

STUDIO DI PROGETTAZIONI ELETTRICHE
Consulenza Impianti Elettrici, e fotovoltaici Prevenzione incendi, Sicurezza
Roccagloriosa(SA)

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto fotovoltaico da 12.02 MWp

RELAZIONE ACQUE METEORICHE PER IMPIANTO FOTOVOLTAICO E CABINA MT E S.S.E.

Denominazione impianto:

STUDIO TECNICO NICOLA PIERRO
"SOLEIL ENERGY"

Sito di installazione:

L/TA' SANTA VENERE
COMUNE DI ROCCAGLIORIOSA(SA)

Soggetto Responsabile:

PIERRO NICOLA
Via Ceraselle, 50

84060 Roccagloriosa(SA)

Firmato digitalmente da

Enzo Risoli

O = Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Salerno
C = IT



Prof. Nicola Pierro

Via Ceraselle,50 84060 Roccagloriosa(SA) Tel./fax 0974/980224 -347/6240695

Ordine Professionale P.I. Dip.e Laureati della Provincia di Salerno

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Nicola Pierro	Perito Tecnico Ind.Spec. Elettrotecnica	Periti Industriali Dip. e Laureati Prov.Di Salerno n°.71
Doddato Vito	Agronomo Forestale	Ordine Prov. di Salerno
Padulo Davide	Geologo	Ordine Provincia di Salewrno
Barletta Nicola	Geometra	Prov. di Salerno
D'Angiolillo Angelo	Archeologo	Prov. di Salerno

INDICE

PREMESSA	PAG.1
DATI DI RIFERMENO.....	01
NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	02
DESCRIZIONE STATO DI FATTO	PAG.2
DEFLUSSO DELLE ACQUE (CARTOGRAFIA).....	PAG.3
ORTOFOTO.....	PAG.4
IMPIANTO UTENZA PER LA CONNESSIONE.....	.PAG.5
IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	PAG.6
COPERTURA DEL SUOLO.....	PAG.7
CONSIDERAZIONI CLIMATICHE.....	.PAG.8
STIMA PORTATE ANTE OPERAM E POST OPERAM.....	.PAG.9
VERIFICA DI DIMENSIONAMENTO.....	.PAG.10
SISTEMA DI DREAGGIO.....	...PAG.11
SEZIONE CANALETTE.....	PAG.12
ANALISI QUANTITATIVA.....	.PAG.13
STATO DI PROGETTO.....	...PAG.14
CONCLUSIONI.....	.PAG.15

PREMESSA

Il presente documento riporta lo studio idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale interno ed esterno all'area impianto, la valutazione del rispetto dell'invarianza idraulica e lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico, analizzando le eventuali interferenze dei diversi componenti con le aree a pericolosità idraulica e identificando, nel caso, la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse.

Il progetto affronta quindi lo studio idrologico idraulico delle aree scolanti di interesse delle opere del progetto fotovoltaico con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, analizzando quindi il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione invarianza idraulica, delle variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione delle variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Tale studio è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Campania ed è costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Nel seguito si è proceduto al dimensionamento del sistema di gestione acque meteoriche dell'area impianto, basato sullo studio della direzione di deflusso principale delle acque ante-operam e dei principali punti di scarico al "ricettore".

DATI DI RIFERIMENTO

RILIEVO TOPOGRAFICO

La campagna investigativa topografica ha interessato tutta l'area di progetto in modo completo e dettagliato con il completamento delle indagini è stato condotto un rilievo topografico eseguito con:

1Rilievo topografico

Nel mese di agosto 2022 è stato eseguito un rilievo topografico con GPS al fine di definire l'andamento piano-altimetrico del terreno e la presenza di interferenze nelle aree destinate alla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico e della SSE- RTN. [VEDI ELABORATO ALLEGATO](#)

NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

- D. Lgs. 152/06 e smi
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D. Lgs. 49/2010;

DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

LOCALIZZAZIONE

Il progetto dell'impianto fotovoltaico ricade all'interno del territorio comunale di Roccagloriosa Situato a Sud della Provincia di Salerno e dista dai Comuni confinanti: Rofrano km 11,2, Comune di Santa Marina Km 11,7 Comune di Alfano km 7,6 Comune Laurito km 7,4 il sito per la realizzazione dell'impianto in oggetto è posto a circa 3km dal Comune di Roccagloriosa.

Inquadramento dell'area di progetto









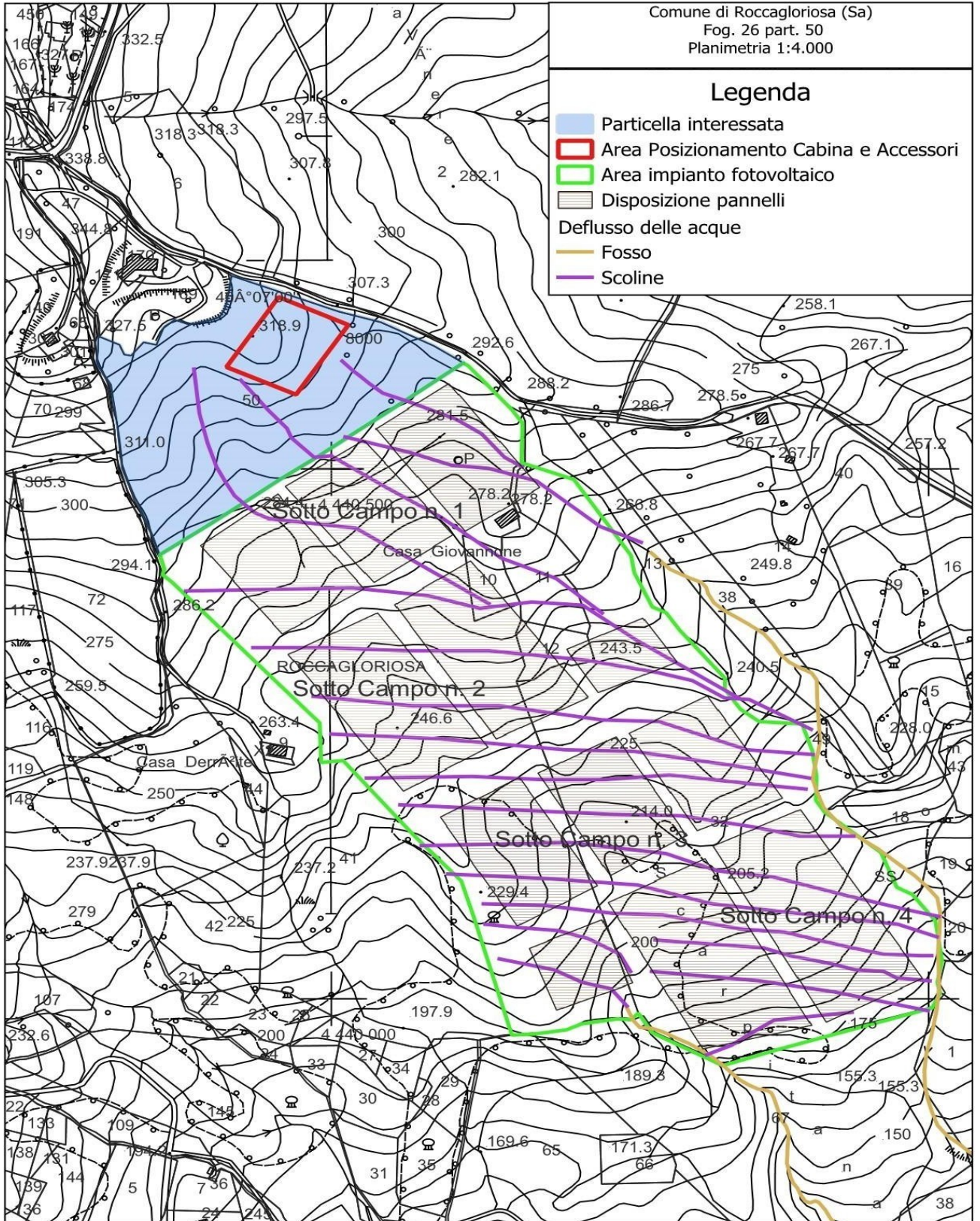
dicembre 29, 2023

0 500.000

Comune di Roccagloriosa (Sa)
Fog. 26 part. 50
Planimetria 1:4.000

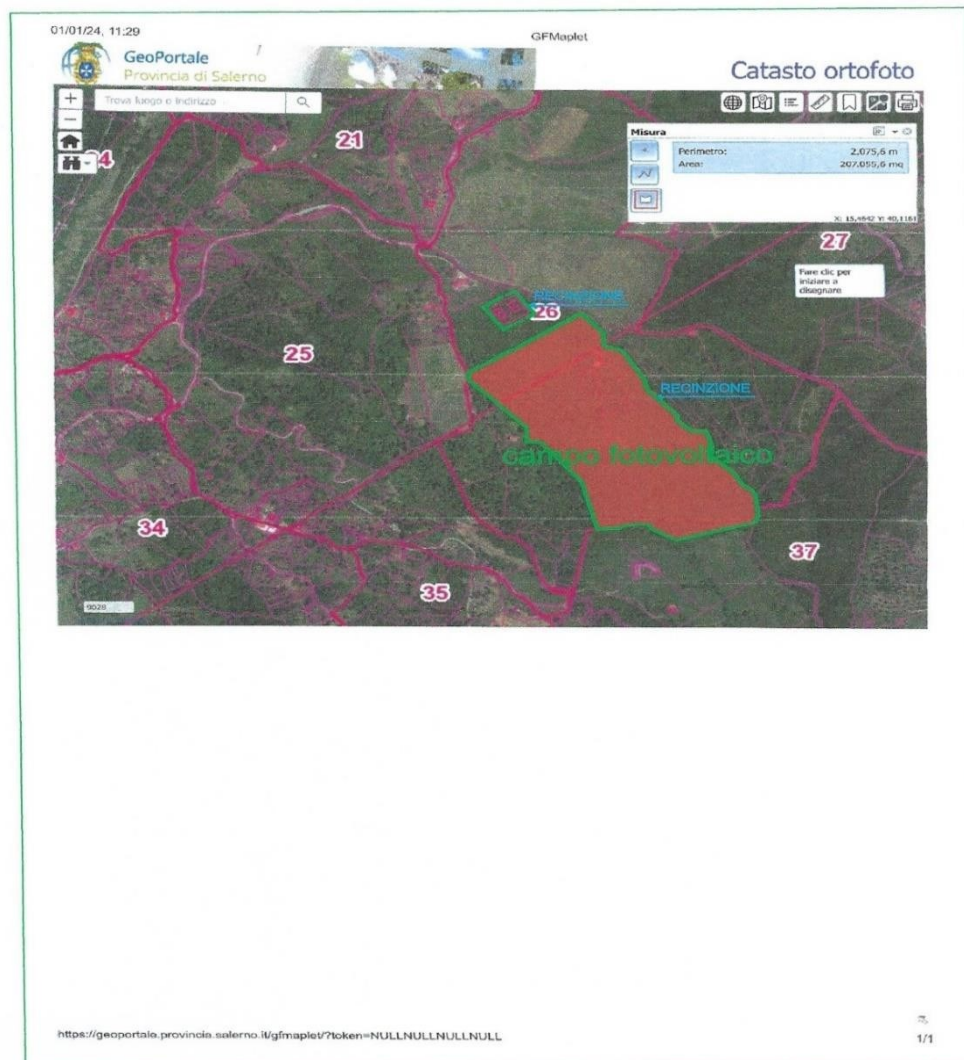
Legenda

-  Particella interessata
-  Area Posizionamento Cabina e Accessori
-  Area impianto fotovoltaico
-  Disposizione pannelli
- Deflusso delle acque
-  Fosso
-  Scoline



Complessivamente l'area presenta un'estensione di 20.00 ettari Più 1.00 ettaro per la S.S.E. L'area effettiva risulta suddivisa in DUE campi le cui superfici sono riportate nella tabella di seguito:

CAMPO	SUPERFICIE UTILE [HA]
A	20.00
B	1.00
TOT	21.00
Di cui ha 20.00 per l'impianto fotovoltaico	Ha 1.00 Per la S.S.E. RTN



Il sito in oggetto risulta inoltre posto a circa 400mt a Sud dal tracciato dalla Strada Provinciale SP19 che a sua volta incrocia con la strada Comunale di Roccagloriosa.

IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

L'impianto di utenze per la connessione sarà costituito da: Sottostazione Elettrica di trasformazione 36/150 kV (di seguito per brevità indicata come SSE), che sarà interconnessa sulla linea a 150 kV.

La SSE convoglia l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico attraverso dei collegamenti a 36 kV ed effettua la trasformazione alla tensione nominale di 150 kV con n° 1 montante trasformatore equipaggiato con TR 36/150 kV da 63 MVA. La SSE sarà equipaggiata con un montante linea 150kV per l'interconnessione in cavo AT verso la linea della sotto stazione elettrica "Bussento –Centola"

Collegamento in cavo a 150 kV tra la SE e la linea terna su traliccio in entra ed esce.

La linea di Connessione attraversa il territorio di un unico proprietario nello stesso Comune dove si trova l'allacciamento alla RTN.

La connessione dell'impianto fotovoltaico alla Rete avverrà tramite la realizzazione di un cavidotto interrato di Media Tensione dalla lunghezza di mt.100 dalla Cabina di consegna localizzata in Sito.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in entra ed esce 150 kV con di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SSE) RTN 150/36 KV da inserire in entra – esce della RTN 150 kV "Bussento -Centola", previsto nel Piano di Sviluppo Terna.

La linea di Connessione attraversa il territorio di un unico proprietario nello stesso Comune dove si trova l'allacciamento alla RTN

FOTOVOLTAICO

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l'impatto dell'installazioni di strutture tracker.. L'altezza in mezzeria della struttura sarà di circa 2 metri (rispetto al piano campagna). I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo allo zero solo in condizioni di messa in sicurezza in occasione di velocità del vento superiore alla soglia limite.

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 tracker.

Un'assunzione analoga può essere espressa in relazione alle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione dell'area.

Quindi si ritiene rispettata l'invarianza idraulica ed idrologica del progetto.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche durante lo scenario peggiore non ordinario, si è valutata arealmente l'incidenza e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili.

Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard – 2013 – American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli e una di interfila.

L'area di interfila presenta una capacità di infiltrazione non influenzata.

Il modello schematizza l'area interessata dalla struttura come composta al 50% da una sezione "wet" con capacità di infiltrazione non influenzata e collegata alla precedente area di interfila e una sezione "dry" che si assume a favore di sicurezza come non soggetta ad infiltrazione diretta e quindi con coefficiente di deflusso pari a 1. Lo schema è visibile nella figura seguente.

IL Modulo tipo, descrivente il modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l'area pannello (in rosso) e l'area di interfila (fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers).

Come descritto la proiezione dei tracker a terra non risulterà fissa in quanto la struttura varierà il tilt durante le fasi della giornata. Volendo comunque assumere la condizione più sfavorevole di evento intenso di progetto in occasione del tilt della struttura pari a zero si ottiene un'area dry pari al 50% dell'area utile di installazione dei pannelli.

COPERTURA DEL SUOLO

Nell'ambito dello studio idrologico e del calcolo è stata valutata sia la copertura del terreno sia l'uso del suolo dell'area di ubicazione delle opere dell'impianto fotovoltaico.

La zona nella quale verrà insediato il parco fotovoltaico (come la maggior parte delle aree circostanti) risulta caratterizzata nella sua quasi totalità da un uso pascolo e agricolo di tipo E. Si evidenzia inoltre che non sono presenti aree industriali, produttive di altro genere, non vi sono cattedrali, monumenti, chiese, autostrade, corsi d'acqua iscritti nell'elenco di acque pubbliche ma soltanto il fiume BUSSENTO che caratterizza il Golfo di Policastro, distante comunque circa 3Km dal campo fotovoltaico da realizzare.

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico vedi relazioni allegate: Studio geologico SSE.

CONSIDERAZIONI CLIMATICHE

La Regione Campania è "caratterizzata da un clima temperato mediterraneo o, con maggiore precisione, si può parlare di clima temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e inverno mite".

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore sud nel quale ricade l'area di studio, sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foresta della Regione Campania.

Il clima con i suoi molteplici aspetti e fenomeni, oltre ad avere contribuito alla formazione del paesaggio, ne influenza e ne condiziona la sua evoluzione, quindi l'analisi degli elementi climatici è importante non solo per la caratterizzazione climatica di un'area, ma per valutare e prevedere la distribuzione e l'intensità dei fenomeni di alterazione esogena e le risorse idriche sul territorio.

La limitata distribuzione delle stazioni termometriche non permette di evidenziare le eventuali variazioni presenti all'interno dell'area. Infatti, prendendo in considerazione i dati termometrici rilevati nel periodo di un trentennio e confrontando i valori relativi alle medie mensili ed annuali, il territorio in esame mostra un andamento termico piuttosto regolare, con valori medi sempre inferiori al 25 °C. Il mese più freddo risulta gennaio con una media nel range 5-6 °C mentre il più caldo agosto con una media nel range 21-22 °C, il valore medio annuo complessivo risulta compreso nel range 18-19 °C.

Dai dati pluviometrici raccolti è stato possibile evidenziare come la precipitazione media annua dell'intera area di interesse, nel periodo di osservazione trentennale risulta nella fascia climatica 400-450 mm, le variazioni riscontrate rientrano nell'andamento climatico medio della Campania centrale di tipo temperato-mediterraneo, caratterizzato da un periodo piovoso da ottobre ad aprile e minimi stagionali da giugno ad agosto.

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee ed essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

Il modello schematizza l'area interessata dalla struttura come composta al 50% da una sezione "wet" con capacità di infiltrazione non influenzata e collegata alla precedente area di interfila e una sezione "dry" che si assume a favore di sicurezza come non soggetta ad infiltrazione diretta e quindi con coefficiente di deflusso pari a 1

Modulo tipo, descrittore del modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l'area pannello (in rosso) e l'area di interfila (fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers).

Come descritto la proiezione dei tracker a terra non risulterà fissa in quanto la struttura varierà il tilt durante le fasi della giornata. Volendo comunque assumere la condizione più sfavorevole di evento intenso di progetto in occasione del tilt della struttura pari a zero si ottiene un'area dry pari al 50% dell'area utile di installazione dei pannelli.

Nel calcolo della pioggia netta è stato quindi calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle precedenti assunzioni.

Si sottolinea che durante piogge annuali/ordinarie, considerata la rotazione dei tracker e la loro altezza, il regime di infiltrazione naturale risulterà immutato rispetto all'ante-operam.
Aree scolanti e caratteristiche di infiltrazione negli scenari ante/post operam

STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM

Per calcolare le portate di scolo dei bacini imbriferi costituiti dai singoli settori in cui è prevista la posa delle strutture fotovoltaiche, si è determinato per ognuno di essi l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante che la curva area tempi del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

Dove:

$$Q_c = \frac{C_d \cdot I_m \cdot S}{360}$$

Q_c : portata critica (netta) [m³/s];
 C_d : coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
 I_m (I_m , I_m) : intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino
 I_m espresso in minuti ed avente un tempo di ritorno T espresso in anni [mm/h];
 S : superficie del bacino [ha]; Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. I bacini scolanti sono riportati nella figura seguente. Lo scenario post operam presenta immutato regime di infiltrazione. Considerando lo scenario peggiore, come mostrato in tabxxxx, lo stato post-operam mostra un incremento del coefficiente di deflusso pari a circa l'8% rispetto allo stato ante-operam per i bacini scolanti interni all'area di progetto (nel caso dello scenario più critico di terreno saturo e posizione dei tracker orizzontale

- : coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
 (,) : intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino
 espresso in minuti ed avente un tempo di ritorno espresso in anni [mm/h];
 : superficie del bacino [ha];

■ NTE-OPERAM E POST-OPERAM RISPETTO ALL'INVARIANZA IDRAULICA

Per calcolare le								
Portata al colmo ante-operam Q_{cr} [m ³ /s]	0.53	5.87	0.64	3.52	1.67	1.59	1.32	1.90
Portata al colmo post-operam Q_{cr} [m ³ /s]	0.58	6.39	0.69	3.84	1.82	1.73	1.44	2.07

Determinazione delle portate di progetto con tempo di ritorno 2 anni nello scenario ante e post operam per i bacini esterni all'area di progetto

BACINO	A	B
S [ha]	1.02	1.97
Lasta [m]	207	150
tc [h]	0.29	0.28
Kt [-]	1.20	1.20
h (60) [mm]	27.6	27.6
h(t) [mm]	17.1	16.8
i [mm/h]	59	61

Dal confronto ante-operam/ post-operam emerge che l'aumento delle portate al colmo sarà compatibile con la rete di drenaggio esistente e con le portate attualmente scolanti.

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. I bacini scolanti sono riportati nella figura seguente.

Determinazione delle portate di progetto con tempo di ritorno 30 anni nello scenario ante e post operam per i bacini interni all'area di progetto

BACINO	1	2	3	4	5	6	7	8
S [ha]	1.61	22.12	2.04	11.74	5.28	5.22	4.03	6.27
Lasta [m]	152	750	283	385	249	350	170	360
tc [h]	0.28	0.40	0.31	0.33	0.30	0.32	0.28	0.32
Kt [-]	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94
h (60) [mm]	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6
h(t) [mm]	55.3	63.5	57.4	58.8	56.9	58.3	55.7	58.4
	198.72	159.3	187.4	180.1	189.9	182.5	196.3	181.8

Coeff. deflusso post-operam	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
-----------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

VERIFICHE E DIMENSIONAMENTO I

Le opere di mitigazione si inseriscono nel progetto più articolato del sistema di regimazione idraulica del sito di intervento.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque del sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione;
- contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- fossi di scolo a terra;
- protezione della rete idrografica principale;
- opere di dissipazione con depressione al fine di rallentare le acque e favorire infiltrazione.

SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Attraverso il reticolo idrografico naturale interno ed esterno al sito caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma una via preferenziale di deflusso.

Alcuni di questi ricadono all'interno dell'area di progetto, di conseguenza la loro pericolosità è stata valutata e nel caso sono state identificate soluzioni di gestione.

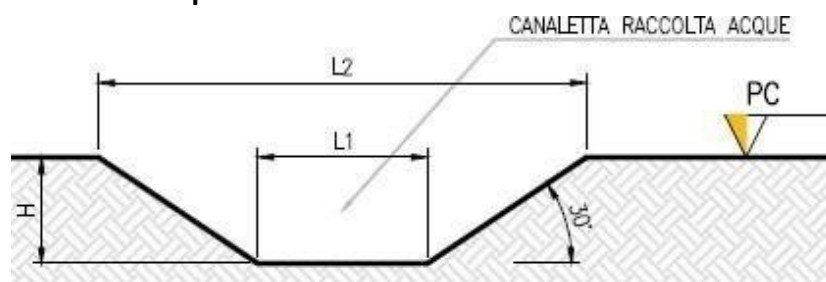
Il progetto ha previsto una sistemazione del drenaggio oggi non identificata al fine di indirizzare e distribuire le portate con similitudine rispetto all'ante-operam. La rete è costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale e rinverdite spontaneamente.

Tali canalette consentono di raccogliere gradualmente il deflusso e di dirigerlo all'esterno dell'area del sito con punti di scarico, dove sarà costituita un'area di dissipazione con protezioni di riprap.

Nel presente paragrafo sono dettagliate le verifiche idrauliche di moto uniforme per il dimensionamento dei canali e delle canalette di drenaggio dei diversi settori dell'impianto.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning (parametro che si usa nello studio dei flussi dei canali e che varia rispetto alla natura della superficie di riferimento. In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolari in c.a. carrabili o da tubazioni in HDPE carrabili.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa ad un tempo di ritorno di 30 anni



Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo

In fase progettuale sarà valutata la possibilità di inserire dei salti di fondo con materiale di riporto lungo le canalette. Tali elementi consentiranno la dissipazione di energia, dunque il rallentamento delle velocità nel caso in cui il flusso d'acqua lungo le canalette più estese raggiungesse velocità elevate.

In sito, allo stato di fatto, sono già presenti canali rinverditi per la regimazione delle acque, soprattutto nella porzione più a monte del sito.

Durante la Fase Esecutiva e unitamente al proprietario dell'area saranno apprese le attuali gestioni delle acque e pratiche agricole stagionali al fine di integrarle nel progetto costruttivo dei drenaggi.

L'ubicazione planimetrica delle canalizzazioni è illustrata nell'Allegato 01.

SISTEMA DI PROTEZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Durante lo studio dell'area di progetto sono state identificate due aree esterne di alimentazione dei bacini interni localizzate idrologicamente a monte dei campi C e D, identificati rispettivamente come bacini esterni A e B.

In quelle zone nel corso della realizzazione delle canalette e della recinzione, è previsto l'uso del terreno di scavo per la formazione di un piccolo arginello al fine di proteggere l'area di progetto da eventuali deflussi superficiali esterni.

Si prevede il raggiungimento di un'altezza pari a 0.4 m lungo tutte le zone individuate planimetricamente. L'arginello consentirà il rallentamento e la deviazione dei flussi e favorirà la naturale infiltrazione.

SISTEMA PER IL SUPERAMENTO DELLE INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ INTERNA

Ognuna delle intersezioni con la viabilità perimetrale dei campi prevede un passaggio sotto la strada tramite tubazioni di diametro nominale 400 mm a valle della quale è prevista la realizzazione di un'area di dissipazione realizzata tramite ciottoli intasati della lunghezza di 1.5 metri.

Viabilità interna di servizio e piazzali

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto (larghezza 4 m) e lungo il perimetro (larghezza 4 m).

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

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) ed 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 e uno superficiale.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

Analisi quantitativa

L'analisi quantitativa ha seguito la metodologia HEC18 "Evaluating Scour at Bridges" FHWA-HIF-12-003 basato sulle portate caratteristiche idrologiche/idrauliche, le caratteristiche geometriche e granulometriche del corso d'acqua.

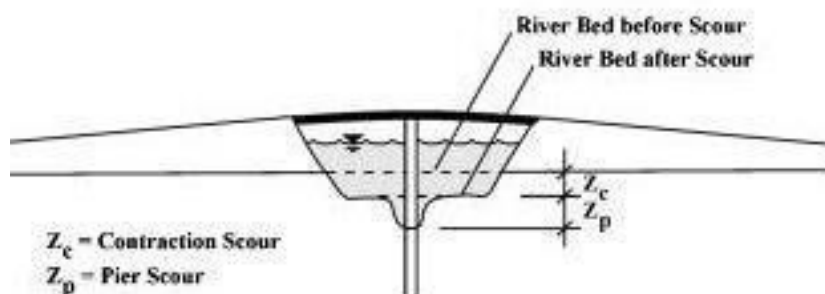
La granulometria assunta è quella caratteristica dello stato risultante del modello geotecnico consistente al di sotto dei 3 metri da piano campagna in ciottoli di matrice sabbioso-limosa.

Considerata la stabilità geomorfologica complessiva non è stata considerata la migrazione dell'alveo.

A favore di sicurezza non sono stati considerati fenomeni di deposizione ma solo di erosione.

L'erosione totale potenziale è stata valutata come somma:

- a. erosione a lungo termine;
- b. erosione in corrispondenza di contrazioni;
- c. erosioni locali in corrispondenza di pile di ponti.
- d. *Erosione da contrazione e da pile in corrispondenza di ponti stradali*
- e. L'erosione dovuta alla presenza di un ponte di attraversamento stradale è calcolata come somma dell'erosione dovuta alla contrazione della vena più quella dovuta alla presenza di pile in alveo. La portata alla base del calcolo a favore di sicurezza è quella con tempo di ritorno 200 anni.



- f. *Erosioni assunte in corrispondenza di un ponte di attraversamento stradale (fonte FHWA).*
- g. *Contrazione*
- h. L'erosione di contrazione e da pile è diversa dal degrado a lungo termine, in quanto la contrazione si verifica in prossimità di restringimenti naturali o antropici quali ponti. Questa può essere ciclica e/o correlata al passaggio di una piena.
- i. L'erosione dello stato attivo è tipicamente ciclica; ad esempio, durante la fase ascendente di evento di piena può creare erosioni che si riempiono poi nella fase discendente.
- j. La natura ciclica incrementa la difficoltà nel determinare la profondità di escavazione dopo un'alluvione. A favore di sicurezza nel calcolo è assunta l'erosione totale calcolata quindi nel punto più critico della piena.
- k. La contrazione del flusso può mediamente essere causata sia dalla diminuzione naturale dell'area di flussi del torrente sia da restringimenti antropici.
- l. Assumendo la possibilità di rimozione dello strato di corazzamento in occasione di eventi di piena la formulazione adottata per il calcolo ha previsto la condizione di Live Bed cioè il trasporto solido in atto e non di acqua limpida come indicato da linea guida FHWA.
- m. *Pile e spalle* PAG.12
- n. Il meccanismo di base che causa l'erosione localizzata delle pile è presentato dalle correnti non lineari create dall'interazione tra flusso di monte e pila.

- o. **Il vortice a ferro di cavallo creato è stato il risultato dell'accumulo di acqua sulla superficie a monte dell'ostruzione con prima importante escavazione e della successiva accelerazione del flusso con materiale del letto si crea una stabilità di**
- p. ***Dinamica di erosione in corrispondenza di pile strette (fonte FWHA)***
- q. **creazione di vortici a frequenza oscillatoria. L'azione di tali vortici rimuove il materiale del letto intorno alla base della pila.**
- r. **Il tasso di trasporto dei sedimenti a valle del ponte è superiore al tasso di trasporto alla pila e, di conseguenza si sviluppa erosione. Con l'aumento della profondità dell'escavazione, la forza del vortice a ferro di cavallo si riduce, riducendo così il tasso di trasporto della regione di base.**

1 STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra con strutture di tipo tracker e di tipo fisso in relazione alla morfologia dei suoli con tecnologia a moduli BI-facciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- Analisi vincolistica;
- Scelta della tipologia impiantistica;
- Ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica;
- Disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari bisognerà tener tenendo conto di:

- Rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- Soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- Conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- Ottimizzazione del rapporto costi/benefici;

Impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili;
Il layout dell'impianto è stato sviluppato considerando le seguenti specifiche:

- Aree con strutture Tracker:
 - Larghezza tracker 2,384 m;
 - Altezza massima 2,77 m,
 - Larghezza viabilità perimetrale 4,00 m, interna al Sito 4 m;
 - Rispetto dei confini catastali:
 - Disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 1 fila verticale;
 - Area con strutture fisse:
 - Inclinazione strutture: 30°
 - Altezza massima 1,52 m,
 - Corridoi: 4,1 m
 - Larghezza viabilità perimetrale 4,00 m, interna al Sito 4 m;
 - Rispetto dei confini catastali di circa 15,00 m;
- Disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 fila orizzontali

CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna ha analizzato le interferenze con le aree di pericolosità idraulica e ha quindi identificato la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse.

Si evidenzia che l'approccio utilizzato nello studio ha posto grande attenzione non solo alla mera progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) con le infrastrutture verdi, che mitigano gli impatti biofisici delle opere in progetto, riducendo il potenziale rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

Questo studio ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione del coefficiente di deflusso e modifiche del deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

In merito allo stato post-operam, si è valutato l'impatto dell'installazione delle strutture tracker mono-assiali e delle strutture fisse.

Vista l'inter-distanza esistente tra le strutture, l'altezza del piano campagna e la mobilità che varierà la copertura del suolo (rendendo quindi non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempi di ritorno pari a quello di progetto non sono previste variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker. Analogamente le platee di appoggio delle cabine avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza nell'ipotesi di fissità orizzontale dei tracker e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili. Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard – 2013 American society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di inter-fila.

Nelle aree interessate del progetto, durante la fase post-operam, nello scenario più cautelativo, si registrerebbe un incremento dei deflussi totali di circa il 9%.

Tale incremento è mitigato grazie all'adozione di sistemi di drenaggio sostenibili in vasche di laminazione e infiltrazione rinverdite, portando quindi ad uno scenario post operam maggiormente

confrontabile con quello ante-operam.

PAG.14

Nel confronto tra la rete di drenaggio naturale dello stato di fatto e di progetto si segnala che si è prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, realizzati in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente.

Tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità, nella disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica. Per alleggerire dal carico idrico la rete come descritto precedentemente sono inserite vasche diffuse di laminazione ed infiltrazione.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala e scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante.

Roccagloriosa 20 Dicembre 2023

Firmato digitalmente da

Enzo Risoli

O = Ordine degli Ingegneri della Provincia
di Salerno
C = IT