché risulta  $U_E > U_T$ , la condizione  $U_E < U_{Tp}$  è sicuramente a favore della sicurezza.

### **5.2. Rete di terra Cabina di Raccolta e degli Shelter**

La realizzazione dell'impianto di terra dei fabbricati Cabine Elettriche, consisterà nelle seguenti attività:

- Installazione di collettori di terra in piatto di rame 60x6 mm sulle pareti;
- Esecuzione delle derivazioni di messa a terra delle masse metalliche fisse verso i collettori, con piatto di rame 40x3 mm;
- Connessioni di continuità elettrica delle carpenterie mobili, con conduttori flessibili di sezione:
  - 50 mm<sup>2</sup> per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
  - 70 mm<sup>2</sup> per la messa a terra delle parti mobili tipo aste di manovra.

- Posa e collegamento, con doppio cavo in rame da 70 mm<sup>2</sup>, alla rete di terra del fabbricato che sarà, a sua volta, così costituita:
  - anello perimetrale di forma rettangolare in corda di rame nudo di sezione 50 mmq a 7 fili elementari posata a quota -0,65 m, con sviluppo totale  $L_P$  del conduttore perimetrale pari a:  
 $L_P = 40$  m
  - n. 4 dispersori puntuali a picchetto in profilato di acciaio, di lunghezza pari a 1,5 m, posizionati in prossimità dei vertici dell'anello. In alternativa potranno essere utilizzati n. 4 dispersori a piastra in acciaio zincato di lato pari a 0,6 m.

L'installazione dei collettori di terra e delle derivazioni alle masse metalliche dovrà essere opportunamente distanziata dalla parete mediante interposizione di distanziali in resina autoestingente, ed il fissaggio a parete dovrà essere eseguito con viti in acciaio e tasselli in PVC.

Le sbarre in rame dell'impianto di terra interno ai fabbricati dovranno essere verniciate sulle parti a vista, in GIALLO con strisce VERDI, oppure con il simbolo di terra (verniciato o prestampato, ben adesivo e resistente).

## 6. Dimensionamento preliminare dell'Impianto di illuminazione (*Parco ANaV*)

L'Impianto ANaV in progetto, sarà dotato di un impianto di illuminazione perimetrale costituito da:

- Tipo lampada: Proiettori LED,  $P_n = 250W$
- Tipo armatura: proiettore direzionabile
- Numero lampade: 270;
- Numero palificazioni: 135;
- Funzione: illuminazione interno impianto notturna e anti-intrusione;
- Distanza tra i pali: circa 40 m.

Il suo funzionamento sarà **esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto**. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi una intrusione durante le ore notturne, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre la direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

Da quanto appena esposto si può evincere che detto impianto di illuminazione **è conforme a quanto riportato all'art.6 della L.R. N.15/05 "Misure urgenti per il contenimento**

**dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).**

Come detto, l'impianto sarà costituito da proiettori a Led montati su pali zincati di altezza pari a 3,50 m. Dagli Shelter, partiranno le linee di alimentazione in BT. Ogni Shelter alimenterà quindi un certo numero di proiettori tramite un massimo di 3 linee elettriche trifase a 400 V.

Ogni linea sarà dotata di 1 interruttore magnetotermico. Le linee elettriche saranno costituite da cavi del tipo FG16OR16 da 10 mm<sup>2</sup>.

Avremo per ogni proiettore luminoso da 250 W, una corrente necessaria pari a:

$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{250.}{0,92 * \sqrt{3} * 400} = \mathbf{0,4 A}$$

Le linee saranno dimensionate in modo tale da avere una Caduta di Tensione CdT contenuta sotto il 4%.

Il conduttore scelto da 10 mm<sup>2</sup> ha una portata nominale (per cavo interrato in tubo) pari a:

**55 A.** Tale sezione è stata scelta per sopperire alle perdite di carico dovute alla lunghezza delle linee di alimentazione.

**FG16OR16**

sezione nominale	di diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	di diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C interrato in tubo	20 °C interrato	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C	in open air at 30 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C	buried at 20 °C	minimum bending radius
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)		ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	(mm)

**4 conduttori con giallo/verde / 4 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318**

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	121
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44,0	43	41	65	56	157
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1G25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1G25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1G35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1G50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1G70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

**6.1.1. Protezioni contro i contatti diretti**

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata dall'installazione di apparecchiature elettriche, in particolare i corpi illuminanti, con un grado di protezione non inferiore a IP44.

Una ulteriore protezione è garantita dalla presenza di interruttori con modulo differenziale a alta sensibilità.

### 6.1.2. Caduta di tensione

Secondo norma CEI 64-8 sez.525 la caduta di tensione nel circuito non deve superare il 4%, e viene stimata utilizzando la relazione:

$$\Delta U = K \times I \times L \times (R \cos\phi + X \sin\phi)$$

con:

**K** = 2 per linee monofase (230 V);

**K** = 1.73 per linee trifase (400 V);

**I** = corrisponde alla corrente di impiego del circuito (I<sub>b</sub>);

**L** = lunghezza della linea;

**R** = è la resistenza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso

**X** = è la reattanza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso

Nei calcoli si assumerà un valore per il fattore di potenza, pari a  $\cos\phi = 0.92$  ( $\sin\phi=0,39$ ).

Inoltre per semplificare il calcolo ed essere conservativi si farà l'ipotesi che tutto il carico sia concentrato a 2/3 della lunghezza della linea. Il carico ovviamente dipenderà dal numero di lampade che sono alimentate dal circuito.

La caduta di tensione percentuale sarà ottenuta con la formula

$$\Delta U\% = \Delta U / U \times 100$$

Dove U è la tensione di linea, ovvero 400 V.

Come detto le linee saranno dimensionate in modo tale da contenere la caduta di tensione sulla singola linea di alimentazione al di sotto del **4%**.

### 6.1.3. Impianto di terra

L'impianto di terra dell'impianto di illuminazione sarà lo stesso dell'impianto ANaV. In particolare sarà effettuato un collegamento in corrispondenza del quadro ausiliari di cabina (nodo di terra all'interno del quadro).

Per quanto attiene i corpi illuminanti questi saranno in classe II di isolamento (doppio isolamento) e pertanto non necessitano di collegamento a terra. Per quanto attiene i pali di illuminazione, qualora si utilizzino pali in pvc non sarà necessario il collegamento a terra. Nel caso in cui i pali siano del tipo in acciaio, verrà effettuato il collegamento a terra utilizzando il morsetto posto tipicamente alla base del palo. In particolare il collegamento sarà realizzato direttamente sul dispersore di terra dell'impianto ANaV nel punto più vicino, tenendo conto che il dispersore di terra dell'impianto ANaV è, tra l'altro, costituito da una corda di rame nuda della sezione di 35 mmq posta ad intimo contatto con il terreno ad una profondità di 0,6-0,8 m. Essa corre lungo tutto il perimetro dell'impianto e quindi è prossima al punto di installazione dei pali di illuminazione. Il collegamento di terra tra palo e dispersore sarà realizzato con corda di rame nuda o protetta della sezione di almeno 25 mm<sup>2</sup>.

#### **6.1.4. Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti**

La difesa delle condutture rispetto a fenomeni di sovraccarico oppure di corto circuito viene espressamente richiamata dalla norma CEI 64-8 alla sezione 433 e seguenti. In esse viene prescritto che l'impianto soddisfi le seguenti due condizioni:

$$I_b < I_n$$

$$I_f < 1.45 I_z$$

Dove

$I_b$  = corrente di impiego del circuito;

$I_z$  = portata della conduttura in regime permanente;

$I_n$  = corrente nominale della protezione;

$I_f$  = corrente di sicuro funzionamento della protezione.

La tipologia di protezione richiesta viene assicurata da interruttori di tipo magnetotermico e di tipo magnetotermico differenziale, scelti in modo tale da avere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione e garantire un tempo di intervento inferiore a quello che condurrebbe la conduttura al limite termico. La condizione che definisce l'energia specifica passante ammessa dalle protezioni viene esplicitata tramite la relazione:

$$I^2 t < k^2 S^2$$

### **6.1.5. Cavidotti e pozzetti**

Il cavidotto per la posa dei cavi sarà realizzato con tubazioni corrugate a doppia parete in PE ad alta densità con superficie interna perfettamente liscia, a bassissima emissione di fumi e gas tossici, autoestingente, con resistenza allo schiacciamento superiore a 450 N, del diametro di 63 mm e comunque almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi, conforme alle Norme CEI 23-55 - CEI 64-8/5, art. 522.8.1.1.

La tubazione sarà posta all'interno di trincee predisposte ad una profondità non inferiore a 0,6 m dal piano di campagna, il rinterro sarà effettuato con materiale vagliato rinvenente dagli stessi scavi, esente da pietre di grosse dimensioni. Il raggio di curvatura sarà tale da non danneggiare i cavi in esso contenuti (circa tre volte il diametro esterno dei cavi).

Alla base di ciascun palo e lungo il percorso dei cavidotti (ad una distanza massima di 40 m circa) saranno posizionati dei pozzetti realizzati in cemento prefabbricato (40x40x60) cm, provvisti di chiusino in plastica, carrabile. Dovranno essere murati a terra con coperchio posto al livello del piano di calpestio senza sporgenze; dovranno essere raccordati al cavidotto e al sostegno per consentire il passaggio dei conduttori.

Da pozzetto verrà prolungato il cavo di alimentazione fino all'asola con portello di chiusura, dove verranno effettuate le giunzioni fra le linee interrate e le alimentazioni dei corpi illuminanti con idonei morsetti.

### **Cavi**

Saranno utilizzati conduttori multipolari di FROR con isolamento e guaina in pvc no propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di fumi e gas tossici, con tensione nominale di riferimento 0,6/1 kV, norme di riferimento CEI 20-11 - CEI 20-14 - CEI 20-22 II - CEI 20-35 - CEI 20-37 parte I - tabelle UNEL 35752-55-56-57 - non propaganti l'incendio secondo le norme CEI 20-22

I cavi tipo FROR saranno e posati nelle tubazioni predisposte, sopra descritte, che assicureranno idonea protezione meccanica. Le tubazioni faranno capo a pozzetti d'ispezione e di infilaggio con fondo pendente di adeguate dimensioni.

Le condutture dovranno essere generalmente a tratti rettilinei orizzontali e verticali. Nel caso in cui le linee elettriche di potenza e le linee a tensione diversa da quella di rete abbiano lo stesso percorso, si dovrà provvedere ad installarle in modo da non generare disturbi reciproci.

Le giunzioni e le derivazioni saranno realizzate con idonei morsetti in policarbonato in corrispondenza del portello per asola d'ispezione sul palo.

### **6.1.6. Quadro elettrico – interruttori di protezione**

Gli interruttori di protezione delle linee di alimentazione dell'impianto di illuminazione saranno installati all'interno del Quadro BT Ausiliari delle Cabine. Saranno interruttori quadripolari 4x16 A magnetotermici differenziali con potere di interruzione minimo di 6 kA,  $I_d=0,3$  A, curva C. Per permettere l'azionamento automatico comandato dall'impianto di antintrusione saranno dotati di contattore.

### **6.2. Corpi illuminanti**

Saranno utilizzati proiettori a doppio isolamento, grado di protezione IP 66, classe energetica A++, con led modulari per complessivi 250 W, per permettere la sostituzione dei singoli moduli led. Completo di staffa di orientamento, sarà installato su appositi pali ad un'altezza di 3,5 m circa dal piano campagna. Le caratteristiche dell'ottica con fascio di 60° e l'orientamento verso il basso limiteranno l'inquinamento luminoso.



***Proiettore a led 250 W***

#### **6.2.1. Pali di sostegno**

I pali di sostegno saranno in acciaio a sezione circolare conica. Equipaggiati con staffe testa palo per l'installazione e sostegno di due proiettori per ciascun palo, di altezza fuori terra pari a 3,5 m. Saranno dotati di morsettiera con asola di ispezione ad un'altezza di 1,4 m circa, e morsetto di messa a terra base palo. In alternativa saranno utilizzati pali in pvc aventi stesse caratteristiche.

### **6.2.2. Fondazioni**

Saranno realizzate delle fondazioni in opera, costituite da un blocco di calcestruzzo, con un foro al centro. La sigillatura tra sostegno e fondazione sarà eseguita con sabbia finissima bagnata e superiormente sigillata con una corona di calcestruzzo dello spessore di 5 cm. I sostegni saranno interrati nel plinto per circa 60 cm.

### **6.2.3. Caratteristiche illuminotecniche**

É evidente che l'obiettivo dell'impianto di illuminazione è quello di assicurare un adeguato livello di sicurezza antintrusione dell'impianto, questo il motivo per cui l'impianto l'installazione dei corpi illuminanti è limitata al perimetro dell'impianto stesso. Come detto l'impianto si attiverà automaticamente in caso di allarme generato dall'impianto antintrusione.

L'impianto di illuminazione potrà essere utilizzato, qualora attività di manutenzione straordinaria si protraggano eccezionalmente nelle ore serali.

Il livello di illuminamento nella parte centrale dell'impianto anche in considerazione dell'ombreggiamento prodotto dagli stessi moduli fotovoltaici sarà molto scarso (pochi lux), nella parte periferica potranno essere raggiunti valori medi intorno ai 20 lux.

La scelta di lampade led ad alta efficienza con temperatura di colore superiore a 4.500 K, farà sì che la luce emessa sarà del tipo bianca e fredda.

## **7. Dimensionamento preliminare dell'Impianto videosorveglianza e antintrusione (Parco ANaV)**

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- N. 135 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m circa.

Queste saranno installate su pali in acciaio zincato di altezza pari a m 5,50 ed ancorati su opportuno pozzetto di fondazione porta palo e cavi;

- cavo *alfa* con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

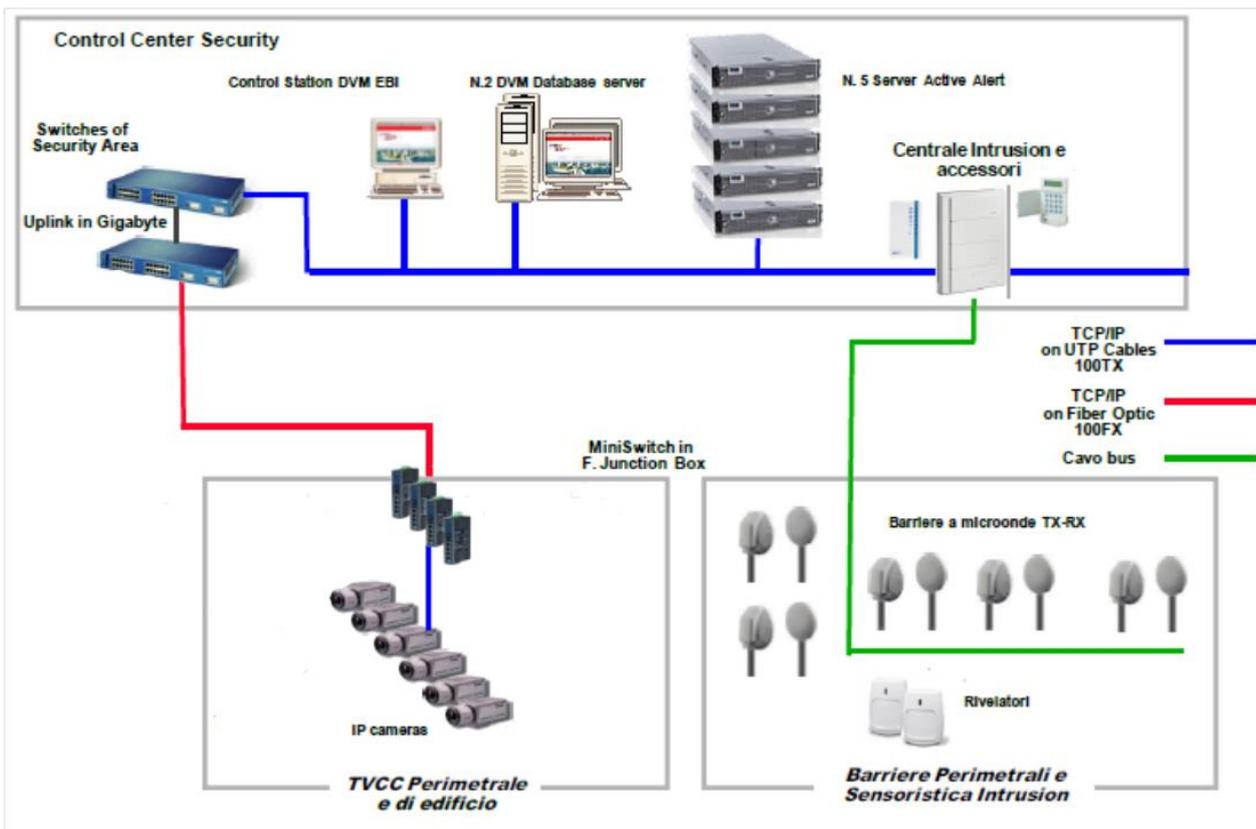
Il cavo *alfa* sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.



## 8. Dimensionamento preliminare dell'Impianto di illuminazione (*Sottostazione Elettrica Utente*)

La Sottostazione Elettrica Utente in progetto, sarà dotata di un impianto di illuminazione perimetrale costituito da:

- Tipo lampada: Proiettori LED,  $P_n = 100W$
- Tipo armatura: proiettore direzionabile
- Numero lampade: 20;
- Numero palificazioni: 10
- Funzione: illuminazione interno impianto notturna e anti-intrusione;
- Distanza tra i pali: circa 20 m.

Il suo funzionamento sarà **esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto**. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi una intrusione durante le ore notturne, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre la direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

Da quanto appena esposto si può evincere che detto impianto di illuminazione **è conforme a quanto riportato all'art.6 della L.R. N.15/05 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).**

Come detto, l'Impianto sarà costituito da proiettori a Led montati su pali zincati di altezza pari a 5,50 m. Dal Quadro di Bassa Tensione posizionato all'interno dell'edificio servizi, partiranno due linee elettriche trifase a 400 V di alimentazione in BT. Ogni Cabina alimenterà lo stesso numero di proiettori, 6 in particolare.

Ogni linea sarà dotata di 1 interruttore magnetotermico alloggiato anch'esso nel Quadro Ausiliari a sua volta ubicato all'interno del vano BT dell'edificio servizi. Le linee elettriche saranno costituite da cavi del tipo FG16OR16 da 4 mm<sup>2</sup>.

Avremo per ogni proiettore luminoso da 100 W, una corrente necessaria pari a:

$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{100.}{0,92 * \sqrt{3} * 400} = \mathbf{0,15 A}$$

Come si vede su ciascuna linea la Caduta di Tensione CdT rimane contenuta sotto il 4%.

Il conduttore scelto da 2,5 mm<sup>2</sup> ha una portata nominale (per cavo interrato in tubo) pari a:

**25 A.** Quindi un tale conduttore è ben in grado di addurre la corrente necessaria ai proiettori per ciascuna delle 2 linee di alimentazione.

## FG160R16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in C. C.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 30 °C in tubo in aria	20 °C interrato in tubo	20 °C interrato	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C	in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C		minimum bending radius
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	(mm)

### 4 conduttori con giallo/verde / 4 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	13,4	300	13,7	33	10,5	20	10	30	36	121
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44,0	43	41	65	56	157
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1G25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1G25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1G35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1G50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1G70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

### 8.1.1. Protezioni contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata dall'installazione di apparecchiature elettriche, in particolare i corpi illuminanti, con un grado di protezione non inferiore a IP44. Una ulteriore protezione è garantita dalla presenza di interruttori con modulo differenziale a alta sensibilità.

### 8.1.2. Caduta di tensione

Secondo norma CEI 64-8 sez.525 la caduta di tensione nel circuito non deve superare il 4%, e viene stimata utilizzando la relazione:

$$\Delta U = K \times I \times L \times (R \cos\phi + X \sin\phi)$$

con:

**K** = 2 per linee monofase (230 V);

**K** = 1.73 per linee trifase (400 V);

**I** = corrisponde alla corrente di impiego del circuito (I<sub>b</sub>);

**L** = lunghezza della linea;

**R** = è la resistenza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso

**X** = è la reattanza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso

Nei calcoli si assumerà un valore per il fattore di potenza, pari a  $\cos\phi = 0.92$  ( $\sin\phi=0,39$ ).

Inoltre per semplificare il calcolo ed essere conservativi si farà l'ipotesi che tutto il carico sia concentrato a 2/3 della lunghezza della linea. Il carico ovviamente dipenderà dal numero di lampade che sono alimentate dal circuito.

La caduta di tensione percentuale sarà ottenuta con la formula

$$\Delta U\% = \Delta U / U \times 100$$

Dove U è la tensione di linea, ovvero 400 V.

Dalla tabella sotto riportata è evidente che la caduta di tensione sulla singola linea di alimentazione è per tutte le linee ampiamente inferiore al **4%**. Pertanto le sezioni dei conduttori sono da considerare corrette.

<b>Linea</b>	<b>Sez. Linea</b>	<b>Sezione Derivazione</b>	<b>Num. Proiettori</b>	<b>Carico (kW)</b>	<b>Lunghezza Linea (km)</b>	<b>CdT</b>
<b>L1</b>	4x4 mm <sup>2</sup>	2x4 mm <sup>2</sup>	10	1	0,14	<b>0,53%</b>
<b>L2</b>	4x4 mm <sup>2</sup>	2x4 mm <sup>2</sup>	10	1	0,155	<b>0,59%</b>

### 8.1.3. Impianto di terra

L'impianto di terra dell'impianto di illuminazione sarà lo stesso dell'impianto ANaV. In particolare sarà effettuato un collegamento in corrispondenza del quadro ausiliari di cabina (nodo di terra all'interno del quadro).

Per quanto attiene i corpi illuminanti questi saranno in classe II di isolamento (doppio isolamento) e pertanto non necessitano di collegamento a terra. Per quanto attiene i pali di illuminazione, qualora si utilizzino pali in pvc non sarà necessario il collegamento a terra. Nel caso in cui i pali siano del tipo in acciaio, verrà effettuato il collegamento a terra utilizzando il morsetto posto tipicamente alla base del palo. In particolare il collegamento sarà realizzato direttamente sul dispersore di terra dell'impianto ANaV nel punto più vicino, tenendo conto che il dispersore di terra dell'impianto ANaV è, tra l'altro, costituito da una corda di rame nuda della sezione di 35 mmq posta ad intimo contatto con il terreno ad una profondità di 0,6-0,8

m. Essa corre lungo tutto il perimetro dell'impianto e quindi è prossima al punto di installazione dei pali di illuminazione. Il collegamento di terra tra palo e dispersore sarà realizzato con corda di rame nuda o protetta della sezione di almeno 25 mmq.

#### **8.1.4. Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti**

La difesa delle condutture rispetto a fenomeni di sovraccarico oppure di corto circuito viene espressamente richiamata dalla norma CEI 64-8 alla sezione 433 e seguenti. In esse viene prescritto che l'impianto soddisfi le seguenti due condizioni:

$$I_b < I_n$$
$$I_f < 1.45 I_z$$

Dove

$I_b$  = corrente di impiego del circuito;

$I_z$  = portata della conduttura in regime permanente;

$I_n$  = corrente nominale della protezione;

$I_f$  = corrente di sicuro funzionamento della protezione.

La tipologia di protezione richiesta viene assicurata da interruttori di tipo magnetotermico e di tipo magnetotermico differenziale, scelti in modo tale da avere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione e garantire un tempo di intervento inferiore a quello che condurrebbe la conduttura al limite termico. La condizione che definisce l'energia specifica passante ammessa dalle protezioni viene esplicitata tramite la relazione:

$$I^2 t < k^2 S^2$$

#### **8.1.5. Cavidotti e pozzetti**

Il cavidotto per la posa dei cavi sarà realizzato con tubazioni corrugate a doppia parete in PE ad alta densità con superficie interna perfettamente liscia, a bassissima emissione di fumi e gas tossici, autoestingente, con resistenza allo schiacciamento superiore a 450 N, del diametro di 63 mm e comunque almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi, conforme alle Norme CEI 23-55 -. CEI 64-8/5, art. 522.8.1.1.

La tubazione sarà posta all'interno di trincee predisposte ad una profondità non inferiore a 0,6 m dal piano di campagna, il rinterro sarà effettuato con materiale vagliato rinvenente dagli

stessi scavi, esente da pietre di grosse dimensioni. Il raggio di curvatura sarà tale da non danneggiare i cavi in esso contenuti (circa tre volte il diametro esterno dei cavi).

Alla base di ciascun palo e lungo il percorso dei cavidotti (ad una distanza massima di 40 m circa) saranno posizionati dei pozzetti realizzati in cemento prefabbricato (40x40x60) cm, provvisti di chiusino in plastica, carrabile. Dovranno essere murati a terra con coperchio posto al livello del piano di calpestio senza sporgenze; dovranno essere raccordati al cavidotto e al sostegno per consentire il passaggio dei conduttori.

Da pozzetto verrà prolungato il cavo di alimentazione fino all'asola con portello di chiusura, dove verranno effettuate le giunzioni fra le linee interrate e le alimentazioni dei corpi illuminanti con idonei morsetti.

### **Cavi**

Saranno utilizzati conduttori multipolari di FROR con isolamento e guaina in pvc non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di fumi e gas tossici, con tensione nominale di riferimento 0,6/1 kV, norme di riferimento CEI 20-11 - CEI 20-14 - CEI 20-22 II - CEI 20-35 - CEI 20-37 parte I - tabelle UNEL 35752-55-56-57 - non propaganti l'incendio secondo le norme CEI 20-22

I cavi tipo FROR saranno e posati nelle tubazioni predisposte, sopra descritte, che assicureranno idonea protezione meccanica. Le tubazioni faranno capo a pozzetti d'ispezione e di infilaggio con fondo pendente di adeguate dimensioni.

Le condutture dovranno essere generalmente a tratti rettilinei orizzontali e verticali. Nel caso in cui le linee elettriche di potenza e le linee a tensione diversa da quella di rete abbiano lo stesso percorso, si dovrà provvedere ad installarle in modo da non generare disturbi reciproci. Le giunzioni e le derivazioni saranno realizzate con idonei morsetti in policarbonato in corrispondenza del portello per asola d'ispezione sul palo.

#### **8.1.6. Quadro elettrico – interruttori di protezione**

Gli interruttori di protezione delle linee di alimentazione dell'impianto di illuminazione saranno installati all'interno del Quadro BT Ausiliari delle Cabine. Saranno interruttori quadripolari 4x16 A magnetotermici differenziali con potere di interruzione minimo di 6 kA,  $I_d=0,3$  A, curva C. Per permettere l'azionamento automatico comandato dall'impianto di antintrusione saranno dotati di contattore.

## 8.2. Corpi illuminanti

Saranno utilizzati proiettori a doppio isolamento, grado di protezione IP 66, classe energetica A++, con led modulari per complessivi 250 W, per permettere la sostituzione dei singoli moduli led. Completo di staffa di orientamento, sarà installato su appositi pali ad un'altezza di 3,5 m circa dal piano campagna. Le caratteristiche dell'ottica con fascio di 60° e l'orientamento verso il basso limiteranno l'inquinamento luminoso.



**Proiettore a led 100 W**

### 8.2.1. Pali di sostegno

I pali di sostegno saranno in acciaio a sezione circolare conica. Equipaggiati con staffe testa palo per l'installazione e sostegno di due proiettori per ciascun palo, di altezza fuori terra pari a 3,5 m. Saranno dotati di morsettiera con asola di ispezione ad un'altezza di 1,4 m circa, e morsetto di messa a terra base palo. In alternativa saranno utilizzati pali in pvc aventi stesse caratteristiche.

### 8.2.2. Fondazioni

Saranno realizzate delle fondazioni in opera, costituite da un blocco di calcestruzzo, con un foro al centro. La sigillatura tra sostegno e fondazione sarà eseguita con sabbia finissima bagnata e superiormente sigillata con una corona di calcestruzzo dello spessore di 5 cm. I sostegni saranno interrati nel plinto per circa 60 cm.

### 8.2.3. Caratteristiche illuminotecniche

É evidente che l'obiettivo dell'impianto di illuminazione è quello di assicurare un adeguato livello di sicurezza antintrusione dell'impianto, questo il motivo per cui l'impianto l'installazione dei corpi illuminanti è limitata al perimetro dell'impianto stesso. Come detto l'impianto si attiverà automaticamente in caso di allarme generato dall'impianto antintrusione.

L'impianto di illuminazione potrà essere utilizzato, qualora attività di manutenzione straordinaria si protraggano eccezionalmente nelle ore serali.

Il livello di illuminamento nella parte centrale dell'impianto anche in considerazione dell'ombreggiamento prodotto dagli stessi moduli fotovoltaici sarà molto scarso (pochi lux), nella parte periferica potranno essere raggiunti valori medi intorno ai 20 lux.

La scelta di lampade led ad alta efficienza con temperatura di colore superiore a 4.500 K, farà sì che la luce emessa sarà del tipo bianca e fredda.

## 9. Dimensionamento preliminare dell'Impianto videosorveglianza e antintrusione (Sottostazione Elettrica UTENTE)

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- N. 10 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 20 m circa.

Queste saranno installate su pali in acciaio zincato di altezza pari a m 5,50 ed ancorati su opportuno pozzetto di fondazione porta palo e cavi;

- cavo *alfa* con anime magnetiche, collegato a sensori microfonic, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

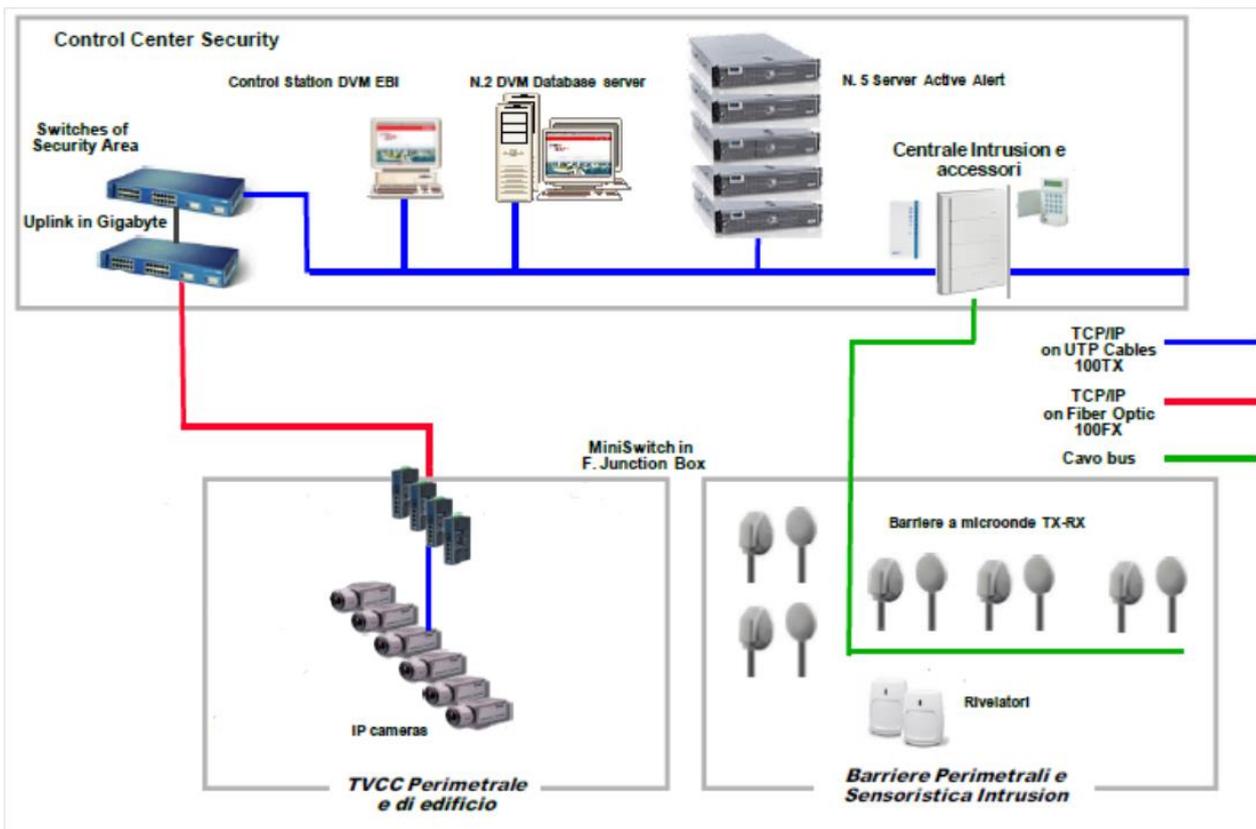
Il cavo *alfa* sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.



## **10. Dimensionamento preliminare del sistema di raccolta delle acque meteoriche di prima pioggia**

Di seguito si intendono fornire le prime indicazioni e calcoli preliminari per il dimensionamento del sistema di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia derivanti dal dilavamento del piazzale asfaltato (avente superficie pari a circa 1.800 m<sup>2</sup>) della Sottostazione Elettrica Utente di nuova realizzazione. La Sottostazione Utente SSE sarà ubicata nel Comune di Stornara (FG), ed in particolare sorgerà nei pressi della futura Stazione di Smistamento Terna 150 kV di Stornara (già autorizzato e di prossima realizzazione), alla quale sarà connessa per la cessione dell'Energia prodotta dall'Impianto ANaV.

Verrà quindi reso il calcolo e verifica sopra detto ai sensi dell'art. 15 comma 4 del Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013, "*Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia*" (attuazione dell'art. 113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.).

La sottostazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione realizzata a pettine aperta in elementi prefabbricati in cls su trave di fondazione in cls armato gettato in opera. Sarà dotata di ingresso indipendente, realizzato tramite cancello metallico e di un impianto antintrusione. All'interno dell'area di stazione sarà realizzato un edificio servizi, destinato ad alloggiare le apparecchiature di misura controllo e supervisione, nonché tutti i circuiti elettrici in bassa e media tensione. Il fabbricato sarà dotato di sistema di raccolta delle acque meteoriche (pluviali), che saranno convogliate verso il piazzale asfaltato prima detto. L'area destinata alle apparecchiature AT sarà finita con ghiaietto.

Le vie di transito e i piazzali asfaltati saranno composti da:

- sottofondo in misto di cava;
- base in misto stabilizzato;
- (binder);
- tappetino d'usura debitamente rullato;
- cordonata in elementi di cemento vibrocompresso.

La sagoma trasversale del piazzale sarà realizzata con pendenza verso i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche. La posa in opera del materiale sarà effettuata con una corretta umidificazione ed un adeguato costipamento, preceduto, se necessario, da un mescolamento per evitare la segregazione. La posa in sottofondo sarà preceduta da accurata costipazione del terreno in sito.

Alla luce del *Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013*, è necessario provvedere allo smaltimento delle acque meteoriche, poiché l'attività svolta nell'area sopra descritta è sprovvista

di fognatura separata, in conformità a quanto indicato dall'articolo 5 del Capo I del R.R. n.26/2013.

### 10.1. Riferimenti Normativi

#### Leggi Nazionali:

- D. Lgs n. 152/06 e s.m.i., Parte III “ *Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche*”.

#### Leggi Regione Puglia:

- Piano di Tutela delle Acque, Decreto Commissariale n. 209 del 19 dicembre 2005, adottato con Delibera di Giunta n. 883 del 19 giugno 2007, approvato dal Consiglio Regionale il 20 ottobre 2009;
- Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013 *Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia*;
- Norme UNI-EN 858-1/2

In base alle disposizioni del Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013, per la definizione del presente elaborato, relativo al trattamento delle acque meteoriche incidenti sulla SSE di trasformazione e consegna a servizio del Parco ANaV di proprietà della società *Tozzi Green S.p.A.*, si sono adottati i criteri di seguito indicati.

L'art.3 del suddetto R.R., definisce:

- a. *Acque meteoriche di dilavamento*: le acque di pioggia che precipitano sull'intera superficie impermeabilizzata scolante afferente allo scarico o all'immissione;
- b. *Acque di prima pioggia*: le prime acque meteoriche di dilavamento, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:
  - di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila)mq;
- c. *Acque di seconda pioggia*: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- d. *Acque di lavaggio*: acque non meteoriche utilizzate per operazioni di lavaggio di aree esterne impermeabili o per altre operazioni diverse da quelle di processo;

- e. *Suolo*: corpo naturale composto da sostanze minerali ed organiche, generalmente in orizzonti di spessore variabile, differenziato dalle formazioni geologiche sottostanti per la composizione chimico fisica ed i caratteri biologici;
- f. *Sottosuolo*: l'intera zona in profondità sottostante il suolo;
- g. *Strato superficiale del sottosuolo*: corpo naturale immediatamente sottostante il suolo o una sua parte, posto ad una distanza di sicurezza dal livello di massima escursione della falda; tale distanza è definita come franco di sicurezza;
- h. *Franco di sicurezza*: lo strato di suolo e sottosuolo posto al di sopra del livello di massima escursione delle acque sotterranee che, per sua natura e spessore, garantisce la salvaguardia qualitativa delle stesse. Il suo spessore minimo deve essere di 1,5 (uno virgola cinque) m valutato e verificato in funzione delle effettive caratteristiche del sottosuolo;
- i. *Vasca di prima pioggia*: manufatto a tenuta stagna adibito alla raccolta ed al contenimento del volume delle acque di prima pioggia. La medesima vasca può essere adibita, se dimensionata e/o equipaggiata con apparecchiature idonee, al trattamento delle stesse acque;
- j. *Superficie scolante*: l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra superficie scoperta, alle quali si applicano le disposizioni sullo smaltimento delle acque meteoriche di cui al presente regolamento;
- k. *Tempo di ritorno*: l'intervallo medio di tempo all'interno del quale un evento di precipitazione sarà uguagliato o superato;
- l. *Evento meteorico*: una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, che, ai fini delle corrispondenti acque di prima pioggia, si verificano o si susseguono a distanza di almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto da un analogo precedente evento;
- m. *Dissabbiatura*: trattamento per la rimozione di "particelle solide sospese" di dimensioni superiori a 0,20 (zero virgola venti) mm;
- n. *Bacino endoreico*: bacino idrografico in cui il reticolo idrografico non sfocia a mare o in altro corpo idrico superficiale sfociante a mare, ma recapita in una zona depressa interna al bacino stesso;
- o. *Recapito finale di bacino endoreico*: zona più depressa di un bacino endoreico.
- p. *Immissione di acque meteoriche*: rilascio delle acque meteoriche di dilavamento in rete fognaria.

## 10.2. Descrizione delle superfici interessate

Le aree delle superfici della sottostazione di trasformazione risultano le seguenti:

- Aree drenanti 2.361 m<sup>2</sup>
- Pavimentazioni asfaltate 1.800 m<sup>2</sup>
- Tetti e terrazzi 117 m<sup>2</sup>

Con riferimento alle definizioni di cui all'art 3 del *Regolamento Regione Puglia n.26 del 09/12/2013*, il calcolo delle acque di prima pioggia viene effettuato rispettando quanto di seguito richiamato:

- superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 5.000 (cinquemila) m<sup>2</sup>;
- altezza di precipitazione uniformemente distribuita di 5 (cinque) mm;
- tempo di ritorno di **cinque anni**.

In base alla tipologia di superficie è stato selezionato il coefficiente di deflusso applicabile; questo rappresenta la capacità di restituzione dell'acqua piovana di una determinata superficie.

Tipologia della superficie scolante	Coefficiente di deflusso $\psi$
Tetti e terrazzi	0,95
Pavimentazioni asfaltate	0,9

Moltiplicando le superfici per il coefficiente di deflusso si ottengono le aree ragguagliate ovvero le aree sulle quali calcolare il volume di acqua piovana.

Tipologia della superficie	Area della superficie $A_i$ (m <sup>2</sup> )	Coefficiente di deflusso $\psi_i$	Area ragguagliata $A_i \times \psi_i$ (m <sup>2</sup> )
Tetti e terrazzi	117	0,95	111,15

Poiché il contributo di tali superfici sfocia su pavimentazioni asfaltate si ha:

Tipologia della superficie	Area della superficie $A_i$ (m <sup>2</sup> )	Coefficiente di deflusso $\psi_i$	Area raggugiata $A_i \times \psi_i$ (m <sup>2</sup> )
Tetti e terrazzi (area raggugiata) sfocianti su pavimentazioni asfaltate	111,15	0,9	100,03
Pavimentazioni asfaltate	1.800	0,9	1.620
$A = \sum (A_i \psi_i) =$			<b>1.831,18 m<sup>2</sup></b>

### 10.3. Analisi dei dati pluviometrici

La curva di possibilità pluviometrica è stata calcolata considerando che i dati delle piogge, della durata di un'ora e superiori (1, 3, 6, 12, 24 ore), della stazione pluviometrica di *Orta Nova (FG)*, situata a circa 6 km a ovest della SSE in progetto.

La scelta è stata determinata anche perché, oltre alla vicinanza e all'orografia, questa stazione pluviometrica presenta un numero di misurazioni sufficientemente completo su base storica.

Sono state considerate le altezze massime di pioggia registrate dal 1980 al 2013 per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore. Il numero di osservazioni totale è pari a 31. (**Tab. 1**)

ANNO		Max intensità		1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
42		mm	data	mm	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
<b>REGIONE PUGLIA</b>													
<b>SEZIONE PROTEZIONE CIVILE</b>													
<i>Centro Funzionale Decentrato</i>													
<b>ORTANOVA</b>													
latitudine 41° 19' 32,98" N						longitudine 15° 42' 24,58" E							
n	Durate												
	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore				
1	12.4		27.4		30.2		30.4		37.0				
2	8.0		15.4		18.4		25.6		28.4				
3	21.4		27.2		27.2		35.6		42.2				
4	19.0		21.4		22.4		31.0		41.0				
5	15.4		19.6		25.2		28.2		28.8				
6	32.6		42.6		47.8		48.0		48.0				
7	23.8		37.0		50.8		56.6		56.8				
8	20.8		22.6		22.6		22.6		33.4				
9	10.8		19.4		33.2		51.2		61.6				
10	18.4		24.8		27.2		35.0		46.6				
11	21.2		26.8		32.0		32.2		32.4				
12	18.4		28.8		33.8		34.0		40.4				
13	14.6		16.2		21.6		24.4		24.4				
14	20.8		24.0		34.4		52.0		79.8				
15	16.2		25.0		25.4		30.2		34.2				
16	15.8		18.0		23.2		44.2		56.2				
17	13.4		16.0		33.0		37.8		41.6				
18	31.2		40.8		41.0		41.4		46.6				
19	12.6		21.0		27.8		41.0		42.8				
20	26.2		42.6		43.0		45.2		48.0				
21	38.0		49.8		49.8		49.8		49.8				
22	30.0		31.0		38.6		50.6		65.0				
23	27.2		28.2		28.2		31.2		39.4				
24	21.4		23.0		23.0		26.6		37.8				
25	25.2		36.2		43.6		45.0		46.8				
26	33.6		33.8		38.8		41.0		42.6				
27	23.0		23.0		28.2		37.2		39.2				
28	13.0		25.2		36.0		39.0		42.2				
29	12.8		16.2		24.8		31.8		37.2				
30	24.0		24.8		31.0		50.0		73.8				
31	30.8		40.4		48.0		69.8		91.8				

Tab. 1 - Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo di Orta nova (FG)

I dati relativi alle precipitazioni rilevate sono stati elaborati applicando una analisi statistica diretta delle massime altezze di pioggia, sviluppata nell'ipotesi di applicabilità della legge di *Gumbel* alla serie storica di dati di precipitazioni orarie, registrate nella stazione pluviometrica di riferimento. La distribuzione probabilistica dei valori delle altezze di pioggia viene rappresentata dalla formula:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

dove i parametri  $\varepsilon$  ed  $\alpha$  sono legati alla media  $\eta$  e allo scarto quadratico medio  $\sigma$  della  $x$  dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma = 1,28255 \quad \varepsilon = \eta - 0,450 \sigma$$

Dall'elaborazione delle serie storiche si ottengono i seguenti parametri per la distribuzione:

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	31	31	31	31	31
Somma dei dati	652.0	848.2	1010.2	1218.6	1435.8
Valore minimo	8.0	15.4	18.4	22.6	24.4
Valore massimo	38.0	49.8	50.8	69.8	91.8
Valore medio	21.03	27.36	32.59	39.31	46.32
Dev. standard	7.56	9.04	9.11	10.81	15.12
Coeff. variazione	0.359	0.330	0.280	0.275	0.326
Coeff. asimmetria	0.398	0.788	0.570	0.694	1.370

da cui si ricavano le seguenti espressioni di distribuzione:

<b>Gumbel: 1 ora</b>	$F_x(x) = \exp \left[ -\exp \left( -0,158 (x - 17,464) \right) \right]$
<b>Gumbel: 3 ore</b>	$F_x(x) = \exp \left[ -\exp \left( -0,146 (x - 23,276) \right) \right]$
<b>Gumbel: 6 ore</b>	$F_x(x) = \exp \left[ -\exp \left( -0,139 (x - 28,380) \right) \right]$
<b>Gumbel: 12 ore</b>	$F_x(x) = \exp \left[ -\exp \left( -0,115 (x - 34,325) \right) \right]$
<b>Gumbel: 24 ore</b>	$F_x(x) = \exp \left[ -\exp \left( -0,094 (x - 39,878) \right) \right]$

ed infine i valori delle altezze massime secondo la distribuzione probabilistica adottata:

Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	19.78	25.79	31.01	37.51	43.78
5 anni	26.96	33.55	39.14	47.35	55.86
10 anni	31.71	38.69	44.52	53.87	63.85
20 anni	36.27	43.62	49.69	60.13	71.52
50 anni	42.17	50.00	56.37	68.22	81.44
100 anni	46.59	54.78	61.38	74.29	88.88
200 anni	50.99	59.54	66.37	80.33	96.29
500 anni	56.80	65.83	72.95	88.30	106.07
1000 anni	61.19	70.58	77.93	94.33	113.46

**Tab. 2 - Altezze di pioggia massima (mm) prevista, in funzione dei tempi di ritorno T**

Di seguito le rappresentazioni grafiche delle distribuzioni di Gumbel:

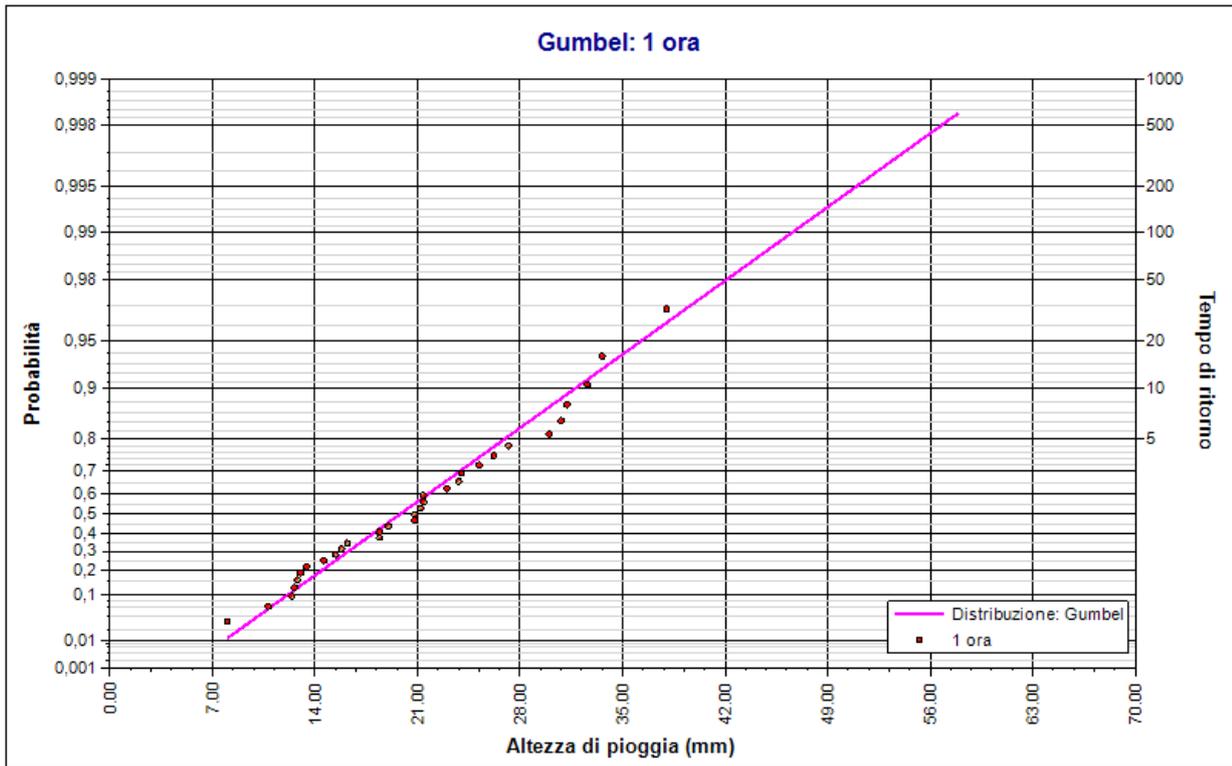


Fig. 1 - Elaborazione Gumbel. Durata 1 ora

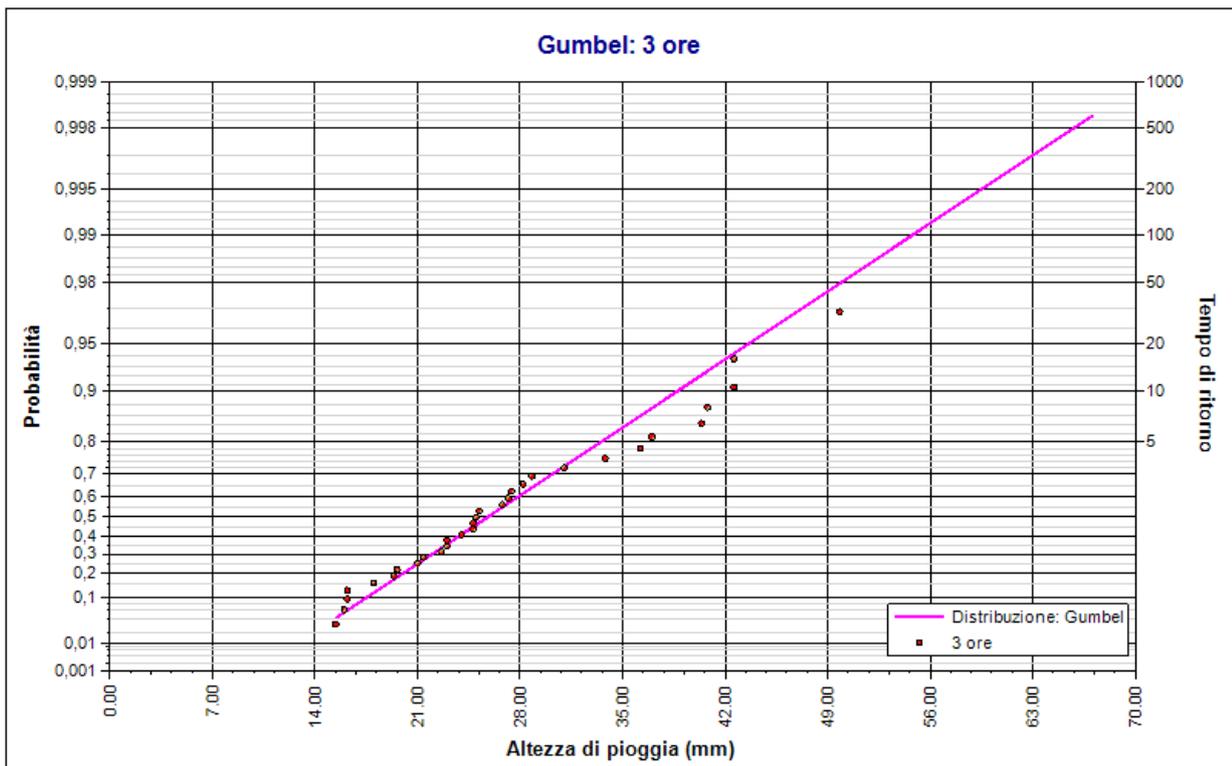
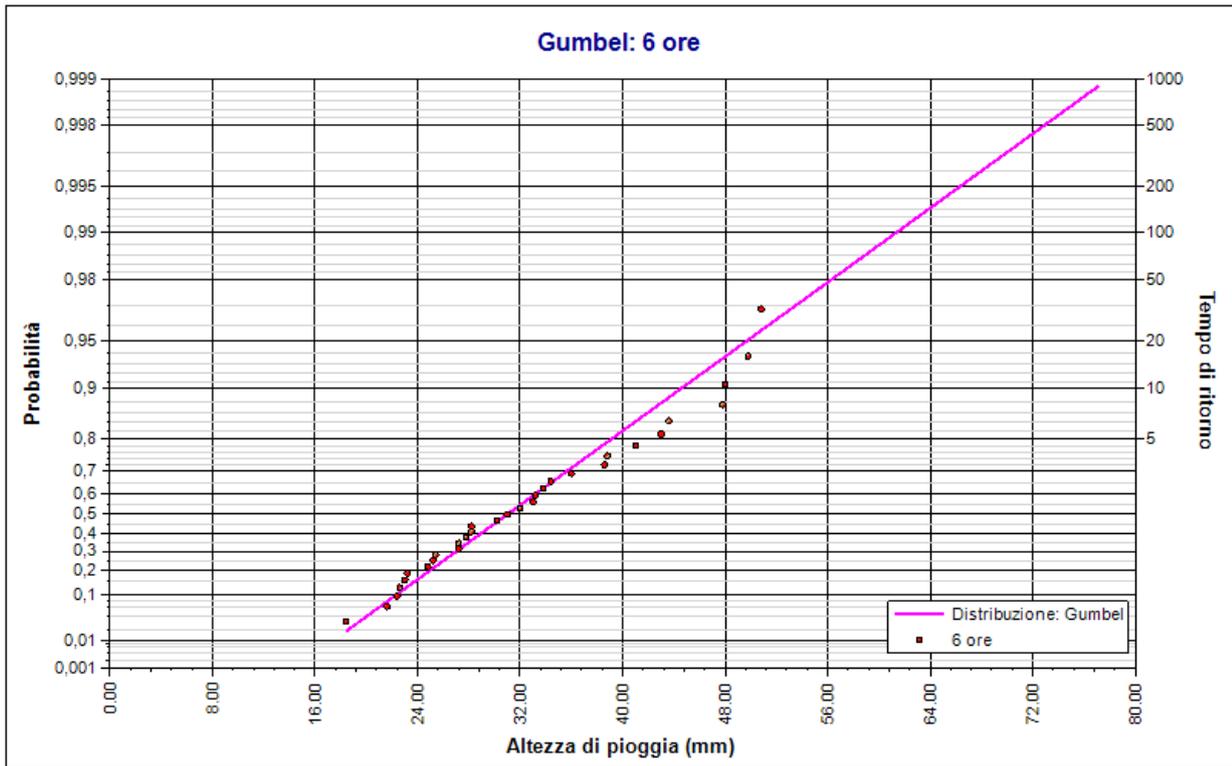
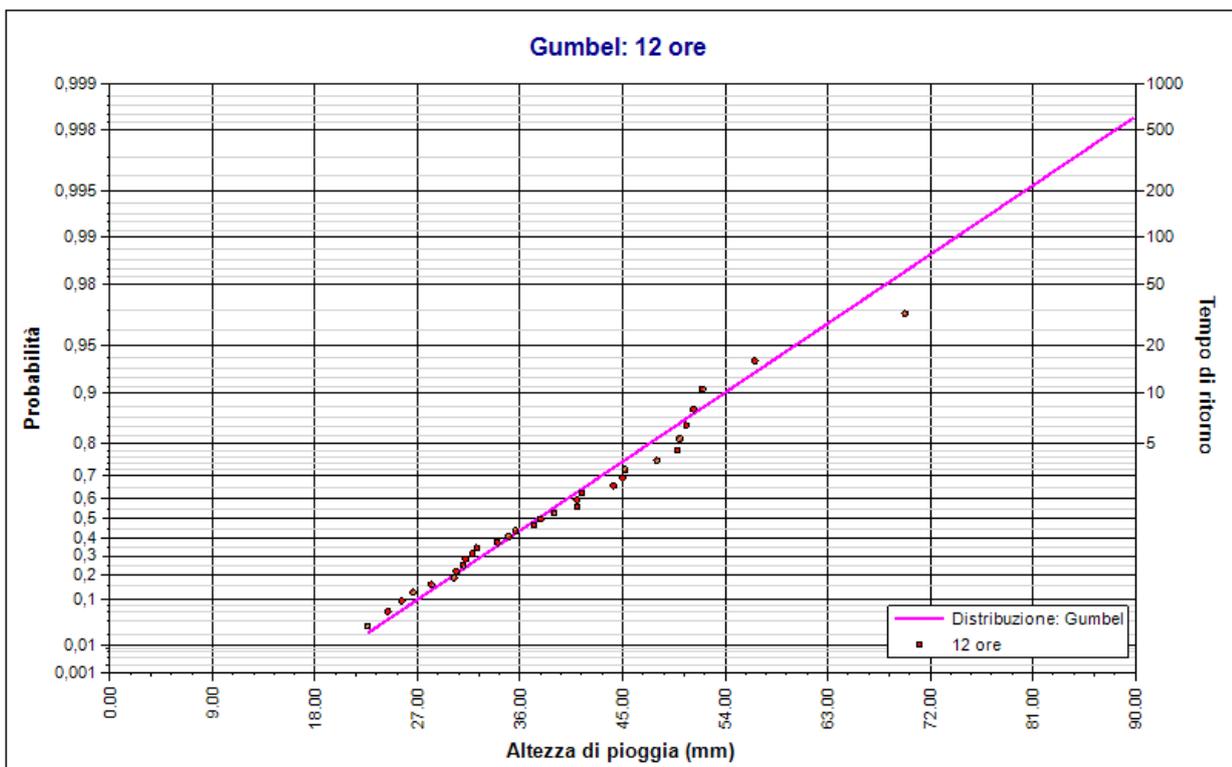


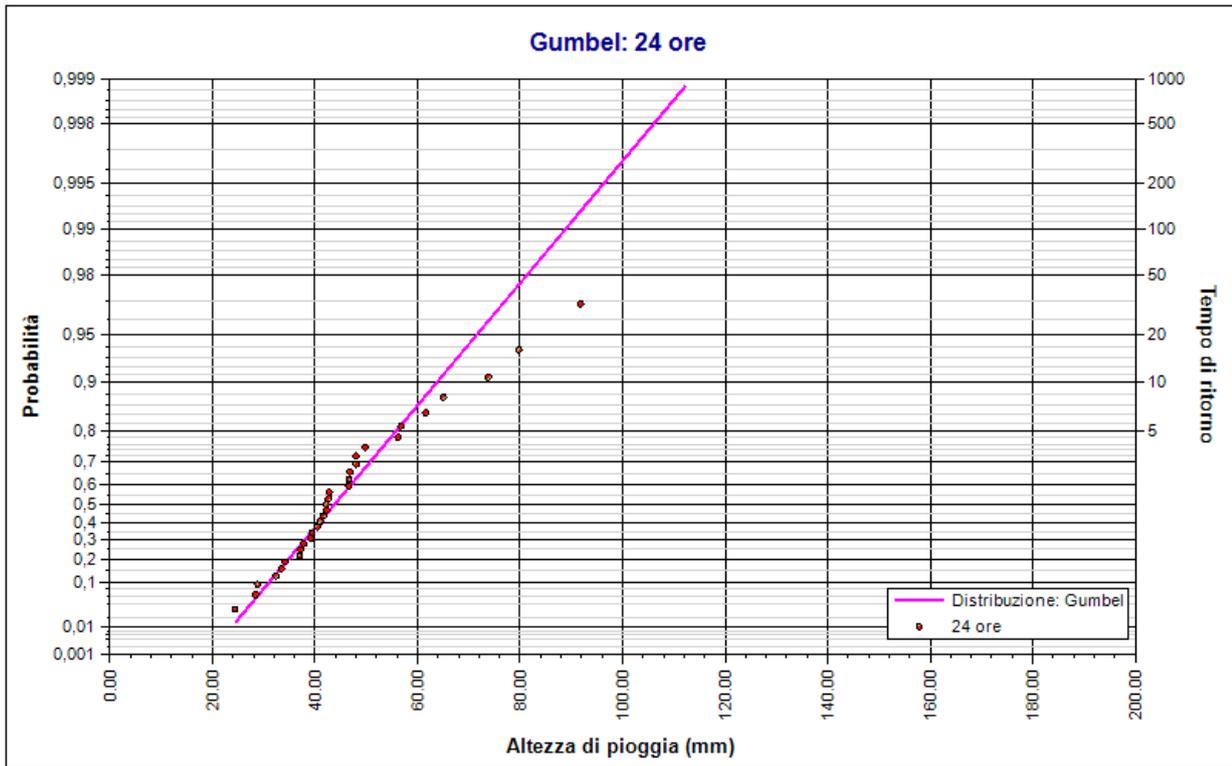
Fig. 2 - Elaborazione Gumbel. Durata 3 ore



**Fig. 3 - Elaborazione Gumbel. Durata 6 ore**



**Fig. 4 - Elaborazione Gumbel. Durata 12 ore**



**Fig. 5 - Elaborazione Gumbel. Durata 24 ore**

Attraverso tale elaborazione, per ciascuna popolazione di dati pluviometrici, relativi ad un determinato tempo di pioggia (t), è possibile ricavare il rispettivo valore dell'altezza dell'evento meteorico con un Tempo di Ritorno (T), pari a quello prefissato.

#### 10.4. Curva di pioggia a 5 anni

Dati i valori di  $H(t, T)$ , con il metodo dei minimi quadrati, si sono determinati i valori dei coefficienti  $a$  ed  $n$ , che figurano nell'espressione  $H(t, T) = a \times t^n$ , tracciando su scala bilogarithmica, in ordinata i valori di  $H(t, T)$ , stimati tramite l'applicazione della legge di Gumbel, e in ascisse i valori del tempo, espresso in ore.

$a$  e  $n$  sono due parametri, il cui valore dipende dalle caratteristiche pluviometriche della zona.

Con riferimento ai dati storici esaminati, si ottengono i seguenti valori di  $a$  e  $n$ :

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
26.45	0.23	1.00	$h(t) = 26,5 t^{0,231}$

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	26.454	9	43.969	17	50.936
2	31.053	10	45.054	18	51.614
3	34.105	11	46.058	19	52.263
4	36.451	12	46.994	20	52.887
5	38.381	13	47.872	21	53.487
6	40.034	14	48.699	22	54.065
7	41.487	15	49.483	23	54.624
8	42.788	16	50.227	24	55.164

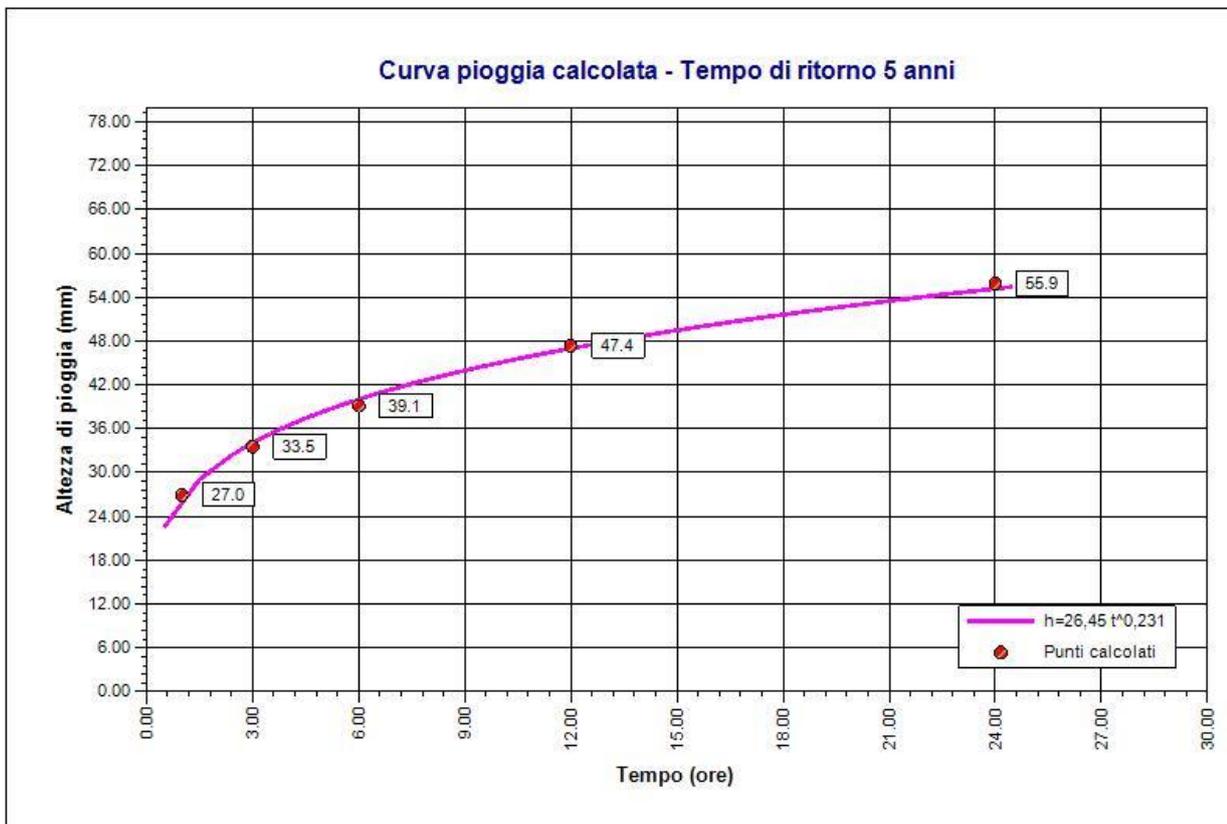


Fig. 6 - Curva pioggia calcolata per tempo di ritorno di 5 anni

Quindi, riferita a un tempo di ritorno di **5 anni**, durata pioggia 1 ora,  $H = 26,454 \text{ mm} \approx \mathbf{26,5 \text{ mm}}$ .

## **10.5. Impianto di trattamento acque di prima pioggia**

### **a) Descrizione rete di captazione ed impianti di trattamento**

Il funzionamento dell'impianto prevede che a seguito delle precipitazioni atmosferiche, le acque meteoriche di dilavamento del piazzale della sottostazione vengano convogliate in canalette grigliate di raccolta, da cui poi vengono canalizzate alla vasca per il trattamento depurativo di: grigliatura, accumulo, dissabbiatura e disoleazione.

In seguito a tale trattamento, le acque saranno recapitate mediante subirrigazione.

L'acqua depurata scorre in dei tubi, in PEAD, interrati disperdenti, per consentire la sua distribuzione lungo il percorso. L'acqua viene spinta nel collettore principale (mandata), tramite un'elettropompa sommersa, attualmente ubicata nella sezione finale della vasca depurativa.

Per il trattamento delle acque di lavamento del piazzale, in riferimento al *Regolamento Regionale n.26/2013, art.5 punto 1 e 3*, si ritiene opportuno utilizzare il seguente schema di raccolta e trattamento delle acque:

1. pozzetto scolmatore (di by-pass),
2. vasca deposito temporaneo 1^ pioggia,
3. sedimentatore,
4. disoleatore,
5. pozzetto d'ispezione.

### **b) Caratteristiche costruttive e di funzionamento**

La vasca di trattamento delle acque di prima pioggia è dimensionata per un volume di invaso pari al prodotto della superficie impermeabilizzante per 5 mm di altezza pioggia.

L'ingresso di questa vasca sarà dotato di una valvola antiriflusso che si chiuderà nel momento in cui l'acqua avrà raggiunto il livello massimo; passando dal pozzetto scolmatore al sistema si trattamento delle acque di seconda pioggia.

Successivamente, le acque di prima pioggia, attraverso un'elettropompa sommersa, vengono rilanciate con portata controllata alla sezione di disoleazione dove, per i tempi di stazionamento e per particolari apparecchiature in esso contenute, avviene la separazione della massima parte degli oli e/o idrocarburi eventualmente presenti.

Il ciclo di funzionamento della pompa impostato in modo tale che dopo 48 ore, in accordo con quanto definito dal R.R. del 09/12/13 del n°26, il settore di accumulo sia vuoto e pronto a ricevere un nuovo evento meteorico.

Le acque così trattate verranno poi inviate in un pozzetto di ispezione prima del recapito finale in subirrigazione.

Le acque di seconda pioggia saranno convogliate dal pozzetto scolmatore, tramite un by-pass al pozzetto di ispezione e successivamente al recapito finale (sub-irrigazione).

L'interno delle vasche sarà trattato con rivestimento epossidico, in quanto dovrà accogliere acque inquinate. Tale rivestimento è una vernice collaudata ed utilizzata su territorio nazionale, che rende la superficie interna dei manufatti resistente ai liquidi leggeri, come: carburanti, gasolio, kerosene, oli minerali e vegetali, acidi organici e minerali, alcali e ai sali acidi e alcalini.

### **c) Dimensionamento Vasca Deposito Temporaneo 1<sup>a</sup> Pioggia**

Per la sottostazione oggetto di analisi, la superficie ragguagliata interessata dall'acqua di prima pioggia è pari a circa **1.831,18 m<sup>2</sup>**, per cui considerata l'altezza pari a **5 mm** per l'acqua di prima pioggia, il volume necessario della vasca per l'accumulo è pari a **9,15 m<sup>3</sup>**.

La vasca di deposito temporaneo delle acque di prima pioggia avrà le dimensioni in pianta di 3,00 x 2,00 m con un'altezza utile (sfioro tubazione by-pass) di 2 m. pertanto il volume disponibile risulterà:

$$3,00 \times 2,00 \times 2,00 = 12 \text{ m}^3 > 9,15 \text{ m}^3$$

### **d) Dimensionamento Sedimentatore**

A valle della vasca di stoccaggio temporaneo è previsto un sedimentatore/dissabbiatore, cui l'acqua viene inviata con una pompa di rilancio.

Allo scopo di consentire un idoneo rendimento di dissabbiatura, la vasca è stata calcolata secondo le seguenti ipotesi:

- Tempo di detenzione **t**: 5 min
- Battente minimo **h**: 1,00 m
- Carico idraulico **C<sub>i</sub>**: 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x h

Le dimensioni in pianta di 1,50 x 1,50 m, pari a 2,25 m<sup>2</sup>, consentono di trattare una portata pari a:

$$Q = S \times C_i = 2,25 \times 20 = 45 \text{ m}^3/\text{h} = 12,5 \text{ l/s}$$

Consentendo uno svuotamento della vasca di stoccaggio in circa 6 minuti.

## 10.6. Impianto di sub-irrigazione

La portata massima di efflusso del bacino considerato sarà pari a:

$$Q_{max} = h \times A_{tot} \times C = h \times A,$$

dove

- h = altezza critica di pioggia misurata nell'arco temporale di 1 ora e tempo di ritorno 5 anni 26,5 mm
- $A_{tot}$  = superficie totale captante 2.425 m<sup>2</sup>
- C = coefficiente di deflusso 0,95 per tetti e terrazzi  
0,9 per pavimentazione asfaltata
- A = superficie ragguagliata piazzale (v. par. 43) **2.281,63 m<sup>2</sup>**

$$Q_{max} = 0,0265 \times 1.831,18 = 60,46 \text{ m}^3/\text{h} = 13,47 \text{ l/sec} \approx 14 \text{ l/s}$$

Il recapito finale delle acque di pioggia opportunamente trattate sarà costituito da una condotta disperdente in PVC di diametro 200 mm opportunamente forata.

Le condotte saranno poste in una trincea della profondità di 100 cm. Le condotte saranno avviluppate da una massa ghiaiosa di granulometria compresa tra 40 e 70 mm; la parte superiore della trincea, prima di essere coperta con il terreno da scavo, sarà protetta con uno strato di "tessuto non tessuto" che impedisce l'intasamento del terreno sovrastante ma nel contempo garantisce l'areazione del sistema drenante.

Lungo l'asse della condotta disperdente saranno messe a dimora piante sempreverdi ad elevato apparato fogliare che consentono il rapido smaltimento delle acque evapotraspirazione.

Le tubazioni disperdenti avranno una pendenza variabile tra lo 0,2% e lo 0,5%.

## 10.7. Accorgimenti adottati in caso di sversamenti accidentali di sostanze varie.

In caso di sversamenti accidentali provocati da rilascio di sostanze durante le operazioni di transito è prevista la rimozione immediata a mezzo di terriccio o segatura o altre sostanze adsorbenti da tenere in contenitori dislocati nelle zone più nevralgiche.

Le predette sostanze adsorbenti saranno successivamente smaltite secondo il testo vigente del D.Lgs. 152/2006.

In particolare si sottolinea la presenza di olio di raffreddamento contenuto nel trasformatore MT/AT.

La vasca di raccolta dell'olio posizionata al di sotto dei trasformatori è dimensionata per contenere ben più del volume dell'olio presente nel caso di rotture o perdite. Nel corso della normale operatività tale vasca è a tenuta stagna.

Le acque meteoriche di dilavamento, che non contengono residui oleosi, saranno raccolte nella vasca del trasformatore. Questa è dotata di un pozzetto di ispezione, all'interno del quale è posizionato un sensore di massimo livello, direttamente collegato al sistema di controllo dell'impianto ANaV; quando si attiva il segnale di raggiungimento del massimo livello, sarà effettuato lo svuotamento manuale della vasca, con l'ausilio di una pompa ad immersione.

Il massimo livello è stato calcolato in modo da lasciare comunque un residuo volumetrico tale da poter raccogliere tutto l'olio contenuto nel trasformatore (12.000 kg paria a circa **13,76 m<sup>3</sup>**) anche in caso di sversamento successivo ad eventi di pioggia.

In ogni caso, nell'eventualità di uno sversamento accidentale, le acque saranno raccolte ed allontanate con autospurghi.

La superficie utile della vasca del trasformatore è pari a:

$$S = [2 \times (2,15 \times 5,40)] + (1,20 \times 1,15) = \mathbf{24,6 \text{ m}^2}$$

Il volume di raccolta della vasca del trasformatore è pari a:

Altezza netta utile vasca: 1,15 m  
Quota max livello (interno vasca) 1,55 m

$$V = [2 \times (2,15 \times 5,40 \times 1,15)] + (1,20 \times 5,40 \times 1,15) = \mathbf{34,155 \text{ m}^3}$$

Portata incidente in caso di evento di pioggia della durata di 24 h con tempo di ritorno di 50 anni (caso peggiore –  $Q_{max(50-24h)} = 81,44 \text{ mm}$ ):

Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	19.78	25.79	31.01	37.51	43.78
5 anni	26.96	33.55	39.14	47.35	55.86
10 anni	31.71	38.69	44.52	53.87	63.85
20 anni	36.27	43.62	49.69	60.13	71.52
50 anni	42.17	50.00	56.37	68.22	<b>81.44</b>
100 anni	46.59	54.78	61.38	74.29	88.88
200 anni	50.99	59.54	66.37	80.33	96.29
500 anni	56.80	65.83	72.95	88.30	106.07
1000 anni	61.19	70.58	77.93	94.33	113.46

$$Q = (24,6 \times 0,081) = 1,99 \text{ m}^3$$

Volume residuo a vasca piena:

$$V_r = 34,155 - 1,99 = 32,165 \text{ m}^3 > 13,76 \text{ m}^3$$

### 10.8. Manutenzione

La società terrà un registro di manutenzione periodico, dove si riporterà il risultato dell'ispezione visiva dello stato di funzionamento dell'impianto.

Il disoleatore sarà essere pieno di acqua pulita, fino all'orlo prima del sua messa in funzione, ed ogni qual volta viene effettuata la sua pulizia.

Tutte le parti da sottoporre a regolare manutenzione saranno raggiungibili con accesso dalla parte superiore a passaggio d'uomo. La manutenzione sarà effettuata almeno ogni sei mesi, da parte di personale qualificato, e comprenderà le seguenti operazioni:

- Sedimentatore: determinazione del volume di fango;
- Disoleatore: misurazione dello spessore dei liquidi leggeri; controllo di permeabilità del filtro a coalescenza, se i livelli dell'acqua davanti e dietro il dispositivo a coalescenza mostrano una differenza significativa,
- Pozzetto d'ispezione: pulizia del canale di scarico

Si raccomanda di svuotare il disoleatore, quando raggiunge la metà del volume di fango o l'80% della capacità di accumulo.

Una volta l'anno sarà sfilato il filtro dalla sua sede, al fine di lavarlo con getto d'acqua contro corrente.

A intervalli massimi di cinque anni, l'impianto di separazione dovrà essere svuotato e sottoposto a un'ispezione generale che comprende queste operazioni:

- tenuta dell'impianto,
- condizione strutturale,
- rivestimento interno,
- stato delle parti integrate,
- stato degli impianti e dei dispositivi elettrici,
- controllo dei dispositivi di chiusura automatica.

Le registrazioni relative alla pulizia e alla manutenzione saranno tenute e messe a disposizione della autorità, a loro richiesta, e devono contenere le osservazioni su eventi specifici: riparazioni, incidenti, ecc.