



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA DI CIRCA 65,7 MWp DENOMINATO "CSPV FOGGIA" SITO IN AGRO DI LUCERA (FG) E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE UBICATE ANCHE IN AGRO DI FOGGIA



Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Carlo TEDESCO
ing. Antonio CRISAFULLI
ing. Fabio MASTROSERIO
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Tommaso MANCINI
pianif. terr. Antonio SANTANDREA

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO



ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
E01		CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI	20042	D	
			CODICE ELABORATO		
			DC20042D-E01		
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
01			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			DC20042D-E01 rev01.doc	38 + copertina	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	05/10/20	Emissione	Mancini	Crisafulli	Pomponio
01	28/05/21	Aggiornamento in risposta alla nota della Regione Puglia prot. n. 0004635 del 05/05/2021	Mancini	Miglionico	Pomponio
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO.....	3
2. DATI DI PROGETTO	3
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	4
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
4.1 Configurazione dell'impianto.....	5
4.2 Moduli fotovoltaici	6
4.3 Cabine di conversione e trasformazione	7
4.3.1 Rete di terra cabina di conversione e trasformazione	8
4.3.2 Impianti elettrici BT cabine di conversione e trasformazione	9
4.4 Elettrodotti MT	10
4.5 Scelta del tipo di posa.....	10
4.6 Scelta del tipo di cavi MT	10
4.7 Prova di isolamento.....	12
4.8 Collegamento al punto di consegna	12
4.9 Scelta del tipo di cavi BT	13
4.10 Giunzioni e terminazioni MT	14
4.11 Tubazioni.....	14
4.12 Temperatura di posa	14
4.13 Segnalazione della presenza dei cavi.....	14
4.14 Impianti di illuminazione e sicurezza.....	14
5. CABINA DI RACCOLTA/SEZIONAMENTO.....	15
5.1 Generalità	15
5.2 Descrizione delle apparecchiature MT.....	15
5.3 Protezione lato MT.....	16
5.4 Rete di terra.....	16
5.5 Impianti elettrici BT cabina di raccolta/sezionamento	17
6. SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO.....	18
6.1 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto	18
6.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.....	18
6.3 Protezione dalle fulminazioni	18
6.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto.....	19
6.5 Impianto di messa a terra	19
7. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA	19
7.1 Premessa.....	19
7.2 Descrizione generale.....	19
7.3 Rete di terra.....	20
7.4 RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna.....	20
7.5 SCADA.....	21
7.6 Apparecchiature di misura dell'energia.....	21
7.7 Protezione lato MT.....	21

7.8	Protezione di interfaccia	22
7.9	Protezione del trasformatore AT/MT	22
7.10	Scelta del tipo di cavi AT	22
7.10.1	Temperatura di posa	24
7.10.2	Segnalazione della presenza dei cavi	24
7.10.3	Prova di isolamento	24
8.	CRITERI DI COSTRUZIONE	24
8.1	Esecuzione degli scavi.....	24
8.2	Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione	25
8.3	Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati	25
8.4	Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti	26
8.5	Coesistenza tra cavi di energia e serbatoi di liquidi e gas infiammabili.....	26
8.6	Esecuzione di pozzetti e camerette.....	27
8.7	Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT	27
8.8	Messa a terra dei rivestimenti metallici	27
9.	SMALTIMENTO ACQUE REFLUE FABBRICATO DELLA SOTTOSTAZIONE.....	27
9.1	Trattamento primario.....	27
9.2	Dimensionamento e calcolo del carico idraulico IMHOFF	28
10.	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	28
10.1	La normativa	28
10.2	Generalità dell'impianto di trattamento delle acque meteoriche.....	30
10.3	Individuazione della curva di possibilità climatica.....	31
10.4	Dimensionamento dell'impianto di trattamento area produttore	34
10.4.1	Verifica delle tubazioni	35
10.5	Dimensionamento dell'impianto di trattamento area comune produttori	36
10.5.1	Verifica delle tubazioni	37



1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

La presente relazione descrive tecnicamente la centrale di conversione dell'energia solare in energia elettrica tramite tecnologia fotovoltaica denominato "CSPV FOGGIA" in agro di Lucera (FG), Località "Vado Biccari", delle relative opere connesse anche in agro di Foggia (FG). La centrale ha una potenza nominale di picco di circa 65,7 MWp e una potenza ai fini della connessione di 50 MW.

Nel seguito sono raccolte le linee guida generali della progettazione ed in particolare i dati di progetto.

Si ritiene opportuno evidenziare come l'opera, rientrando negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite procedimento unico regionale è dichiarata di pubblica utilità ed indifferibile ed urgente, ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003.

In particolare il progetto riguarda gli impianti necessari per permettere il collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Foggia".

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

2. DATI DI PROGETTO

PERSONA FISICA/GIURIDICA	
Richiedente	BLUE STONE RENAWARE II S.r.l.
SITO	
Ubicazione	Lucera (FG) loc. "Vado Biccari"
Uso	Terreno agricolo – seminativo
Dati catastali	Comune di Lucera: particelle 2, 3, 4, 8, del foglio 122
Disponibilità di superficie per moduli	circa 123 Ha
Inclinazione superficie	pianeggiante
Fenomeni di ombreggiamento	Assenza di ombreggiamenti rilevanti
Altitudine	130 slm
Latitudine - Longitudine	41°26'59.83"N- 15°26'3.80"E (area baricentrica)
Dati relativi al vento	Circolare 4/7/1996
Carico neve	Circolare 4/7/1996
Condizioni ambientali speciali	NO

DATI TECNICI	
Potenza nominale dell'impianto	Circa 65,7 MWp
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V
Tipo di intervento richiesto: - Nuovo impianto - Trasformazione - Ampliamento	SI NO NO
Dati del collegamento elettrico - Descrizione della rete di collegamento - Tensione nominale (Un) - Vincoli della Società Distributrice da rispettare	MT neutro isolato Trasporto 30.000 V Specifiche ENEL
Misura dell'energia	Contatore in AT nel punto di consegna per misure UTF e Terna Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione (eventualmente anche sulla BT)
Punto di Consegna	Futuro ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "Foggia" ubicata nel Comune di Foggia

3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione del presente progetto sono state e dovranno essere osservate anche in fase di esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge vigenti in materia e le norme tecniche del CEI. In particolare, si richiamano le seguenti Norme e disposizioni di legge:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale (in particolare CEI 64-8, CEI 99-3, CEI 81-10);
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici (in particolare CEI EN 60904, 61215)
- conformità al marchio CE per tutti gli apparati di bassa tensione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e per le opere civili.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- il D. Lgs 81/2008 "Testo Unico della sicurezza" e s.m.i.
- il D.M. 37/2008 e s.m.i per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- norma CEI 99-3 per le sezioni MT ed AT e per il collegamento alla rete pubblica, la CEI EN 61727 e le disposizioni del documento Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" per il collegamento alla rete ad alta tensione di Terna S.p.A.;
- norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati;

- norme CEI 82-1; CEI 82-25 per i sistemi fotovoltaici;

Dovranno essere inoltre rispettate tutte le leggi in materia fiscale ed in materia di edilizia e realizzazione di strutture.

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

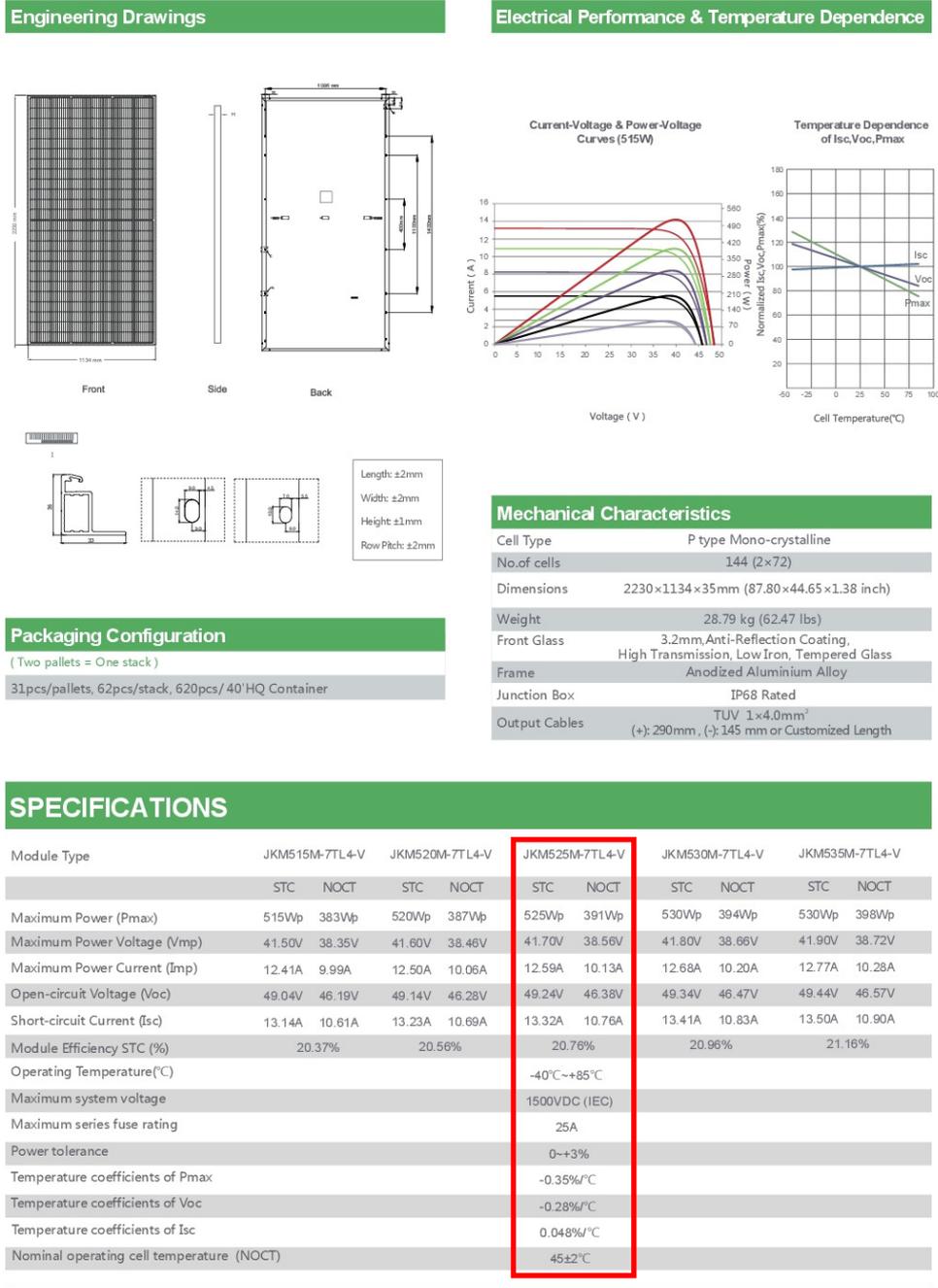
4.1 Configurazione dell'impianto

L'impianto sarà di tipo ad inseguimento solare monoassiale, ovvero con pannelli fotovoltaici posizionati su tracker infissi nel terreno. L'ottimizzazione del numero di moduli e quindi delle stringhe installabili ha previsto l'installazione di 22 inverter di potenza nominale in c.a. pari a 2500 kVA, settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato.

Tali numeri potranno variare a seconda delle caratteristiche tecniche dei convertitori scelti in fase esecutiva.

4.2 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che saranno installati avranno una Potenza di picco di 525 Wp ciascuno e caratteristiche simili a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:



SPECIFICATIONS

Module Type	JKM515M-7TL4-V		JKM520M-7TL4-V		JKM525M-7TL4-V		JKM530M-7TL4-V		JKM535M-7TL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	515Wp	383Wp	520Wp	387Wp	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp	530Wp	398Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.50V	38.35V	41.60V	38.46V	41.70V	38.56V	41.80V	38.66V	41.90V	38.72V
Maximum Power Current (Imp)	12.41A	9.99A	12.50A	10.06A	12.59A	10.13A	12.68A	10.20A	12.77A	10.28A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.04V	46.19V	49.14V	46.28V	49.24V	46.38V	49.34V	46.47V	49.44V	46.57V
Short-circuit Current (Isc)	13.14A	10.61A	13.23A	10.69A	13.32A	10.76A	13.41A	10.83A	13.50A	10.90A
Module Efficiency STC (%)	20.37%		20.56%		20.76%		20.96%		21.16%	
Operating Temperature(°C)					-40°C~+85°C					
Maximum system voltage					1500VDC (IEC)					
Maximum series fuse rating					25A					
Power tolerance					0~+3%					
Temperature coefficients of Pmax					-0.35%/°C					
Temperature coefficients of Voc					-0.28%/°C					
Temperature coefficients of Isc					0.048%/°C					
Nominal operating cell temperature (NOCT)					45±2°C					

* STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

TR JKM515-535M-7TL4-V-D5-EN

Figura 1: Scheda tecnica del modulo fotovoltaico

4.3 Cabine di conversione e trasformazione

Le cabine di conversione avranno dimensioni pari 7,50 x 2,50 m; all'interno dei locali di conversione avverrà il passaggio da corrente continua a corrente alternata per mezzo di convertitori statici trifase di potenza nominale in c.a pari a 2500 kVA, con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi. Tali apparecchi saranno dotati di idonei dispositivi atti a sezionare e proteggere sia il lato in corrente continua che il lato in corrente alternata. Le cabine saranno prefabbricate realizzate in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, assemblate con inverter, trasformatore MT/BT per i servizi ausiliari e quadri di media tensione, posate su un magrone di sottofondazione in cemento (cfr. DW20042D-P04). Le cabine saranno internamente suddivise nei seguenti due vani:

- il vano conversione, in cui sono alloggiati gli inverter (due per cabina) e il trasformatore per i servizi ausiliari della cabina;
- il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione.

L'elevazione di tensione a 30.000 V in corrente alternata avverrà mediante un trasformatore da esterno opportunamente recintato, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso la stazione elettrica per essere ceduta all'Ente distributore.

Di seguito sono riportate le specifiche tecniche dei convertitori:



Figura 2: Scheda tecnica convertitore GAMESA 2500 kVA

Per ulteriori dettagli tecnici si faccia riferimento all'elaborato grafico "DW20042D-P02 Schema elettrico unifilare dell'impianto fotovoltaico".

All'interno dell'area, inoltre, è presente una cabina di raccolta/sezionamento (cfr. DW20042D-P04). All'interno di questa cabina sono presenti gli arrivi delle celle di media del campo fotovoltaico, provenienti dai trasformatori MT/BT, e le celle di media di partenza per il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla sottostazione elettrica. Inoltre, in un apposito vano saranno installati i dispositivi di monitoraggio del campo fotovoltaico e i quadri dei servizi ausiliari, alimentati da apposito trasformatore MT/BT.

Tutte le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra, mentre le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione; a protezione dei contatti indiretti, in ottemperanza alla norma CEI 64-8/4, l'impianto disporrà di un dispositivo di controllo dell'isolamento che indicherà il verificarsi del primo guasto a terra, interrompendo il circuito e quindi il servizio. La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento delle parti attive o con l'utilizzo di involucri e barriere; in ogni caso il contatto verrà impedito in modo totale. L'impianto sarà realizzato con grado di protezione complessivo IP65. La protezione contro i contatti indiretti nella sezione bassa tensione, in corrente alternata alla frequenza di rete, si attuerà mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, soddisfacendo la prescrizione:

$$R_t \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

Ove:

- R_t è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse
- I_d è la corrente di 1° guasto
- 50 V è il valore di tensione verso massa.

4.3.1 Rete di terra cabina di conversione e trasformazione

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alle cabine di conversione e al trasformatore esterno, rispettando rigorosamente la normativa, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm², interrato alla profondità di almeno 70 cm dal piano di calpestio,

integrato da n. 4 picchetti in acciaio zincato di sezione minima 50 mm² e lunghezza 1,5 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti a compressione in rame.

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti, in rame stagnato con bullone in acciaio zincato.

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture sarà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

4.3.2 Impianti elettrici BT cabine di conversione e trasformazione

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare¹ di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. I cavi impiegati saranno contrassegnati dal Marchio CE e rispettano i colori distintivi secondo le tabelle CEI – UNEL. I conduttori saranno marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate, per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore in modo univoco, sia nelle cassette di derivazione che nei quadri. Saranno utilizzati conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolati in PVC di qualità S17, conformi alle norme CEI EN 50525, classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 450/750 V, sigla commerciale FS17.

In particolare saranno installati:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari di 2,5 mm², in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo;
- n.1 Telaio porta Quadri BT in acciaio zincato a caldo.

¹ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico sarà corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

4.4 Elettrodotti MT

La potenza elettrica raccolta dalle aree di produzione sarà trasferita in elettrodotto MT interrato al punto di consegna.

L'elettrodotto si comporrà delle seguenti sezioni fondamentali:

- collegamenti a 30 kV tra le cabine di conversione e trasformazione, e tra queste e la cabina di raccolta/sezionamento;
- collegamento a 30 kV tra la cabina di raccolta/sezionamento e la sottostazione elettrica AT/MT.

Il collegamento tra le cabine di conversione e trasformazione avverrà in entra-esce tra ognuna di esse per poi collegarsi alla cabina di raccolta/sezionamento. Per il collegamento, invece, dell'area con la sottostazione si prevede la realizzazione di linee MT in uscita dalla cabina di raccolta/sezionamento.

Il cavo di collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la sottostazione elettrica AT/MT si estenderà, per circa 12 km complessivi, di cui ca. 4 km nel territorio di Lucera e circa 8 km nel territorio di Foggia.

L'elettrodotto attraverserà sia suoli di proprietà privata, che viabilità pubblica provinciale.

4.5 Scelta del tipo di posa

I cavi saranno direttamente interrati e protetti meccanicamente da lastre o tegoli. Nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica sarà realizzata con tubazioni in PVC. Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiaccate con sabbia e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

Il cavo direttamente interrato garantirà una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo.

L'impiego di pozzetti o camerette dovrà essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

4.6 Scelta del tipo di cavi MT

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti a trifoglio, tipo **ARG16H1R16 18/30 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)² o un cavo tipo **ARG7H1R**

² Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

18/30 kV o similare di sezioni pari a 95 mm^2 , 300 mm^2 e 630 mm^2 per il collegamento tra le varie cabine di conversione/trasformazione e tra le cabine di conversione/trasformazione e la cabina di raccolta/sezionamento.

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in elastomero termoplastico (qualità HEPR), sarà interposto uno strato di semiconduttore estruso. Tra l'isolante e lo schermo metallico invece sarà interposto uno strato di semiconduttore a mescola estrusa che, a sua volta sarà coperto da un rivestimento protettivo costituito da un nastro semiconduttore igroespandente. La schermatura sarà fatta mediante fili di rame rosso con nastro di rame in contospirale. La guaina sarà costituita da una mescola a base di PVC di colore rosso.

In fase di installazione sarà prevista la posa all'interno del proprio scavo del tegolino di protezione.

Il cavo suddetto è definito a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza effettiva, che equivale alla potenza nominale ridotta del 15% per tener conto della effettiva potenza massima che i moduli FV riescono a produrre (a valle delle perdite nella conversione), per evitare un sovradimensionamento dei cavi;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21) e per la tipologia di carico ciclico giornaliero (CEI 20-42/1);
- il contenimento delle perdite di linea.

Nella Tabella più avanti sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT per la posa interrata.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a $2 \text{ }^\circ\text{K m/W}$ (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- temperatura terreno pari a 25° C (CEI 20-21 A.3);

- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate (si è ipotizzato condutture poste a 20 cm di distanza tra di loro misurate dall'interasse delle singole terne);
- ulteriore fattore di sicurezza corrispondente ad una riduzione del 10% rispetto alla portata calcolata (Iz);
- condizioni di posa con la situazione termica più critica;
- altezza di posa pari a 1,20 m dal piano di calpestio.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata Iz uguale o superiore alla corrente di impiego Ib del circuito. Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo.

LINEE	Distanza (m)	Potenza (kW)	U (V)	I (A)	Sezione (mm2)	Formazione cavi	Corrente nominale cavo (A)	Ca Tmp	Cd Deph	Cg Group	Ci Ther res	Iz (A)	ΔV (%)
CT02 - CT01	807	5.000	30.000	96,2	95	3x1cx95 mm2	209	0,95	0,964	1,00	0,88	169	0,19%
CT01 - CS (LINEA 1)	2.094	10.000	30.000	192,5	300	3x1cx300 mm2	397	0,95	0,954	0,83	0,88	263	0,32%
CT03 - CT04	631	5.000	30.000	96,2	95	3x1cx95 mm2	209	0,95	0,964	1,00	0,88	169	0,15%
CT04 - CT05	290	10.000	30.000	192,5	300	3x1cx300 mm2	397	0,95	0,954	1,00	0,88	316	0,04%
CT05 - CS (LINEA 2)	1.649	15.000	30.000	288,7	630	3x1cx630 mm2	593	0,95	0,954	0,83	0,88	393	0,20%
CT06 - CT07	648	5.000	30.000	96,2	95	3x1cx95 mm2	209	0,95	0,954	1,00	0,88	167	0,15%
CT07 - CT11	1.005	10.000	30.000	192,5	300	3x1cx300 mm2	397	0,95	0,954	0,83	0,88	263	0,15%
CT11 - CS (LINEA 3)	235	15.000	30.000	288,7	630	3x1cx630 mm2	593	0,95	0,954	0,83	0,88	393	0,03%
CT10 - CT09	323	5.000	30.000	96,2	95	3x1cx95 mm2	209	0,95	0,964	1,00	0,88	169	0,07%
CT09 - CT08	307	10.000	30.000	192,5	300	3x1cx300 mm2	397	0,95	0,954	1,00	0,88	316	0,05%
CT08 - CS (LINEA 4)	835	15.000	30.000	288,7	630	3x1cx630 mm2	593	0,95	0,954	0,83	0,88	393	0,10%
CS (LINEA 1) - SSE	13.215	10.000	30.000	192,5	630	3x1cx630 mm2	593	0,95	0,954	0,68	0,88	322	1,09%
CS (LINEA 2) - SSE	13.215	15.000	30.000	288,7	630	3x1cx630 mm2	593	0,95	0,954	0,68	0,88	322	1,63%
CS (LINEA 3) - SSE	13.215	15.000	30.000	288,7	630	3x1cx630 mm2	593	0,95	0,954	0,68	0,88	322	1,63%
CS (LINEA 4) - SSE	13.215	15.000	30.000	288,7	630	3x1cx630 mm2	593	0,95	0,954	0,68	0,88	322	1,63%

Ca: fattore di correzione per temperatura del terreno diversa da 20°C (ipotesi di temperatura 25 °C - da IEC 60502-2-2014, tabella B.11)

Cd: fattore di correzione per profondità di posa diversa da 0,8 m per cavi direttamente interrati (ipotesi di posa 1,2 m - da IEC 60502-2-2014, tabella B.12)

Cg: fattore di correzione per gruppi di circuiti formati da cavi unipolari in formazione trifase, direttamente interrati (da IEC 60502-2-2014, tabella B.19)

Ci: fattore di correzione della resistività termica del terreno diversa da 1,5 K·m/W per cavi unipolari direttamente interrati (ipotesi di resistività termica 2,0 K·m/W -da IEC 60502-2-2014, tabella B.14)

Tabella 1 - Calcoli preliminari

4.7 Prova di isolamento

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17. La tensione di prova dell'isolamento in corrente continua dovrà essere pari a quattro volte la tensione nominale stellata.

4.8 Collegamento al punto di consegna

Il collegamento al punto di consegna dell'energia sarà realizzato con quattro terne di cavi unipolari tipo **ARG16H1R16 18/30 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)³ o un cavo tipo **ARG7H1R 18/30 kV** o similare di sezione pari a 630 mm².

³ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

4.9 Scelta del tipo di cavi BT

Per il collegamento tra i moduli fotovoltaici e tra i moduli e le string box saranno utilizzati cavi del tipo **H1Z2Z2-K** o similare⁴, costituito da conduttore in rame stagnato, formazione flessibile, classe 5, isolati in mescola speciale reticolata HT-PVI (LS0H), guaina in mescola speciale reticolata HT-PVG (LS0H), conforme alle norme CEI EN 50618, CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50525-1, CEI EN 61034-2, CEI EN 50289-4-17 (A), CEI EN 50396, CEI EN 60216-1/2, CEI EN 50575:2014+A1:2016; conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Eca", tensione di esercizio 1,0/1,0 kV in c.a. e 1,5/1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,8 kV in c.c..

Per il collegamento tra le string box e gli inverter, ubicati all'interno delle cabine di conversione, e tra l'inverter e il trasformatore MT/BT, dovranno essere impiegati cavi del tipo **ARG16R16** o similare⁴ di sezioni pari a 185, 240 o 300 mm².

Il suddetto cavo è costituito da conduttore in alluminio, corda rigida compatta, classe 2, isolati in Gomma di qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, riempitivo termoplastico penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari), guaina in PVC speciale di qualità R16, conforme alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318, EN 50575:2014+A1:2016, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 0,6/1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,2 kV in c.a. e 1,8 kV in c.c..

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta della sezione dei cavi è stata effettuata considerando le seguenti equazioni:

$$\begin{aligned} I_b &\leq I_n \leq I_z \\ I_f &\leq 1,45 I_z \end{aligned}$$

dove:

I_b = Corrente d'impiego del circuito in condizioni ordinarie

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata della conduttura

I_f = Corrente convenzionale d'intervento del dispositivo di protezione

⁴ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)



4.10 Giunzioni e terminazioni MT

Per le giunzioni elettriche si devono utilizzare connettori di tipo a compressione diritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti diritti adatti al tipo di cavo in materiale retraibile. Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina si devono applicare terminali unipolari per interno con isolatore in materiale retraibile e capicorda di sezione idonea.

4.11 Tubazioni

In casi particolari e secondo la necessità la protezione meccanica potrà essere realizzata mediante tubazioni di materiale plastico (PVC), flessibili, di colore rosso, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza all'urto.

4.12 Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

4.13 Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando l'opportuna segnaletica.

4.14 Impianti di illuminazione e sicurezza

Gli impianti di illuminazione, videosorveglianza ed antintrusione saranno installati lungo il perimetro delle due aree della centrale fotovoltaica, garantendo la copertura totale dei confini delimitati dalla recinzione.

Gli apparecchi illuminanti saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (alogeno, LED, ecc.).

I dispositivi di videosorveglianza saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (telecamere fisse, dome, apparecchiatura di videoregistrazione, ecc.).

I dispositivi di antintrusione saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (contatti reed, barriere a infrarossi, sensori a microonde, ecc.).

Gli impianti suddetti verranno alimentati dal trasformatore dei servizi ausiliari presente nella cabina di raccolta/sezionamento; gli interruttori di protezione di tali circuiti saranno installati in un quadro BT presente nel vano di controllo ubicato nella cabina di raccolta/sezionamento.

5. CABINA DI RACCOLTA/SEZIONAMENTO

5.1 *Generalità*

La cabina MT di raccolta/sezionamento sarà realizzata all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico. Sarà conforme alla norma CEI 0-16 ed avrà dimensione esterna di 15,00 x 3,00 (lung. x larg.) con altezza <3,00 m; si comporrà di tre locali, in particolare:

- vano quadri MT;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e del monitoraggio.

La cabina sarà costituita da pannelli prefabbricati, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento (cfr. DW20042D-P04).

L'energia prodotta sarà consegnata alla rete mediante linea in cavo composta da quattro terne di cavi unipolari tipo **ARG16H1R16 18/30 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)⁵ o un cavo tipo **ARG7H1R 18/30 kV** o similare di sezione pari a 630 mm².

5.2 *Descrizione delle apparecchiature MT*

La cabina è progettata in modo da prevedere che sia l'entrata che l'uscita dei cavi di rete MT avvenga in sotterraneo.

Il quadro MT di protezione e controllo della cabina sarà principalmente costituito da diverse celle (alcune potrebbero essere accorpate in fase esecutiva) a seconda dell'area in oggetto con le seguenti funzioni principali:

- cella/e arrivo e protezione linee dalle aree del campo fotovoltaico (protezione generale e protezione di interfaccia);
- cella protezione trasformatore servizi ausiliari;
- celle uscita verso punto di consegna.

Le celle saranno equipaggiate, con i seguenti componenti:

- TV (trasformatori di tensione) per protezione e misura;
- TA (trasformatori di corrente) per protezione e misura;

⁵ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)



- interruttori tripolari;
- protezioni a microprocessore secondo le norme CEI 0-16 e requisiti del Distributore;
- sezionatori tripolari (eventualmente con fusibili);
- sezionatori di terra;
- spie di presenza tensione;
- scaricatori di sovratensione;
- morsetti per terminali cavi.

5.3 Protezione lato MT

Le cabine saranno dotate di interruttore automatico MT per la linea di vettoriamento, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra.

5.4 Rete di terra

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alla cabina di raccolta/sezionamento, rispettando rigorosamente la normativa, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm², interrato alla profondità di almeno 70 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio zincato di sezione minima 50 mm² e lunghezza 1,5 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti a compressione in rame.

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti, in rame stagnato con bullone in acciaio zincato.

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture sarà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

5.5 Impianti elettrici BT cabina di raccolta/sezionamento

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare⁶ di tipo antifiama, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. I cavi impiegati saranno contrassegnati dal Marchio CE e rispettano i colori distintivi secondo le tabelle CEI – UNEL. I conduttori saranno marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate, per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore in modo univoco, sia nelle cassette di derivazione che nei quadri. Saranno utilizzati conduttori a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolati in PVC di qualità S17, conformi alle norme CEI EN 50525, classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 450/750 V, sigla commerciale FS17.

In particolare saranno installati:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari di 2,5 mm², in tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo;
- n.1 Telaio porta Quadri BT in acciaio zincato a caldo.

Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico sarà corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

⁶ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

6. SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO

6.1 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero di moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e corrente superiore, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nominale e questo conferisce una certa sicurezza intrinseca alle stringhe stesse.

6.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione di oltre 500 V. c.c., valore certamente superato dalle stringhe, può avere conseguenze letali. Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico, lato corrente continua, è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore MT/BT.

In tal modo affinché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di controllo dell'isolamento, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

6.3 Protezione dalle fulminazioni

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceramico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per

ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni, i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

6.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogha limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter.

Eventi di corto circuito sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

A protezione sono presenti interruttori MT in SF6 con protezioni generali di massima corrente e protezioni contro i guasti a terra.

6.5 Impianto di messa a terra

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in corda di rame nudo della sezione minima di 35 mm², interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

Intorno alle cabine di conversione e trasformazione e la cabina di raccolta/sezionamento si prevede l'installazione di un dispersore ad anello in corda di rame nudo della sezione di 50 mm² e dispersori a picchetto ai vertici della lunghezza di 1,5 m.

L'impianto di terra dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni del distributore.

7. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA

7.1 Premessa

La sottostazione AT/MT rappresenterà sia il punto di raccolta dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 kV, per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale. Quest'ultimo corrisponderà al futuro ampliamento della stazione elettrica di RTN 380/150 kV denominata "Foggia", nella quale, la linea in cavo interrato a 150 kV proveniente dall'adiacente sottostazione AT/MT, si attesterà ad uno stallo di protezione AT.

7.2 Descrizione generale

La sottostazione AT/MT comprenderà un montante AT, che sarà principalmente costituita da uno stallo trasformatore, da una terna di sbarre e uno stallo linea.

Lo stallo trasformatore AT/MT sarà composto da:

- trasformatore di potenza AT/MT;
- terna di scaricatori AT;
- terna di TV induttivi AT;
- terna di TA in AT;
- interruttore tripolare AT;
- sezionatore tripolare AT;

Lo stallo linea invece sarà formato da:

- terna di TV induttivi AT
- terna di TA isolati in SF6 AT;
- interruttore tripolare AT;
- sezionatore tripolare AT;
- terna di TV capacitivi AT;
- terna di scaricatori AT;
- terminali AT per la consegna in stazione TERNA.

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, i servizi igienici, ecc.

In ottemperanza alle indicazioni TERNA la sottostazione prevederà anche l'aggiunta di un ulteriore stallo produttore per un eventuale nuovo utente futuro.

7.3 Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 120 mm² interrati ad una profondità di almeno 0,7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 70 mm². La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della sottostazione con quello della stazione RTN.

7.4 RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT e MT della sottostazione;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti TERNA.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

7.5 SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

7.6 Apparecchiature di misura dell'energia

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (150 kV) in sottostazione di trasformazione
- nel quadro MT in sottostazione
- sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

7.7 Protezione lato MT

La sottostazione sarà dotata di interruttori automatici MT per le linee di vettoriamento, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi e dai guasti a terra.

Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione. L'energia assorbita da tali utenze sarà misurata attraverso apposito misuratore ai fini fiscali.

7.8 Protezione di interfaccia

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione MT dalla rete di trasmissione AT in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione e sarà realizzata anche una protezione di rincalzo nei confronti dell'interruttore MT del trasformatore AT/MT (protezione di macchina) per mancato intervento dei primi dispositivi di interfaccia.

7.9 Protezione del trasformatore AT/MT

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto-circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

7.10 Scelta del tipo di cavi AT

Sarà impiegata una terna di cavi disposta in piano, di sezione pari a 1200 mm² per il collegamento tra la sottostazione 150/30 kV e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Foggia".

Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di rame, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U = 87/150$ kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a "trifoglio", ad una profondità 1,5 m (quota piano di posa) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti sempre di sabbia per uno strato di 70 cm, sopra il quale sarà posata una lastra in cemento armato avente funzione di protezione meccanica dei cavi. Con funzione di segnalazione, poco sopra la lastra sarà posata una rete rossa in PVC tipo Tenax e, a circa 50 cm di profondità, un nastro di segnalazione in PVC, riportante la dicitura "ELETTRODOTTO A.T. 150.000 V". All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 tubo PEHD Ø 50 mm entro il quale sarà eventualmente

posato n°1 cavo Fibra Ottica, oltre a un cavo unipolare in rame con guaina in PVC a protezione del cavo AT.

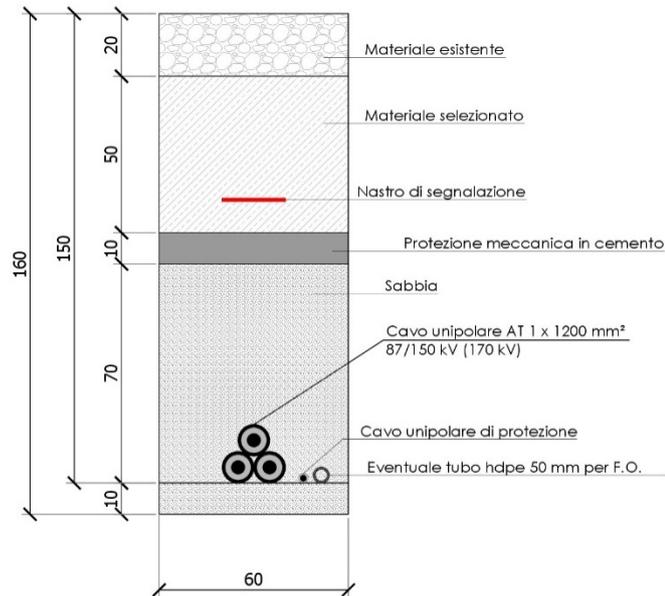


Figura 3 - Tipologico scavo per cavo AT

I relativi valori di corrente risultano, quindi, molto sovradimensionati rispetto ai valori di corrente generati dalla presenza del solo impianto fotovoltaico, per tenere in considerazione eventuali ampliamenti futuri e la connessione di ulteriori produttori alla stessa sottostazione 150/30 kV.

Nella Tabella più avanti sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi AT per la posa interrata.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- C_i : resistività termica del terreno pari a $1,5^\circ\text{K m/W}$ (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- C_a : temperatura terreno pari a 25°C ;
- C_d : coefficiente relativo alla profondità di posa (1,5 m);
- C_g : coefficiente relativo alla distanza tra i conduttori (a contatto).

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata I_z uguale o superiore alla corrente di impiego I_b del circuito.

LINEE	Total Dist. (m)	Potenza (kW)	U (V)	I (A)	Sezione (mm ²)	Formazione cavi	Corrente nominale cavo (A)	Ca Tmp	Cd Deph	Cg Group	Ci Ther res	Iz (A)	ΔV (%)
Tratto SSE-SE TERNA	185	50.000	150.000	202,6	1200	3x1cx1200 mm ²	1235	0,96	0,97	1,00	0,84	966	0,00%

Tabella 2 - Calcoli preliminari

7.10.1 Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

7.10.2 Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando l'opportuna segnaletica.

7.10.3 Prova di isolamento

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a AT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17 (paragrafo 8.4).

8. CRITERI DI COSTRUZIONE

8.1 Esecuzione degli scavi

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m);
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m).

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

In base alle precedenti considerazioni, si giustificano le sezioni adottate per gli scavi, rappresentate nelle Tavole allegate. Le sezioni di scavo includono oltre ai cavi a MT, anche altre tubazioni opzionali per il passaggio di eventuali cavi a BT o di segnale che dovessero rendersi necessarie, su richiesta del Committente, per il monitoraggio e la corda di terra.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previo accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

8.2 Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione

Nei percorsi dove vi potrebbe essere l'incrocio con cavi di telecomunicazioni, la tubazione dei cavi di energia dovrà essere posta al di sotto del cavo di telecomunicazioni ad una distanza non inferiore di 0,30 m.

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione devono essere posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso in cui, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato tale criterio, bisognerà mantenere, fra essi, una distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Nel caso in cui i cavi di energia e di telecomunicazione dovranno essere posati nello stesso manufatto, occorrerà posare i cavi in tubazioni distinte in modo tale da evitare che possano venire a diretto contatto fra loro.

8.3 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno effettuare giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio. In ogni caso la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione dovrà essere di 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico; questo elemento dovrà coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze di cui sopra possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo con gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Per quanto riguarda i parallelismi tra cavi di energia e le tubazioni metalliche si dovrà osservare una distanza minima di 0,30 m, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione. Tuttavia sarà possibile derogare tale prescrizione, previo accordo con gli esercenti, nei seguenti casi:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non dovranno mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro uso, tale tipo di posa sarà consentito, purché il cavo di energia e le tubazioni non siano posti a diretto contatto fra loro.

8.4 Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti

Nei parallelismi tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di metano (energia e segnale) non dovrà essere inferiore:

- alla profondità di posa adottata per il tubo del metano per le condotte di 1a, 2a e 3a specie;
- a 0,5 m per condotte di 4a e 5a specie, UNI 9165, art. 6.7.3;
- alla distanza che consenta di eseguire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati, per le condotte di 6a e 7a specie, UNI 9165, art. 6.7.3.

La distanza va misurata tra le due superfici affacciate.

Negli incroci tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di la distanza di sicurezza tra condotte di metano non drenate (1a, 2a, 3a specie) e le tubazioni per cavi elettrici (energia e segnale) nel caso in cui vi sia un incrocio dovrà essere almeno 1,5 m (Secondo il Dm 17/04/08, All. A, art. 2.7). Per le altre condotte si dovrà avere una distanza:

- di 0,5 m per le condotte di 4a e 5a specie;
- tale da consentire l'esecuzione di eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati per le condotte di 6a e 7a specie.

La distanza va misurata in senso verticale tra le due superfici affacciate.

8.5 Coesistenza tra cavi di energia e serbatoi di liquidi e gas infiammabili

I cavidotti contenenti cavi di energia dovranno distare almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi e gas infiammabili.



8.6 Esecuzione di pozzetti e camerette

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

8.7 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi a MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

8.8 Messa a terra dei rivestimenti metallici

Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi MT saranno sempre aterrati alle estremità di ogni linea e possibilmente in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

9. SMALTIMENTO ACQUE REFLUE FABBRICATO DELLA SOTTOSTAZIONE

Poiché nella zona oggetto di intervento non è presente la rete di fogna cittadina, lo smaltimento dei liquami provenienti dai WC ubicati all'interno del fabbricato avverrà tramite ditta autorizzata al prelievo e smaltimento, previo trattamento con fossa Imhoff.

9.1 Trattamento primario

Il trattamento primario sarà realizzato mediante l'utilizzo di una vasca settica Imhoff. Le acque di rifiuto grezze vengono sottoposte a pretrattamenti di natura meccanica per l'eliminazione di materiale che, per le sue dimensioni e le sue caratteristiche, determinerebbe difficoltà nel corretto espletamento delle successive fasi di depurazione. In uno scarico civile il 60-70% dei solidi sospesi risultano sedimentabili, dunque possono essere rimossi attraverso trattamenti primari di decantazione. Questo tipo di trattamenti consente anche una contestuale rimozione del 25-30% del contenuto organico inteso come BOD5. La vasca Imhoff è impiegata come trattamento primario delle acque nere provenienti dai WC a servizio di scarichi domestici o assimilabili. È costituita da due scomparti sovrapposti e idraulicamente comunicanti. Nel comparto superiore i solidi sedimentabili raggiungono per gravità il fondo del sedimentatore, che ha una opportuna inclinazione per consentire il passaggio dei fanghi nel comparto inferiore dove avviene

la digestione; questo tipo di impianto sfrutta l'azione combinata di un trattamento meccanico di sedimentazione e di un trattamento biologico di digestione anaerobica fredda.

9.2 Dimensionamento e calcolo del carico idraulico IMHOFF

Considerando che l'art. 5, comma 2 del Regolamento Regionale del 12 dicembre 2011, n. 26 e ss.mm.ii., stabilisce che:

- 1 A.E. = richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) = 60 grammi di ossigeno al giorno;
- 1 A.E. = richiesta chimica di ossigeno (COD) = 130 grammi di ossigeno al giorno;
- 1 A.E. = volume di scarico = 120 litri al giorno.

Ipotizzando un servizio presso l'attività di n° 10 addetti, abbiamo il seguente carico idraulico:

– 120 l. (per addetto al giorno) x 10 (numero massimo di addetti al giorno) = 1200 l giornalieri

Pertanto considerando 1 A.E.=120 l/giorno si avranno 10 A.E..

A vantaggio di sicurezza sarà utilizzata una vasca IMHOFF dimensionata per un numero di abitanti equivalenti fino a 17 che sarà sufficiente per l'uso previsto.

La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

10. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

10.1 La normativa

Gli scarichi provenienti da impianti di trattamento delle acque meteoriche sono disciplinati dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n° 152, D.Lgs. 18 agosto 2000 n° 258 e relative norme di applicazione e successive modifiche, nonché dal Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26 "*Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia*". I parametri che interessano le acque utilizzate per i servizi automobilistici, perché pertinenti a quel tipo di reflui, sono: la concentrazione degli ioni idrogeno (pH), la temperatura, il colore, i materiali grossolani, sedimentabili, la domanda chimica di ossigeno (COD), gli oli minerali e i tensioattivi, i cui valori devono essere in concentrazioni tali da non arrecare danno ai corpi ricettori.

L'art. n° 113 del D.Lgs. 152/06 afferma che "*le Regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate ed opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari ipotesi nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici*". Lo stesso articolo, al comma 4, vieta lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

Il Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26, all'art. 5 comma 1 afferma che: *"Le acque di prima pioggia provenienti dalle superfici scolanti impermeabilizzate di insediamenti industriali, artigianali, commerciali e di servizio, localizzati in aree sprovviste di fognatura separata e non ricadenti nelle fattispecie disciplinate al Capo II del presente Regolamento, sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna e sottoposte ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura prima del loro scarico nei recapiti finali. Le vasche sono dotate di un sistema di alimentazione che consenta di escludere le stesche a riempimento avvenuto. Fermo restando l'obbligo, ove tecnicamente possibile, di riutilizzo di cui all'art. 2 comma 2 del presente Regolamento le acque meteoriche di dilavamento e le acque di prima pioggia di cui al presente articolo, nei casi in cui ci sia eccedenza delle stesse acque recuperate per gli usi consentiti, ovvero l'impossibilità di riutilizzo, sono avviate ai recapiti finali. Le vasche di prima pioggia devono essere dotate di accorgimenti tecnici che ne consentano lo svuotamento entro le 48 ore successive"*.

Inoltre all'art. 5 comma 2, lo stesso regolamento afferma che: *"Le acque meteoriche di dilavamento di cui al presente articolo, in alternativa alla separazione delle acque di prima pioggia, possono essere trattate in impianti con funzionamento in continuo, sulla base della portata stimata, secondo le caratteristiche pluviometriche dell'area da cui dilavano, per un tempo di ritorno pari a 5 (cinque) anni"*.

Inoltre all'art. 5 comma 3, lo stesso regolamento afferma che: *"L'Autorità competente al rilascio dell'autorizzazione o alla ricezione della comunicazione allo scarico potrà richiedere, in funzione dell'impatto e dell'estensione delle superfici di raccolta anche un trattamento di disoleazione delle acque di prima pioggia"*.

È fatto divieto di immettere nella fogna nera le acque meteoriche di dilavamento provenienti da superfici di cui ai commi 1 e 4 del presente articolo, come già sancito dal regolamento di igiene e sanità pubblica dei Comuni in relazione alle disposizioni contenute nella L.R. 36 del 20/7/84 e ss. mm. ii. e dalla Deliberazione di Giunta Regionale n. 3819 del 06/10/1984.

Resta fermo il divieto di scarico sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo delle acque meteoriche di dilavamento contenenti le sostanze previste al punto 2.1 dell'Allegato 5 alla parte III del Dl.gs. n.152/06 e ss. mm. ed ii (tra cui gli oli minerali persistenti e idrocarburi di origine petrolifera persistenti). Tali sostanze si intendono assenti quando sono in concentrazioni non superiori ai limiti di rilevabilità delle metodiche di rilevamento in essere all'entrata in vigore del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

Per quanto riguarda le disposizioni in materia di realizzazione, certificazione e dimensionamento dei separatori oli, il riferimento è la direttiva europea 858/I e II, atta a determinare le nozioni di grandezza nominale, efficacia, qualità e i principi costruttivi dei separatori di liquidi leggeri.

Infine il Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26, all'art. 7 comma 1 afferma che: *"Ai sensi del Regolamento Regionale n. 12 del 16 giugno 2011, gli scarichi delle acque meteoriche di*

dilavamento nei corsi d'acqua episodici, naturali ed artificiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo non possono avvenire a meno di 200 (duecento) metri dalle opere di captazione di acque sotterranee destinate a consumo umano.”

È obbligatorio, pertanto, il trattamento:

- delle acque provenienti dalle zone asfaltate;

le acque ricadenti su coperture, fabbricati e pensiline, sempre ché canalizzate a parte, non sono da trattare (a meno di precise disposizioni regionali o locali). Analogamente non sono considerate le acque ricadenti sulle aree verdi o sulle aree permeabili.

Le acque meteoriche accumulate nelle vasche sotto i trasformatori sono acque con potenziale presenza di olio isolante dielettrico e, in quanto tali, non possono essere scaricate per dispersione sul suolo o nel sottosuolo (subirrigazione).

Per queste acque sarà previsto lo svuotamento con autospurgo della vasca di raccolta.

10.2 Generalità dell'impianto di trattamento delle acque meteoriche

Il nuovo impianto di trattamento delle acque meteoriche da realizzare prevede il trattamento in continuo delle acque di prima pioggia e quelle ad esse successive (seconde piogge) in conformità al Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26.

La superficie del piazzale della stazione elettrica è impermeabilizzata, così da ridurre i rischi di percolazione e di dispersione sul terreno di acque contaminate da eventuali perdite di oli e benzine. Il piazzale della stazione elettrica è realizzato inoltre con una pendenza tale (0,3-0,5%) da garantire il deflusso delle acque meteoriche verso le griglie di raccolta, collegate, tramite una rete fognaria interna di tubazioni in PVC pesante, all' impianto di trattamento delle acque meteoriche.

Per le acque meteoriche accumulate nelle vasche sotto i trasformatori sarà previsto lo svuotamento con autospurgo della vasca di raccolta. La vasca sarà equipaggiata di un sistema di controllo del livello di riempimento tramite galleggiante elettronico regolato in modo tale da inviare un segnale di allarme al superamento del livello che garantisce la non fuoriuscita dell'olio dalla vasca in caso di svuotamento dell'intero volume d'olio del trasformatore.

Le vasche saranno impermeabilizzate attraverso guaine o pitturazioni idonee. Inoltre, per assicurare una tenuta più duratura e scongiurare il pericolo di possibili rilasci nel terreno, si utilizzerà del calcestruzzo a bassa permeabilità.

In generale l'intera rete di fognatura sarà progettata ed eseguita in modo da garantire la tenuta. La tenuta tra tubazione e pozzetto sarà eseguita mediante l'impiego di barriera anti infiltrazione tipo "wallstop". Nelle pareti o nella soletta di fondo dei pozzetti prefabbricati la barriera anti infiltrazione sarà applicata mediante la formazione di un foro di almeno 50 mm più largo del diametro esterno della flangia e successivamente sigillato con malta espandente; per i

pozzetti gettati in opera la barriera anti infiltrazione sarà posta in opera prima del getto del pozzetto stesso.

L'acqua confluisce nell'impianto di trattamento costituito da una vasca compatta all'interno della quale vi è un settore per la sedimentazione in modo tale che le acque siano sottoposte ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura prima del loro versamento. Il materiale più pesante dell'acqua, si deposita sul fondo e sarà successivamente rimosso e smaltito tramite ditta autorizzata, quando la vasca è svuotata.

Successivamente l'acqua defluisce nel "disoleatore" all'interno del quale è presente un pacco lamellare ove il flusso si distribuisce uniformemente in condizioni di moto laminare favorendo l'aggregazione delle particelle del liquido leggero ed una volta raggiunte dimensioni maggiori (oli e simili) grazie al diverso peso specifico, salgono in superficie creando uno strato galleggiante di spessore crescente. Le particelle minori del liquido leggero restando in sospensione vengono trattenute dal filtro a coalescenza, aggregandosi appunto per il fenomeno della coalescenza e formando una pellicola d'olio, che si stacca raggiungendo un certo spessore e risalendo in superficie per il principio di gravità. Un dispositivo di sicurezza anti-sversamento accidentale, attraverso un sistema automatico di chiusura a galleggiante, impedisce che il liquido possa defluire per eccesso di accumulo. I reflui oleosi depositati all'interno del "disoleatore" saranno rimossi e smaltiti da una ditta autorizzata. Questo sistema trattiene e impedisce di sversare al recapito finale tutti gli idrocarburi raccolti nel dilavamento del piazzale, effettuato dalle precipitazioni atmosferiche.

Le acque provenienti dal sistema di trattamento, passano in un "pozzetto di campionamento", utilizzato per i controlli periodici di qualità delle acque. Infine le acque trattate saranno convogliate in un pozzo drenante.

10.3 Individuazione della curva di possibilità climatica

La curva di possibilità climatica esprime il legame esistente fra l'altezza di pioggia che cade nella località considerata e la sua durata, per un assegnato valore del tempo di ritorno. Per il calcolo delle curve si è tenuto conto dei dati rilevati dalla stazione pluviometrica di Foggia Osservatorio. Si sono pertanto considerate le precipitazioni storiche di massima intensità di durata 1h, 3h, 6h, 12h, 24h. Si è inoltre scelto di utilizzare la distribuzione di Gumbel e, una volta fissato il tempo di ritorno T, si è ricavata la probabilità delle singole serie storiche considerate. Per ogni serie si è poi determinata l'altezza di pioggia di data durata; si sono ottenute così, per differenti durate, le altezze ridotte di pioggia che rappresentano il valore massimo delle piogge che mediamente nel tempo T potranno essere superate almeno una volta.

Anno	1	3	6	12	24
1934	20,6	25	38,4	53,4	83,2
1935	35	47,6	51,8	55,8	58,8
1936	23,6	27,8	28,2	28,4	32,8
1937	22	22	22	25,8	27,6
1938	15,6	19,2	26,4	30,2	40,8
1939	24	28,8	29,4	33	35,4
1940	17,2	22,8	22,8	31,2	49,8
1941	21,8	31,4	46	59,4	95,6
1942	9	12,4	16,2	27,6	45,2
1947	28,4	28,8	28,8	28,8	34,4
1948	35	40,2	40,2	40,4	40,4
1949	30	56,4	63,2	72,2	72,6
1950	21,2	21,8	21,8	30,8	45
1951	14,6	17,6	27	27,6	38
1952	18,2	22,6	36	36,8	43
1953	14	14,4	28	33,2	40,4
1954	13,8	27	46,8	50,2	55,2
1955	17,6	17,8	24,4	38,6	70,2
1956	19,6	32,2	45,2	53,6	58,6
1961	31	42,6	51,8	58,8	66
1962	18,2	22,8	31,8	40,2	40,4
1963	31,2	31,2	43,4	50,8	56,8
1964	20	21,4	28,8	35,6	39
1965	42,4	71	71	71	75,4
1966	19	19	19	24,2	24,6
1967	24,6	35,6	37,2	40,4	55,2
1968	14,4	20,2	31,4	32,4	47,6
1969	34	68	68,2	74,6	80,6
1970	14	30,6	40	51,4	53,6
1971	14	26,4	36,4	44,2	48,8
1972	21,2	26,8	35,8	41,4	41,4
1974	23,2	24,8	30,2	41,8	49,2
1975	22,2	22,8	24,4	33,8	37,8
1976	20,8	23,4	24,4	36,6	38,4
1977	17,2	17,2	18,6	23,4	28
1978	14,2	15,2	24,4	28,6	31,4
1980	22	22	22,4	28,2	35
1981	19,8	23	25,2	25,4	27,8
1982	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6
1983	36,2	48,4	48,6	48,6	48,6
1984	33,8	54,6	67	70,6	81,6
1985	12,2	25,6	45,2	57,2	66,8
1986	31,2	43,4	48,4	53,2	55,6
1987	10,2	15,2	19,4	31	46
1988	13,6	19,8	23,2	32,4	36,6
1989	20	26,4	37,4	40,4	40,6
1990	50	67	67	69,2	80
1991	33	46	46	46	46
1992	20	22,8	23,4	23,4	24,4
1993	16,2	16,2	22,2	22,2	33
1994	11,8	17,8	27,4	26,2	27,4
1995	40	40,2	15,4	40,4	42,6

1996	44	59,6	59,6	61,4	61,4
1997	13,6	18,6	19,2	30,2	46,4
1998	21,2	21,6	23,6	27,4	33,6
1999	25,2	32,2	32,2	32,2	38,4
2000	9,6	16,6	27	42,4	42,8
2001	55,4	57	57,2	69,2	88,8
2002	37,2	37,2	37,2	37,4	46,4
2003	31,8	35,4	36,2	36,2	49
2004	27,8	29,6	34,4	42,2	53,2
2005	16,2	17	26,6	38,6	55,8
2006	9	13,8	15,2	26,8	44,4
2007	22,8	24	24,2	39,2	40
2008	16,6	27,2	36,2	45,4	52,4
2009	13,4	18,8	24	26,2	32,2
2010	16,4	19,8	27,2	37	38,4
2011	15,2	17,2	31,6	34,6	43,4
2012	14,2	19,2	26,4	32,2	58
2013	22,8	36,4	41,2	57,2	72

Tabella 3 - Precipitazioni storiche di massima intensità per la stazione di Foggia Osservatorio

Di seguito è stato riportato il grafico con le curve di possibilità climatica per un tempo di ritorno pari a 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 anni.

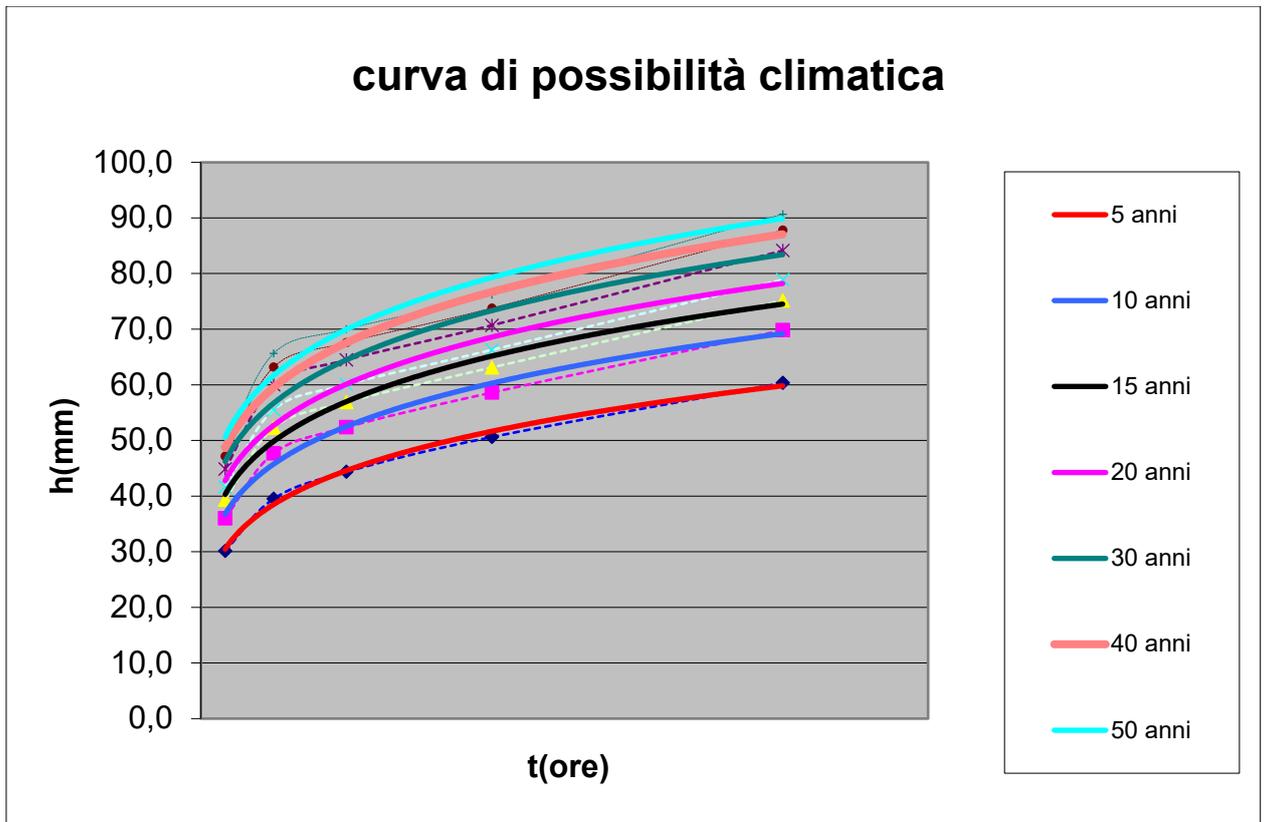


Figura 4 - Curve di possibilità climatica

10.4 Dimensionamento dell'impianto di trattamento area produttore

Il dimensionamento dell'impianto è stato studiato per poter trattare in continuo le acque meteoriche in conformità a quanto prescritto Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26. Nel caso in oggetto, la superficie impermeabile del piazzale asfaltato è di 375 m² circa, mentre la superficie della copertura del fabbricato è di circa 162 m².

Per il dimensionamento della rete di raccolta e convogliamento si è tenuto conto dei volumi di acque relativi alla portata di piena calcolata, sulla base delle caratteristiche pluviometriche dell'area scolante, con un tempo di ritorno di 5 anni (art. 5, comma 2 del Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26). Per il calcolo della portata si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- Coefficiente di afflusso per piazzali impermeabilizzati (Φ)0,80
- Parametro di portata (I).....0,0085 l/s x m²
- Fattore di impedimento (Fd).....1,00
- Superficie del piazzale (A_p).....375 m²
- Superficie copertura fabbricato (A_f).....162 m²
- Superficie totale ($A=A_p + A_f$).....537 m²

Il parametro di portata si è ottenuto sulla base della curva di possibilità climatica riferito ad un tempo di ritorno di 5 anni.

$$h = a * t^n$$

Dove i parametri a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno T . Nel caso considerato, ossia con $T=5$ anni, i parametri a ed n assumono i seguenti valori:

$$a = 30,478$$

$$n = 0,2122$$

Quindi considerando $t=1$ h si ottiene un'altezza critica di pioggia pari a $h=30,5$ mm da cui si ottiene che:

$$I = h/3600 = 0,0085 \text{ l/s} * \text{m}^2$$

Quindi la portata istantanea allo sbocco (Q_r), calcolata con il metodo dell'invaso lineare, risulterà pari a:

$$Q_r = \Phi * I * A * F_d = 0,8 * 0,0085 * 537 * 1 = 3,652 \text{ l/s}$$

Pertanto il sistema adibito a separatore fanghi ed oli coalescente che sarà utilizzato per il trattamento delle acque meteoriche avrà un filtro a coalescenza che sarà in grado di depurare le acque fino ad una portata $Q=10$ l/s.

Sarà concordato, inoltre, un contratto con ditta specializzata e autorizzata al prelievo e conferimento presso le idonee strutture preposte alla raccolta e smaltimento del materiale depositato sul fondo della vasca di sedimentazione.

10.4.1 Verifica delle tubazioni

Per il calcolo delle tubazioni per il recupero delle acque meteoriche considereremo quindi come superficie di captazione l'intera superficie dell'area asfaltata e delle coperture, pertanto utilizzeremo la formula di Chezy per le condotte circolari, per ottenere il diametro da utilizzare per tali condotte:

$$Q = V \times A$$

con

$$A = 0,8 * \pi R^2$$

dove essendo R = raggio idraulico = D/2, avremo

$$A = 0,8 * \pi D^2 / 4$$

dove 0,8 indica il riempimento massimo della condotta uguale a circa l'80%, e

$$V = \chi \sqrt{RD}$$

dove

$$\chi = \frac{K R^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{i}}$$

in definitiva avremo quindi

$$Q = K \frac{R^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{i}} A$$

dove K è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, che per condotte in PVC risulta uguale a 120.

Per quanto riguarda la lunghezza delle condotte si sono considerati i seguenti tratti:

- a) Condotta di convogliamento acque meteoriche di piazzale (tubazione che fa confluire le acque meteoriche dalle griglie alla vasca di trattamento di diametro $\Phi 250$);

In base a tali parametri, conoscendo la portata finale di progetto, otterremo i diametri delle tubazioni di cui sopra. Le tubazioni dovranno rispettare le norme UNI EN 1401 tipo SN 2.

Verifichiamo ora la velocità di efflusso dell'acqua considerando i diametri scelti, ovvero il DN 250 corrispondente $Di_{250} = 240,2$ tramite la formula

$$V = Q/A$$

con

$$Q = \text{portata di afflusso} = 3,652 \text{ l/s} = 0,003652 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_{250} = \text{sezione idraulica di smaltimento} = 0,8 * \pi Di_{250}^2 / 4 = 0,036 \text{ m}^2$$

da cui si ottiene:

$$V_{250} = 0,102 \text{ m/s}$$

Tale velocità risulta essere coerente con la velocità massima prescritta dalla circolare del Ministero dei LL.PP. n.11633 del 07/01/1974 che indica come velocità massima per le condotte pluviali 5 m/s.

10.5 Dimensionamento dell'impianto di trattamento area comune produttori

Il dimensionamento dell'impianto è stato studiato per poter trattare in continuo le acque meteoriche in conformità a quanto prescritto Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26. Nel caso in oggetto, la superficie impermeabile del piazzale asfaltato è di 1040 m² circa, mentre la superficie della copertura del fabbricato è di circa 45 m².

Per il dimensionamento della rete di raccolta e convogliamento si è tenuto conto dei volumi di acque relativi alla portata di piena calcolata, sulla base delle caratteristiche pluviometriche dell'area scolante, con un tempo di ritorno di 5 anni (art. 5, comma 2 del Regolamento Regionale del 9 dicembre 2013, n. 26). Per il calcolo della portata si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- Coefficiente di afflusso per piazzali impermeabilizzati (Φ)0,80
- Parametro di portata (I).....0,0085 l/s x m²
- Fattore di impedimento (Fd).....1,00
- Superficie del piazzale (A_P).....1040 m²
- Superficie copertura fabbricato (A_F).....45 m²
- Superficie totale ($A=A_P + A_F$).....1085 m²

Il parametro di portata si è ottenuto sulla base della curva di possibilità climatica riferito ad un tempo di ritorno di 5 anni.

$$h = a * t^n$$

Dove i parametri a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno T . Nel caso considerato, ossia con $T=5$ anni, i parametri a ed n assumono i seguenti valori:

$$a = 30,478$$

$$n = 0,2122$$

Quindi considerando $t=1$ h si ottiene un'altezza critica di pioggia pari a $h=30,5$ mm da cui si ottiene che:

$$I = h/3600 = 0,0085 \text{ l/s} * \text{m}^2$$

Quindi la portata istantanea allo sbocco (Q_r), calcolata con il metodo dell'invaso lineare, risulterà pari a:

$$Q_r = \Phi * I * A * F_d = 0,8 * 0,0085 * 1085 * 1 = 7,38 \text{ l/s}$$

Pertanto il sistema adibito a separatore fanghi ed oli coalescente che sarà utilizzato per il trattamento delle acque meteoriche avrà un filtro a coalescenza che sarà in grado di depurare le acque fino ad una portata $Q=10$ l/s.

Sarà concordato, inoltre, un contratto con ditta specializzata e autorizzata al prelievo e conferimento presso le idonee strutture preposte alla raccolta e smaltimento del materiale depositato sul fondo della vasca di sedimentazione.

10.5.1 Verifica delle tubazioni

Per il calcolo delle tubazioni per il recupero delle acque meteoriche considereremo quindi come superficie di captazione l'intera superficie dell'area asfaltata e delle coperture, pertanto utilizzeremo la formula di Chezy per le condotte circolari, per ottenere il diametro da utilizzare per tali condotte:

$$Q = V \times A$$

con

$$A = 0,8 \cdot \pi R^2$$

dove essendo $R =$ raggio idraulico $= D/2$, avremo

$$A = 0,8 \cdot \pi D^2/4$$

dove 0,8 indica il riempimento massimo della condotta uguale a circa l'80%, e

$$V = \chi \sqrt{RD}$$

dove

$$\chi = KR^{\frac{1}{6}} \sqrt{i}$$

in definitiva avremo quindi

$$Q = KR^{\frac{5}{6}} \sqrt{i} A$$

dove K è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, che per condotte in PVC risulta uguale a 120.

Per quanto riguarda la lunghezza delle condotte si sono considerati i seguenti tratti:

- b) Condotta di convogliamento acque meteoriche di piazzale (tubazione che fa confluire le acque meteoriche dalle griglie alla vasca di trattamento di diametro $\Phi 250$);

In base a tali parametri, conoscendo la portata finale di progetto, otterremo i diametri delle tubazioni di cui sopra. Le tubazioni dovranno rispettare le norme UNI EN 1401 tipo SN 2.

Verifichiamo ora la velocità di efflusso dell'acqua considerando i diametri scelti, ovvero il DN 250 corrispondente $D_{250}=240,2$ tramite la formula

$$V = Q/A$$

con

$$Q = \text{portata di afflusso} = 7,38 \text{ l/s} = 0,00738 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_{250} = \text{sezione idraulica di smaltimento} = 0,8 * \pi \text{ Di}_{250}^2 / 4 = 0,036 \text{ m}^2$$

da cui si ottiene:

$$V_{250} = 0,205 \text{ m/s}$$

Tale velocità risulta essere coerente con la velocità massima prescritta dalla circolare del Ministero dei LL.PP. n.11633 del 07/01/1974 che indica come velocità massima per le condotte pluviali 5 m/s.
