

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO	9
3.1 DESCRIZIONE GENERALE	9
3.2 UNITÀ DI GENERAZIONE	11
3.3 GRUPPO DI CONVERSIONE CC/AC_POWER STATION E PARALLELO INVERTERS	15
3.4 SERVIZI AUSILIARI	16
3.5 CABINA DI CONSEGNA	17
3.6 CABINA UTENTE	17
3.7 CABINE MAGAZZINO	17
3.8 STRUTTURA DI SOSTEGNO	17
3.9 VIABILITÀ INTERNA	19
3.10 RECINZIONE PERIMETRALE E CANCELLO DI ACCESSO	19
3.11 CAVI	20
3.12 RETE DI TERRA	22
3.13 SISTEMI AUSILIARI	23
3.14 CONNESSIONE ALLA RETE MT DI E-DISTRIBUZIONE	25
4. IDROGEOLOGIA DELLA MACROAREA	26
5. ANALISI DEI RISCHI	28
5.1 VERIFICA PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	28
5.2 PIANO STRALCIO DI DIFESA DELLE ALLUVIONI (PSDA)	33
5.3 CONSIDERAZIONI	35

6. PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMENTAZIONE IDRAULICA.....	37
6.1 DATI GENERALI IMPIANTO	37
6.2 OPERE IDRAULICHE	37
7. INFORMAZIONE IDROLOGICA	43
7.1 STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	43
7.2 PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI - STUDIO IDROLOGICO PER LA VALUTAZIONE DELLE PIENE	44
8. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	49
9. MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI	53
10. VERIFICA DELLE PORTATE DI PROGETTO	57
11. INVARIANZA IDRAULICA	60
12. CONCLUSIONI.....	64

1. PREMESSA

La società **Solaria Promozione e Sviluppo Fotovoltaico S.r.l.** propone di realizzare nel territorio comunale di Santo Omero (TE) in contrada San Pietro, un impianto agro - fotovoltaico combinato con l'attività di coltivazione agricola, denominato "San Pietro", avente potenza installata complessiva di 7,34 MWp e le necessarie opere di connessione alla RTN, ricadenti anch'esse nello stesso comune.

Le opere progettuali da realizzare possono essere sintetizzate nel modo seguente:

1. Impianto agrovoltaiico: con strutture fisse, con una potenza installata di 7,35 MWp, ossia 6,03 MWac in immissione come da STMG, ubicato in un terreno agricolo nel comune di S. Omero (TE);
2. Dorsali di collegamento interrate, in media tensione a 20 kV, per la consegna dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Cabina Primaria ENEL di smistamento della RTN a 20 kV denominata "S. Omero". Il percorso dei cavi interrati, che seguirà la viabilità esistente, avrà un'estensione di circa 3,30 km;

Il progetto prevede che l'impianto venga realizzato su una superficie complessiva, considerando il confine catastale, di circa 14,33 ha, compresa la fascia di mitigazione. Invece la superficie dell'impianto recintata è di circa 11,62 ha.

La società al fine di riqualificare e ottimizzare le aree da un punto di vista agricolo e per esigenze di installazione data la morfologia del sito, ha scelto di adottare una soluzione con strutture fisse, con un pitch tra le strutture di 10 m e una distanza inter-fila tra le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici di circa 6,40 m, consentendo la coltivazione tra le strutture e il transito dei mezzi agricoli necessari per la lavorazione agricola.

La soluzione impiantistica che si vuole realizzare rispetta a pieno i limiti imposti dalle "Linee Guida in materia di Impianti Agrovoltaiico", difatti:

- la superficie effettivamente occupata dall'impianto (Area utilizzata) è pari a circa 3,15 ha (meno del 30% della superficie totale), andando quindi a rispettare il limite di rapporto $Sagr/Sdisp=70\%$. Di quest'area d'impianto 2,73 ha sono occupati dai moduli, 0,42 ha sono occupati dalle opere di progetto (strade interne all'impianto, power station, cabina di consegna, etc...);

- lungo il perimetro dell'impianto si è realizzata una fascia di mitigazione di circa 10 metri e un'ulteriore fascia di circa 5,00 m;
- la superficie agricola coltivabile corrispondente ai restanti 5,73 ha (non utilizzando parte del terreno al di sotto dei moduli) sarà seminata a foraggiere e potrà essere oggetto di pascolamento oppure di raccolta e successiva fienagione;
- il rapporto tra la superficie dei moduli e quella agricola rispetta il limite imposto del 40% ($LAOR \leq 40\%$).

Il suddetto impianto si dovrà collegare mediante cavo interrato a 20 kV alla rete elettrica mediante costruzione di una cabina di consegna, collegata alla Cabina Primaria AT/MT di "Sant'Omero" e alla linea MT "Sant'Omero (DJ2037026)" lato Nord al palo di sostegno esistente di E-distribuzione.

La presente relazione descrive gli **interventi per la raccolta e gestione delle acque meteoriche** delle superfici interne all'impianto fotovoltaico e mostra sia i criteri utilizzati che le risultanze dei dimensionamenti delle principali opere previste in questa fase di progetto definitivo. Il sistema di fossi di guardia ed attraversamenti previsti in progetto e degli opportuni sistemi di recapito rispetta l'equilibrio idrogeologico preesistente. Le scelte progettuali sono state condotte in modo tale da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

L'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di intercettare e allontanare tempestivamente le acque di scorrimento superficiale all'interno del parco fotovoltaico, al fine di garantire la vita utile delle opere civili, riducendo le operazioni di manutenzione al minimo indispensabile.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto, con le relative opere di connessione, è geograficamente ubicato nella porzione meridionale del tenimento amministrativo del comune di Sant'Omero (TE) in località San Pietro.

Dal punto di vista amministrativo, il territorio del Comune di Sant'Omero confina ad ovest con i territori dei Comuni di Sant'Egidio alla Vibrata e Civitella del Tronto; ad est con i territori di Mosciano Sant'Angelo e Tortoreto; a nord con Torano Nuovo, Nereto, Corropoli e Tortoreto, a sud con Campi, Bellante e Mosciano Sant'Angelo.

I suoi confini naturali sono rappresentati a Nord dal Fiume Vibrata, a Sud e ad Ovest dalla valle del Salinello che tagliando verso Nord ne va a delimitare poi, insieme allo spartiacque del Fosso Grande a nord-est, anche i confini Sud orientali.

Per quanto riguarda i riferimenti cartografici, il Comune è incluso nelle Tavole della Serie 25v n. 133 II-NO (Nereto) e n. 133 II-NE (Tortoreto) e nella Serie 50 nei Fogli 327 (San Benedetto del Tronto) e 339 (Teramo).

Le coordinate sono le seguenti:

- Latitudine: 42°46'38.82"N
- Longitudine: 13°48'21.88"E
- Altitudine: 136 m slm.

Il terreno interessato è visibile sull'ortofoto della Regione Abruzzo nel Comune di Sant'Omero in provincia di Teramo, come si evince dalla figura sottostante.

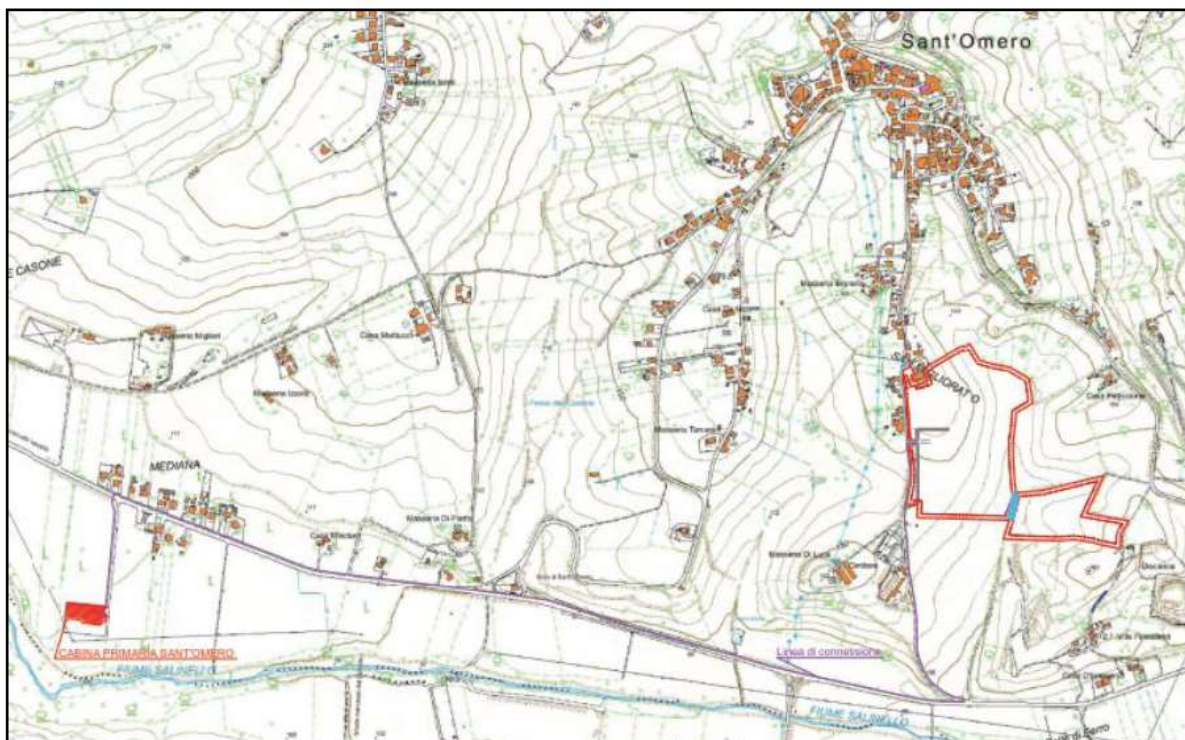


Figura 2.1: Inquadramento territoriale su base CTR

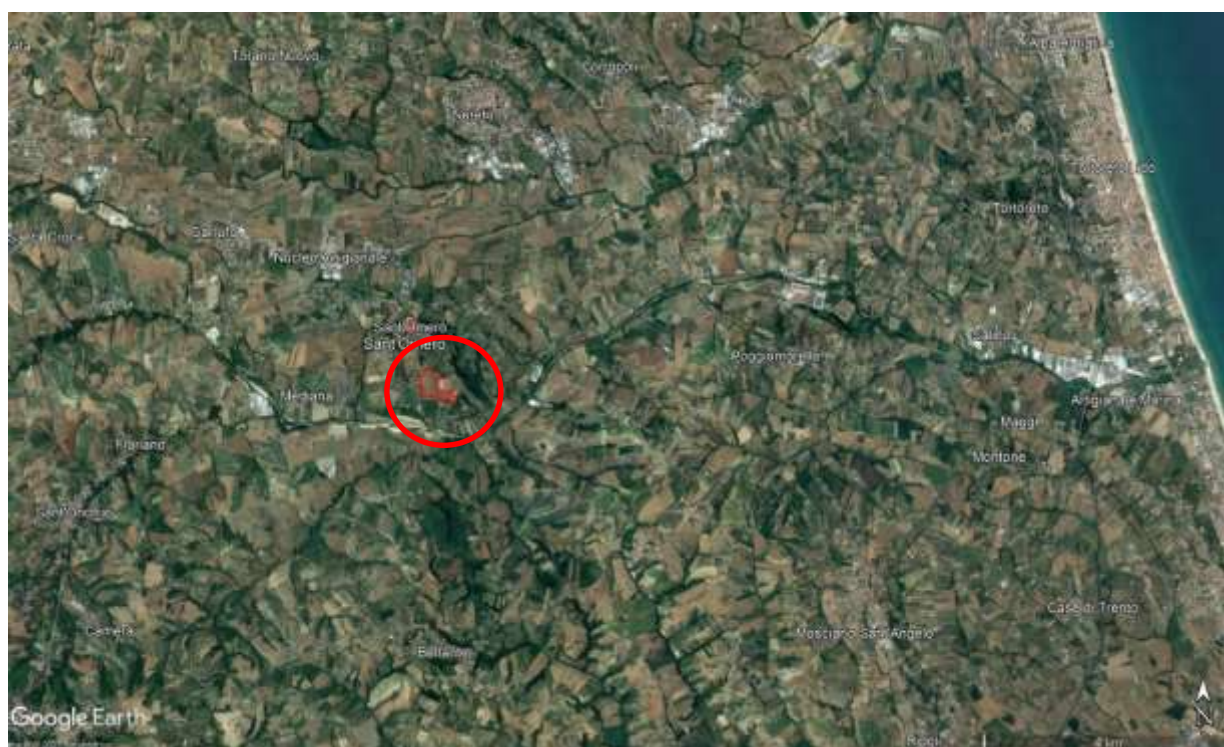


Figura 2.2: Inquadramento territoriale su ortofoto



Figura 2.3: Stato di fatto dell'area di progetto

L'area sulla quale è prevista l'installazione dell'impianto è pari a circa 14,33 ha, proprietà del Signor ANGELINI PIERO, nato a Sant'Omero il 11 febbraio 1970, codice fiscale NGLPRI70B11I348N.

Le particelle interessate sono riportate nella tabella seguente:

PROVINCIA	COMUNE	DATI CATASTALI	
		FOGLIO	PARTICELLA
Teramo	Sant'Omero	20	104
			151
			176
			242
			263
			282
			283
			285
			309
			310

			311
			409
			410
			411

La superficie totale interessata dall'installazione effettiva dell'impianto è pari 11,62 ha. Per maggiori dettagli sull'inquadramento catastale dell'area si faccia riferimento all'elaborato SPT-SOL-FV-GN-LAY-0006_00 "Layout di impianto su catastale".

Come precedentemente anticipato, la dorsale d'impianto per la connessione alle RTN sarà realizzata lungo le strade provinciali esistenti. Per l'individuazione delle particelle interessate dall'attraversamento della dorsale ed eventuali espropri si faccia riferimento all'elaborato SPT-SOL-FV-GN-ETM-0001_00 "Piano particellare".

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

3.1 DESCRIZIONE GENERALE

L'impianto fotovoltaico produce energia pulita e rinnovabile, sfruttando l'energia solare derivante dalla radiazione solare, convertendola in energia elettrica.

I componenti principali di un sistema fotovoltaico sono i moduli fotovoltaici e l'inverter.

I moduli fotovoltaici sono composti da celle in silicio, un materiale semiconduttore; per mezzo di questo materiale semiconduttore che vengono sollecitati dalla luce, producono energia elettrica.

Quando un fotone con sufficiente energia colpisce la superficie di una cella, per effetto fotovoltaico, la sua energia si trasferisce agli elettroni (di valenza) presenti che "eccitati" cominciano a spostarsi all'interno del circuito verso la banda di conduzione, creando una differenza di potenziale e quindi una circolazione di corrente.

L'energia necessaria per liberare un elettrone e farlo muovere dalla banda di valenza alla banda di conduzione è denominata energia di gap, questa deve avere un valore minimo per permettere all'elettrone di liberarsi, in caso contrario questa verrebbe esclusivamente dissipata in calore.

L'energia di gap necessaria a liberare l'elettrone nelle celle fotovoltaiche in silicio è pari a 1.12 eV.

Dal punto di vista elettrico più moduli fotovoltaici vengono collegati in serie a formare una stringa e più stringhe vengono collegate in parallelo tramite Inverters di stringa collegati a loro volta in parallelo alle cabine di trasformazione (o Power Station). L'energia prodotta è convogliata attraverso cavi AC dagli string inverters ad un gruppo di conversione (dette Power Station), dove viene realizzata l'elevazione di tensione della RTN 20 KV. A questo punto l'energia elettrica sarà raccolta tramite cavi in MT a 20 kV e trasferita alla CP ENEL Di distribuzione e di trasformazione 150/20 kV.

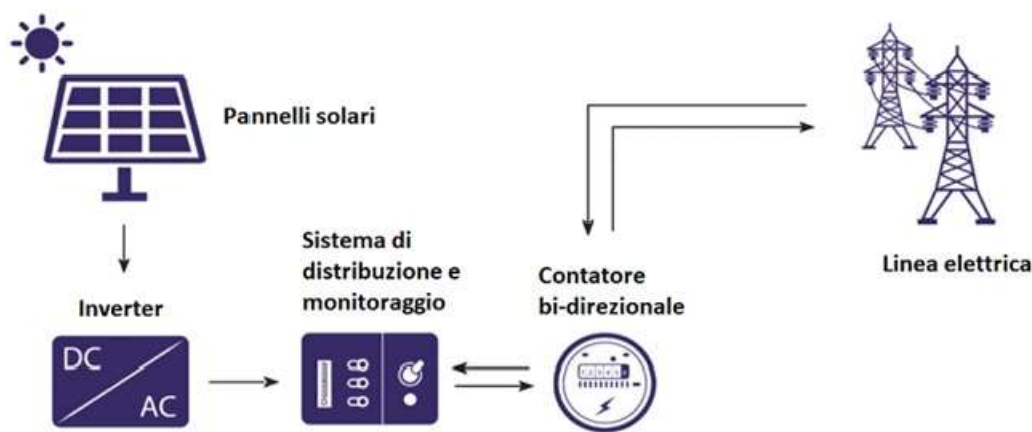


Figura 3.1: Schema a blocchi componenti impianto fotovoltaico

Lo schema elettrico unifilare e il percorso dei cavi per la connessione dell'impianto in oggetto alla RTN, sono riportati negli elaborati SPT-SOL-FV-EL-DWG-0001_00 "Schema elettrico unifilare MT", SPT-SOL-LE-GN-DWG-0001_00 "Inquadramento opere di progetto su CTR", SPT-SOL-LE-GN-DWG-0002_00 "Inquadramento opere di progetto su Ortofoto" e SPT-SOL-LE-GN-DWG-0003_00 "Inquadramento opere di progetto e relativi dettagli costruttivi su base catastale, con indicazione delle sezioni di posa cavidotto interrato a 20 kV".

L'impianto fotovoltaico oggetto di progettazione è costituito da:

- n°13.244 moduli fotovoltaici connessi in n.1.832 stringhe per una potenza installata di 7350 MWp;
- n°3 Power Station con trasformatore elevatore di 2000 kVA di potenza;
- n°1 cabina per servizi ausiliari all'interno delle Power Station;
- n°19 inverter di stringa distribuiti in campo bassa tensione trifase di conversione CC/CA da 320 KVA cadauno (con possibilità di limitazione della potenza per rispettare il vincolo della potenza richiesta in immissione);
- n°1 edificio magazzino;
- n°1 edificio locale tecnico/cabina utente;
- n°1 edificio cabina di consegna;
- impianto elettrico a sua volta costituito da:

- una rete di distribuzione elettrica MT in cavidotto interrato costituito da cavi a 20 kV per la connessione delle unità di conversione Power Station alla cabina di consegna MT interna all'impianto;
- una rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico e la trasmissione dati via modem o via satellite;
- una rete elettrica interna in bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, sicurezza, illuminazione, TVCC, forza motrice, etc.);
- una rete elettrica in bassa tensione per la connessione degli inverter di stringa alle Power station;
- opere civili di servizi, costituite principalmente da fondazioni e/o basamenti per le cabine/power station, edifici prefabbricati e in opera, opere di viabilità, posa cavi, recinzione, etc...

Si rimanda a maggiori dettagli agli elaborati seguenti: SPT-SOL-FV-GN-LAY-0005_00 "Layout di impianto su ortofotocarta", SPT-SOL-FV-GN-LAY-0006_00 "Layout di impianto su catastale", SPT-SOL-FV-GN-LAY-0009_00 "Layout di illuminazione e videosorveglianza", SPT-SOL-FV-EL-LAY-0003_00 "Layout di impianto di monitoraggio", SPT-SOL-FV-CI-DWG-0004_00 "Particolare costruttivi: cabinati ed edifici tecnici".

3.2 UNITÀ DI GENERAZIONE

PANNELLI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici sono del tipo in silicio monocristallino ad alta efficienza (0,5 % di degrado annuo in 25 anni) e con potenza nominale di 555 Wp. Questa soluzione permette di ridurre le aree occupate dall'impianto ottimizzando l'occupazione del suolo.

Per ottimizzare la coltivazione e limitare ombreggiamenti reciproci tra le strutture e i moduli si è deciso di impostare una distanza di interfila tra le strutture di 6,40 metri.

La tipologia di modulo specifica sarà definita in fase esecutiva, di seguito si riportano le caratteristiche preliminari dei moduli utilizzati per il dimensionamento dell'impianto del tipo JASolar JAM72530 530-555/MR series o similare:

Grandezza	Valore
Potenza nominale	555 Wp
Efficienza nominale	21.5%
Tensione in uscita a vuoto	50.02 V
Corrente di corto circuito	14.07A
Tensione di uscita a Pmax	42.11V
Corrente nominale a Pmax	13.18 A
Dimensioni	2278*1134*35 mm

Per ulteriori dettagli si rimanda all'allegato SPT-SOL-FV-GD-ESP-0001_00 contenente la "Scheda tecnica modulo fotovoltaico".

Nella parte posteriore di ogni modulo sono collocate le scatole di giunzione per il collegamento dei moduli al resto

dell'impianto. Tali scatole, che hanno grado di protezione meccanica IP55, sono dotate di diodi di by-pass per evitare il flusso di corrente in direzione inversa (ad esempio in caso di ombreggiamento dei moduli) e conseguenti fenomeni di hotspot che potrebbero danneggiare i moduli stessi.



Figura 3.2: Particolare scatola di giunzione

I moduli sono marcati CE e sono certificati in classe di isolamento II e rispondenti alla norma CEI 82-25.

I moduli fotovoltaici sono collegati in serie tra di loro tramite i connettori di tipo maschio-femmina (tipo MC4 e/o MC3) presenti nelle scatole di giunzione, andando a formare delle stringhe, ognuno costituita da 28 moduli. L'impianto fotovoltaico è costituito da n.473 stringhe, collegati a n.19 inverters (da 320 KVA), per un totale di 13.244 moduli.

Dal punto di vista del collegamento elettrico, come anticipato in precedenza, si prevede di collegare 28 moduli connessi in serie in modo da non superare una tensione di vuoto di 1500 Vcc anche in condizioni di basse temperature (a -10°C).

Ogni stringa, pertanto, produce una potenza pari a: $28 * 555 \text{ W} = 15.540 \text{ kWp}$.

Il campo fotovoltaico è suddiviso in n. 3 sottocampi afferenti a n. 3 Power station (o centro di trasformazione) dotate di trasformatori elevatori 0,8 KV / 20 KV di potenza di targa di 2000 KVA, a cui verranno collegati in parallelo n.6-7 inverters di stringa di potenza nominale di 320 KVA cadauno.

Sono presenti n.157 stringhe per ogni sottocampo (CT01, CT02, CT03) per un totale di n.473 di lunghezza di n.28 moduli per stringa per un totale di 13.244 moduli. Gli inverter di stringa ciascuno con n.24 input di stringa e che saranno ancorati sulla struttura in campo.

CABINA di TRASFORMAZIONE/sottocampo	N° stringhe per CT	n. inverters (320 KVA)	Potenza trasformatore (KVA)	IN (kWp)	OUT (kWac)
CT-01	159	7	2.000	2.470,86	2.235
CT-02	157	6	2.000	2.439,78	1.920
CT-03	157	6	2.000	2.439,78	1.920
<i>Totale</i>	<i>259</i>	<i>19</i>		<i>7.350,42</i>	<i>6.075</i>

INVERTERS DI STRINGA

Gli inverters di Stringa sono dedicati alla trasformazione della potenza in continua in alternata e hanno una tensione di lavoro a 0,8 KV. Le diverse stringhe sono raggruppate e connesse in parallelo agli inverters di stringa della Sungrow di potenza nominale di 320 KVA dotati di n.24 input di stringa (quadri di parallelo cc), a loro volta gli inverter di stringa tramite cavi di potenza AC saranno collegati ai quadri di parallelo in bassa tensione che saranno installati all'interno delle cabine di trasformazione. Gli inverters di stringa sono installati all'esterno, in prossimità della

struttura fotovoltaica, e il loro involucro garantirà lunga durata e massima sicurezza con grado IP54 minimo. Gli input di stringa in cc sono direttamente inseriti nell'inverter che è dotato di n.24 ingressi di stringa. Inoltre, sono dotati di n.2 uscite per i cavi AC a 0,8 KV per cavi tripolari o quadripolari e consentono la connessione di cavi AC fino a massimo 210 mmq (opzionale fino a una sezione massima di 300 mmq), per maggiori informazioni si rimanda alla scheda tecnica in allegato "Scheda tecnica Inverters di stringa".

Come riportato nella tabella precedente, i vari sottocampi hanno un numero di stringhe differenti e inverters differenti, si riportano di seguito il numero di stringhe e inverters per ogni cabina di trasformazione e sottocampo:

- Sottocampo CT-01: n.7 inverters di stringa per 159 stringhe collegate;
- Sottocampo CT-02: n.6 inverters di stringa per 157 stringhe collegate;
- Sottocampo CT-03: n.6 inverters di stringa per 157 stringhe collegate;



3.3 GRUPPO DI CONVERSIONE CC/AC_POWER STATION E PARALLELO INVERTERS

Ogni gruppo di conversione è costituito da un inverter di stringa, descritto nel capitolo precedente, e un quadro di parallelo BT da 0,8 KV con tutti gli interruttori e dispositivi di manovra e protezione e un trasformatore MT/BT. Gli inverter di stringa in campo di conversione hanno la funzione di convertire la potenza elettrica generata dal campo fotovoltaico da corrente continua ad alternata alla frequenza di rete, mentre il trasformatore di potenza elevatore 0,8/20 KV provvede ad innalzare la tensione al livello della rete interna dell'impianto, nel nostro caso a 20 kV.

I componenti del gruppo di conversione sono selezionati sulla base delle seguenti caratteristiche principali:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- funzionamento automatico, e quindi semplicità di uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT (maximum power point tracking) integrata;
- elevato rendimento globale;
- massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete integrato;
- forma d'onda in uscita perfettamente sinusoidale.

Nello specifico i quadri di parallelo, di media tensione e il trasformatore possono essere alloggiati a seconda delle esigenze di trasporto e dalle disponibilità di mercato in:

- esterni (outdoor) e/o in container aperti;
- interni (indoor) in cabine prefabbricate e/o in container chiusi;
- una via di mezzo ai punti precedenti, ad esempio inverter outdoor mentre trasformatori e locali quadri in locali chiusi (cabine e/o container).

La tipologia specifica della power station sarà definita in fase di progettazione esecutiva, scegliendo tra i vari produttori e fornitori.

Nell'impianto in oggetto, si ipotizza di avere una potenza di circa 2000 KVA per sottocampo, per un totale di n.3 sottocampi, per una maggiore chiarezza si rimanda alla scheda tecnica del sistema inverter/trasformatore.

Qualora la potenza prodotta sia maggiore rispetto a quella richiesta in connessione, a livello di inverter ci sarà una limitazione in modo da non superare i MW in immissione rispetto a quanto prescritto nella STMG.

Le Power Station di progetto saranno n.3, delle dimensioni pari a 6,00*2,40 m di altezza di circa 3,00 m. Esse sono del tipo prefabbricate con fondazione in CLS armato da realizzare in opera e verranno collocate in funzione delle pendenze e delle zone che permetteranno una movimentazione di terra trascurabile o comunque riutilizzabile.

Si rimanda al dettaglio della pianta, sezioni e relativi impianti tecnici delle Power Station nell'elaborato SPT-SOL-FV-CI-DWG-0004_00 "Particolari costruttivi: cabinati ed edifici tecnici".

3.4 SERVIZI AUSILIARI

All'interno di ogni Power Station, oltre alla presenza del trasformatore elevatore, sono presenti:

- quadro BT generale del sottocampo corrispondente;
- quadro BT prese FM, illuminazione, antintrusione, TVCC etc., del sottocampo corrispondente;
- sistema di monitoraggio e controllo del sottocampo di appartenenza;
- sistema di monitoraggio e controllo stazioni meteo di appartenenza;
- sistema di trasmissione dati del sottocampo di appartenenza.

Nell'impianto in progetto, sarà previsto un sistema di controllo e gestione del clima interno all'area mediante il monitoraggio di parametri quali temperatura, pH, umidità relativa, ventilazione, illuminazione, irrigazione, contenuto di CO₂ nell'aria, conducibilità elettrica, ecc. Tale sistema consentirà il monitoraggio e la gestione dell'impianto da remoto in modo da rendere la presenza di personale non più indispensabile.

Nel presente progetto, inoltre, si prevede la realizzazione di un impianto integrato di illuminazione e videosorveglianza, gestite da un sistema di monitoraggio e controllo SCADA, in grado di sorvegliare l'impianto anche a distanza. Tale sistema verrà successivamente integrato da una serie di termocamere esterne in grado di monitorare in tempo reale l'efficienza di funzionamento dei pannelli fotovoltaici anche da remoto attraverso una piattaforma cloud in grado di allertare

direttamente l'impresa incaricata della manutenzione degli impianti elettrici e di produzione di energia.

3.5 CABINA DI CONSEGNA

Vedere descrizione della relazione delle opere di rete.

3.6 CABINA UTENTE

In prossimità della cabina di consegna, in una zona posta a Nord dell'impianto, verrà collocato un edificio del tipo prefabbricato delle dimensioni circa di 3,5*2,5 m e un'altezza pari a 2,60 m, denominato "cabina utente" adibita ai servizi di monitoraggio e controllo dell'intero campo fotovoltaico.

Si rimanda per maggiori dettagli all'elaborato SPT-SOL-FV-CI-DWG-0004_01 "Particolare costruttivi: cabinati ed edifici tecnici".

3.7 CABINE MAGAZZINO

Sempre nella zona di raccolta in prossimità dell'ingresso all'area di impianto, verranno installati n.2 container prefabbricati accoppiati delle dimensioni di 12,20*4,90 m e un'altezza pari a 3,30 m destinati a locale magazzino per lo stoccaggio del materiale di consumo dell'impianto fotovoltaico. Verrà inoltre realizzato in opera un massetto in CLS armato di circa 20 cm per garantire la corretta posa dei n.2 container.

Si rimanda all'elaborato SPT-SOL-FV-CI-DWG-0004_00 "Particolare costruttivi: cabinati ed edifici tecnici".

3.8 STRUTTURA DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno su cui verranno installati i moduli sono di tipo fisso, disposte in direzione Est-Ovest su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (distanza interfila di circa 6,60 m) per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti.

Le strutture di supporto sono costituite da:

- pali di fondazione in acciaio zincato a caldo, ancorati al terreno e immorsati con delle macchine battipalo, per cui non necessitano di nessuna fondazione;
- la struttura metallica fissa bipalo, su cui verranno montati i moduli, è realizzata con acciaio zincato a caldo su cui sono posizionate due file di moduli (n.28 moduli in totale).

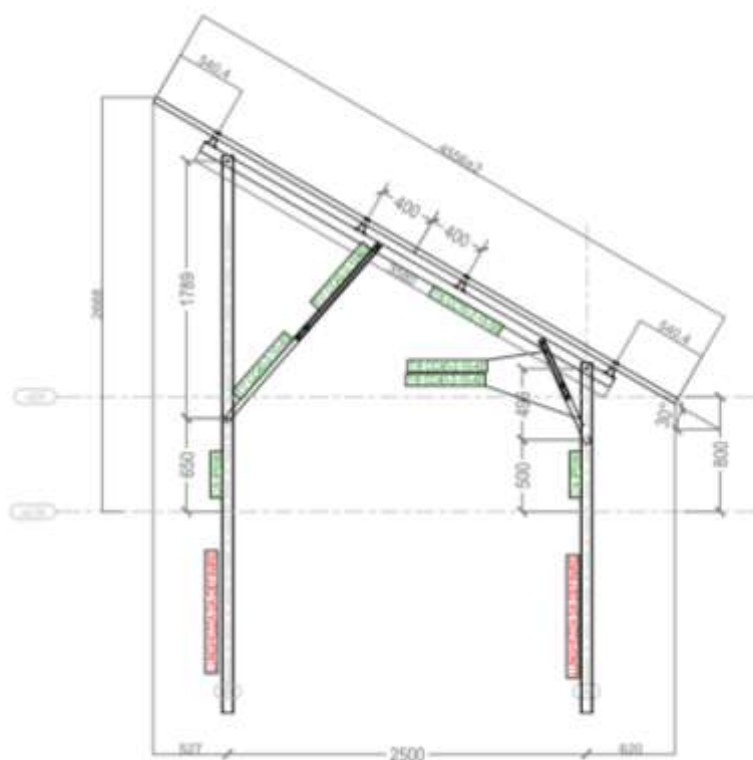


Figura 3.3: Esempio di struttura di sostegno bipalo

Il dimensionamento delle strutture è realizzato per sopportare il peso dei moduli, considerando il carico neve e vento della zona di installazione.

La scelta della tipologia di struttura concilia la necessità di coltivazione del suolo e si adatta al meglio alla conformazione morfologica del suolo.

Le fondazioni sono costituite, dunque, da pali in acciaio del tipo IPE180.

L'altezza dei pali di sostegno è stata fissata in modo tale che lo spazio libero tra il piano campagna e i moduli, sia superiore ai 0,80 m, per agevolare la fruizione del suolo per le attività agricole. L'altezza massima della struttura, verso nord, è maggiore di 2,70 m.

Si rimanda il dettaglio della struttura di sostegno nell'elaborato SPT-SOL-FV-CI-DWG-0001_00 "Particolari costruttivi: Struttura fissa".

3.9 VIABILITÀ INTERNA

L'ingresso all'area impianto avviene nella parte Sud tramite la Strada Provinciale 8.

Lungo il perimetro, parallelamente alla fascia di mitigazione, verrà realizzata una strada di servizio esclusiva per E-Distribuzione così da poter raggiungere la Cabina di Consegna e il palo di sostegno MT situato a Nord dell'area impianto.

Parallelamente a questa strada, all'interno dell'impianto saranno realizzate delle strade di servizio per ispezionare le varie zone dell'impianto e raggiungere le piazzole delle cabine di trasformazione. La larghezza minima sarà non inferiore a 4,00 m in modo da consentire un agevole transito dei mezzi destinati alla manutenzione di ogni parte dell'impianto.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) e infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo, di uno spessore di circa 20 cm e uno superficiale, di uno spessore di circa 10 cm.

Al di sotto di tale viabilità ai lati, inoltre, si prevede il posizionamento sia dei cavidotti destinati a contenere i conduttori elettrici necessari per portare l'energia prodotta al cavidotto esterno e sia di quelli destinati a contenere i cavi degli impianti di illuminazione e videosorveglianza.

Lungo il perimetro dell'area di impianto, infatti, è prevista la posa in opera di pali di sostegno sia per l'installazione di corpi illuminanti e sia per l'installazione di videocamere di sorveglianza, gestite da un sistema di monitoraggio e controllo del tipo SCADA, in grado di sorvegliare l'impianto anche a distanza.

Si rimanda agli elaborati SPT-SOL-FV-CI-DWG-0003_00 "Particolari costruttivi: Viabilità interna e viabilità di accesso all'area di impianto" e SPT-SOL-FV-CI-DWG-0005_00 "Particolari costruttivi: sezioni tipo elettrodotti interrati BT e MT".

3.10 RECINZIONE PERIMETRALE E CANCELLO DI ACCESSO

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto, che sarà collocata dietro la fascia di mitigazione, al fine di mimetizzarsi fra la vegetazione. Essa sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti di fondazione realizzati in opera.

In particolare, si utilizzerà una rete metallica costituita da una rete grigliata rigida in acciaio zincato di colore verde, alta 2,00 m con dimensioni della maglia di 10x10 cm nella parte superiore, e 20x10 cm nella parte inferiore, il tutto supportata da paleria di color legno. La parte sommitale verrà definita con un filo liscio al fine di garantire una maggiore sicurezza all'area dell'impianto, per un'altezza totale di circa 2,50 m.

Nella parte inferiore saranno realizzati dei varchi di dimensione 30x30 cm ad intervalli di 5 m in modo da consentire il passaggio della fauna selvatica (mammiferi, rettili e anfibi etc...), oltre che di numerosi elementi della micro e meso-fauna.

Inoltre, lungo tutto il confine interno della recinzione si è predisposta una strada in terra battuta della larghezza pari a circa 4,00 m di servizio al fine di creare una fascia di distacco fra il posizionamento dei moduli fotovoltaici e le opere di mitigazione necessaria per evitare ombreggiamenti sui pannelli, nonché creare una fascia tagliafuoco pari a circa 5,00 m.

L'accesso carrabile principale dell'area impianto è costituito da un solo cancello posto a sud dall'area impianto. Esso è costituito da un cancello a due ante per il passaggio dei mezzi con pannellature in rete metallica della dimensione di circa 6,00 m e un'altezza di circa 2,50 m, ancorato ai n.2 montanti laterali realizzati in profilato metallico, ancorati al terreno collegati da un cordolo. Inoltre è previsto, accanto al cancello carrabile, un cancello pedonale ad un'anta battente, realizzato come il cancello carrabile, della dimensione di circa 0,90 m.

Per raggiungere la parte Est dell'area impianto sono collocati altri due cancelli carrabili, con le stesse caratteristiche sopra descritte, per mantenere la presenza di un impluvio naturale presente nell'area.

Si rimanda all'elaborato SPT-SOL-FV-CI-DWG-0002_00 "Particolari costruttivi: Cancelli di ingresso, recinzione e sostegno illuminazione/videosorveglianza".

3.11 CAVI

Cavi solari di stringa

Sono definiti cavi solari di stringa, i cavi che collegano le stringhe (i moduli in serie) ai quadri DC di parallelo e hanno una sezione variabile da 6 a 10 mmq (in funzione della distanza del collegamento).

I cavi solari di stringa sono alloggiati all'interno del profilato della struttura e interrati per brevi tratti (tra inizio vela e quadro DC di parallelo).

I cavi saranno del tipo H1Z2Z2-K o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolanti e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni.

Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono secondo EN50396, ai raggi UV secondo HD605/A1. Inoltre, sono testati per durare nel tempo secondo la EN 60216.

Le condizioni di posa sono:

- temperatura minima di installazione e maneggio: -40 °C;
- massimo sforzo di tiro: 15 N/mm²;
- raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 4D.

Cavi dati

Costituiscono i cavi di trasmissione dati riguardanti i vari sistemi (fotovoltaico, stazioni meteo, antintrusione, videosorveglianza, contatori, apparecchiature elettriche, sistemi di sicurezza, connessione verso l'esterno, ecc.)

Le tipologie di cavo possono essere di due tipi:

- cavo RS485 per tratte di cavo di lunghezza limitata;
- cavo in F.O., per i tratti più lunghi.

Per maggiori dettagli sul percorso seguito dai cavi e sulle modalità di posa si rimanda agli elaborati SPT-SOL-FV-EL-LAY-0002_00 "Layout di impianto con opere elettriche BT e MT" e SPT-SOL-FV-CI-DWG-0005_00 "Particolari costruttivi: sezioni tipo elettrodotti interrati BT e MT".

Cavi MT

Il collegamento tra le cabine MT/BT, presenti all'interno degli inverter centralizzati, e il quadro MT della cabina utente si effettua tramite cavi di potenza MT ed hanno una sezione variabile tra 50 mmq e 150 mmq.

I cavi di potenza MT sono direttamente interrati e saranno del tipo ARE4H1R 18/30 kV o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Essi sono adatti per l'installazione fissa da interno o da esterno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono secondo EN50396, ai raggi UV secondo HD605/A1. Inoltre, sono testati per durare nel tempo secondo la EN60216.

Le condizioni di posa sono:

- temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C;
- massimo sforzo di tiro: 15 N/mm²;
- raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 6D.

Per maggiori dettagli sul percorso seguito dai cavi e sulle modalità di posa si rimanda agli elaborati SPT-SOL-FV-EL-LAY-0002_00 "Layout di impianto con opere elettriche BT e MT" e SPT-SOL-FV-CI-DWG-0005_00 "Particolari costruttivi: sezioni tipo elettrodotti interrati BT e MT".

3.12 RETE DI TERRA

La rete di terra è realizzata in accordo alla normativa vigente (CEI EN 50522 e CEI 82-25) in modo da assicurare il rispetto dei limiti di tensione di passo e di contatto che la stessa impone.

Il dispersore è costituito da una maglia in corda di rame interrata di sezione pari a 35 mmq, opportunamente dimensionata e configurata, sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature.

Il sito verrà provvisto di un impianto generale di terra di protezione costituito da un sistema di dispersori a picchetto tra loro interconnessi mediante conduttore di terra in rame di colore giallo-verde posato all'interno di un tubo in PVC. L'impianto sarà collegato ad un collettore generale dal quale verranno poi derivati tutti i collegamenti secondari.

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico verranno utilizzati componenti con isolamento verso l'esterno di classe I. Il collegamento a terra dell'impianto fotovoltaico avverrà portando il conduttore equipotenziale dell'impianto, di colore giallo verde, al collettore EQP di terra. Essendo l'impianto fotovoltaico ubicato all'aperto e sorretto da una struttura metallica sarà necessario un collegamento a terra realizzato per mezzo di un conduttore di terra collegato direttamente al nodo equipotenziale fotovoltaico.

L'impianto fotovoltaico sarà in ogni caso dotato di opportuni limitatori di sovratensione SPD sul circuito in continua in grado di scongiurare l'insorgenza di tensioni pericolose sia in caso di fulminazione diretta che indiretta.

Dopo la realizzazione, saranno eseguite le opportune verifiche e misure previste dalla normativa vigente.

3.13 SISTEMI AUSILIARI

Sistemi di sicurezza e sorveglianza

L'impianto di videosorveglianza è dimensionato per coprire il perimetro recintato dell'area impianto.

Il sistema è di tipo integrato e utilizza:

- telecamere per vigilare l'area della recinzione, accoppiate a lampade a luce infrarossa per assicurare una buona visibilità notturna;
- telecamere tipo DOME nei punti strategici e in corrispondenza delle cabine/power station/cabina utente/magazzino;
- cavo microfonico su recinzione o in alternativa barriere a microonde installate lungo il perimetro, per rilevare eventuali effrazioni;
- rivelatori volumetrici da esterno in corrispondenza degli accessi (cancelli di ingresso) e delle cabine/power station/ cabina utente/magazzino e da interno nelle cabine e/o container;
- sistema d'illuminazione sia lungo il perimetro sia vicino le cabine a LED o luce alogena ad alta efficienza, da utilizzare come deterrente. Nel caso sia rilevata un'intrusione l'illuminazione relativa a quella cabina viene attivata.

È quindi possibile rilevare le seguenti situazioni:

- sottrazione di oggetti;
- passaggio di persone;
- scavalco o intrusione in aree definite;
- segnalazione di perdita segnale video, oscuramento, sfocatura e perdita di inquadratura.

L'impianto è dotato di sistema di controllo e monitoraggio centralizzato tale da permettere la visualizzazione in ogni istante delle immagini registrate, eventualmente anche da remoto.

L'archiviazione dei dati avviene mediante salvataggio su Hard Disk o Server.

Si rimanda agli elaborati per maggiori dettagli SPT-SOL-FV-GN-LAY-0009_00 "Layout di illuminazione e videosorveglianza", SPT-SOL-FV-EL-LAY-0003_00 "Layout di impianto di monitoraggio" e SPT-SOL-FV-CI-DWG-0002_00 "Particolari costruttivi: Cancelli di ingresso, recinzione e sostegno illuminazione/videosorveglianza".

Sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema di monitoraggio e controllo è costituito da una serie di sensori atti a rilevare, in tempo reale, i parametri ambientali, elettrici, dei tracker e del sistema antintrusione/TVCC dell'impianto e da un sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati centralizzato (SAD – Sistema Acquisizione Dati), in accordo alla norma CEI EN 61724.

I dati raccolti ed elaborati servono a valutare le prestazioni dell'impianto, la sicurezza dell'impianto e a monitorare la rete elettrica.

I sensori sono installati direttamente in campo, nelle stazioni meteorologiche (costituite da termometro, barometro, piranometri/albedometro, anemometro), string box o nelle cabine e misurano, le seguenti grandezze:

- irraggiamento solare;
- temperatura ambiente;
- temperatura dei moduli;
- tensione e corrente in uscita all'unità di generazione;
- potenza attiva e corrente in uscita all'unità di conversione;
- tensione, potenza attiva ed energia scambiata al punto di consegna;
- stato interruttori generali MT e BT.

Si rimanda all'elaborato per maggiori dettagli SPT-SOL-FV-EL-LAY-0003_00 "Layout di impianto di monitoraggio".

Sistema di illuminazione e forza motrice

In tutti i gruppi di conversione, nella cabina ausiliaria e nella cabina di consegna/cabina utente/power statio/magazzino sono previsti i seguenti servizi minimi:

- illuminazione interna tale da garantire almeno un livello di illuminazione medio di 100 lux;
- illuminazione di emergenza interna mediante lampade con batteria incorporata;
- illuminazione esterna della zona dinanzi alla porta di ingresso, realizzata con proiettore accoppiato con sensore di presenza ad infrarossi.

Impianto di forza motrice costituito da una presa industriale 1P+N+T 16 A - 230 V e una o più prese bivalente 10/16 A Std ITA/TED.

Nelle altre aree esterne sono in genere previsti punti di illuminazione, inoltre in corrispondenza dell'accesso (cancello di ingresso) saranno installati dei proiettori aggiuntivi sempre con sensore di presenza ad infrarossi.

Si rimanda agli elaborati per maggiori dettagli SPT-SOL-FV-GN-LAY-0009_00 "Layout di illuminazione e videosorveglianza" e SPT-SOL-FV-CI-DWG-0002_00 "Particolari costruttivi: Cancello di ingresso, recinzione e sostegno illuminazione/videosorveglianza".

3.14 CONNESSIONE ALLA RETE MT DI E-DISTRIBUZIONE

La dorsale di collegamento in Media Tensione a 20 kV, è collegata al quadro in media tensione a 20 kV installato nella cabina primaria Sant'Omero di E-distribuzione a 150/20 kV, di proprietà di Solaria Promozione e Sviluppo S.r.l. mediante cavidotto interrato. Inoltre, nella parte Nord dell'impianto è previsto un collegamento in aereo al palo di Sostegno E-Distribuzione già esistente.

Per maggiori dettagli sulle opere di connessione dell'impianto agrovoltico si rimanda alla relazione SPT-SOL-LE-EL-MEM-0001_00 "Relazione tecnica opere di connessione alla rete".

4. IDROGEOLOGIA DELLA MACROAREA

L'area di progetto dell'impianto fotovoltaico e delle relative aree di connessione ricadono all'interno del bacino del fiume Salinello.

Il Bacino del Fiume Salinello costituisce un bacino regionale, essendo interamente compreso all'interno del territorio della Regione Abruzzo. Il Bacino del Fiume Salinello è di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali Abruzzesi, un'Autorità di Bacino di rilievo regionale istituita con la Legge Regionale della Regione Abruzzo n. 81 del 16/09/1998.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i caratteri amministrativi del bacino in esame.

Nome bacino	Province	Numero Comuni	Area del bacino ricadente nella Provincia (Km ²)	% Area totale del bacino ricadente nella Provincia
Fiume Salinello	Teramo	13	178,28	100

Comuni appartenenti al bacino idrografico				
Sezione	Comune	Provincia	Estensione sulla sezione del bacino (Km ²)	ATO di appartenenza
Alto Corso	Campoli	TE	24,64	3
	Civitella Del Tronto	TE	52,37	3
	Rocca Santa Maria	TE	1,88	3
	Sant'Egidio Alla Vibrata	TE	5,20	3
	Torricella Sicura	TE	0,00	3
	Valle Castellana	TE	20,72	3
Alto Corso Basso Corso	Bellante	TE	23,66	3
	Sant'Omero	TE	23,49	3
Basso Corso	Alba Adriatica	TE	0,01	3
	Corropoli	TE	0,30	3
	Giulianova	TE	1,26	3
	Mosciano Sant'Angelo	TE	11,32	3
	Tortoreto	TE	13,43	3

La parte alta del bacino idrografico del fiume Salinello è caratterizzata dalla successione calcareo-silico-marnosa in facies di bacino prossimale del Lias medio-Oligocene, che costituisce il nucleo di una piega anticlinale. Spostandosi verso occidente affiorano le marne argillose, marne e marne calcaree emipelagiche, con intercalazioni di calcareniti flussotorbitidiche del Miocene inferiore e della prima parte del Miocene superiore. Questi depositi sono ricoperti da detriti di falda, coperture detritico-colluviali, con detritici e conoidi alluvionali del Pleistocene medio superiore-Olocene. L'area prossima allo spartiacque è costituita dalla associazione arenacea ed arenaceo-pelitica del Messiniano (Miocene superiore). Dal nucleo dell'anticlinale, spostandosi verso Est, affiora

l'associazione pelitica e pelitico-arenacea del Messiniano, il cui tetto è ricoperto sia dai detriti di falda sia dai depositi alluvionali e deltizi attuali, che mascherano, in parte, un'ulteriore piega anticlinale e che si ritrovano in tutta l'area esaminata. Un sovrascorrimento di vergenza Ovest - Est mette a contatto i sedimenti pelitici con quelli dell'alternanza pelitico-arenacea del Miocene inferiore-Pliocene superiore e pone un limite tra questa parte di bacino e quella media. In questa zona, spostandosi verso Est, si nota che un altro sovrascorrimento, con la stessa vergenza, coinvolge i depositi dell'alternanza pelitica, che vanno, nella parte alta, a ricoprire le argille marnose grigioazzurre del Pliocene inferiore. Da notare come i sedimenti argillosi sono trasgressivi su tutta l'area, come testimonia la presenza di un piccolo lembo della successione calcarea e calcareo dolomitica in facies di piattaforma carbonatica del Lias medio-Miocene inferiore. Di seguito, al di sopra delle argille marnose, si nota la presenza dei conglomerati e sabbie basali del Pliocene medio-superiore ricoperte da un lembo di argille grigio-azzurre di piattaforma con sottili orizzonti sabbioso-conglomeratici del Pliocene superiore.

La parte bassa del bacino idrografico è interamente costituita da conglomerati e sabbie basali del Pliocene medio-superiore e da argille grigio-azzurre di piattaforma con sottili orizzonti sabbioso-conglomeratici del Pliocene superiore, interessati da una piega anticlinale e da una successiva sinclinale.

5. ANALISI DEI RISCHI

5.1 VERIFICA PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

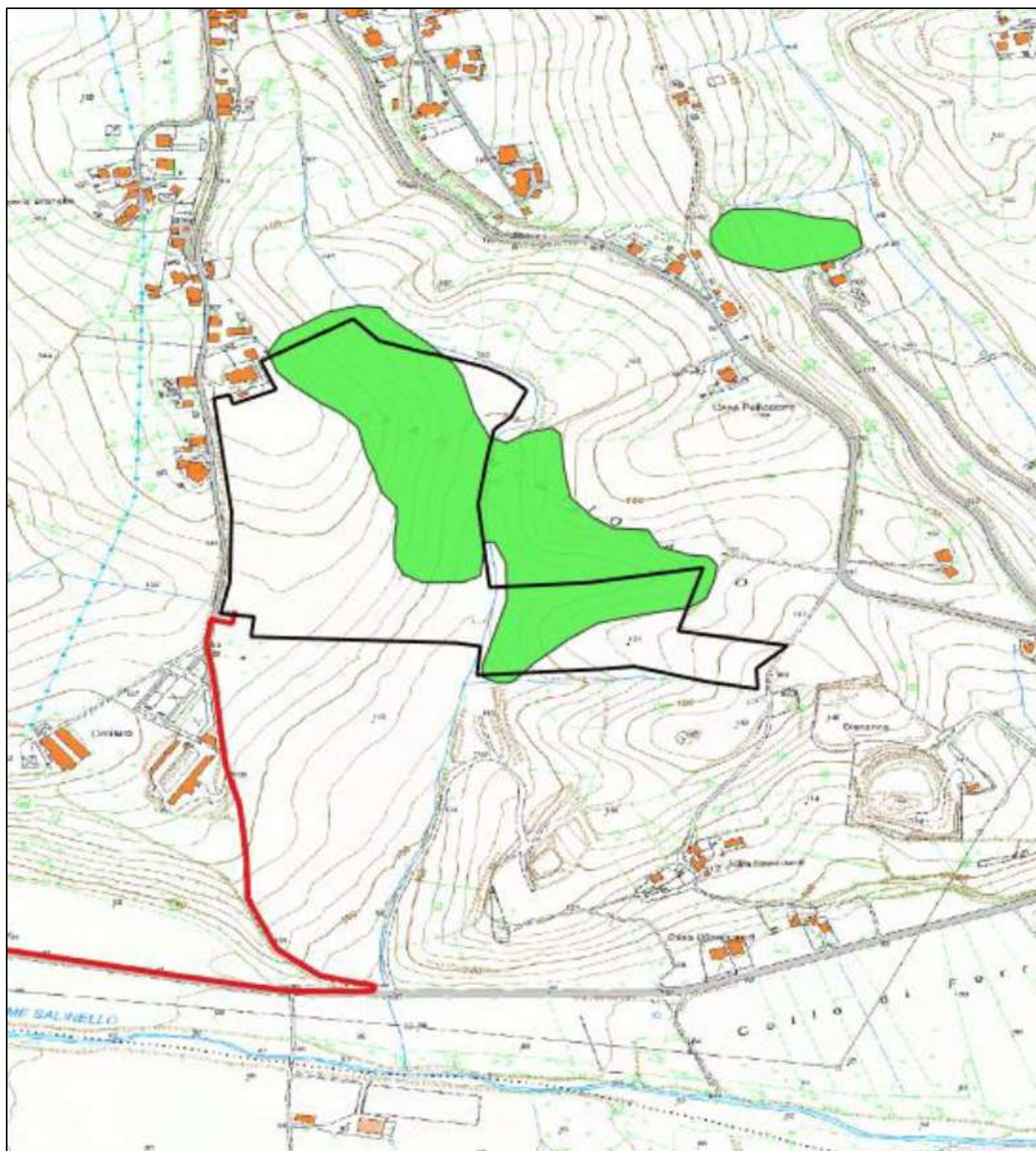
Il territorio comunale di Sant'Omero rientra nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) è stato analizzato ai fini della caratterizzazione in termini di pericolosità geomorfologiche dell'area; in base al PAI sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato. Nello specifico qui di seguito si riportano la Carta Geomorfologica, la Carta della Pericolosità e la Carta del Rischio del PAI (Regione Abruzzo, 2011).

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) è stato analizzato ai fini della caratterizzazione in termini di pericolosità geomorfologica dell'area; in base al PAI sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

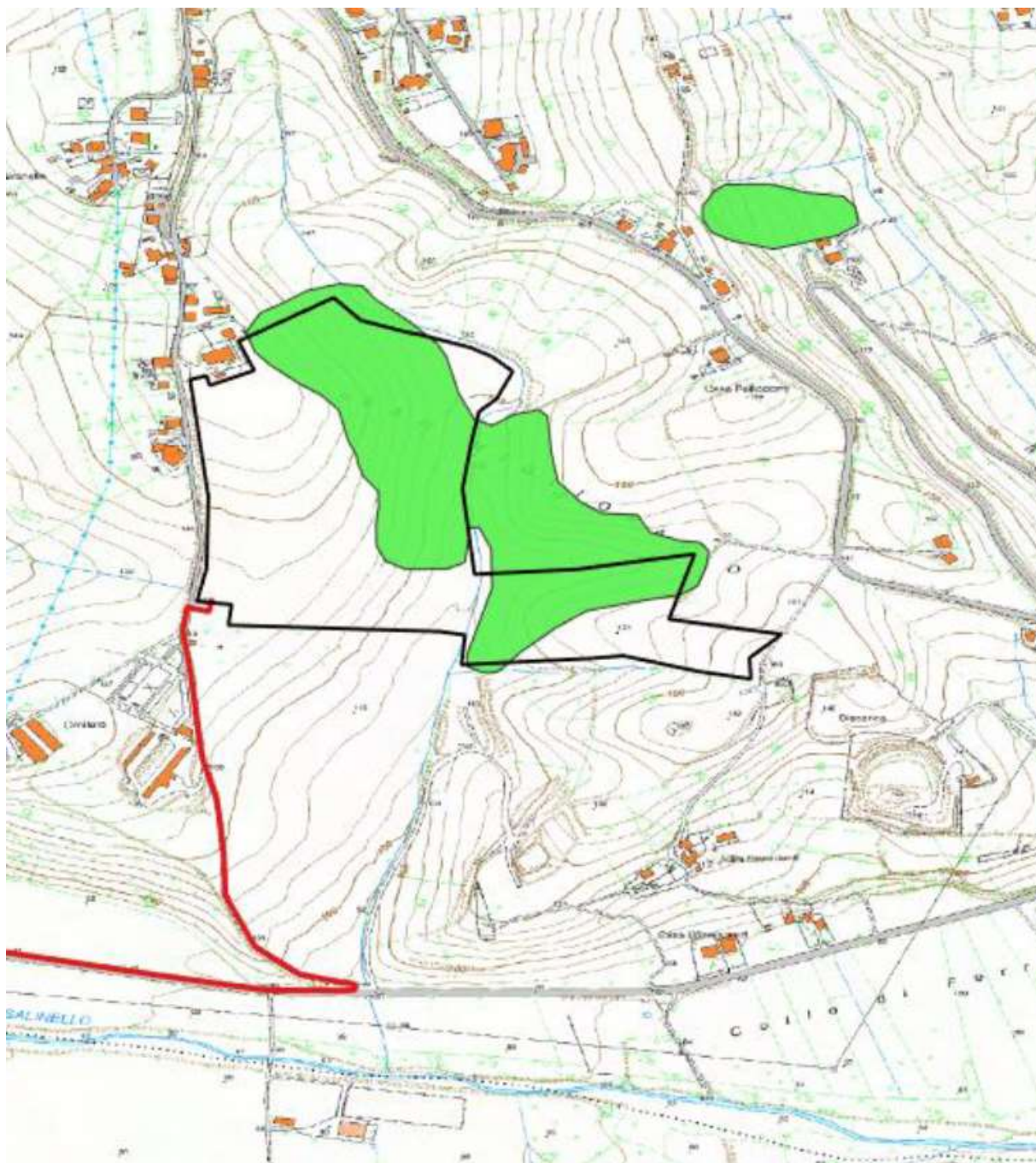
Dalla consultazione delle Tavole del Piano per l'Assetto Idrogeologico risultano interferenze del parco fotovoltaico e della Cabina Primaria elettrica Enel con aree a pericolosità geomorfologica da frana e a rischio idraulico; segnatamente il parco fotovoltaico in parte rientra in una classe di Pericolosità da frana moderata P1 interessata da fenomeni a bassa probabilità di riattivazione e in una classe di rischio R1, ovvero di rischio moderato per il quale i danni sociali ed economici sono marginali. Le aree a pericolosità moderata (P1) sono disciplinate dall'art. 18: Nelle aree a pericolosità moderata sono ammessi tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale, in accordo con quanto previsto dagli Strumenti Urbanistici e Piani di Settore vigenti, conformemente alle prescrizioni generali di cui all'articolo 9.

In riferimento alle norme d'attuazione del PAI quindi gli interventi in progetto sono realizzabili e non sono soggetti a particolari prescrizioni salvo quelle di rito, di conseguenza, si esprime giudizio positivo sulla loro fattibilità e compatibilità idrogeologica.





*Figura 5.1: Inquadramento con "Stralcio del piano di bacino per l'assetto idrogeologico"-
Carta del rischio frana.*



PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

* FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI *

L. 18.05.1989 n.183, art.17, comma 6 ter c.a.m.i.

BACINI DI RILIEVO REGIONALE DELL' ABRUZZO
E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA

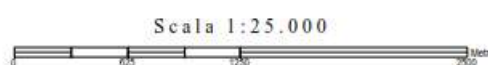
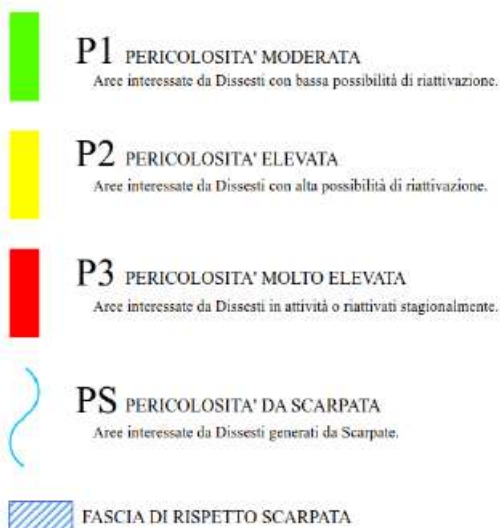


TAVOLA 3390

CLASSI DI PERICOLOSITA'



*Figura 5.2: Inquadramento con “Stralcio del piano di bacino per l’assetto idrogeologico” -
Carta della pericolosità da frana.*

5.2 PIANO STRALCIO DI DIFESA DELLE ALLUVIONI (PSDA)

È stata analizzata anche la perimetrazione del PSDA (Piano Stralcio di Difesa delle Alluvioni che consente di completare il quadro relativo alla pericolosità dell'area di studio, anche dal punto di vista idraulico; il PSDA è uno strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale, da sottoporre a misure di salvaguardia e di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale. Il PSDA individua, perimetra le aree di pericolosità idraulica suddivise in quattro classi che sono molto elevata P4, elevata P3, media P2 e moderata P1 ed elabora tavole di Perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica in scala 1:10.000; valuta il rischio con particolare riferimento all'incolumità delle persone fisiche, alla sicurezza delle infrastrutture a rete o puntuali e delle altre opere pubbliche o di interesse pubblico, alla sicurezza delle costruzioni pubbliche e private, alla stabilità delle attività economiche, alla tutela del patrimonio ambientale, storico e culturale; inoltre perimetra le aree a rischio idraulico attraverso l'utilizzo di quattro classi (molto elevato R4, elevato R3, medio R2 e moderato R1) ed elabora Tavole di Perimetrazione delle aree a diverso grado di rischio idraulico in scala 1:10.000. Il parco fotovoltaico non rientra in aree a rischio e a pericolosità idraulica; il cavidotto di connessione interrato lungo la Strada Provinciale Fondovalle Salinello, come la strada in parola, non è incluso in aree a pericolosità idraulica tranne che per il tratto terminale di collegamento alla Cabina Primaria dell'Enel dove attraversa aree a pericolosità moderata (P1), media (P2) ed elevata (P3), si fa presente che la Cabina Primaria è già situata in classe di pericolosità idraulica elevata P2 e a rischio idraulico molto elevato R4. Per quanto riguarda il tratto di cavidotto interrato che rientra nelle aree a pericolosità idraulica nei pressi della Cabina Primaria, l'intervento è previsto dalle norme di attuazione art. 19, in quanto trattasi di sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti e intervento di allacciamento a rete principali. Di seguito si riportano la Carta della Pericolosità e del rischio idraulico:



LEGENDA				
VALUTAZIONE LIVELLI DI RISCHIO IDRAULICO		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA (Q50 - Q100 - Q 200)*		
		ELEVATA	MEDIA	BASSA
		h50 > 0.5 m v50 > 1m/s h100 > 1m v100 > 1m/s	h100 > 0m	h200 > 0m
DANNO POTENZIALE	MOLTO ELEVATO	R4 (Molto elevato)	R4 (Molto elevato)	R2 (Medio)
	ELEVATO	R4 (Molto elevato)	R3 (Elevato)	R2 (Medio)
	MEDIO	R3 (Elevato)	R2 (Medio)	R1 (Moderato)
	MODERATO	R1 (Moderato)	R1 (Moderato)	R1 (Moderato)

Figura 5.3: Inquadramento con “Carta analitica del rischio idraulico”- Piano stralcio difesa alluvioni.

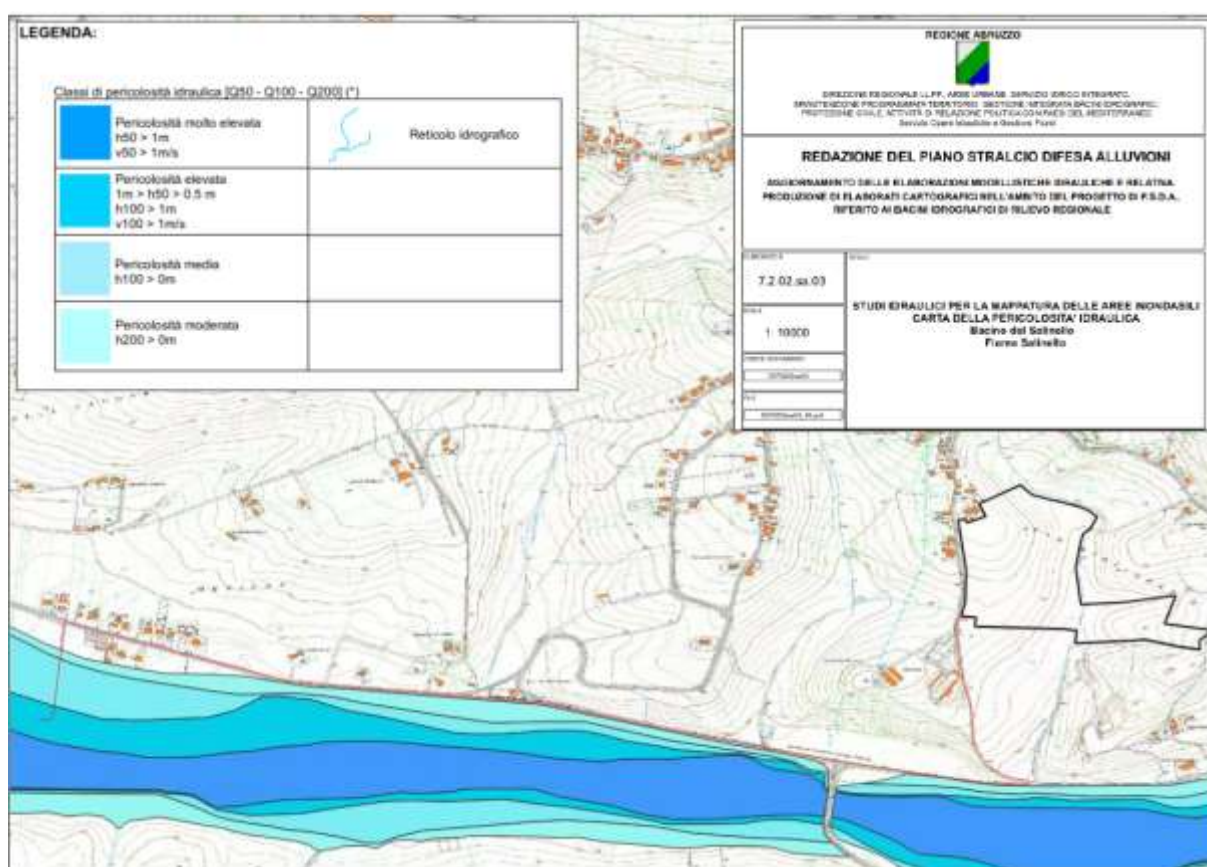


Figura 5.4: Inquadramento con “Carta della pericolosità idraulica- Piano stralcio difesa alluvioni

5.3 CONSIDERAZIONI

Inoltre, a seguito della valutazione degli studi effettuati sulla macroarea, sia a seguito dei sopralluoghi e dei rilievi in situ, si è potuto verificare che le aree su cui saranno installati gli impianti fotovoltaici e relative opere connesse (infrastrutture impiantistiche e civili) non presentano caratteristiche che possano determinare situazioni di crisi a seguito di eventi meteorici di notevole intensità. A parte ciò, lo stato dei luoghi, infatti, risulta adeguato sia per le caratteristiche plano altimetriche intrinseche, sia per effetto degli interventi che saranno eseguiti. Con riferimento alla questione dell'andamento del suolo si rileva facilmente come le incisioni presenti non hanno alcuna interferenza con il sito in studio. La verifica dello stato dei luoghi ha poi fatto rilevare non solo che le caratteristiche dei suoli consentono un facile deflusso delle acque meteoriche, ma anche che l'intervento dell'uomo nel corso del tempo ha saputo regimentare eventuali deflussi superficiali con la creazione di canali in terra che a loro volta consentono l'allontanamento del surplus verso le incisioni torrentizie sopradette. Tali canali inoltre hanno più la funzione di protezione dei percorsi carrabili interpoderali che quella di un sistema di drenaggio a difesa delle aree soggette a intervento.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuiscono normalmente in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Per queste trasformazioni dell'uso del suolo che provocano una variazione di permeabilità superficiale si prevedono spesso misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica. Una zona scarsamente urbanizzata, come quella di interesse, è caratterizzata da un buon assorbimento del terreno ed è contraddistinta da una buona laminazione del colmo di piena, a mezzo di un maggiore tempo di corrivazione del bacino, con risposta idraulica lenta e formazione di minori volumi d'acqua. Sebbene poi la realizzazione dell'impianto rappresenti la posa in opera di superfici impermeabili, la scelta di prevedere un futuro uso agricolo dell'area di tipo produttivo, ovviamente compatibile con l'impianto F.V. da maggiori ed ulteriori garanzie di un impatto nullo in merito al sistema idraulico e idrologico locale anche per la valutazione delle caratteristiche tecniche delle strutture di sostegno in acciaio e della loro altezza dal suolo. Si precisa che al fine di ridurre l'impatto della pioggia sgrondante dalle superficie dei pannelli al suolo, in modo da evitare che la pioggia scavi un solco che andrebbe a pregiudicare la laminazione delle acque, si consiglia di stendere uno strato di geotessile in tessuto non tessuto ricoperto di pietrame, in modo da evitare

l'erosione del suolo allo sgrondamento ed accentuare il cosiddetto "trasporto solido" che andrebbe a modificare gli impluvi naturali. Tale soluzione sarà da valutare in fase di esercizio anche tenendo conto degli utilizzi agricoli del terreno e dell'inerbimento (pascolo e colture). Si deve aver cura di proteggere adeguatamente gli impluvi naturali e di mantenerli costantemente, in modo da evitare il loro riempimento con particelle solide trasportate dall'eccesso di portata. Inoltre, la soluzione di praticare la conversione dei seminativi esistenti con apposite colture, consente la salvaguardia delle caratteristiche di funzionalità idrologica del suolo.

6. PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMENTAZIONE IDRAULICA

6.1 DATI GENERALI IMPIANTO

La durabilità dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

1. mantenimento delle condizioni di “equilibrio idrogeologico” preesistenti (ante realizzazione dell'impianto fotovoltaico);
2. regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco fotovoltaico, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le opere civili presenti nell'area.

Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dal layout dell'impianto fotovoltaico e dal modello tridimensionale del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle aree di impianto.

Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto, descritte nel paragrafo successivo, che consistono principalmente in fossi di guardia ed altre opere accessorie di natura idraulica.

6.2 OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche applicabili in progetto sono le seguenti:

Fosso di guardia in terra “Tipo 1” avente le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,25
Larghezza in superficie [m]	0,30
Altezza [m]	0.20

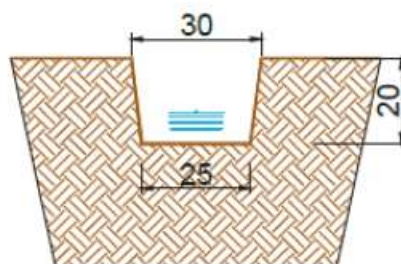


Figura 6.1: Fosso di guardia di tipo 1

In alcuni tratti – con pendenze superiori al 10% - tali fossi di guardia possono presentare il fondo rivestito con pietrame di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore di 15 cm, al fine di ridurre l'azione erosiva della corrente idrica.

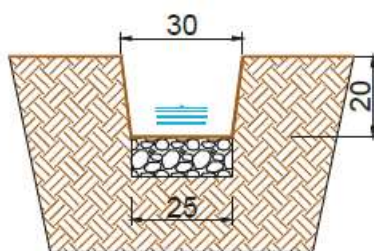


Figura 6.2: Fosso di guardia di tipo 1 con fondo in pietrame

Fosso di guardia in terra “Tipo 2” avente le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,30
Larghezza in superficie [m]	0,50
Altezza [m]	0,40

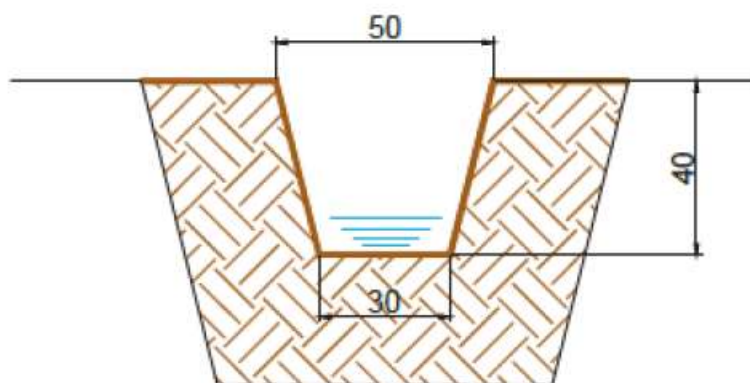
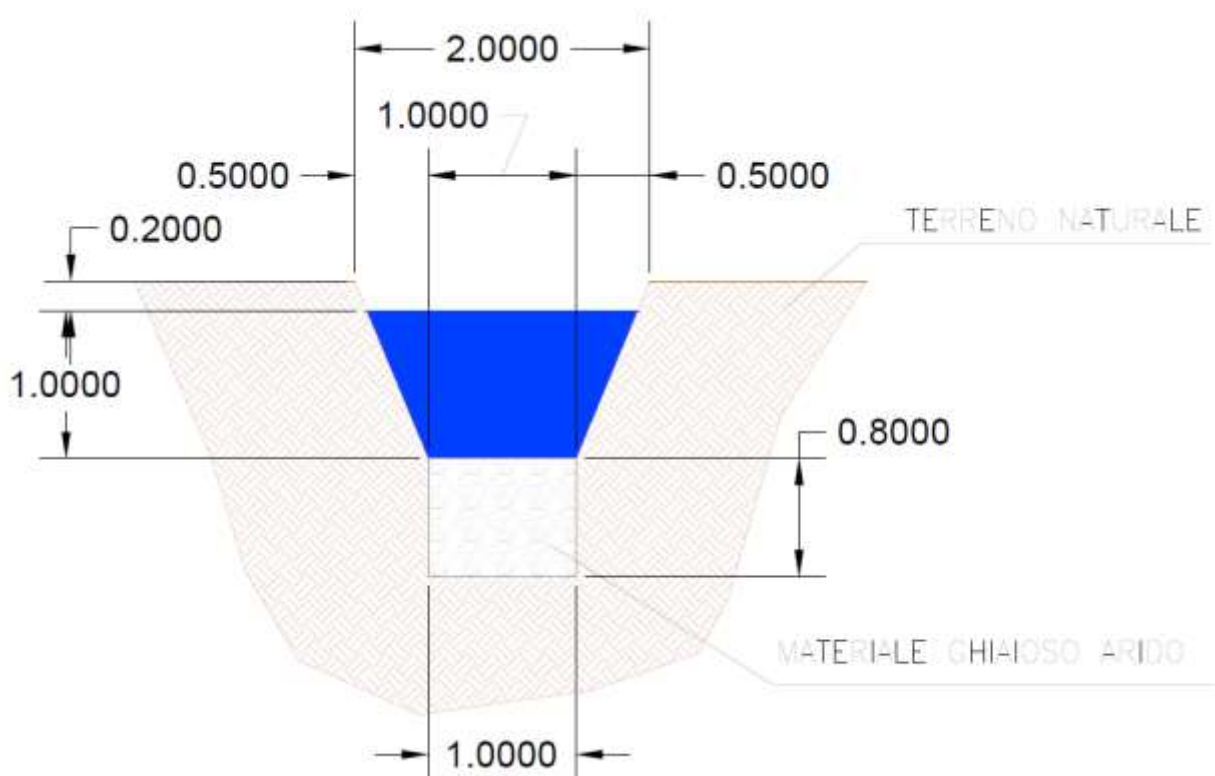


Figura 6.3: Fosso di guardia di tipo 2

Anche il fosso di guardia “tipo 2”, nei tratti con pendenze superiori al 10%, può presentare il fondo rivestito con pietrame di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore di 15 cm.

Fosso di guardia in terra “Tipo 3” avente le seguenti caratteristiche geometriche:



Sezione trapezia-composta	
Larghezza base (m)	1,00
Larghezza in superficie (m)	2,00
Altezza (m)	1,20
Larghezza base drenante (m)	1,00
Altezza drenante (m)	0,80

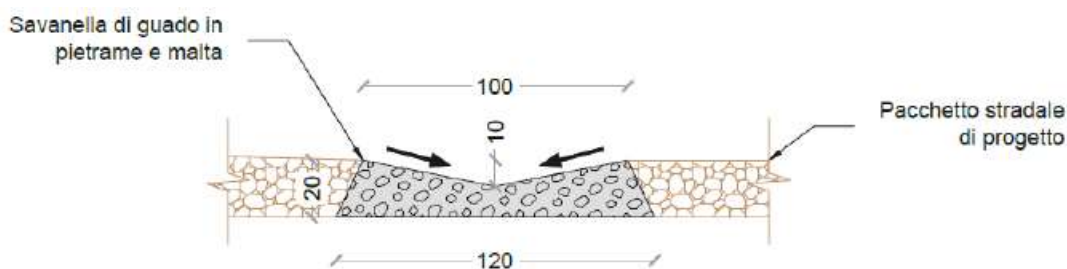
Figura 6.4: Fosso di guardia di tipo 3

Ciascuna delle 3 tipologie di fossi di guardia elencate in precedenza, potrà essere realizzata per brevi tratti in contropendenza: in questi casi, verranno realizzati fossi di guardia ad altezza variabile (l'altezza sarà crescente a partire da un valore inferiore ad H_{fdg} - fino al termine del tratto in contropendenza).

Inoltre, in alcuni tratti – denominati “di scarico” (con pendenze naturali superiori al 20%) - i fossi di guardia (tipo 1 e tipo 2) potranno essere rivestiti mediante geotessuto antierosione per incrementare considerevolmente la durabilità.

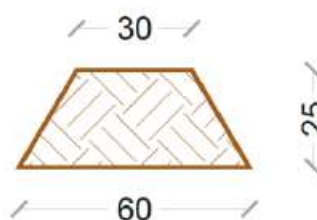
In fase esecutiva, qualora ritenute necessarie, potranno realizzarsi opere di protezione stradale del tipo sotto elencato:

- Savanelle di guado in pietrame e malta per un attraversamento “a raso” della viabilità di progetto.



- Arginelli in terra aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

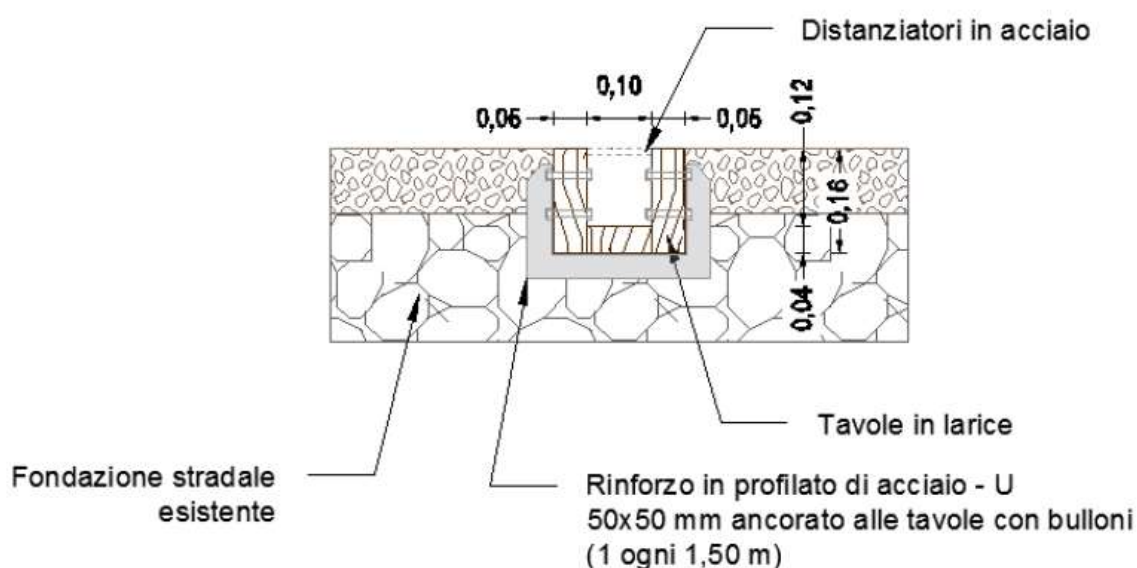
<i>Larghezza base [m]</i>	0,60
<i>Larghezza in superficie [m]</i>	0,30
<i>Altezza [m]</i>	0,25



- Canalette in legname per tagli trasversali alla viabilità, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione rettangolare</i>	
<i>Larghezza base [m]</i>	0,10
<i>Spessore [m]</i>	0,05
<i>Altezza [m]</i>	0,12

Tali opere trasversali a cielo aperto – utilizzate, in linea di principio, per pendenze superiori al 10% - assolvono essenzialmente la funzione di limitare la lunghezza del percorso dell'acqua sul piano stradale convogliandola presso i fossi di guardia in progetto.



Esse, interrompendo lo scorrimento dell'acqua, ne riducono il potere erosivo, limitando la formazione di solchi e l'approfondimento delle tracce lasciate dalle ruote dei veicoli.

La distanza tra le canalette è sicuramente l'elemento di maggior interesse progettuale. In generale, essa deve garantire lo smaltimento del deflusso superficiale prodotto sulla sede stradale e di quello sottosuperficiale intercettato, limitare l'erosione del fondo stesso ed evitare le formazioni di solchi, ma al contempo garantire una qualità di transito ragionevole. La pendenza trasversale delle canalette deve infatti garantire lo smaltimento del deflusso prodotto dal tratto di strada sotteso ed evitare la deposizione almeno del materiale più fine. A tale scopo la pendenza non dovrà essere inferiore al 3-4%.

Si prevede, per tutte le opere idrauliche in progetto, una manutenzione programmata con cadenza semestrale, al fine di garantire l'efficienza nel tempo delle opere ed evitare fenomeni di interrimento e/o di malfunzionamento.

Le attività di manutenzione saranno costituite da:

- lo sfalcio e il decespugliamento della vegetazione dei fossi e pulizia da rifiuti;
- la manutenzione periodica della vegetazione arborea sulle sponde o di fogliame con effetti potenziali di ostruzione a valle dei fossi;
- la conservazione e la ricarica delle opere di difesa idraulica;

7. INFORMAZIONE IDROLOGICA

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni meteorologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note.

Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche.

Nel caso in esame, la risposta idrologica dei bacini è condizionata da brevi tempi di corrivazione e, pertanto, le precipitazioni rilevanti sono quelle d'intensità elevata e breve durata.

La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia.

Nel caso in esame, infatti, non sono disponibili dati di registrazione delle portate; né, tantomeno, potrebbero essere utilizzati, dal momento che l'obiettivo dell'analisi non è studiare il comportamento idrologico/idraulico dei corsi d'acqua presenti nel territorio, ma approfondire le tematiche idrologiche per il dimensionamento di tutte le opere idrauliche del parco fotovoltaico.

In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

7.1 STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

In questo paragrafo si riportano le basi per il dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale dell'area di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- Determinazione delle altezze di pioggia per tempi di ritorno pari a 20 e 50 anni;

- Costruzione dello ietogramma di progetto avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- Stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- Modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

7.2 PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI - STUDIO IDROLOGICO PER LA VALUTAZIONE DELLE PIENE

Nel Luglio del 2001 la Regione Abruzzo ha commissionato la realizzazione del “Piano Stralcio di Bacino Difesa Alluvioni riferito ai bacini idrografici di rilievo regionale ed a quello di rilievo interregionale del fiume Sangro”.

Obiettivo generale dello studio è stata la redazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) inteso come strumento sia per la delimitazione delle aree di pertinenza fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive) il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (a fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali, sia per l'individuazione delle aree a rischio alluvionale e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misura di salvaguardia, nonché le misure medesime.

Sulla base di tale studio idrologico si sono ottenute le grandezze pluviometriche per la determinazione delle piogge nell'area di installazione dell'impianto fotovoltaico.


Legenda






	Idrografia principale oggetto di studio
	Laghi
	Delimitazione bacini regionali
	Urbanizzato
	Delimitazione delle zone idrologicamente omogenee

Figura 7.1: Studio idrologico per la valutazione delle piene delimitazione, nell'ambito del territorio in indagine, delle due zone idrologicamente omogenee nei riguardi delle precipitazioni intense, denominate zona costiera e zona appenninica.



Figura 7.2: Studio idrologico per la valutazione delle piene stima delle piogge indice md mappa con le isolinee dei valori di m1



Figura 7.3: Studio idrologico per la valutazione delle piene stima delle piogge indice mappa con le isolinee dei valori di n.



Figura 7.4: Studio idrologico per la valutazione delle piene stima delle piogge indice giornaliera mappa con le isolinee dei valori di mg

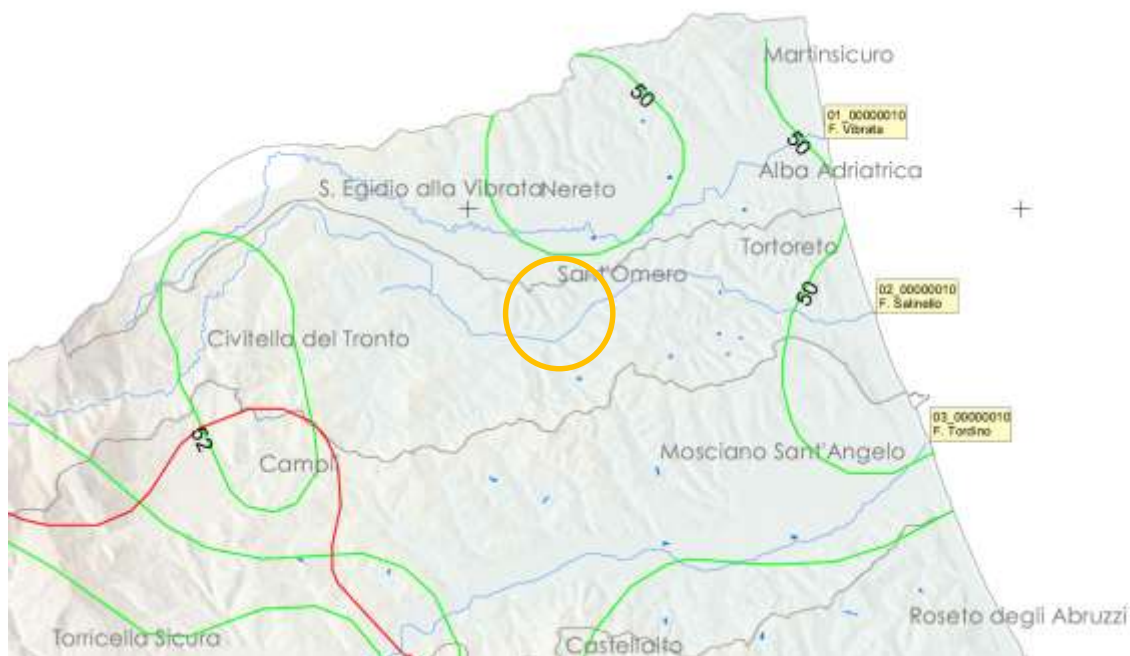


Figura 7.5: Studio idrologico per la valutazione delle piene stima dell'altezza di precipitazione h mappa con le isolinee dei valori di $h1$ e di $n(t)$ per $t=20$ anni

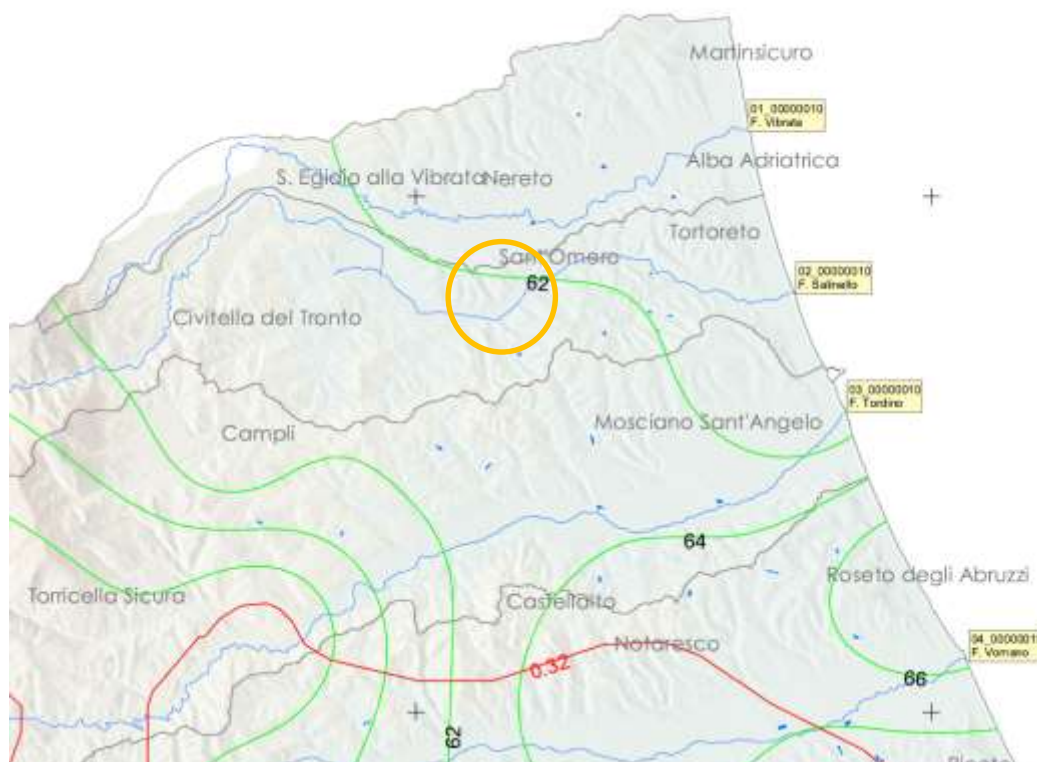


Figura 7.6: Studio idrologico per la valutazione delle piene stima dell'altezza di precipitazione h mappa con le isolinee dei valori di h_1 e di $n(t)$ per $t=50$ anni

Dallo studio idrologico si ottengono delle altezze di pioggia per l'area nei pressi di Sant'Omero pari a:

- $h(T=20) = 50$ mm;
- $h(T=50) = 62$ mm;

8. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

La determinazione della pioggia efficace ovvero della porzione di volume della precipitazione che contribuisce effettivamente alla formazione dell'onda di piena è stata eseguita applicando il “metodo percentuale” φ .

Questo metodo ipotizza che le perdite costituiscano una percentuale costante della quantità di pioggia durante l'evento.

Si considera il coefficiente di deflusso φ , caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta (P_{netta}) ed il volume di precipitazione totale (P):

$$\varphi = \frac{P_{netta}}{P}$$

Al fine di ottenere lo ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica “di progetto” viene moltiplicata per il parametro φ , ammettendosi così che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell'evento piovoso.

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l'impatto dell'installazione delle strutture di sostegno fisse dei moduli fotovoltaici.

Si ritiene che durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto, la capacità di infiltrazione, così come le caratteristiche di permeabilità del terreno, delle aree di intervento non siano modificate dall'installazione delle strutture di sostegno.

Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Il coefficiente di deflusso dell'intera area di interesse è stato calcolato come media pesata dei coefficienti di deflusso delle aree omogenee costituenti il bacino analizzato:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i A_i}{A_{tot}}$$

Dove φ_i sono i coefficienti di deflusso delle aree elementari omogenee A_i .

La valutazione del coefficiente di deflusso si è svolta per le condizioni ante e post operam.

Le informazioni appena illustrate relative all'area di progetto nella condizione ante-operam vengono sintetizzate in Tabella 8.1.

UTILIZZO SUOLO ANTE - OPERAM			
	Area (Ha)	Coeff. Deflusso (ϕ)	Note
Area intervento	14,33	0,20	Valore Cautelativo
		ϕ	
Media ponderata		0,20	

Tabella 8.1: Condizioni ante-operam.

In condizioni post-operam, invece, si avrà una variazione dell'uso del suolo del lotto per effetto della realizzazione dell'impianto in progetto. In particolare, le superfici avranno la destinazione d'uso riportata in Tabella 8.3, in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali. Per ciascuna di queste superfici, facendo riferimento alla Tabella 8.2, si è individuato il pertinente coefficiente di deflusso.

<i>Uso del suolo</i>	φ
<i>Tetti a falde</i>	<i>0.90-1.00</i>
<i>Tetti metallici</i>	<i>0.90-1.00</i>
<i>Tetti a tegole</i>	<i>0.80-0.90</i>
<i>Tetti piani con rivestimento in cls</i>	<i>0.70-0.80</i>
<i>Tetti piani ricoperti di terra</i>	<i>0.30-0.40</i>
<i>Coperture piane con ghiaietto</i>	<i>0.80-0.90</i>
<i>Coperture piane seminate ad erba</i>	<i>0.20-0.30</i>
<i>Rivestimenti bituminosi</i>	<i>0.90-1.00</i>
<i>Pavimentazioni asfaltate</i>	<i>0.80-0.90</i>
<i>Pavimentazioni con asfalto poroso</i>	<i>0.40-0.50</i>
<i>Massicciata in strade ordinarie</i>	<i>0.40-0.80</i>
<i>Pavimentazioni di pietra o mattonelle</i>	<i>0.80-0.90</i>
<i>Lastricature miste, clinker, piastrelle</i>	<i>0.70-0.80</i>
<i>Lastricature medio-grandi con fughe aperte</i>	<i>0.60-0.70</i>
<i>Strade e marciapiedi</i>	<i>0.80-0.90</i>
<i>Superfici semi-permeabili</i>	<i>0.60-0.70</i>
<i>Strade in terra</i>	<i>0.40-0.60</i>
<i>Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto</i>	<i>0.40-0.50</i>
<i>Viali e superfici inghiaiate</i>	<i>0.20-0.60</i>
<i>Zone con ghiaia non compressa</i>	<i>0.10-0.30</i>
<i>Superfici boscate</i>	<i>0.10-0.30</i>
<i>Superfici di giardini e cimiteri</i>	<i>0.10-0.30</i>
<i>Prati di campi sportivi</i>	<i>0.10-0.20</i>
<i>Terreni coltivati</i>	<i>0.20-0.60</i>
<i>Terreni incolti, sterrati non compatti</i>	<i>0.20-0.30</i>
<i>Prati, pascoli</i>	<i>0.10-0.50</i>

Tabella 8.2: Allegato 1 della legge regionale 29 aprile 2015, n.11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque) del Friuli-Venezia Giulia.

UTILIZZO SUOLO POST - OPERAM			
	Area (Ha)	Coeff. Deflusso (ϕ)	Note
Area intervento	14,33		
Fascia mitigazione perimetrale	2,34	0,30	Valore cautelativo superficie boscata
Superficie di proiezione al suolo occupata dai moduli fotovoltaici con prato sottostante	2,43	0,30	Valore riportato in normativa
Strade e piazzole	1,26	0,60	Valore cautelativo superfici inghiaiate
Cabine	0,18	1,00	Superficie perfettamente impermeabile
Prato	8,12	0,2	Valore medio prati, pascoli
		ϕ	
Media ponderata		0,28	

Si evidenzia, dunque, che la realizzazione dell'impianto comporta un aumento del coefficiente di deflusso che passa da un valore di 0,2 che compete alle condizioni ante-operam, ad un valore medio totale di 0,28 riferito alle condizioni post-operam.

9. MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI

Le portate di progetto sono state calcolate attraverso *metodi indiretti*, che consentono la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sui diversi bacini. Nello specifico, si è valutata la portata di piena con la *formula razionale*.

La *formula razionale* consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno T mediante la seguente relazione:

$$Q_T = \frac{\varphi \cdot i_T \cdot S}{3,6}$$

ove:

- Q_T è la portata di piena di assegnato tempo di ritorno T ed è espressa in m³/s;
- φ è il coefficiente di afflusso, adimensionale;
- i_T è l'intensità critica della precipitazione di assegnato tempo di ritorno (corrispondente al tempo di corrivazione) in mm/h;
- S è la superficie del bacino espressa in km²;
- 3,6 è un fattore di conversione delle unità di misura.

La modellazione matematica dei fenomeni idrologico-idraulici, innescati dalle precipitazioni sull'area di progetto, segue il processo descritto nei paragrafi seguenti.

Individuazione della pioggia critica

Dopo avere ricostruito le relazioni intensità-durata-frequenza (IDF, espresse dalla c.p.p.) è necessario individuare la *l'intensità critica* della precipitazione, cioè l'intensità costante di quella pioggia, supposta anche uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena di tempo di ritorno T.

La pioggia critica è quella di intensità pari al tempo di corrivazione o di concentrazione τ_c , definito come segue:

- il tempo di corrivazione di un bacino è quello necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino;

- il tempo di corrivazione è quel tempo che, una volta eguagliato dalla durata della precipitazione (precipitazione critica, ovvero che mette in crisi la rete idrografica), determina il raggiungimento del valore più elevato di portata nella sezione di chiusura del bacino.

Esso può essere calcolato tramite diverse formule; nel caso in esame, e cioè per piccoli bacini (aventi estensione inferiore a 10 km²), il tempo di corrivazione è calcolato attraverso la formula di Kirpich:

$$t_c = 0.01947 \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}$$

dove t_c è espresso in minuti, L (lunghezza dell'asta principale, a partire dallo spartiacque) è espressa in metri ed i è la pendenza media del percorso (m/m).

Il coefficiente di afflusso

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso nei bacini scolanti. Nell'applicare un modello afflussi-deflussi risulta pertanto necessario quantificare le perdite per infiltrazione allo scopo di potere valutare la pioggia netta, ovvero quella che dà effettivamente luogo al deflusso.

Nel presente studio, all'interno della formula razionale, è stato utilizzato il *metodo del coefficiente di afflusso* Φ . Tale coefficiente rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume totale di pioggia caduto sull'area sottesa ad una data sezione, e il suo uso comporta considerare le perdite proporzionali all'intensità media di pioggia.

La stima del valore di ϕ , relativamente a ciascuna superficie omogena (tipo di suolo, tessitura, caratteristiche locali di permeabilità) è stata condotta facendo riferimento ai valori tabellati da Benini (*Sistemazioni idraulico-forestali*, 1990) in fig.5.1. Nello specifico, si sono utilizzati i seguenti valori del coefficiente di afflusso ϕ :

- $\phi=0.40$ per l'intera area drenante appartenente allo strato superficiale sabbioso. Ai fini del calcolo della portata di progetto, il coefficiente di afflusso è stato calcolato secondo la formula seguente:

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i \cdot A_i}{A_{tot}}$$

ove ϕ_i è il coefficiente di afflusso dell'area elementare A_i ed A_{tot} è la superficie complessiva del bacino. In questa maniera, il valore del coefficiente di afflusso per i bacini analizzati è dato dalla media pesata dei coefficienti di ciascuna area elementare in cui il bacino è divisibile.

Copertura del bacino	Pendenza dei versanti	Tipo di suolo		
		Terreni Leggeri	Terreni di medio impasto	Terreni compatti
Boschi	> 10%	0.13	0.18	0.25
	< 10%	0.16	0.21	0.36
Pascoli	> 10%	0.16	0.36	0.56
	< 10%	0.22	0.42	0.62
Colture agrarie	> 10%	0.40	0.60	0.70
	< 10%	0.52	0.72	0.82

Figura 9.1: Valori del coefficiente ϕ del metodo razionale per diversi tipi di superficie, in funzione della tipologia di suolo e della copertura del bacino (Benini, 1990 e Ferro, 2006).

Il calcolo delle portate

Per ciascun bacino (sono stati analizzati i due bacini più estesi per un predimensionamento dei fdg tipo 1 e tipo 2), i valori delle portate Q per il tempo di ritorno di interesse ($T=50$ anni), insieme agli altri parametri posti alla base del calcolo, sono riassunti nelle tabelle sottostanti. Nello specifico, le grandezze caratteristiche poste a base dei calcoli, insieme alle rispettive U.M. sono:

- ID Bacino delle varie aree dell'impianto fotovoltaico;
- Superficie del bacino drenante S (sia in m^2 che in km^2);
- Lunghezza dell'asta principale L (in m);
- Quota massima dell'asta principale, H_{max} (m);
- Quota minima dell'asta principale, H_{min} (m);
- Dislivello geodetico tra gli estremi dell'asta, Δh (m);
- Pendenza media del percorso i (%);
- Durata dell'evento pluviometrico critico, pari al tempo di corrivazione t_c (in minuti);
- Coefficiente di afflusso ϕ ;
- Valore dell'intensità critica i_T (mm/h);
- Portata al colmo della piena, Q , (in m^3/s);

Le tabelle che seguono sono pertanto relative al calcolo della portata di progetto causata da un evento pluviometrico critico di fissato tempo di ritorno T.

ID Bacino	Superficie S		Lunghezza asta principale L	H max	H min	Δh	Pendenza media del percorso i	Coefficiente di afflusso ϕ	Tempo di corrivazione t_c	Intensità critica (h<1 ora)	Portata critica Q_T
	[m ²]	[km ²]									
1	143300	0,14	603,00	169,0	114,0	55	9,12	0,28	6,8	549,48	6,12

10. VERIFICA DELLE PORTATE DI PROGETTO

Il dimensionamento delle opere idrauliche è stato condotto in due differenti fasi:

- una prima fase di pre-dimensionamento nella quale è stata assegnata, a ciascuna tipologia di opera idraulica una sezione “tipo”, in funzione dell’orografia, della pendenza, delle necessità tecniche e della estensione delle superfici scolanti sottese alla sezione di scarico;
- una seconda fase di verifica della capacità idraulica dei canali, prevedendo un franco minimo di 5 cm per ragioni di sicurezza.

La verifica della capacità idraulica delle opere è stata effettuata in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

- Q è la portata che defluisce nel fosso di guardia (m^3/s);
- χ è il coefficiente di scabrezza;
- A è l’area della sezione bagnata (in m^2);
- R è il raggio idraulico (in m), dato dal rapporto tra la sezione idrica e il perimetro bagnato P ;
- i è la pendenza del canale.

Per il valore del coefficiente χ , si è scelto di usare la formula di Gauckler-Strickler:

$$\chi = k_s \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

in cui k_s è l’indice di scabrezza di Gauckler-Strickler, ($\text{in m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$); in questo caso l’espressione della scala delle portate di moto uniforme si semplifica, risultando particolarmente adeguata ai problemi di progetto:

$$Q = k_s \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

La scelta della formula per il calcolo del coefficiente χ ha un’importanza marginale rispetto alla possibilità di scegliere un valore adeguato dell’indice di scabrezza che vi figura; i valori sono stati desunti da Chow W.T. (Applied hydrology, 1988).

Per i fossi di guardia in terra è stato scelto un indice di scabrezza k_s pari a $37 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ (corrispondente a canali in terra poco inerbiti). Di seguito, per ciascun bacino, si riporta una tabella di riepilogo con i seguenti elementi:

- Tipologia del fosso di guardia adottato;
- Bacino scolante;
- Tirante idrico h (m), sezione idrica A (m^2), contorno bagnato P (m), raggio idraulico R (m) con riferimento alla portata di progetto;
- Pendenza i dell'opera idraulica (%);
- Portata di progetto per ciascuna opera $Q_{\max,T}$ in m^3/s ;
- Velocità con cui defluisce la portata di progetto (m/s);
- Grado di riempimento del fosso di guardia, dato dal rapporto tra il tirante idrico di progetto e l'altezza della sezione;
- Franco (espresso in m) dato dalla differenza tra l'altezza della sezione ed il tirante corrispondente alla portata di progetto.

La scelta delle tipologie di opere, sia in termini di geometria che di materiali, non è legata ad un mero dimensionamento di tipo idraulico. Sono state tenute in considerazione infatti, anche se non direttamente esplicitate nei calcoli, caratteristiche come (i) l'interrimento fisiologico delle opere idrauliche (benché mantenute con regolarità), (ii) il carattere delle precipitazioni in accordo al *climate changing* (precipitazioni di notevole intensità e breve durata con tempi di ritorno elevati) e (iii) le dimensioni “minime” legate alle effettive funzioni alle quali le opere devono assolvere (indipendentemente, quindi, dal tirante idrico di moto uniforme derivante dal calcolo).

Pertanto, le tipologie di opere idrauliche individuate in fase di pre-dimensionamento sono risultate aderenti alle necessità di controllo e di smaltimento delle acque meteoriche verso gli impluvi naturali del sito in esame.

Le verifiche sono risultate positive, rispettando gli opportuni franchi di sicurezza.

Nel caso in esame è stato verificato il fosso di guardi di tipo 3 che dovrà essere in grado di smaltire la portata massima raccolta nell'intera area di progetto.

Caratteristiche del canale		
Tipologia sezione		F3
Bacino scolante		1
Pendenza del canale, i	[%]	7,00
Portata di progetto, Q _p	[m ³ /s]	6,12
Verifica/Progetto		
Tirante idrico, h	[m]	1
Area, A	[m ²]	1,50
Perimetro bagnato, P	[m]	3,16
Raggio idraulico, R	[m]	0,47
Portata in condizione di moto uniforme, Q _{max}	[m ³ /s]	7,24
Parametri di verifica		
Velocità	[m/s]	4,83
Grado di riempimento, h/H	[-]	0,83
Franco	[m]	0,20

11. INVARIANZA IDRAULICA

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono condotte conformemente al Piano stralcio per il rischio idrogeologico - Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico.

Si richiamano i seguenti principi:

- dell'invarianza idraulica: in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui L.R. 20 dicembre 2019, n. 45 Nuove disposizioni in materia di Consorzi di bonifica per la razionalizzazione, l'economicità e la trasparenza delle funzioni di competenza. Abrogazione della legge regionale 10 marzo 1983, n. 11 (Normativa in materia di bonifica) Art. 16 (Modifiche all'articolo 11 della l.r. 36/1996) 1. Dopo la lettera h) del comma 1-bis dell'articolo 11 della l.r. 36/1996 sono inserite le seguenti:

h-ter) al fine di non aggravare le condizioni di criticità idraulica dei corpi idrici, naturali od artificiali, ricettori delle acque meteoriche, è necessario che le trasformazioni dell'uso del suolo che comportano variazioni della permeabilità superficiale debbano rispettare il principio della invarianza idraulica ed idrologica, anche mediante l'applicazione dei metodi del drenaggio urbano sostenibile (vasche d'acqua, stagni, giardini verdi, aree di ritenzione vegetata, trincee filanti). Tali principi vanno rispettati anche per le aree già urbanizzate oggetto di interventi edilizi."

Nel caso di trasformazioni urbanistiche l'invarianza idrologica (o idraulica) può essere conseguita mediante l'utilizzo prioritario di "tecniche di drenaggio urbano sostenibile" (SUDS) e con smaltimento tra cui:

- Riuso delle acque defluenti dalle coperture, tenendo conto dei vincoli di qualità, per gli usi compatibili, quali ad esempio: irrigazione, innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni esterne e autoveicoli;
- Infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del suolo, compatibilmente con le caratteristiche del suolo ed escluso il caso di presenza di falde freatiche poco profonde;

- Scarico in corpo idrico superficiale, naturale o artificiale, entro i limiti della sua capacità di portata, previa eventuale laminazione;
- Scarico in fognatura entro i limiti della sua capacità di portata, previa eventuale laminazione.

Alla luce di quanto riportato, si evidenzia come la presenza di pannelli, pur coprendo la superficie dell'area interessata, tuttavia non costituisce una reale “impermeabilizzazione” della stessa, date anche le posizioni mutue dei pannelli e la loro altezza rispetto al suolo.

Le acque meteoriche defluendo sui pannelli ricadono a terra e continuano il loro deflusso nella rete di drenaggio di progetto, per poi essere scaricate nella stessa sezione di recapito ante-operam.

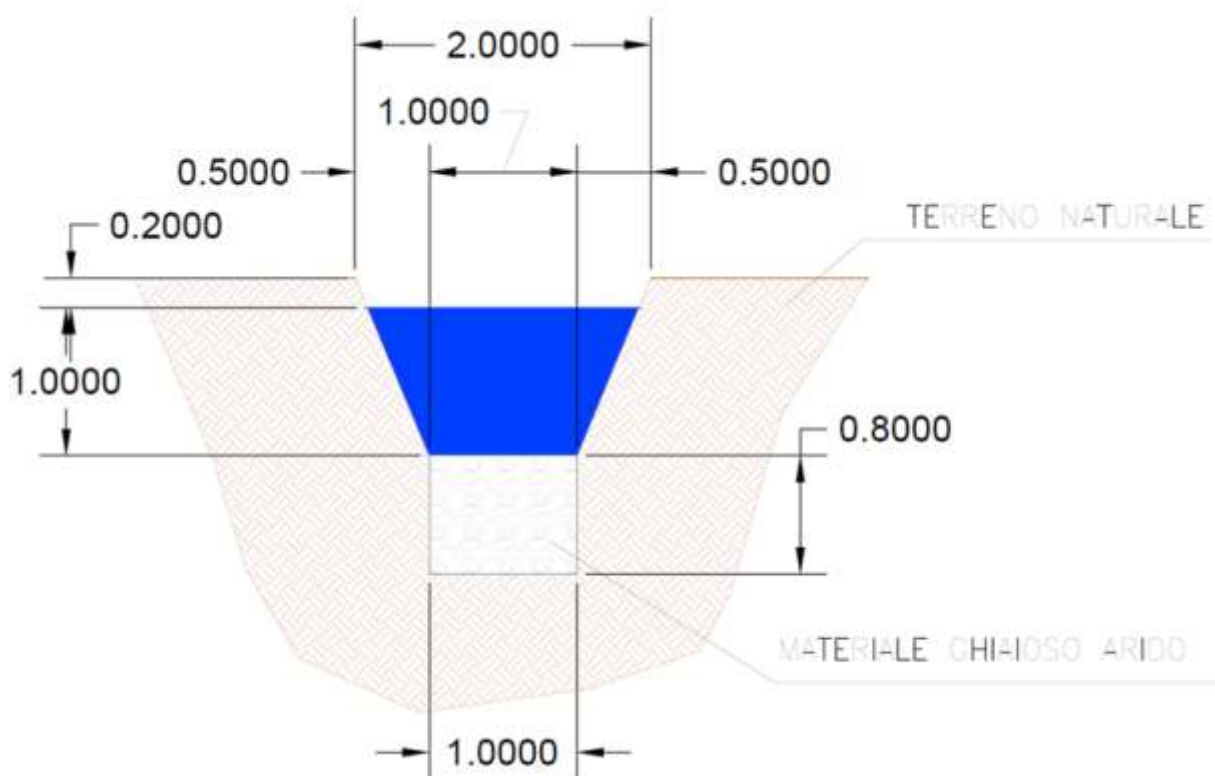
Risulta, inoltre, assolutamente non invasiva la tecnica di installazione dei pilastri di sostegno delle strutture in acciaio. Infatti, non vi sono elementi in calcestruzzo di appoggio, quali plinti e/o travi di fondazione, che con la loro presenza avrebbero potuto ingenerare delle superfici impermeabili.

Pertanto, risulta assolutamente rispettato il principio dell'invarianza idraulica in quanto sul suolo non si riscontrano delle alterazioni sulla variazione di permeabilità del sito. Semmai i punti di infissione potrebbero addirittura rappresentare dei punti preferenziali di infiltrazione contribuendo ad una seppur lieve riduzione delle acque di ruscellamento.

Tuttavia, visto che per l'utilizzo ante-operam, si è attribuito all'area dell'impianto FV un coefficiente di deflusso pari a 0,2 corrispondente al valore cautelativo tabellato per terreno incolto e uso agricolo, mentre nella situazione post-opera è stato calcolato un coefficiente di deflusso pari a 0,28, come descritto al capitolo 8.

Alla luce di ciò sono state adottate una serie di misure di compensazione idraulica per rispettare il principio dell'invarianza idraulica.

Al fine di assicurare incrementare l'invarianza idrologica e idraulica del sito in oggetto, si prevede la realizzazione dei fossi di guardia di tipo 3 con inserimento di trincee drenanti al loro interno mediante l'approfondimento dello scavo fino ad 0,80 m al di sotto della base minore della sezione trapezoidale del fosso, con successivo riempimento in materiale arido drenante e rivestimento con telo in tessuto non tessuto in modo da evitare il progressivo interrimento della frazione fine all'interno della trincea.



Per mezzo di tale soluzione, pertanto, risultato rispettato il principio di invarianza idrologica e idraulica del sito, in accordo alla Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti “tecnicici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico.

L’intervento in ogni caso non comporterà modifiche alla morfologia: saranno mantenute le attuali pendenze del sito. Saranno svolte inoltre delle operazioni di manutenzione periodica in modo da garantire all’intero sistema la corretta funzionalità ed evitare fenomeni di interrimento nel tempo. Si prevede, per tutte le opere idrauliche in progetto, una manutenzione programmata con cadenza trimestrale, al fine di garantire l’efficienza nel tempo delle opere ed evitare fenomeni di interrimento e/o di malfunzionamento.

Le attività di manutenzione saranno costituite da:

- lo sfalcio e il decespugliamento della vegetazione dei fossi e pulizia da rifiuti;
- la manutenzione periodica della vegetazione arborea sulle sponde o di fogliame con effetti potenziali di ostruzione a valle dei fossi;

- la pulizia delle vasche di accumulo

Tali operazioni di manutenzione periodica sono finalizzate a garantire la corretta funzionalità delle opere in progetto evitando fenomeni di interrimento nel tempo.

12. CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati dello studio idrologico e idraulico e della modellazione idraulica è possibile concludere che:

- Le opere in progetto, secondo le Norme del PAI, rientrano fra quelle consentite, data la valutazione di rischio nullo ad esse associato e dall'analisi degli effetti indotti sulle aree limitrofe;
- L'impatto delle opere da realizzare sull'attuale assetto idraulico nelle zone limitrofe a monte e a valle non determina una variazione delle attuali nulle condizioni del rischio d'inondazione;
- La presenza di pannelli, non costituisce una reale "impermeabilizzazione" della stessa, date anche le posizioni mutue dei pannelli e la loro altezza rispetto al suolo. Infatti le acque meteoriche defluendo sui pannelli ricadono a terra in maniera localizzata sempre sulla stessa area;
- Risulta, inoltre, assolutamente non invasiva la tecnica di installazione dei pilastrini di sostegno delle strutture in acciaio. Infatti, non vi sono elementi in calcestruzzo di appoggio, quali plinti e/o travi di fondazione, che con la loro presenza avrebbero potuto ingenerare delle superfici impermeabili. Semmai i punti di infissione potrebbero addirittura rappresentare dei punti preferenziali di infiltrazione contribuendo ad una seppur lieve riduzione delle acque di ruscellamento.
- Il raffronto tra le condizioni ante e post-operam evidenzia come la realizzazione dell'impianto comporti un aumento del coefficiente di deflusso medio del sito di progetto che, nello specifico, passa dal valore ante operam pari a 0,2 (valore cautelativo per terreno incolto o ad uso agricolo) al valore di 0,28 riferito alle condizioni post-operam.
- Si prevede, pertanto, l'inserimento di opere di compensazione costituite nello specifico da aste di trincee drenanti posizionate su fossi di guardia, opportunamente ubicate all'interno dell'area di impianto in modo da captare efficientemente le acque di ruscellamento superficiale, e di una vasca di accumulo/laminazione. Le opere di compensazione, così calcolate, consentono sia di far infiltrare le acque negli strati più profondi del terreno, che di stoccare i volumi in eccesso derivanti dalla realizzazione delle opere, garantendo l'invarianza idraulica dell'intero sistema progettuale.

- Le sopracitate opere di mitigazione e compensazione idraulica hanno quindi la funzione di laminare le portate eccedenti ed escludere la velocizzazione dello smaltimento delle acque fuori dal perimetro progettuale.
- All'interno dell'area di impianto non sono state previste variazioni del livello del suolo di calpestio tra la condizione attuale e quella di progetto, e verranno mantenuti i profili del terreno esistenti.
- Non sono stati previsti argini perimetrali, che risulterebbero una variazione del livello di suolo.
- Si prevede, infine, per tutte le opere idrauliche in progetto, una manutenzione programmata con cadenza trimestrale, al fine di garantire l'efficienza nel tempo delle opere ed evitare fenomeni di interrimento e/o di malfunzionamento.