

PROVINCIA DI FROSINONE

COMUNE DI PALIANO

TITOLO:

**Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico
da 38.994,84 kWp a terra, sito nel Comune di Paliano**

(41°45'25.09"N - 13° 4'37.20"E)

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Idrologico-idraulica

COMMITTENTE:

**SOLAR PV 1 SRL
PIAZZA CASTELLO 19
20121 MILANO (MI)**

IL PROGETTISTA

GEOL. ENRICO TALLINI

LA DITTA INCARICATA

ENERGIE NUOVE SRL

Sede Legale :
00153 Roma, Via Portuense, 95/E
Sede Operativa :
61037 Mondolfo PU, Via Valcesano, 214
Tel. +39 0721 96 93 03-Fax +39 0721 95 82 97
info@energienuovesrl.it -www.energienuovesrl.com


energienuove

REL N:

02

S

SCALA

DATA: 14/12/2021

N.	DATE	MODIFICA	FIRMA	DISEGNATO	VISTO	APPROVATO



RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Data

14 Dicembre 2021

Committente

SOLAR PV1 SRL

Località

"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)

Tipologia di lavoro

Caratterizzazione idrologio-idraulica per lo smaltimento del carico idraulico dei terreni interessati alla realizzazione di un campo fotovoltaico, in località "S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)

S21-037-S-Maria-Pugliano-Paliano-FR-RI.pdf

geores.it



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

PREMESSA

La Spett.le Società SOLAR PV1 SRL ha incaricato lo Studio Tecnico associato GEORES, nella persona del Geologo Enrico Tallini, iscritto all'Ordine dei Geologi del Lazio al n. 1323, di effettuare un'indagine idrogeologica ed idrologica, al fine di caratterizzare a livello idraulico il fosso interessato allo smaltimento del carico idraulico dei terreni su cui si intende realizzare un impianto fotovoltaico, ubicato presso la località S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR).

L'indagine ha permesso l'attuazione di un quadro conoscitivo generale, preliminare alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, ed è consistita in:

- un'indagine sui dati bibliografici esistenti sull'area che hanno permesso di esaminare le condizioni generali del sito e ricostruirne l'assetto e l'evoluzione geologico-ambientale;
- un rilevamento di superficie che ha permesso di individuare le litologie affioranti, l'assetto idrografico dell'area e le condizioni morfologiche ed idrogeologiche dei terreni da investigare;
- un rilevamento che ha permesso di individuare le principali caratteristiche morfo-metriche del fosso interessato allo smaltimento del carico idraulico dei terreni su cui sarà realizzato l'impianto.

Si allegano i seguenti elaborati:

- Tavola n. 1: Corografia generale (SIT Provincia di Frosinone), in scala 1:20.000;
- Tavola n. 2: Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000;
- Tavola n. 3: Stralcio Carta Geologica d'Italia, Foglio 389 "Anagni";
- Tavola n. 4: Stralcio cartografia PAI rischio frana;
- Tavola n. 5: Stralcio cartografia PAI rischio alluvione;
- Tavola n. 6: Stralcio Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio;
- Tavola n. 7: Carta dell'idrografia di superficie - scala 1:10.000;
- Tavola n. 8: Stralcio Carta Vincolo Idrogeologico;
- Risultati analisi idraulica

UBICAZIONE DELL'AREA

Il sito di indagine ricade nel Comune di Paliano in località "S. Maria di Pugliano" e presenta una morfologia collinare, con quote topografiche comprese tra 315 e 214 metri s.l.m. Il sito in studio è



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

compreso in cartografia ufficiale nella Carta Tecnica Regionale del Lazio alla Sezione n. 389010, in scala 1:10.000 (*Tavola n. 1*).

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area in esame è posta a circa 5 km a Sud dal centro abitato del Comune di Paliano (FR) in un'area a morfologia collinare, in prossimità di un pendio esposto a Sud che presenta pendenze medie variabili tra circa 6-7° e circa 14-15°.

Il sito in esame si colloca all'interno di un'area poco urbanizzata, con la presenza di isolati fabbricati destinati per lo più ad un uso abitativo, presenti principalmente lungo i principali assi viari.

I processi morfo-evolutivi presenti nell'area sono legati essenzialmente all'azione delle acque meteoriche (scorrimento delle acque selvagge e delle acque incanalate) che possono determinare fenomeni di erosione e successi fenomeni di accumulo in aree poste più a valle.

In base alla cartografia disponibile nel Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico P.A.I. dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, il sito di studio rientra parzialmente nelle seguenti aree perimetrate a rischio frana (Allegato 3) dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale:

- Area di possibile ampliamento di fenomeni franosi cartografati dall'interno (C₁)
- Area di attenzione potenzialmente alta (ApA) (in coincidenza delle principali aste idriche): area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggiore dettaglio
- Area di media attenzione A2 (nell'estremo margine nord-orientale del sito): area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.

I pannelli fotovoltaici sono comunque posizionati prevalentemente all'esterno delle aree ApA e A2.

Il sito non ricade invece all'interno di zone perimetrate a rischio alluvione.

Il rilevamento geologico e le informazioni ricavate dalla Carta Geologica d'Italia al Foglio n. 389 "Anagni" (in scala 1:50.000) hanno messo in evidenza i seguenti litotipi:



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

7 - Cineriti ocree o rossicce, interessate da avanzati processi di pedogenizzazione, soprastati o eteropiche a unità vulcaniche dell'alta e media valle del F. Sacco

8 - Colate piroclastiche di natura leucitica, giallognole, litoidi e vacuolari, con matrice da cineritica a micropomicea

9 - Cineriti a granulometria da siltitica ad arenitica, intercalate alle colate piroclastiche (Pleistocene - Olocene)

Nei settori "di monte" del sito risultano presenti in affioramento i litotipi

29 - Torbiditi prevalentemente arenacee in strati molto spessi, amalgamati, frequentemente non gradati, con rare strutture da corrente. Intercalazioni di alternanze ritmiche di torbiditiche arenaceo-argillose, in strati piano paralleli medi e spessi (Miocene)

ANALISI IDROGEOLOGICA ED IDROLOGICA

IDROGEOLOGIA

L'area in oggetto del presente studio, a livello regionale, è collocata all'interno del Bacino del Fiume Sacco che rappresenta il livello base di tutte le acque che ruscellano nella zona.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di un reticolo più o meno organizzato di fossi, con la presenza del Fosso di Colletondo, che scorre in direzione Sud, rappresentante la via preferenziale di drenaggio dell'area.

Il Fosso di Colletondo è anche il fosso che drena le acque di ruscellamento dei terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto; in tal senso (come si osserva nella cartografia di allegato 7), il bacino idrografico di riferimento alla sezione di chiusura considerata e l'area del campo fotovoltaico risultano pressoché coincidenti.

Dalla Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio si evince che l'area di studio ricade tra i Complessi idrogeologici dei TUFİ STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE e del COMPLESSO DEI FLYSCH MARNOSO-ARENACEI. Entrambi i complessi presentano potenzialità acquifera da bassa a medio bassa.

Nel sito non è stata individuata alcuna falda idrica in prossimità della superficie; tuttavia, non è da escludere l'ipotesi che modeste circolazioni idriche superficiali possano svilupparsi in prossimità



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

del p.c. nel corso di periodi particolarmente piovosi.

Nel Comune di Paliano si riscontra una piovosità significativa durante l'anno. La piovosità media annuale è pari a 1204 mm (<https://it.climate-data.org/>).

CALCOLO IDROLOGICO

Si prevede di smaltire il carico idraulico determinato dalla realizzazione del campo fotovoltaico nel fosso presente (Fosso di Colletondo); il fosso è un affluente destro del Fosso Mole delle Monache, scorre con andamento circa nord-sud nel tratto in esame e presenta una lunghezza complessiva di circa 2.1 km.

Al fine di determinare le caratteristiche del corso d'acqua in esame si è innanzitutto proceduto ad eseguire un calcolo idrologico per la valutazione della sua portata media annua. Dai dati bibliografici analizzati non risulta infatti la presenza di stazioni di monitoraggio idrometrico lungo il Fosso in esame che possano fornire informazioni puntuali sull'andamento del deflusso annuo.

Da qui la necessità di effettuare un calcolo idrologico sulla portata media annua del Fosso di Colletondo, nella sezione di chiusura considerata, stimata in base ai dati pluviometrici disponibili nella "Carta idrogeologica dell'Italia Centrale" (C. Boni, P. Bono, G. Capelli).

Il calcolo del bilancio idrologico dell'area del bacino in oggetto si ottiene secondo la seguente relazione:

$$P = IE + ET + R$$

Dove

P è la precipitazione media annua

R è il ruscellamento

ET è l'evapotraspirazione

IE è l'infiltrazione efficace media del bacino.

Il corso d'acqua in esame presenta alla sezione di chiusura considerata un bacino idrografico di superficie pari a circa 0.7 Km² (*Allegati 2-7*).

Se si considera un valore delle precipitazioni medie annue pari a 1300 mm/anno (Schema

Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

idrogeologico dell'Italia centrale, C. Boni, P. Bono, G. Capelli), un valore di evapotraspirazione trascurabile, con basse temperature medie ed un'infiltrazione efficace media del bacino intorno ai 250 mm (Complesso marnoso-arenaceo e piroclastiti), il valore del ruscellamento R è pari all'afflusso meteorico detratto del valore dell'infiltrazione efficace, pertanto si ottiene la stima della portata media di deflusso nel fosso ricettore dello scarico, secondo la seguente relazione:

$$Q = R \times A / \text{secondi in un anno}$$

La portata media di deflusso risulta pari a:

$$Q_{\text{med}} = (1.300 - 0.250) \times 0.7 \times 10^6 / 31 \times 10^6 = 0.024 \text{ m}^3/\text{s} = 24 \text{ l/s}$$

Di seguito vengono riportate le caratteristiche morfometriche del fosso rilevate in prossimità del punto di scarico:

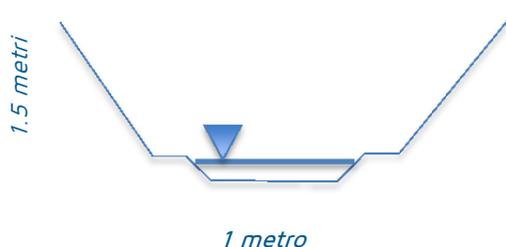


Figura 1: schema fosso in esame

3 STIMA DELLE MASSIME PORTATE DI PIENA NATURALI

3.1 Tempo di corrivazione

Il contributo più importante alla formazione delle piene deriva dai deflussi superficiali, i quali iniziano a formarsi dopo un periodo di tempo variabile dall'inizio dell'evento atmosferico, allorquando l'intensità di pioggia supera globalmente l'intensità di evapotraspirazione e di



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

infiltrazione, nonché le capacità di invaso naturali ed artificiali presenti nel bacino. Il ritardo con cui le portate così generatesi si presentano in alveo è strettamente correlato con i caratteri geomorfologici del bacino idrografico, quali la natura geologica del terreno, la destinazione d'uso del suolo, il tipo di coltura prevalente, il tipo e la consistenza della vegetazione, l'area di bacino, la pendenza dei versanti, la pendenza media dell'asta principale. Nel metodo della corrivazione si tiene conto degli effetti indotti dai parametri di bacino sulla formazione dei deflussi attraverso l'utilizzo di due parametri sintetici quali il tempo di corrivazione ed il coefficiente di deflusso.

Il T_c , ossia il tempo impiegato da un volume d'acqua a raggiungere la sezione di chiusura considerata dal punto del bacino idraulicamente più lontano, è calcolato attraverso l'utilizzo della formula proposta da Ventura (1905):

$$T_c = 0.127 * \sqrt{S} / \sqrt{i}$$

dove

T_c è il tempo di corrivazione (h)

S è la superficie del bacino (Km^2)

i è la pendenza media dell'asta principale (m/m)

Risulta:

$$T_c = 0.127 * \sqrt{0.7} / \sqrt{0.075} = 0.40 \text{ ore}$$

3.2 Valori di precipitazione di progetto

I valori della precipitazione di progetto sono stati invece ricavati con riferimento alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, stimate mediante trattazione statistica delle serie storiche di precipitazione per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore in alcune stazioni limitrofe al sito.

Le elaborazioni pluviometriche hanno consentito il calcolo della massima portata temibile con tempo di ritorno pari a 200 anni alle quali si è giunti tramite una modellazione afflussi/deflussi operata secondo l'analisi statistica di "Gumbel", ritenuta appropriata e bene applicabile al caso in studio.

$$P(h \leq \bar{h}) = e^{-e^{-\alpha(\bar{h}-u)}}$$



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

dove con $P(h \leq h_{med})$ si indica la probabilità di non superamento della variabile idrologica h di durata prefissata mentre i parametri α ed u sono i parametri della legge di Gumbel.

Si riportano nelle *tabelle 1-2-3* e nel grafico di *figura 1* i risultati ottenuti:

N =	10	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		42.56	52.04	63.38	75.00	88.68
$\sigma(h_t)$		26.30	25.57	23.72	26.94	30.61
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		30.72	40.53	52.70	62.88	74.91

Tabella 1: Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(ht)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(ht)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
200 anni	$h_{max} =$	139.29	146.08	150.63	174.08	201.26

Tabella 2: Altezze massime di pioggia regolarizzate

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
200 anni	→	$h=132.32xt^{0.1138}$

Tabella 3: Legge di pioggia



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

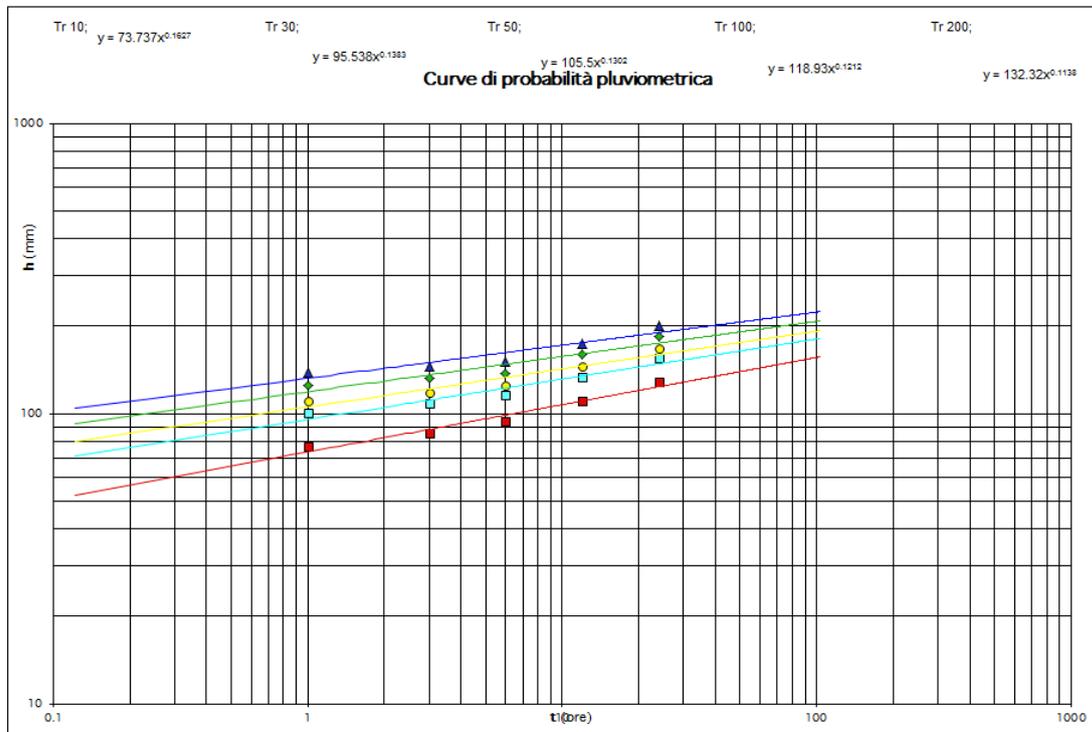


Figura 2: Curve di probabilità pluviometrica

Si è pervenuti ai seguenti valori di altezza critica di pioggia:

Tr (anni)	Legge di pioggia	Altezza di pioggia critica (mm)
200	$h = 132.32 * t^{0.1138}$	$h = 119.21$

Tabella 4: Determinazione altezza di pioggia critica

3.3 Coefficiente di deflusso

Non tutto il volume d'acqua che precipita sulla superficie del bacino contribuisce alla formazione dei deflussi superficiali, perché parte di esso si infiltra nel terreno o si invasa momentaneamente nelle depressioni superficiali per la particolare conformazione geomorfologica del bacino. Sono stati proposti diversi metodi per stimare il Coefficiente di deflusso, ossia il rapporto tra la quantità d'acqua defluita da una sezione di chiusura e la quantità d'acqua affluita nel bacino sotto forma di



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

precipitazione. Nel presente lavoro sono stati utilizzati i valori del coefficiente di deflusso proposti dalla FAO che pongono tale coefficiente in relazione a:

- natura dei terreni
- estensione e tipo di copertura vegetale

I terreni che hanno una buona permeabilità riducono il deflusso superficiale contribuendo ad aumentare la perdita per infiltrazione. La presenza di una fitta copertura vegetale rallenta il deflusso superficiale e favorisce quindi anch'essa l'infiltrazione.

<u>Tipo di suolo</u>	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

Tabella 5: valori del coefficiente C proposti dalla FAO per la formula razionale

È stato utilizzato un valore del coefficiente di deflusso $C = 0.40$ idoneo per depositi di medio-bassa permeabilità (medio impasto o simili).

3.4 Calcolo della portata di colmo alla sezione di chiusura

Per il calcolo della portata di colmo alla sezione di chiusura considerata è stata utilizzata la formula razionale:

$$Q = 0.278 C I (T_c, T_r) A$$

dove

Q è la portata al colmo in m^3/s

C è il coefficiente di deflusso medio del bacino

A è l'area del bacino in km^2

I è l'intensità di pioggia in mm/h

T_c è il tempo di corrivazione in ore

T_r è il tempo di ritorno dell'evento considerato

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T_r di quello dell'intensità di pioggia
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione T_c .

È fondamentale infine sottolineare come nel calcolo delle intensità di pioggia per il bacino in esame sia stato considerato, a vantaggio della sicurezza, un coefficiente di ragguaglio pari a 1.0 (coefficiente che considera l'effetto di riduzione dell'intensità di precipitazione legato all'estensione areale). Si perviene ai seguenti risultati:

condizione ante operam

Tr (anni)	Formola razionale	Massima portata di piena
200	$0.278 \cdot 0.40 \cdot 119.21 \cdot 0.7$	$Q_{max} = 9.28 \text{ m}^3/\text{s} = 9280 \text{ l/s}$

Tabella 6: Determinazione massima portata di piena

CONTRIBUTO AFFLUSSO

È stato valutato l'afflusso idrico all'interno del fosso, scaturito dal ruscellamento delle acque dei terreni soggetti alla costruzione dell'impianto fotovoltaico.

Tale contributo è stato stimato considerando l'area effettivamente impermeabilizzata (circa 15 ha), e ripetendo per tale area il calcolo di cui al precedente paragrafo (applicando in via cautelativa per tale area un coefficiente di deflusso pari a 1). Si ottiene

condizione post operam - area impermeabilizzata

Tr (anni)	Formola razionale	Massima portata di piena
200	$0.278 \cdot 119.21 \cdot 0.15$	$Q_{max} = 4.97 \text{ m}^3/\text{s} = 4970 \text{ l/s}$

Tabella 7: Determinazione massima portata di piena con impianto FV in esercizio - area impermeabilizzata

condizione post operam - area permeabile

Tr (anni)	Formola razionale	Massima portata di piena
200	$0.278 \cdot 0.40 \cdot 119.21 \cdot 0.55$	$Q_{max} = 7.29 \text{ m}^3/\text{s} = 7290 \text{ l/s}$

Tabella 8: Determinazione massima portata di piena con impianto FV in esercizio - area permeabile



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

Pertanto il massimo contributo che si avrà all'interno del fosso (tr_{200} anni) nella condizione post operam è stimabile intorno a $12.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ($4.97 + 7.29 \text{ m}^3/\text{s}$).

ANALISI IDRAULICA

Dopo aver definito la massima portata di piena (con impianto fotovoltaico in esercizio) al Tempo di ritorno di 200 anni, si è proceduto alla stima dimensionale della sezione smaltente in coincidenza del settore di utilizzo della stessa.

Il Fosso scorre su un alveo il cui fondo e il tratto inferiore delle due sponde è costituito da terra erbosa e vegetazione. Dal punto di vista morfologico l'alveo è assimilabile ad una forma grossomodo a "trapezio" (vedi figura 1).

Per il calcolo della portata limite si è utilizzata la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q_{lim} = A K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

dove

A è l'area della sezione bagnata (m^2)

K_s è il coefficiente di scabrezza

R è il raggio idraulico (m)

i è la pendenza nel tratto di condotta considerato (m/m)

Risulta (vedi scheda di calcolo allegata):

$$Q_{lim \text{ sez. trapezia}} = 25.53 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dai calcoli effettuati risulta che il Fosso in esame presenta una portata limite in alveo (Tr_{200} anni) di $25.53 \text{ m}^3/\text{s}$, oltre la quale avviene l'esonazione. Paragonando la Q_{lim} così ottenuta con la portata di progetto $12.3 \text{ m}^3/\text{s}$ (derivante dalla realizzazione del campo FV), si evince che non avviene l'esonazione del fosso.

La verifica della sezione considerata garantisce un deflusso della massa d'acqua per la portata di colmo stimata al tempo di ritorno di 200 anni. Le sezioni di deflusso sono in grado di contenere portate sino ad un massimo valore di $25.53 \text{ m}^3/\text{s}$.



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

Infatti:

$$Q_{\text{lim sez. trapezia}} = 25.53 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{max Tr200 post operam}} = 12.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Per un maggior dettaglio sull'analisi idraulica effettuata si rimanda alla visione della scheda di verifica allegata (in calce al presente elaborato).



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

CONCLUSIONI

Dallo studio idrologico per lo smaltimento del carico idraulico dei terreni interessati alla costruzione di un impianto fotovoltaico, è possibile affermare quanto segue:

- le aree destinate alla realizzazione dell'impianto si estendono per circa 0.57 Km², e si collocano all'interno di un territorio a morfologia collinare con quote topografiche comprese tra 315 e 214 m s.l.m.;
- il bacino idrografico di riferimento alla sezione di chiusura considerata presenta una estensione di circa 0.7 Km²;
- in base alla cartografia attualmente disponibile nel Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico P.A.I. dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, il sito ricade all'interno di alcune aree sottoposte a tutela per pericolo di frana; si raccomanda, nel corso del successivo iter progettuale, di eseguire mirati approfondimenti di indagine volti a valutare la stabilità dei luoghi;
- in base alle informazioni ricavate dai dati bibliografici le principali litologie affioranti nell'area sono riconducibili a litotipi di natura piroclastica (cineriti ocracee o rossicce / colate piroclastiche) e (nei settori "di monte") torbiditi prevalentemente arenacee;
- la portata media di deflusso del fosso interessato alla ricezione delle acque è pari a circa 24 l/s;
- Dai calcoli effettuati risulta che il Fosso in esame presenta una portata limite in alveo (Tr 200 anni) di 25.53 m³/s, oltre la quale avviene l'esondazione. Paragonando la Q_{lim} così ottenuta con la portata di progetto di 12.3 m³/s (incluso il contributo relativo al ruscellamento delle acque nell'area destinata alla realizzazione dell'impianto) si evince che non avviene l'esondazione del Fosso.
- *Si raccomanda di eseguire periodiche operazioni di pulizia in alveo, in modo da garantire sempre l'efficienza idraulica del fosso.*

Frosinone, 14 Dicembre 2021

Dott. Geol. Enrico Tallini





Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. MARIA DI PUGLIANO", Comune di Paliano (FR)
Tipologia di lavoro	Caratterizzazione idrogeologica ed idrologica

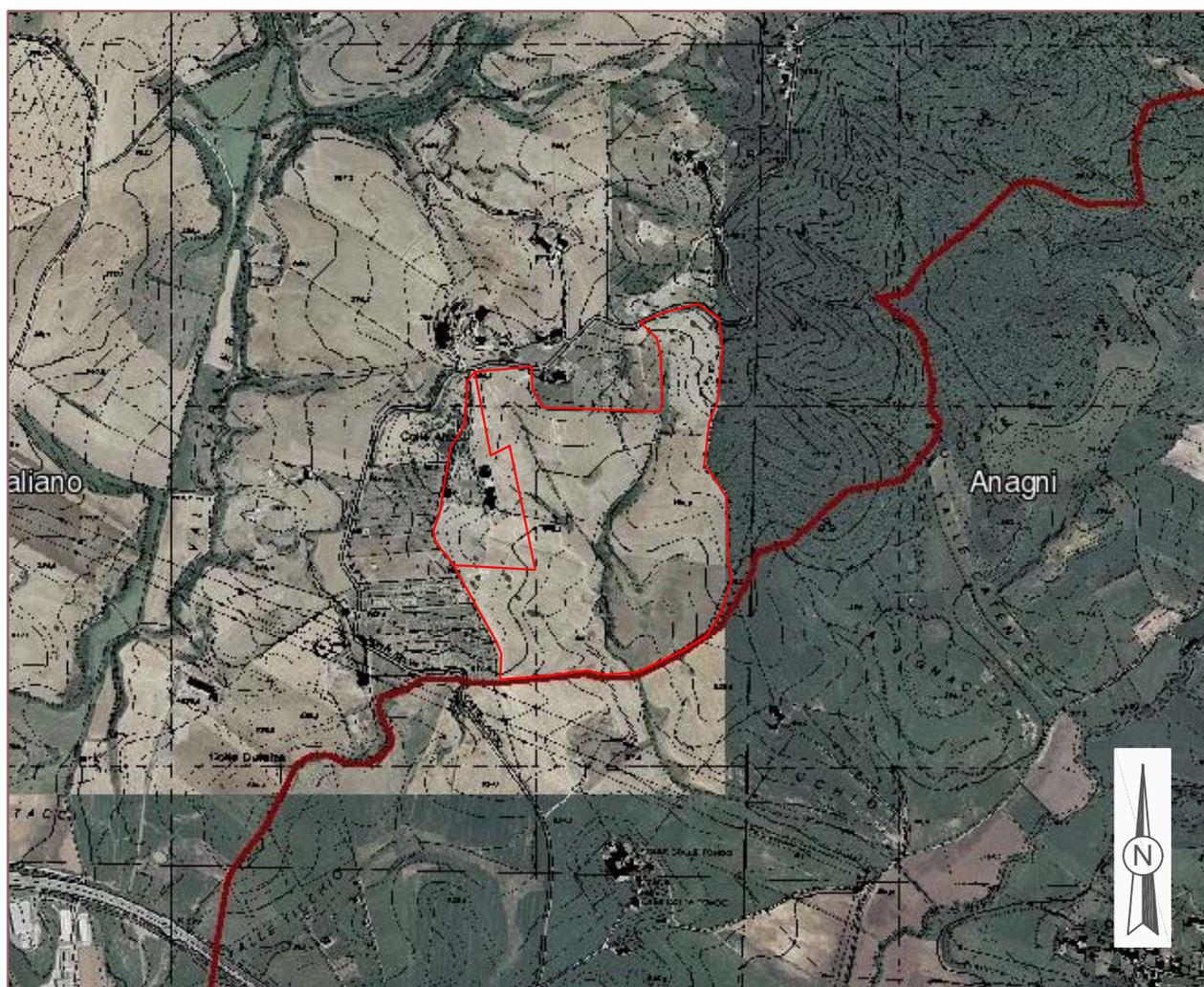
ELENCO ALLEGATI

- Tavola n. 1: Corografia generale (SIT Provincia di Frosinone), in scala 1:20.000;
- Tavola n. 2: Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000;
- Tavola n. 3: Stralcio Carta Geologica d'Italia, Foglio 389 "Anagni";
- Tavola n. 4: Stralcio cartografia PAI rischio frana;
- Tavola n. 5: Stralcio cartografia PAI rischio alluvione;
- Tavola n. 6: Stralcio Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio;
- Tavola n. 7: Carta dell'idrografia di superficie – scala 1:10.000;
- Tavola n. 8: Stralcio cartografia vincolo idrogeologico;
- *Risultati analisi idraulica*

Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano

COROGRAFIA GENERALE

da cartografia SIT Provincia di Frosinone



LEGENDA

 Area di studio

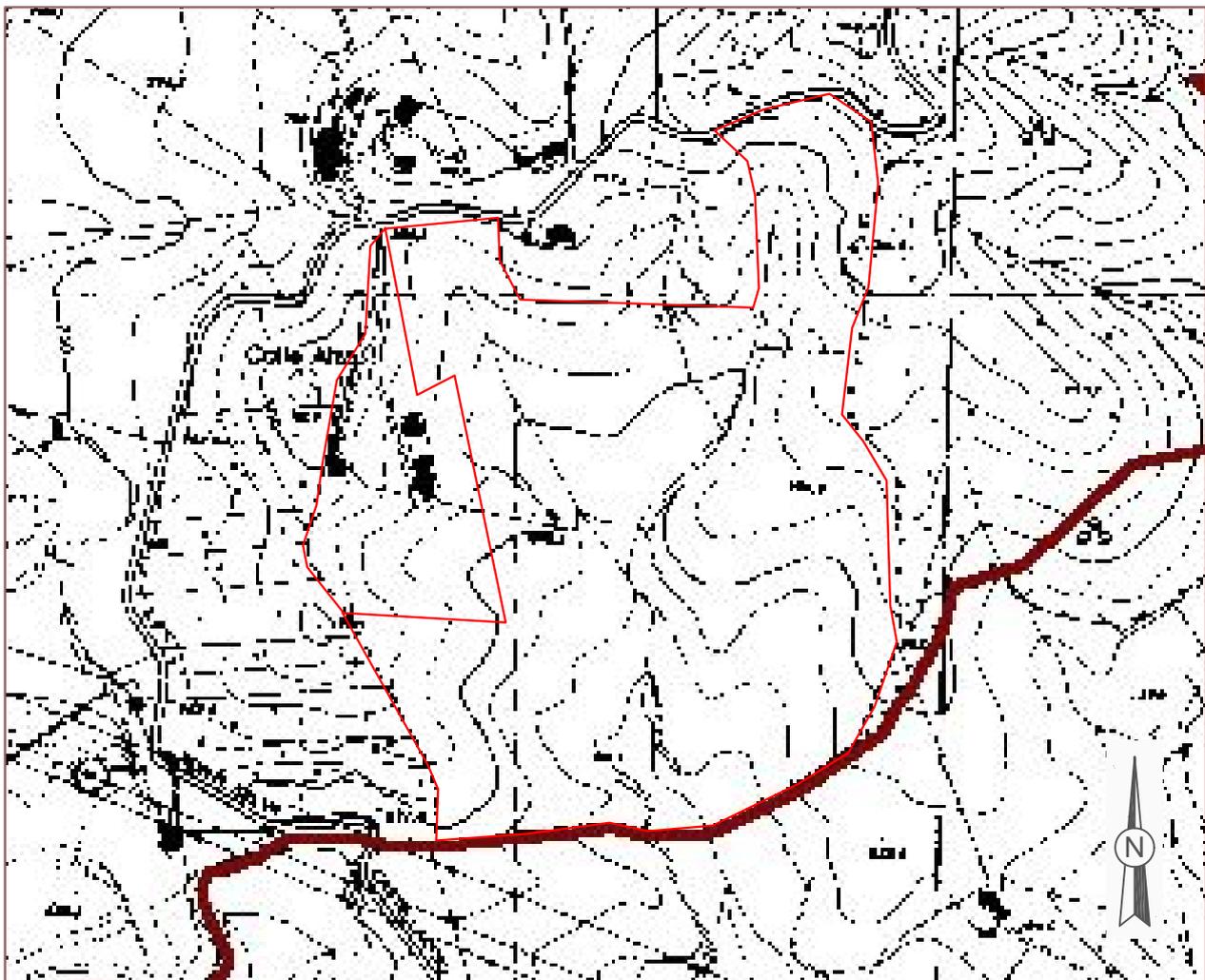
Titolo	Corografia generale	
Scala	1:20.000	Allegato n° 1



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano

CARTA TECNICA REGIONALE

Scala 1:10.000



LEGENDA

 Area di studio

Titolo	Carta Tecnica Regionale	
Scala	1:10.000	Allegato n° 2

Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano

STRALCIO CARTA GEOLOGICA D'ITALIA Foglio n.389 "Anagni"



ne - O l o c e n e

- 

7 Cineriti ocracee o rosicce, interessate da avanzati processi di pedogenizzazione, sovrastanti od eteropiche alle unità vulcaniche dell'alta e media valle del F. Secco.
- VULCANISMO DELL'ALTA VALLE DEL F. SACCO:
- 

8 Colata piroclastica di natura leucitica, giallognola, litoida e veculare, con matrice da cineritica e micropomice; alla base nerasta e di aspetto "piperoide".
- 

9 Cineriti a granulometria da silicea ad arenitica, intercalate alle colate piroclastiche.

UNITÀ ARENACEO-PELITICA DELLA VALLE DEL F. SACCO:

Torbidi arenaceo-argilose in alternanze ritmiche, in strati piano-paralleli sottili; sequenze di BOUMA più frequenti (Ca); rare strutture da corrente. (Marroni) (M3).

Torbidi arenaceo-argilose in alternanze ritmiche, in strati piano-paralleli da medi a molto spessi; sequenze di BOUMA talora complete; frequenti strutture da corrente. (Ferentino) (M1).

Torbidi prevalentemente arenacee in strati molto spessi, amalgamati, frequentemente non gradati, con rare strutture da corrente. Intercalazioni di alternanze ritmiche torbidiche arenaceo-argilose, in strati piano-paralleli medi e spessi; prevalenti sequenze di BOUMA Tbc e frequenti strutture da corrente. (Anagni-Macchia il Castello) (M1).

Torbidi arenacee in strati molto spessi e amalgamati, non gradati, con rari livelli arenaceo-argilosi in strati medi; rarissime strutture da corrente. (M. S. Marino) (M2).

(Zona a *Globorotalia menardii* - subzona a *G. meretumida* e subzona a *G. ventrina* e *Globigerina nepathes* p.p.)

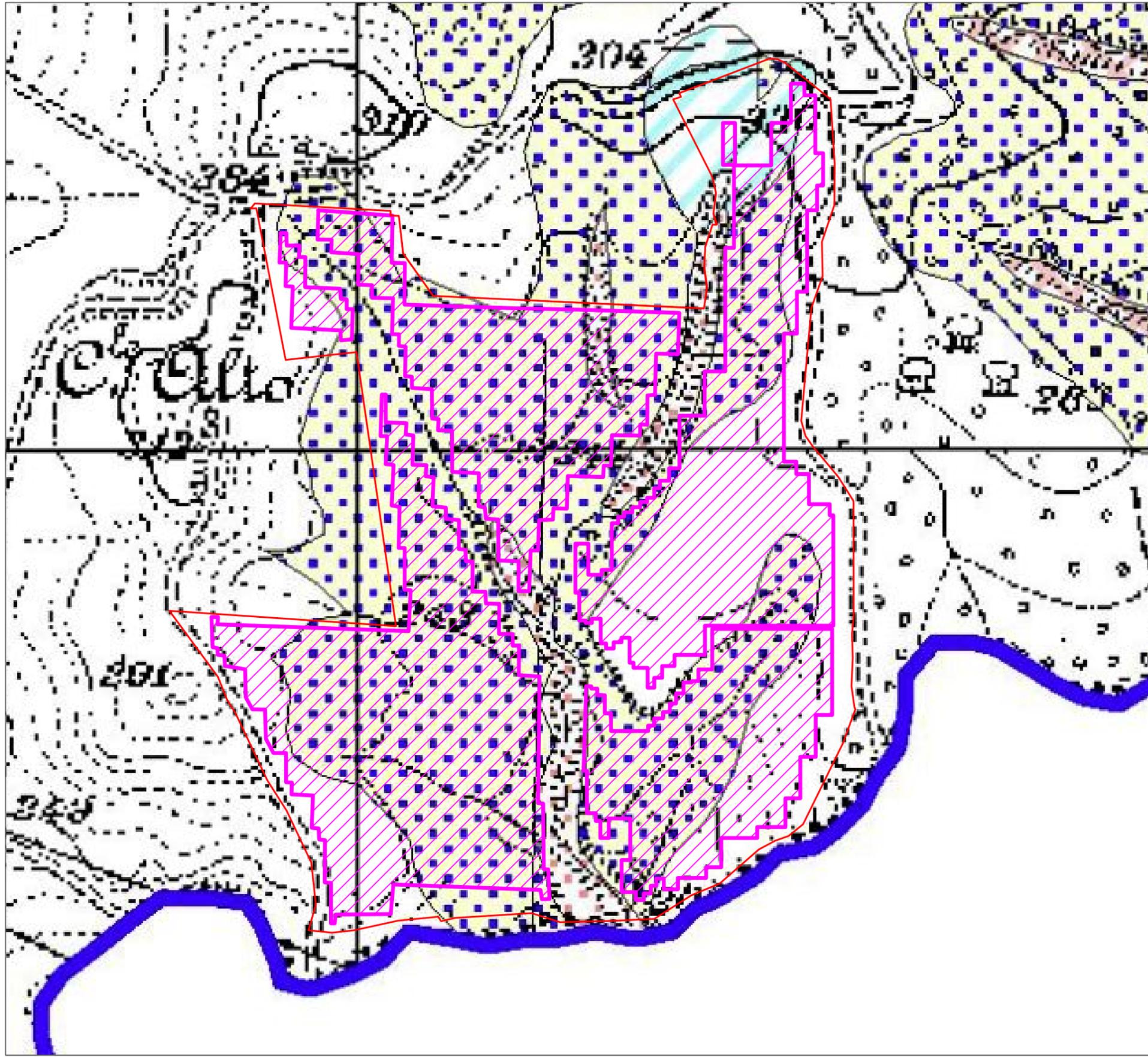
TORTONIANO p.p.



Area di studio

Titolo	Stralcio Carta geologica d'Italia	
Scala		Allegato n° 3

Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano



- AREA A RISCHIO MEDIO - R2**
Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- AREA A RISCHIO MODERATO - R1**
Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.
- AREA DI ALTA ATTENZIONE - A4**
Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta.
- AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A3**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva e massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.
- AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A2**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.
- AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A1**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.
- AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - R3**
Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
- AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - A P3**
Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
- AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - R P3**
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
- AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - A P3**
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
- Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/98 - C1.**
- Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP. 11/3/98) - C2**

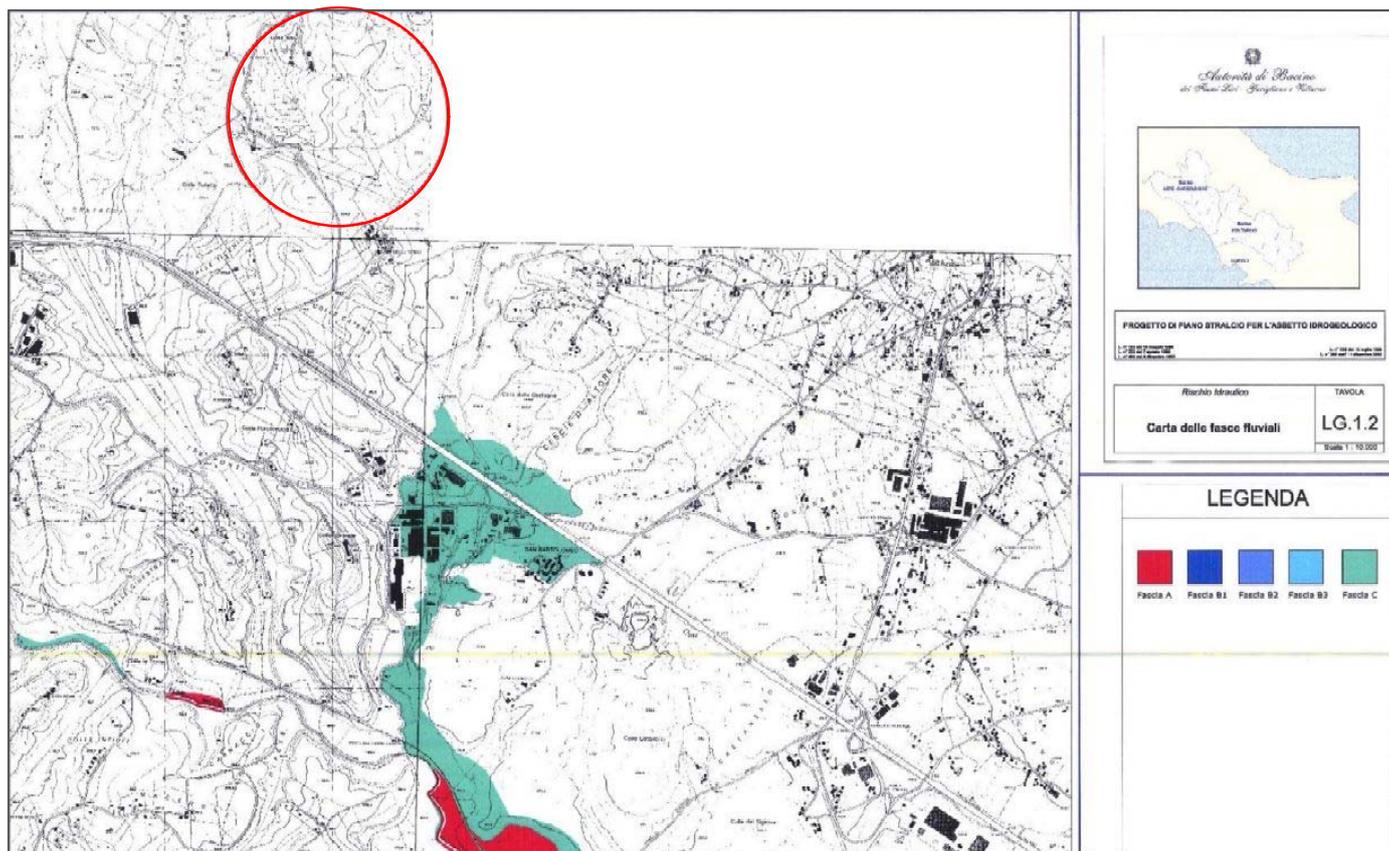
- Settori realizzazione pannelli**
- Area di studio**

Titolo	Cartografia PAI	
Scala	1:5.000	Allegato n° 4



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano

STRALCIO CARTA PAI RISCHIO ALLUVIONE



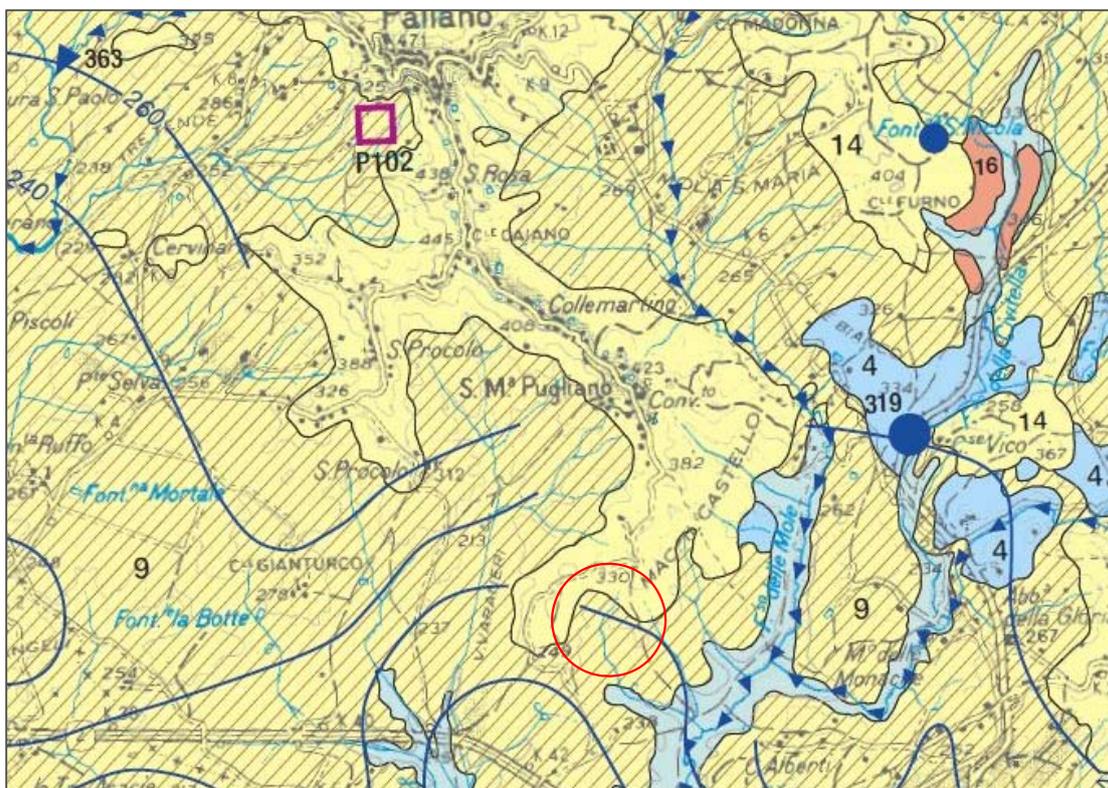
Ubicazione del sito (non rientra in zone perimetrate PAI)

Titolo	Stralcio Carta PAI rischio alluvioni	
Scala		Allegato n° 5



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano

STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LAZIO



14

COMPLESSO DEI FLYSCH MARNOSO-ARENACEI - *potenzialità acquifera medio bassa*

Associazioni arenaceo-conglomeratiche, arenacee e subordinatamente arenaceo-pelitiche (Flysch della Laga, Macigno e formazione Marnoso Arenacea) (MIOCENE MEDIO - SUP). Associazione pelitico-arenacea in strati da sottili a medi (Flysch di Frosinone e formazione marnoso-arenacea) (Miocene medio-superiore). Spessore di alcune centinaia di metri. Il complesso, privo di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale, può ospitare falde locali e discontinue all'interno degli orizzonti calcarenitici fratturati.

9

COMPLESSO DEI TUFI STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE - *potenzialità acquifera bassa*

Tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica (PLEISTOCENE). I termini del complesso si presentano interdigitati tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definirne lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.



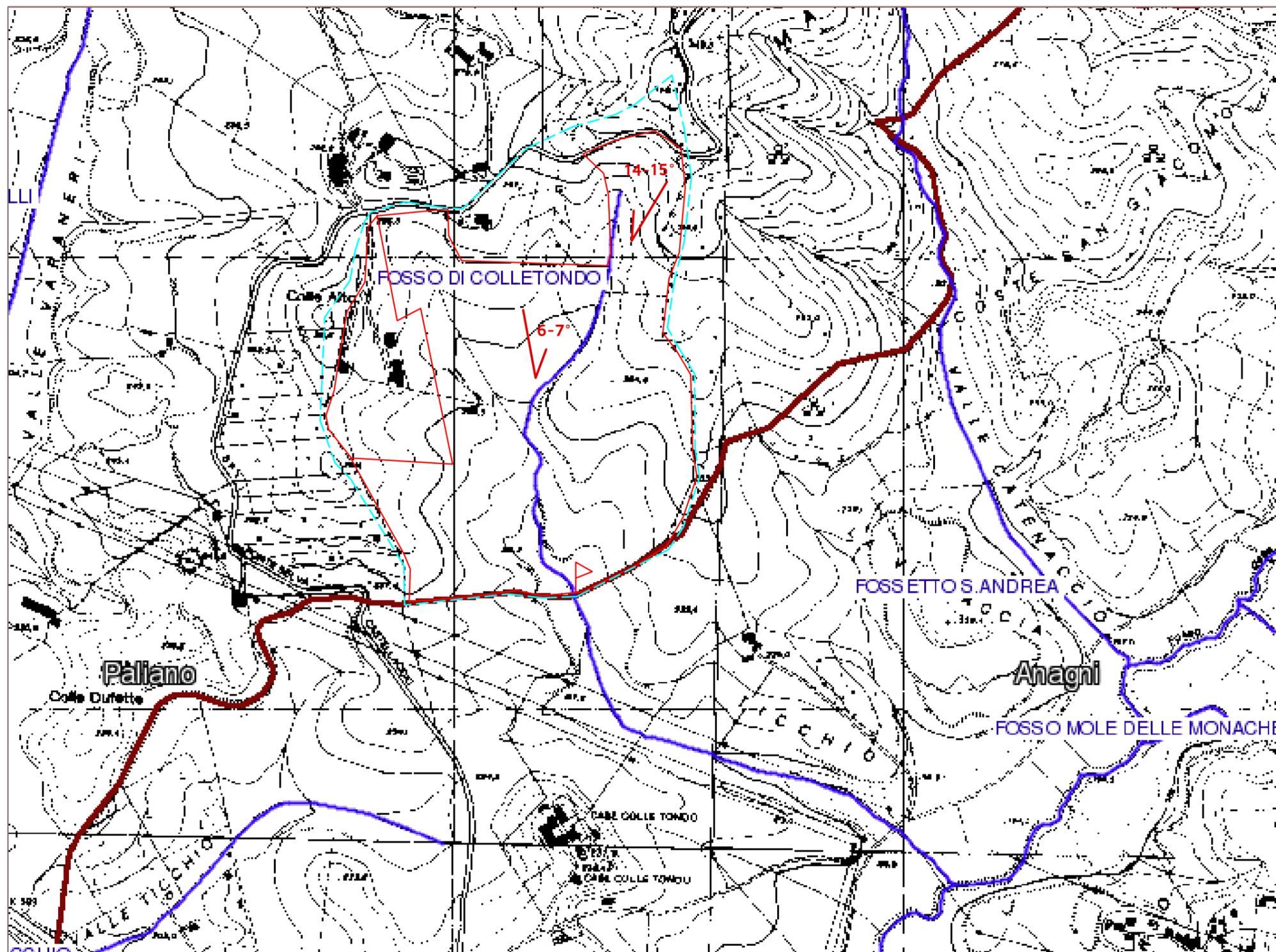
Area di studio

Titolo	Stralcio Carta idrogeologica del territorio della Regione Lazio
Scala	Allegato n° 6



CARTA DELL'IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano



LEGENDA

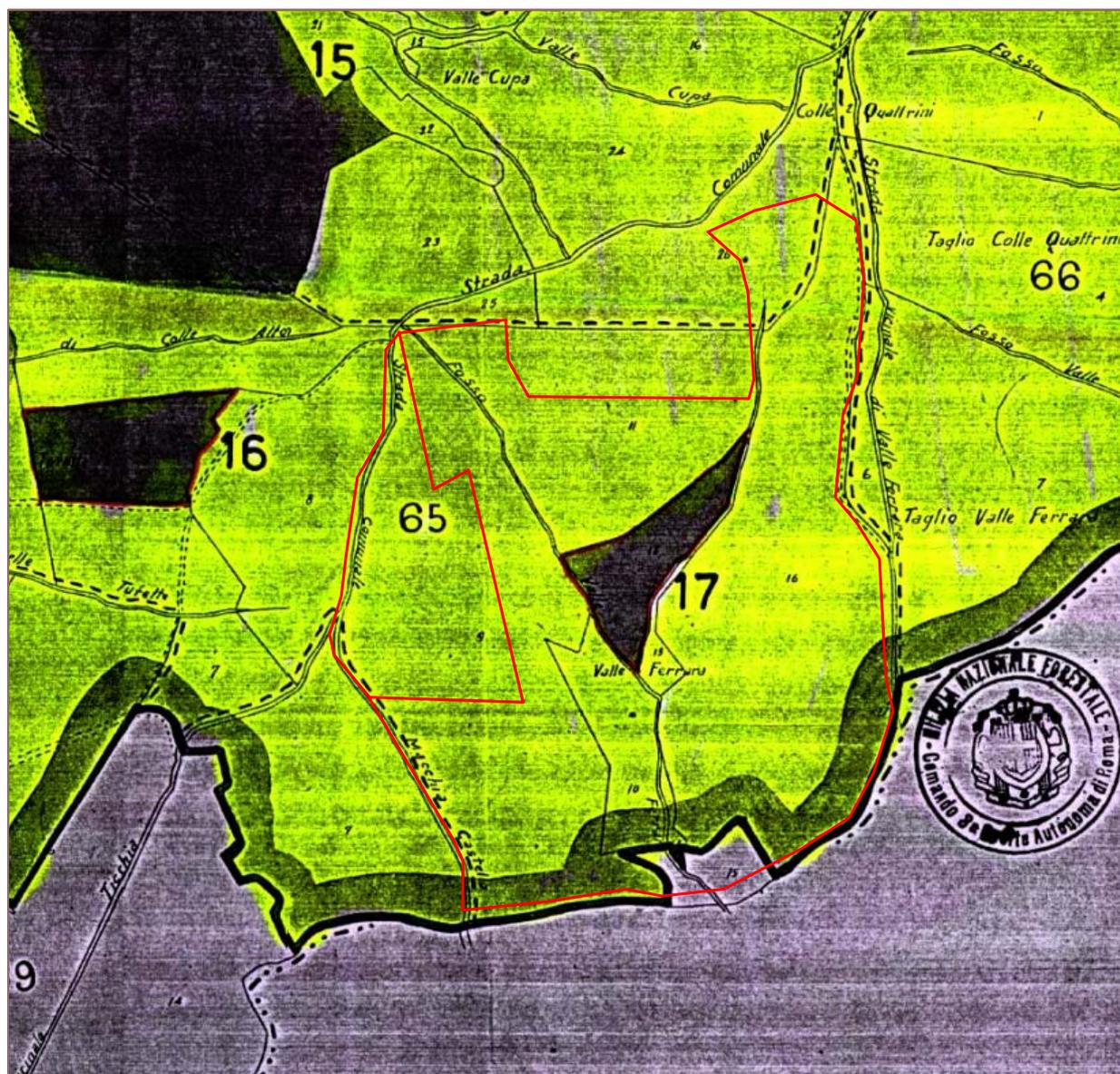
- Area realizzazione campo fotovoltaico
- Bacino idrografico di riferimento
- Sezione di chiusura considerata per la verifica idraulica
- Pendenze medie
- Reticolo idrografico

Titolo	Carta dell'idrografia di superficie	
Scala	1:10.000	Allegato n° 7



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano

STRALCIO CARTOGRAFIA VINCOLO IDROGEOLOGICO



 Area di studio

Titolo	Stralcio Cartografia Vincolo Idrogeologico	
Scala	1:10.000	Allegato n° 8



Data	Dicembre 2021
Committente	SOLAR PV1 SRL
Cantiere	"S. Maria di Pugliano", Comune di Paliano

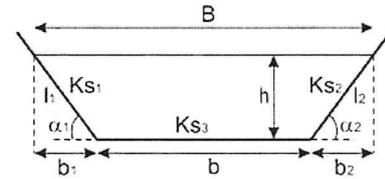
VERIFICA IDRAULICA

Titolo	Verifica Idraulica	
Scala		Allegato n° 8

VERIFICA DELLA SEZIONE IDRAULICA

Geometria della sezione:

b: 1.00 metri
 h: 1.50 metri
 a1: 55.00 gradi
 a2: 55.00 gradi



Coefficiente di scabrezza:

Metodo: Gauckler-Strickler

Ks1: 40.00 [m^{1/3}/s]
 Ks2: 40.00 [m^{1/3}/s]
 Ks3: 40.00 [m^{1/3}/s]
 KsEq: 40.00 [m^{1/3}/s]

Portata di progetto:

Qp: 12.30 [m³/s]

Valori calcolati per la sezione:

P: 4.66 m
 A: 3.08 m²
 Rh: 0.66 m
 Q: 25.53 m³/s

Inclinazione del canale:

if: 0.075 [%]

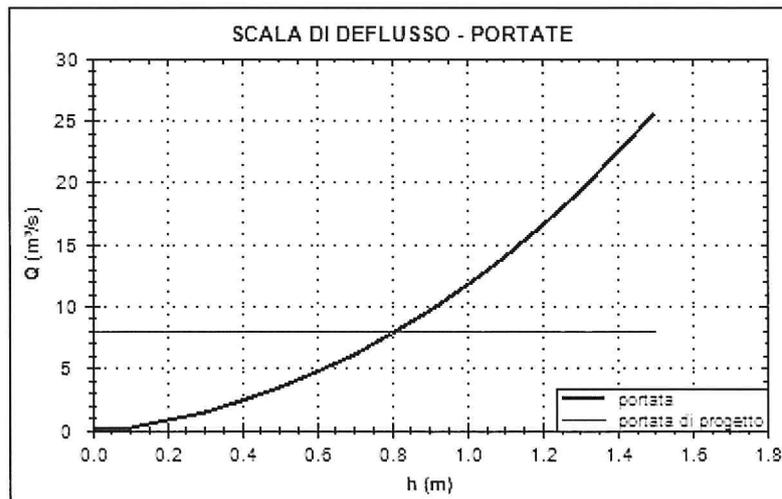
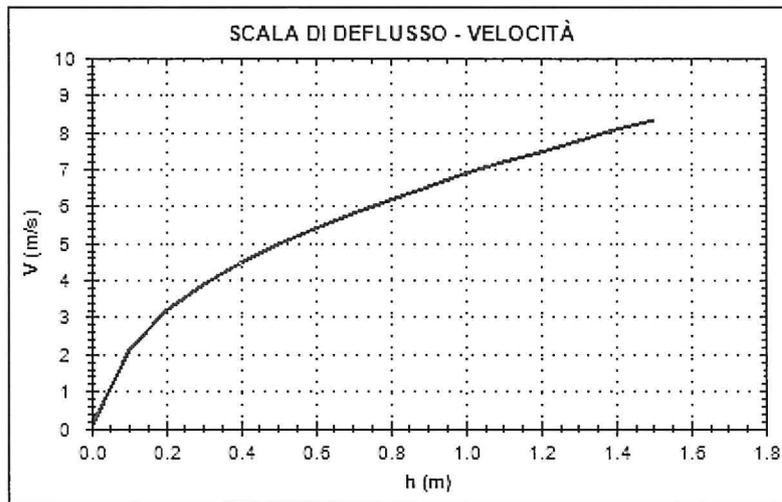


TABELLA DI CALCOLO - SEZIONI IDRAULICHE

h [m]	P [m]	A [m²]	Rh [m]	V [m/s]	Q [m³/s]
0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.100	1.244	0.107	0.086	2.134	0.228
0.200	1.488	0.228	0.153	3.136	0.715
0.300	1.732	0.363	0.210	3.865	1.403
0.400	1.977	0.512	0.259	4.452	2.279
0.500	2.221	0.675	0.304	4.952	3.343
0.600	2.465	0.852	0.346	5.396	4.597
0.700	2.709	1.043	0.385	5.798	6.048
0.800	2.953	1.248	0.423	6.169	7.700
0.900	3.197	1.467	0.459	6.517	9.562
1.000	3.442	1.700	0.494	6.846	11.639
1.100	3.686	1.947	0.528	7.159	13.941
1.200	3.930	2.208	0.562	7.460	16.473
1.300	4.174	2.483	0.595	7.749	19.244
1.400	4.418	2.772	0.628	8.029	22.260
1.500	4.662	3.075	0.660	8.301	25.529