

RELAZIONE SULLA INVARIANZA IDRAULICA

**IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO COMUNE DI ROMA
(RM)**

Via Monte Carnevale - Via Castel Malnome (Ponte Galeria)

**MALNOME SOLARE - IMPIANTO FOTOVOLTAICO A
TERRA DELLA POTENZA NOMINALE DI CIRCA 8,61 MWP**

SF Ele I S.r.l.

P.IVA 02403350560

Via Cantorriovo 44/C 01021

sfele1@pec.it



www.solarfields.it



PREMESSA	1
1. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	2
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
2.1 LAYOUT IMPIANTO	8
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	10
3.1 PAI – PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	10
3.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL’AREA	12
3.3 IDROGEOLOGIA	13
4. INVARIANZA IDRAULICA	15
4.1 VALUTAZIONE INVARIANZA.....	17
4.2 MISURE MITIGATIVE	20
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	22
6. BIBLIOGRAFIA, RIFERIMENTI E FONTI	23

Elenco delle Figure:

Figura 1 – Zona interessata dal progetto su base satellitare.....	2
Figura 2 – Zona interessata dal progetto su base CTRN	2
Figura 3 – Layout di impianto SETTORE A.....	8
Figura 4 – Layout di impianto SETTORE B.....	9
Figura 5 – Layout di impianto SETTORE C.....	9
Figura 6 - Stralcio tavole T106-T108 P del Piano di Gestione Rischio Alluvioni Appennino Centrale: mappa della pericolosità idraulica.....	10
Figura 7 - Stralcio tavole T106-T108 R del Piano di Gestione Rischio Alluvioni Appennino Centrale: mappa rischio idraulico.....	11
Figura 8 - Stralcio tavole 2.12 Nord dell’Autorità dei Bacini Regionali del Lazio: aree sottoposte a tutela per pericolo d’inondazione e di frana e aree di attenzione per pericolo d’inondazione e di frana	11
Figura 9 – Stralcio della carta geolitologica del territorio di Roma Capitale, scala 1:50000. In verde i lotti di terreno interessati dal progetto.....	13
Figura 10 – Stralcio Carta Idrogeologica di Roma 1:50000	14
Figura 11 – DTM area di studio	21
Figura 11 – Carta del flusso idrografico e delle pendenze	21
Figura 12 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Ponte Galeria per evento di durata di 2h e $T_r = 30$ anni.....	25

PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto di un impianto fotovoltaico di taglia industriale da realizzarsi nel Comune di Roma (RM) ed ha lo scopo di garantire l'invarianza idraulica in maniera tale da verificare che la trasformazione del suolo non aggravi la portata del reticolo idrografico evitando di incrementare potenziali situazioni di rischio e conservando l'equilibrio idraulico dello stato dei luoghi.

La relazione è stata redatta in ottemperanza a quanto previsto dalle "*Linee guida sull'invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali*" approvate dalla Regione Lazio con Deliberazione n. 117 del 24/03/2020, come previsto dal D. Lgs 49/2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni".

I moduli sono in silicio monocristallino caratterizzati da una potenza nominale di 620 Wp e inverter centralizzati. L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia) e costituito da 3 settori, in località Ponte Galeria, che saranno allacciati alla rete MT Areti tramite la realizzazione di circa 3 km di cavidotti interrati MT in antenna su strada interpodereale e pubblica e di una nuova Cabina di Consegna, ubicata sui terreni nella disponibilità del proponente, allacciata alla Cabina Primaria Raffinerie e che collegheranno l'impianto alla dorsale MT Ottolenghi alimentata dalla Cabina Primaria Ponte Galeria.

I sistemi fotovoltaici sono costituiti da moduli, telai per sostenere i pannelli ed infrastrutture elettriche. I pannelli sono montati su telai strutturali in acciaio o alluminio in maniera tale da permettere di assumere la giusta angolazione e orientazione rispetto al sole. I pannelli sono collegati con cavi elettrici e cablaggi fuori terra per trasportare l'elettricità generata corrente continua (DC). La DC viene convertita in corrente alternata attraverso un inverter e la corrente passa quindi attraverso un trasformatore per aumentare la tensione in modo che corrisponda alla tensione della linea di collegamento. I telai di pannelli solari sono tipicamente ancorati a terra tramite dei pali infissi nel terreno. Se è richiesta una trincea di utilità per linee ad alta tensione la profondità di scavo sarebbe limitato tra 80 cm e 120 cm.

1. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

L'area in oggetto ricade nel settore Sud Ovest della città di Roma a Sud-Ovest del quartiere "Ponte Malnome", ad una distanza di quasi 2,5 km dal Piana del Sole e a 3 km circa dalla Discarica di Malagrotta. Il sito è collegato tramite la strada denominata via Monte Carnevale. Il sito ricade in una sottozona agricola del P.R.G. vigente. Dal punto di vista morfologico il terreno si presenta ondulato e l'altimetria varia tra 22 e 63 m s.l.m..



Figura 1 – Zona interessata dal progetto su base satellitare

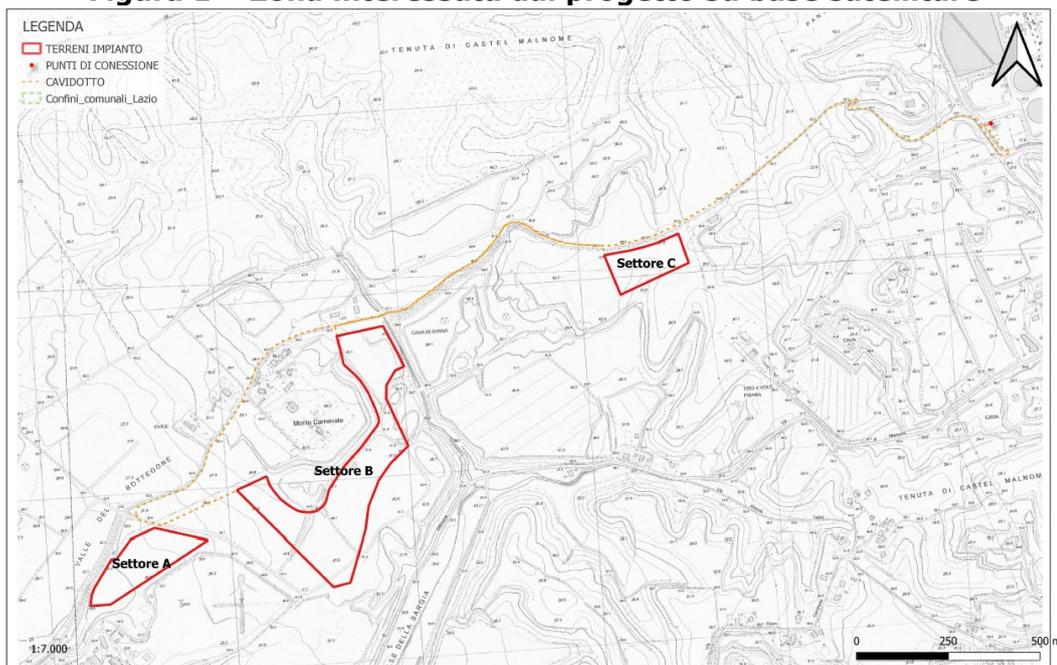


Figura 2 – Zona interessata dal progetto su base CTRN

Le aree sono identificate al Catasto del Comune di Roma ai Fogli 745 particella 334,335,336,337,344,345,348,349,350,326,323 (Settore A e B); Foglio 744 particella 245 (Settore C). Il Cavidotto MT interessa le seguenti particelle: Fogli 744-745, particelle 332 (A) Roma Sez. D. L'area occupata dall'impianto è circa 14,5 ha.

L'area effettivamente coperta dall'impianto è di 4,1 ha. Questo dato comprende le superfici dei cabinati e quella dei moduli/trackers infissi in terra per un indice di copertura di circa il 30% rispetto a quella opzionata. Il parametro è importante da sottolineare, poiché resta libera e a verde il 80% dell'estensione.

Nella cartografia ufficiale l'impianto è individuato nei seguenti riferimenti:

- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (CTR):
 - Foglio 373;
- Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:5.000 (CTRN):
 - elemento 373122; elemento 373161;

I terreni su cui insiste il progetto sono liberi da vincoli archeologici, naturalistici, paesaggistici, di tutela dell'ambiente idrico superficiale e profondo.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto fotovoltaico sarà installato su di una superficie di 14,5 ettari e sarà costituito da pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino della potenza unitaria di 620 Wp; i moduli previsti sono **Jinko Tiger Pro N-Type 590-610-620 W**.

Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP65 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti. I moduli scelti sono forniti di cornice e con garanzia di una potenza non inferiore al 90% del valore iniziale dopo 10 anni di funzionamento ed all'80% dopo 25 anni. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc. La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà

messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica. I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento mono-assiale (tracker) in configurazione monofilare ed ogni tracker sarà composto da 14/28 moduli. **I pannelli fotovoltaici avranno dimensioni di 2384 mm X 1303 mm X 35 mm ciascuno.** Il progetto prevede l'installazione di 496 tracker (ovvero 13888 moduli), per una potenza complessiva installata di 4,936 MWp. Le strutture di sostegno (infiggite al suolo) e di movimento dei tracker saranno in acciaio galvanizzato secondo normativa ISO 1461:2009.

L'utilizzo di tali strutture permetterà innanzitutto di avere altezze limitate e soprattutto di dismettere i pali, una volta terminata la vita utile dell'impianto, in maniera semplice e veloce senza intervenire sull'assetto del terreno su cui sono poggiati.

L'altezza totale delle strutture (H) dal suolo sarà di 4,50 mt mentre l'infiggione sarà pari a 1,20 mt;

L'altezza minima da terra (D) è 0,4 m.



La distanza tra i tracker (I) verrà impostata in base alle specifiche del progetto al fine di ottenere il valore desiderato GCR (Global Currency Reserve) e rispettare i limiti del progetto, poiché TRJ è un tracker indipendente di file, non ci sono limitazioni tecniche.



L'allegato tecnico "Schema elettrico unifilare generale" del Progetto riporta lo schema elettrico unifilare generale a partire dal quale è possibile evidenziare le principali funzioni svolte dai sottosistemi ed apparecchiature costituenti l'impianto stesso.

Il generatore fotovoltaico, composto da moduli in silicio monocristallino ed inverter centralizzati, è riportato nello schema unifilare con le caratteristiche dettagliate nei relativi datasheet allegati al Progetto. Le stringhe fotovoltaiche di ciascun sottocampo saranno connesse in parallelo attraverso un quadro di sottocampo come messo in evidenza nello schema unifilare allegato.

L'involucro esterno dell'inverter è in grado di resistere alla penetrazione di solidi e liquidi con grado di protezione IP65. L'inverter è predisposto per un sistema di monitoraggio locale ed un'interfaccia per essere collegato al sistema di monitoraggio e acquisizione dati dell'impianto.

SCHEDA DI SINTESI DEL PROGETTO

<u>Dati amministrativi progetto</u>
Titolo del progetto: "Malnome Solare - Impianto Fotovoltaico a terra della Potenza Nominale di circa 8,61 Mwp connesso alla Areti (Acea)
Costo complessivo dell'opera (vedere Computo metrico allegato)
Provincia di Roma
Comune di Roma
Località Via Monte Carnevale - Via Castel Malnome (Ponte Galeria)
PRG vigente, adottato dal Consiglio Comunale con deliberazione n. 33 del 19/03/2003, e approvato con delibera n.18 del C.C. del 12/02/2008
Destinazione di PRG: Sistema ambientale - Agro romano - Aree agricole (Carta "Sistema e regole 3.15)
Catasto NCT Comune di Roma sez. D (RM) (dettaglio su Piani Particellari allegati). Settore A e B: Foglio 745 particelle 334,335,336,337,344,345,348,349,350,326,323. Settore C: Foglio 744 particella 275. cavidotto MT: 745-744-332(A) Roma Sez.D, Cabina di Consegna: Foglio 745 Part 332,343.
Coordinate Lat/Lon: Settore A Lat: 41.842000° N - Long: 12.293000° E; Settore B Lat: 41.844200° N - Long: 12.300300° E- Settore C Lat: 41.849000° N - Long: 12.310000° E (confrontare file Kmz allegati)
Altitudine media: 45 m s.l.m.
Fogli CTR: 373122 - 373161
<u>Descrizione sintetica del progetto:</u>
Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra da circa 8,61 Mwp di potenza, i moduli sono in silicio cristallino caratterizzati da una potenza nominale di 620 Wp e inverter centralizzati. I moduli fotovoltaici saranno posati a terra tramite idonee strutture in acciaio zincato con inseguimento mono-assiale disposti in file parallele opportunamente distanziate onde evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco. L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia) e costituito da 3 settori, in località Ponte Galeria, che saranno allacciati alla rete MT Areti tramite la realizzazione di circa 3 km di cavidotti interrati MT in antenna su strada interpoderale e pubblica e

di una nuova Cabina di Consegna, ubicata sui terreni nella disponibilità del proponente, allacciata alla Cabina Primaria Raffinerie e che collegheranno l'impianto alla dorsale MT Ottolenghi alimentata dalla Cabina Primaria Ponte Galeria.

Dati tecnici impianto:

Superficie recintata dall'impianto: 14,5 ha + 3,5 ha di mitigazione perimetrale esterna

Superficie effettiva occupata da moduli e cabine (circa 28,5%): circa 4,1 ha

Potenza complessiva: **circa 8,61 MWp**

Produzione annua stimata: 14.450.000kWh

Modalità di connessione: media tensione in antenna

Campi: Settore A (2MWp su 2,9ha), Settore B (5,4MWp su 9,6ha) e Settore C (1,21MWp su 2ha)

Locali tecnici: inverter distribuiti di stringa del tipo SUN2000-185KTL-H1, 3 cabine trafo MT di dimensioni altezza fuori terra 2,55 m, superficie 21,235 mq ognuna, 3 control room, 3 depositi materiale, 1 cabina di consegna di dimensioni come da standard Areti (vedere relativo data sheet)

Inverter: di stringa distribuiti

Orientamento inseguitori: est-ovest (impianto a inseguimento monoassiale)

Inclinazione moduli: variabile

Fattore riduzione ombre: 5%

Monitoraggio: control room

Manutenzione: taglio erba

Accessi: esistenti, su viabilità sterrata interpodereale esistente e strade comunali

Tipologia celle: silicio monocristallino

Potenza moduli: 620 Wp

Distanza tra le file: 5,5 m

Altezza minima da terra: 0,4 m - Altezza massima da terra: fino a 2,4 m

Ancoraggio a terra: pali in acciaio zincato infissi direttamente nel terreno

Durata dell'impianto: 50 anni

Rendimento: PR (Performance Ratio) di circa l'85%, con efficienza dei moduli fotovoltaici superiore all'80% dopo il 25° anno.

Dati tecnici recinzione:

Tipologia: rete metallica plastificata

Dimensioni: fino a 2,5 m fuori terra

Ancoraggio: pali di legno infissi direttamente nel terreno

Ponti ecologici: 20 x 100 cm, ogni 100 m

illuminazione: luci ogni 40-50 m attivate da intrusione/allarme

Allarme: rilevatori volumetrici collegati con le luci e videocamere sorveglianza

Connessione Rete Nazionale:

L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia) e costituito da 3 settori, in località Ponte Galeria, che saranno allacciati alla rete MT Areti tramite la realizzazione di circa 3 km di cavidotti interrati MT in antenna su strada interpoderale e pubblica e di una nuova Cabina di Consegna, ubicata sui terreni nella disponibilità del proponente, allacciata alla Cabina Primaria Raffinerie e che collegheranno l'impianto alla dorsale MT Ottolenghi alimentata dalla Cabina Primaria Ponte Galeria. Sono inoltre previsti circa 2,1Km di cavidotti MT interni di collegamento tra i settori d'impianto.

Tipologia allaccio: allaccio alla rete di Distribuzione tramite la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT Raffinerie con cavidotto in doppia terna.

2.1 Layout impianto

Nel Layout sono indicati i locali tecnici dell'impianto che vengono considerati nel calcolo dell'invarianza idraulica.

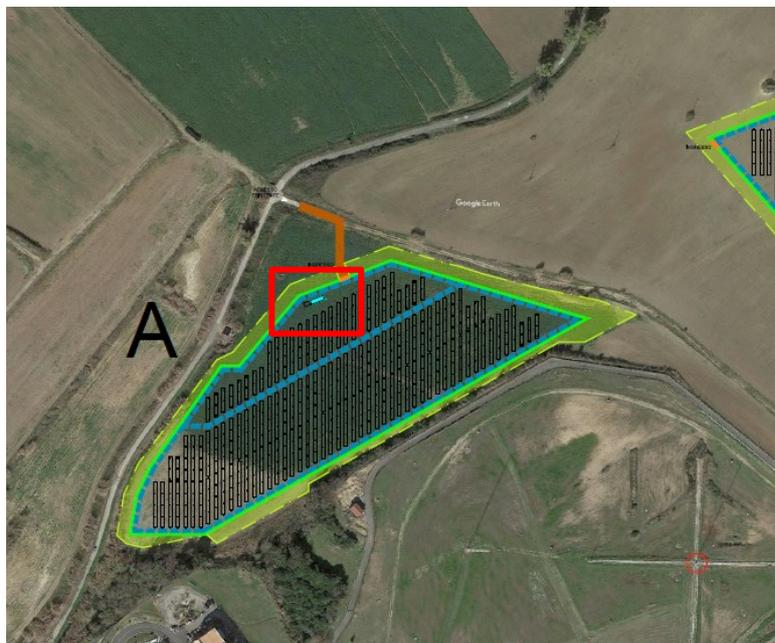


Figura 3 – Layout di impianto SETTORE A

LEGENDA			
	Cabina inverter		Recinzione
	Cabina trasformatori		Viabilità interna/perimetrale
	Container uffici\control room		Viabilità accesso
	Container deposito (cantiere)		
	Servizi igienici (cantiere)		
	Area cantiere \ stoccaggio		
	Cabina di consegna		Cavidotto MT interrato
	Struttura moduli fotovoltaici tracker 1axial N-S		Fascia di mitigazione
			Mitigazione naturale esistente
	Accesso / Ingresso impianto		Reticolo idrografico

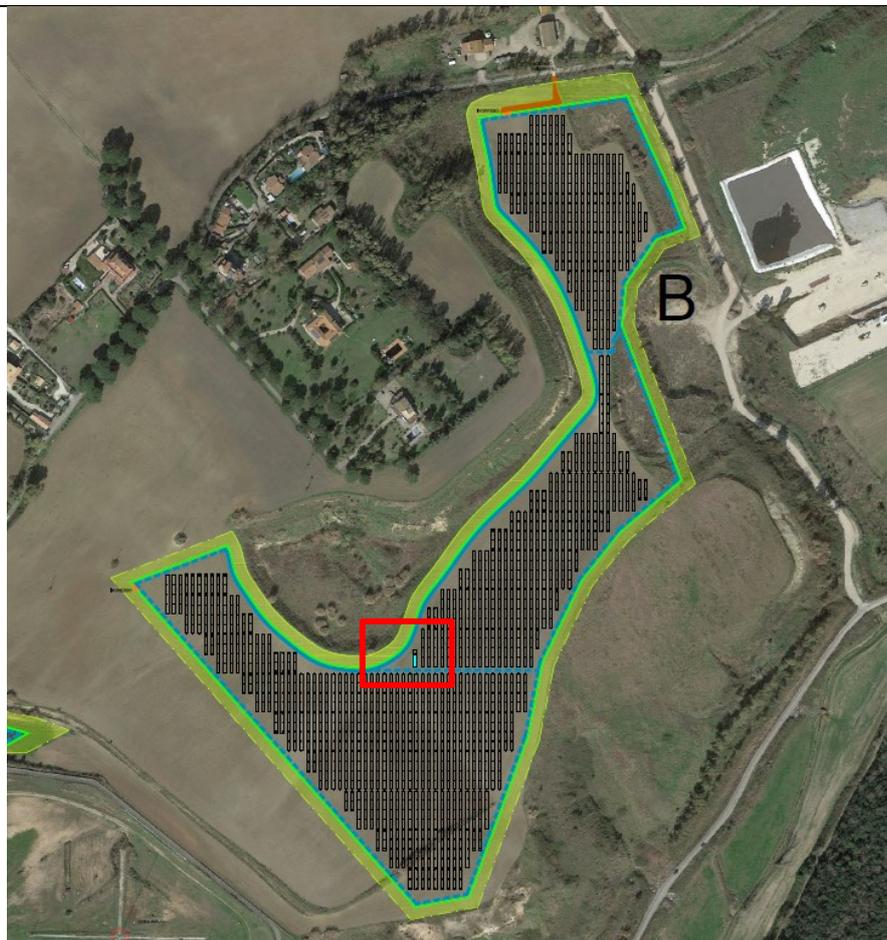


Figura 4 – Layout di impianto SETTORE B

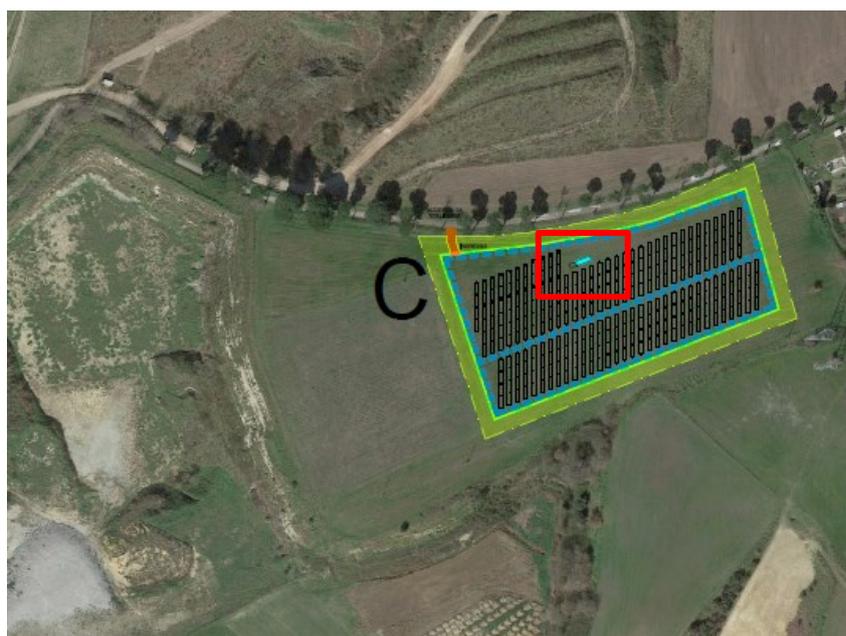


Figura 5 – Layout di impianto SETTORE C

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

In considerazione degli aspetti programmatici analizzati risulta che l'intervento è ubicato su aree a destinazione agricola e che non ricade in aree a rischio idraulico o di frana.

3.1 PAI – PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'area in esame ricade all'interno del Distretto idrografico dell'Appennino Centrale (ABDAC), in particolare il cavidotto in un'area dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere mentre l'impianto in un'area dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio.

Il PGRAAC è stato approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino distrettuale con deliberazione n. 9 del 03/03/2016 e, successivamente, anche con D.P.C.M. del 27/10/2016. Il PGRAAC si basa sulle informazioni riportate nei PAI vigenti, opportunamente omogeneizzate e integrate secondo i criteri previsti dal D. Lgs. 49/2010 e dalle linee di indirizzo del MATTM. Con la recente pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale n.135 del 13/06/2018, del DPCM 04/04/2018, l'Autorità di Distretto è subentrata a tutti gli effetti nella titolarità delle ex Autorità di bacino nazionali (Tevere), interregionali (Sangro, Tronto e Fiora) e regionali (Abruzzo, Lazio e Marche).

Dall'analisi della cartografia tematica del PGRAAC, le aree dell'impianto non sono sottoposte a tutela mentre il **cavidotto attraversa un'area a pericolosità P2**, ovvero a media probabilità di inondazione (alluvioni poco frequenti), come visibile nello stralcio della Tavola 106-108 P (mappa di pericolosità; in rosso il confine dell'area interessata dall'impianto). L'estensione di questa area corrisponde alla **Fascia A del PAI** del Piano di Bacino del fiume Tevere.

Riguardo al rischio idraulico si osserva, con riferimento alla Tavola 106-108 R riportata nel seguito, che **il cavidotto attraversa una zona R3 definita a rischio elevato**; nelle vicinanze è presente una zona a rischio molto elevato (R4).

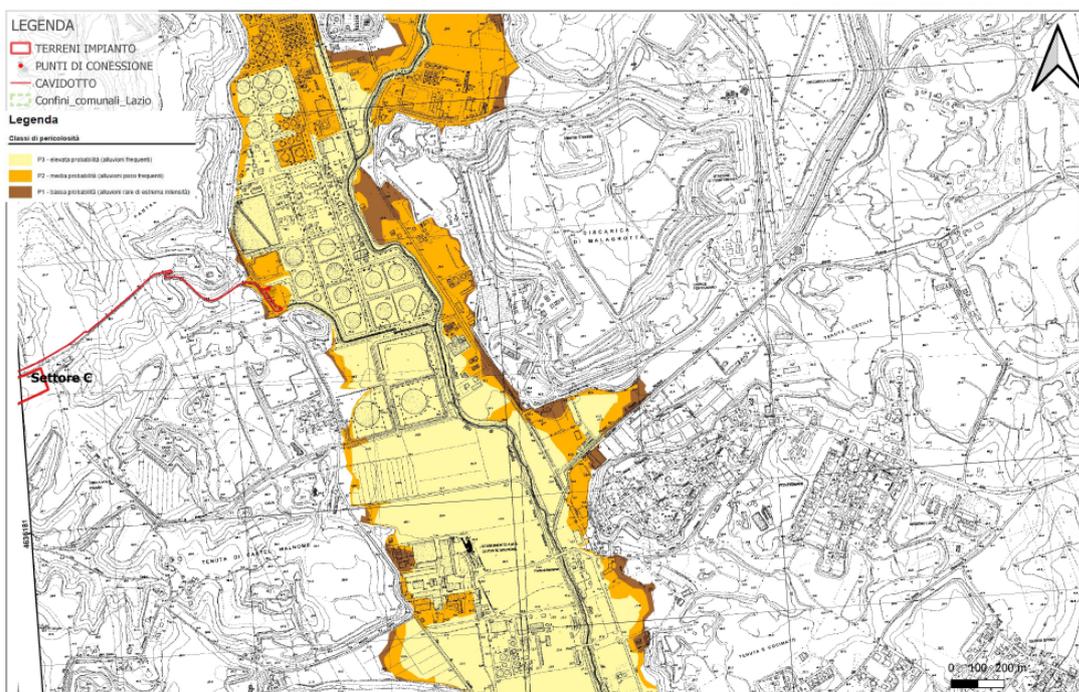


Figura 6 - Stralcio tavole T106-T108 P del Piano di Gestione Rischio Alluvioni Appennino Centrale: mappa della pericolosità idraulica

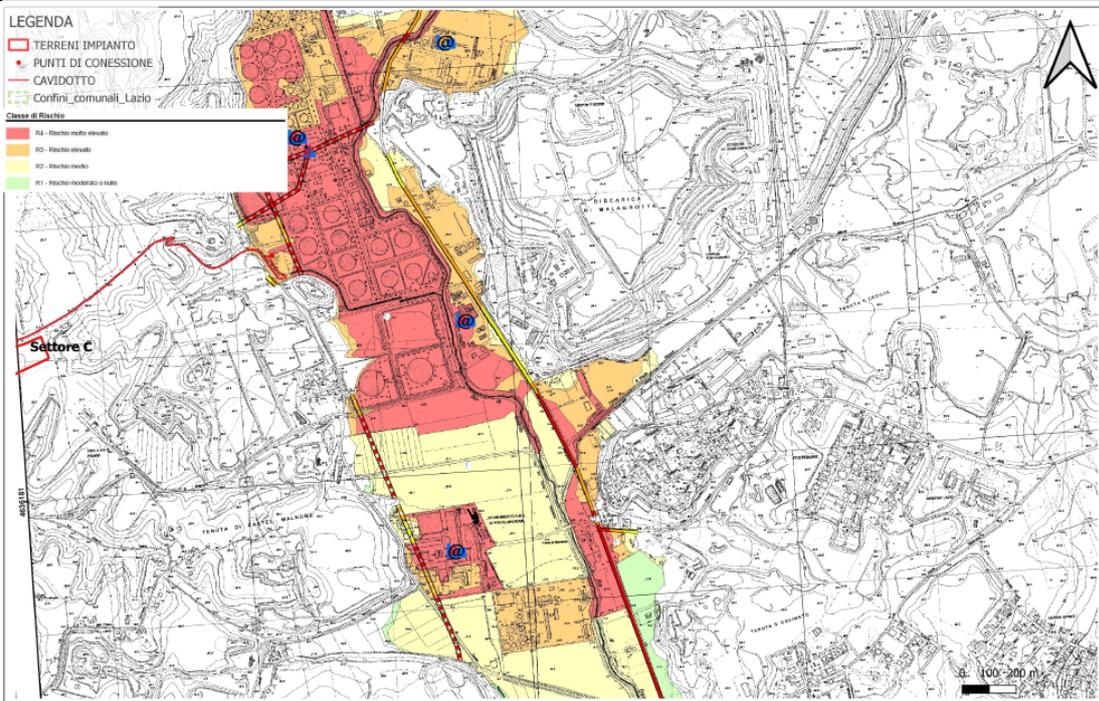


Figura 7 - Stralcio tavole T106-T108 R del Piano di Gestione Rischio Alluvioni Appennino Centrale: mappa rischio idraulico

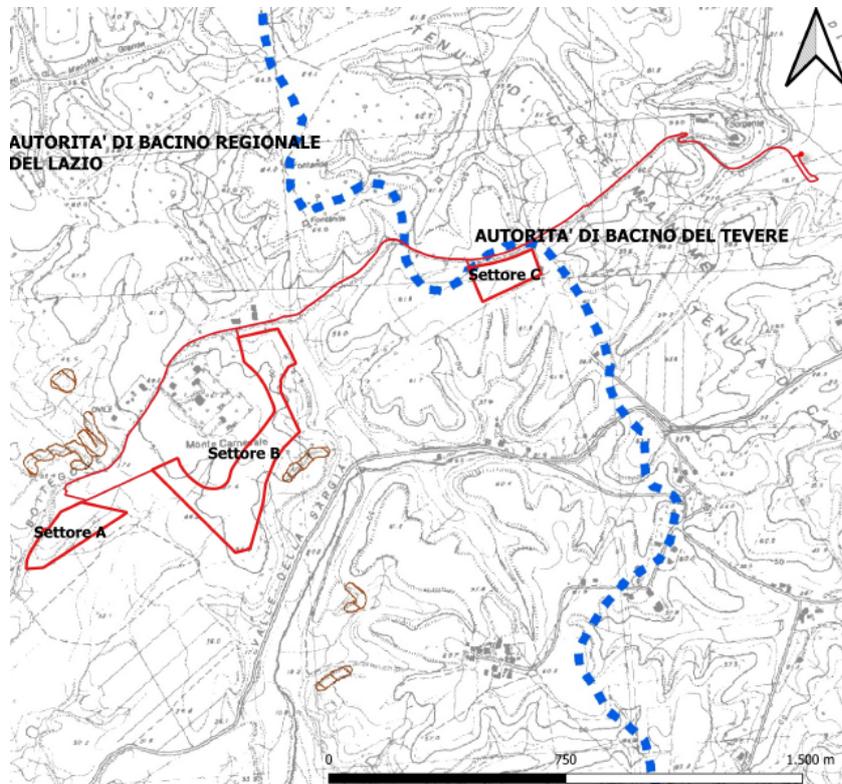


Figura 8 - Stralcio tavole 2.12 Nord dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio: aree sottoposte a tutela per pericolo d'inondazione e di frana e aree di attenzione per pericolo d'inondazione e di frana

Dall'analisi della cartografia tematica del PAI-Assetto geomorfologico e idraulico dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, le aree in oggetto non sono sottoposte a tutela, come visibile nello stralcio della Tavole 2.10_Nord , scala 1:25.000, del P.A.I. AdB Lazio (in blu sono rappresentati i corsi d'acqua principali classificati pubblici mentre in rosso il confine dell'area interessata dall'impianto).

L'area non risulta essere sottoposta a vincoli derivanti dal PAI dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio in vigore.

Preme sottolineare che comunque l'impianto fotovoltaico è una struttura temporanea che non impedisce in alcun modo il regolare deflusso delle acque e non modifica l'attuale morfologia del territorio. Si prevede inoltre l'impiego di cabine opportunamente rialzate rispetto al piano campagna in modo da non subire danni in caso di allagamenti e l'infissione delle strutture a inseguimento e il fissaggio dei pannelli in maniera tale che eventuali flussi d'acqua alluvionale o meteorica non arrechino danni né ai pannelli né alle strutture a inseguimento e alle relative componenti elettromeccaniche.

3.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

I terreni su cui è progettato l'impianto ricadono nella porzione Sud-Ovest del comune di Roma, a 4,4 km da Ponte Galeria-La Pisana e a 2,3 km dal quartiere "Piana del Sole". Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, costituita da strade comunali e vicinali. L'area si presenta ondulata e l'altimetria varia tra 22 e 63 m s.l.m., con altimetria media di 45 m s.l.m.. L'area è caratterizzata, in passato come oggi, da attività estrattiva testimoniata da accumuli di materiale classificato come riporto e da fronti di scavo tuttora visibili.

L'area di studio si colloca nel settore Sud Ovest dell'agro romano, fra la città ed il mare. Si tratta di un'area dolcemente ondulata caratterizzata da depositi quaternari, continentali, parali e costieri e dalla presenza di alcuni affioramenti di depositi vulcanici del distretto sabatino e dei Colli Albani.

I sedimenti del Pleistocene medio ed inferiore (formazione di Ponte Galeria) che caratterizzano la fascia costiera tirrenica del comune di Roma si sono depositi nel tempo in ambienti diversi che vanno dalla piattaforma continentale, alla spiaggia, alla laguna, alla piana alluvionale. La formazione di Ponte Galeria è infatti caratterizzata da una certa complessità legata sia a discontinuità stratigrafiche interne, sia alla presenza di litologie diverse. Questa formazione che nell'area di intervento è rappresentata dalla litofacies sabbiosa (sabbie e sabbie limose) del membro della Pisana (PGL3c) rappresenta il substrato su cui si mettono in posto i depositi vulcanici. Nell'area troviamo piccoli affioramenti dell'unità di Tor de' Cenci (TDC), deposito piroclastico cineritico del Pleistocene medio (età radiometrica stimata 561 ka). Al di sopra dei depositi vulcanici affiora la litofacies sabbiosa della formazione Aurelia (AEL) caratterizzata da ghiaie e sabbie fluviali ad elementi vulcanici. Nella fascia più prossima al mare affiorano invece l'unità di tenuta di Camposelva (TSV) del Pleistocene medio e l'unità di Riserva della Macchia (RDM) del Pleistocene superiore caratterizzate da sabbie quarzose e ghiaie di spiaggia di ambiente costiero.

Localmente, essendo l'area interessata da fenomeni estrattivi, sono presenti depositi antropici riportati in carta con la lettera "h".

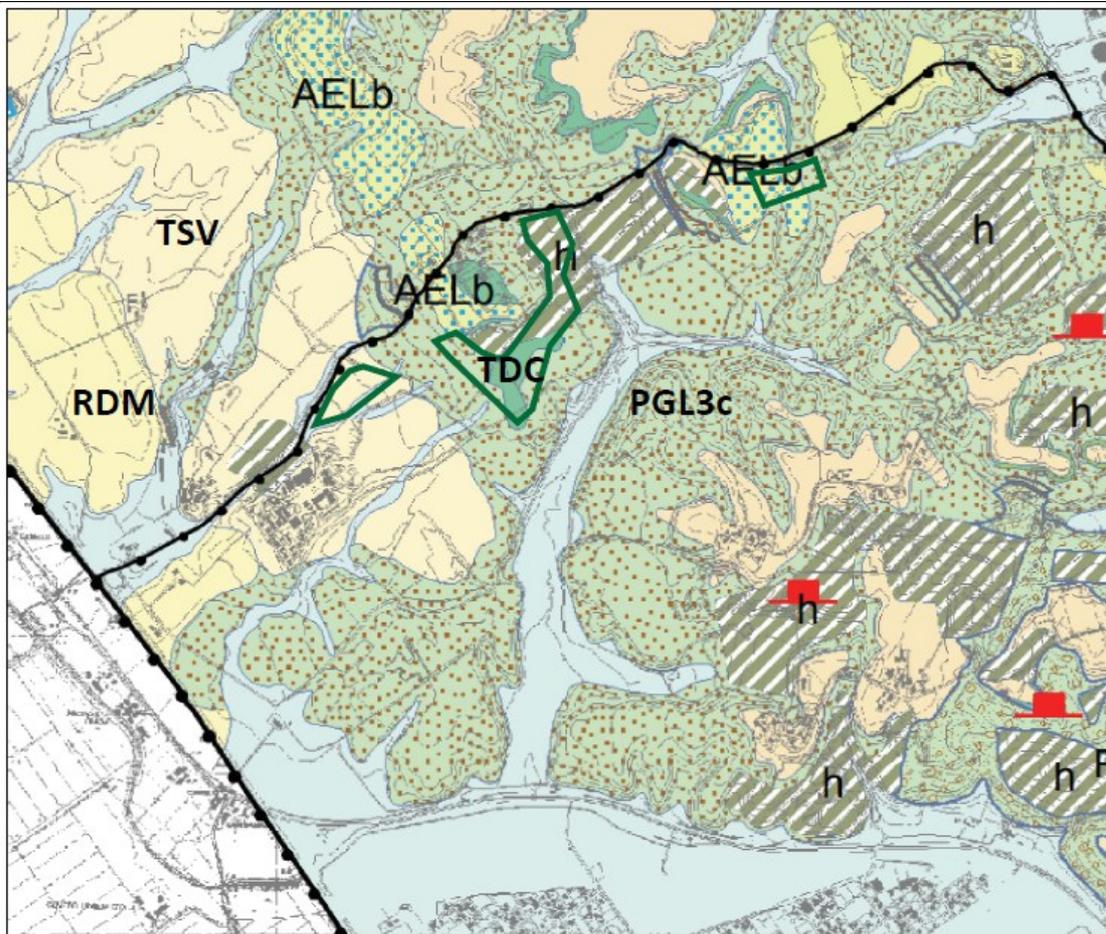


Figura 9 – Stralcio della carta geolitologica del territorio di Roma Capitale, scala 1:50000. In verde i lotti di terreno interessati dal progetto

I lotti di terreno interessati dal progetto non ricadono in aree sottoposte a tutela per rischio frana o rischio inondazione sulla base della cartografia dell'autorità dei bacini regionali del Lazio.

I terreni oggetto del presente studio si trovano in una fascia di transizione tra le zone prettamente costiere e quelle più rilevate continentali.

3.3 IDROGEOLOGIA

L'area in studio rientra nelle unità idrogeologiche vulcaniche. Come si evince dalla lettura della carta idrogeologica della Regione Lazio siamo nella unità idrogeologica V5 Colli Albani ovvero un'Unità Vulcanica.

Nell'area di studio l'elemento idrografico principale è rappresentato dal Fosso Galeria, in quest'area ad andamento prevalentemente meridiano. Il Fosso Galeria è l'ultimo affluente in riva destra del F.me Tevere prima della foce.

Sulla base della Carta idrogeologica di Roma a scala 1:50000, i terreni interessati dal progetto sono ubicati in corrispondenza dei seguenti complessi:

15 – Complesso delle sabbie grossolane di Monte Mario e di Ponte Galeria. Questo complesso comprende la formazione di Monte Mario (MTM) e la litofacies sabbiosa del membro della Pisana (PGL3c) della formazione di Ponte Galeria. E' costituito da sabbie grossolane e sabbie sciolte, localmente in alternanza a livelli argillosi. Si presenta con corpi spesso interdigitati con i complessi ghiaioso-

sabbiosi e argilloso-sabbiosi di Ponte Galeria. Il complesso ha una permeabilità variabile al suo interno ma si può stimare un grado medio di permeabilità relativa.

4 - Complesso dei depositi clastici eterogenei che comprende i depositi sedimentari con elementi vulcanoclastici derivati dalle unità vulcaniche di entrambi gli apparati (sabotino e laziale). E' costituito da ghiaie, sabbie e limi con elementi vulcanici di ambiente fluvio-lacustre. Si stima un grado di permeabilità medio.

8 - Complesso delle vulcaniti albane scarsamente permeabili. In questo complesso rientrano i depositi vulcanici del Distretto dei Colli Albani scarsamente permeabili (tra cui la formazione di Tor de' Cenci affiorante nell'area di studio) costituiti sia da ignimbriti primarie da prossimali a distali che da prodotti rimaneggiati. Gli spessori sono variabili e le estensioni piuttosto limitate. Il grado di permeabilità relativa è scarso.

Essendo l'area, sia in passato che attualmente, interessata da attività estrattiva localmente è presente il Complesso dei depositi antropogenici, caratterizzato dall'ammassamento di materiale di risulta delle cave e delle opere di bonifica. Caratteristiche granulometriche, geometria e spessori sono assolutamente variabili. Non essendo stata incontrata la falda durante le prove geognostiche è possibile assumere **la profondità della quota piezometrica**, sulla base della cartografia idrogeologica riportata nella figura seguente, **a quote mediamente comprese tra 20-30 m sul livello del mare.**

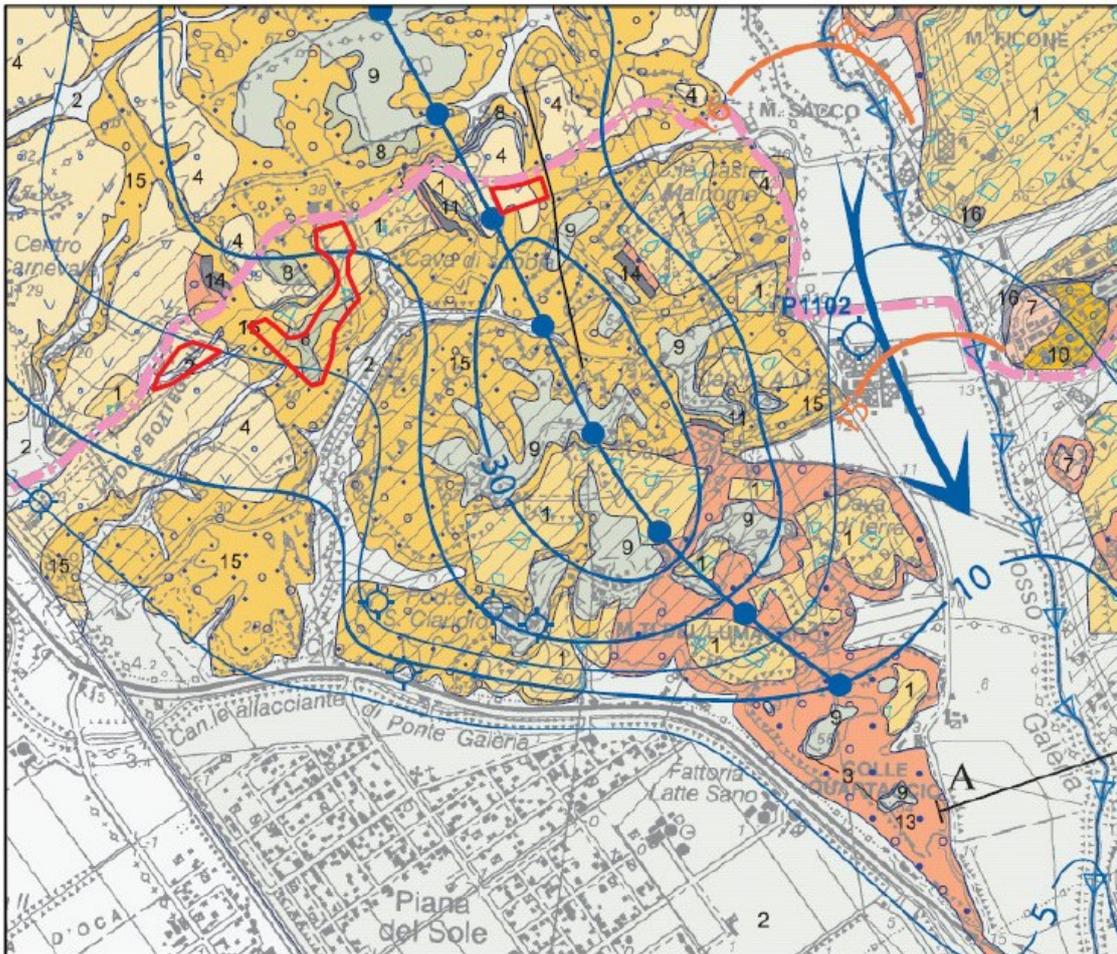


Figura 10 – Stralcio Carta Idrogeologica di Roma 1:50000

La salvaguardia degli acquiferi sotterranei in questi terreni viene svolta anche dai sistemi vegetali attraverso la conservazione del suolo, l'aumento della capacità di infiltrazione e la riduzione della velocità media di scorrimento delle acque meteoriche. A seconda della densità, struttura e età delle cenosi vegetali la copertura vegetale esercita la sua funzione di salvaguardia. Le attività antropiche, ovvero le pratiche agricole e gli insediamenti urbani, sottraendo suolo alle coperture vegetali hanno diminuito la protezione delle acque.

4. INVARIANZA IDRAULICA

L'impermeabilizzazione causata dalle coperture degli edifici, dalle pavimentazioni stradali e dai piazzali, modifica fortemente la risposta di un bacino alle precipitazioni riducendo l'infiltrazione all'interno del suolo e rendendo il deflusso delle acque meteoriche sempre più veloce. L'urbanizzazione e l'impermeabilizzazione determinano forti criticità ambientali e idrauliche:

- inadeguatezza della capacità di deflusso dei corsi d'acqua con conseguenti incremento del rischio d'inondazione, anche in presenza di precipitazioni di tempo di ritorno non particolarmente elevato;
- pericolosità delle canalizzazioni sia a cielo aperto sia interrate;
- pessima qualità chimico-fisica delle acque;
- pessima qualità biologica dei corpi idrici ricettori;
- depauperamento dell'ecosistema e degli habitat fluviali;
- pessima qualità idro-morfologica degli ambienti fluviali;
- perdita di funzione estetico-paesaggistica dei corpi idrici;
- perdita di funzione ricreativa dei corpi idrici.

La direttiva comunitaria, recepita dal D. L.vo e dalle Linee guida regionali, nell'ambito del rischio idraulico, hanno proprio l'obiettivo di applicare il *principio di invarianza idraulica*, e cioè di verificare che le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree

urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Valutare l'invarianza idraulica significa verificare che la nuova urbanizzazione non vada ad alterare le caratteristiche idrauliche dell'area, incrementando le portate di picco.

Per calcolare la superficie interessata dall'intervento occorre tenere in considerazione che l'impianto fotovoltaico è caratterizzato da moduli fotovoltaici sollevati da terra ad una altezza minima di 0,4 m, fissati a terra mediante una struttura reticolare di sostegno, tridimensionale, in elevazione, costituita da singoli elementi in acciaio che ne consentono un'inclinazione variabile (superiore ai 10°) rispetto all'orizzonte e un'esposizione variabile durante le ore della giornata.

Le stringhe sono opportunamente distanziate per evitare l'ombreggiamento reciproco. In tal modo la superficie netta del campo fotovoltaico, calcolata nella situazione media, con un angolo pari a 45°, risulta essere inferiore alla metà della superficie totale occupata, precisamente pari al 31%.

Distanza fra file di pannelli	5,5
Lunghezza pannello	2,41
angolo	45
Ombra	1,70
Percentuale copertura	31%



In realtà, l'installazione di un impianto fotovoltaico causa un impatto per sottrazione di suolo che si può considerare trascurabile: in condizioni di esercizio l'area sotto i pannelli resta libera e rinaturalizzata. Ciò porta in breve al ripristino del soprassuolo originario con la conseguenza che l'intervento di progetto non si configura come un consumo di suolo ma come una parziale limitazione delle possibilità d'uso. Al termine della vita utile dell'impianto (in genere 25-30 anni), il terreno, liberato dalle strutture impiegate, presenterà la stessa capacità produttiva/agricola che aveva prima della realizzazione dell'impianto. Questo permette quindi di verificare che le caratteristiche di risposta del suolo ad un evento meteorico per un prefissato tempo di ritorno (che generalmente per le verifiche idrologiche è fissato pari a 30 anni), risultano essere inalterate dalla presenza dell'impianto, in quanto l'area sotto i pannelli risulta libera e con la stessa copertura della situazione ante-operam. In più risulta rilevante mettere in evidenza la presenza di aree di mitigazione posizionate all'interno dell'area di progetto, che verranno trattate a verde con piantumazione di essenze autoctone.

Anche la totale assenza di fondazioni e manufatti in c.a., ad eccezione delle fondazioni delle cabine e dei locali tecnici (che comunque sono del tipo prefabbricato pertanto rimovibili), e l'assenza di c.a. gettato in opera e/o prefabbricato nelle opere di recinzione, concorrono a garantire inalterate le caratteristiche di uso del suolo, che quindi non inficiano nella variazione del coefficiente di deflusso.

In più è necessario ricordare che le azioni di progetto non prevedono opere che possano alterare il regime delle acque superficiali, infatti la tipologia di installazione scelta fa sì che non ci sia alcuna significativa modificazione dei normali percorsi di scorrimento e infiltrazione delle acque meteoriche: la morfologia del suolo e la composizione del soprassuolo vegetale non vengono alterati. Anche le parti interrato (cavidotti, pali) hanno profondità che non rappresentano nemmeno potenzialmente un rischio di interferenza con l'ambiente idrico.

Tali considerazioni permettono quindi di affermare che il posizionamento dell'impianto fotovoltaico nell'area in esame non determina un effettivo cambiamento di uso del suolo,

e quindi le capacità di infiltrazione del suolo risultano inalterate, senza determinare un effettivo deficit nello smaltimento delle portate meteoriche.

Ciò nonostante, viene di seguito riportata la verifica del volume minimo di invaso in applicazione alle linee guida, avendo considerato le superfici dei locali tecnici come superfici impermeabili e trascurando la superficie occupata dai moduli, poiché il suolo non risulta realmente impermeabilizzato ma rimane terreno naturale con la stessa permeabilità di prima dell'intervento.

4.1 VALUTAZIONE INVARIANZA

La misura del volume minimo d'invaso da prevedere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^0 \times (\phi/\phi^0)^{1/(1-n)} - (15 \times I) - (w^0 \times P)$$

nella quale:

$w^0 = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ nei territori "non impermeabilizzati in ambito urbano"

$\phi =$ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

$\phi^0 =$ coefficiente di deflusso prima della trasformazione I e P sono espressi come frazione dell'area trasformata.

$n = 0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta - orientativamente - da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997).

Per le classi denominate come "Significativa" e "Marcata" impermeabilizzazione come di seguito definite, è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro n qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso ϕ e ϕ^0 si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^0 = 0.9 \text{ Imp}^0 + 0.2 \text{ Per}^0$$

$$\phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

In cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice⁰) o dopo (se non c'è l'apice⁰).

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

a) quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I) - anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I;

b) quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P) - essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;

c) quota dell'area da ritenersi permeabile (Per) - tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;

d) quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp) - tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Gli indici Imp ed I, Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento. Gli interventi di trasformazione territoriale sono così classificabili:

Tabella I - classificazione degli interventi di trasformazione dell'uso del suolo ai fini dell'invarianza idraulica	
CLASSI DI INTERVENTO	SOGLIE DIMENSIONALI
1) Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha (1.000 m ²)
2) Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione maggiore di 0,1 ha (1.000 m ²) ed inferiore ad 1 ha (10.000 m ²)
3) Significativa impermeabilizzazione potenziale	- Intervento su superfici di estensione maggiore di 1 ha (10.000 m ²) ed inferiore a 10 ha (100.000 m ²); - Interventi su superfici di estensione superiore a 10 ha (100.000 m ²) con Imp^(*) < 0,3
4) Marcata impermeabilizzazione potenziale	Interventi su superfici di estensione superiore a 10 ha (100.000 m ²) con Imp^(*) > 0,3

(*) : frazione della superficie totale che sarà impermeabilizzata

L'area oggetto di intervento è classificabile come **intervento di significativa impermeabilizzazione potenziale**: infatti l'intervento è su una superficie di estensione **maggiore di 10 ha** ma con **Imp < 0,3**.

Nel caso di classe di intervento denominata "Significativa impermeabilizzazione potenziale", le luci di scarico e i tiranti idrici consentiti nell'invaso, dovranno esser tali da garantire che il valore della portata massima, defluente dall'area oggetto di trasformazione dell'uso del suolo, sia pari al valore assunto dalla stessa precedentemente all'impermeabilizzazione dell'area medesima, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni.

Nel caso specifico l'intervento ha le seguenti caratteristiche:

Superficie fondiaria del lotto	14,5 ha
Superficie impermeabilizzata:	
• Locali tecnici	350 m ²
Superficie dei Pannelli	40 970 m ²
Superficie impermeabile/trasformata di progetto	350 m ²

Il Coefficiente di deflusso è il rapporto tra l'acqua piovana che viene rilasciata verso il corpo ricettore e l'intero volume d'acqua piovana che viene captata dalla superficie in uno specifico intervallo di tempo: il coefficiente varia da 0 (permeabile) ad 1 (impermeabile). Sono considerate impermeabili le superfici di ingombro dei locali tecnici, mentre le superfici occupate dall'impianto fotovoltaico non sono state inserite nel calcolo delle superfici impermeabilizzate poiché le strutture sono sollevate da terra ed il terreno sotto i pannelli conserva la stessa permeabilità che aveva prima

dell'intervento. In tale condizione il **volume minimo di laminazione è pari a 13,17 m³**.

ANTE OPERAM		Superficie fondiaria-lotto (mq) =	40970,00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento							
		Superficie impermeabile esistente =	0,00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
		Imp*	0,00									
		Superficie permeabile esistente (mq) =	40970,00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
		Per*	1,00									
		Imp* + Per*	1,00									
POST OPERAM		Superficie impermeabile trasformata o di progetto =	350,00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
		Imp	0,01									
		Superficie permeabile di progetto =	40620,00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
		Per	0,99									
		Imp + Per	1,00									
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA		Superficie trasformata/livellata =	350,00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola							
		I	0,01									
		Superficie agricola inalterata =	40620,00	mq	superficie inalterata							
		P	0,99									
		I + P	1,00									
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM												
ϕ^o	$0,9 \times Imp^* + 0,2 \times Per^*$	=	0,9	x	0,00 +	0,2	x	1,00 =	0,20			
ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0,9	x	0,01 +	0,2	x	0,99 =	0,21			
W	$w = w^* (\phi / \phi^o)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^* P$	=	50	x	1,06 -	15	x	0,01 -	50	x	0,99 =	3,21 mc/ha
W*	50 mc/ha											
$(\phi / \phi^o)^{(1/(1-n))}$	1,03											
	1,92											
VOLUME MINIMO DI INVASO			3,21	:	10.000,00	x	40.970,00	=	13,17 mc			

Tale condizione deve essere verificata per un evento di durata pari a 2 h ed un tempo di ritorno di 30 anni. A tale scopo è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica della stazione di Ponte Galeria, per ricavare l'altezza di pioggia, che risulta pari a **92,24 mm**.

Stazione pluviometrica	a Tr 30 anni, 2h	n Tr 30 anni, 2h	Altezza pioggia 2 h tr 30 anni (mm)
Ponte Galeria	75,54	0,27	76,54

durata (h)	Ponte Galeria altezza (mm) per Tr=30 anni
1	75
3	105
6	125
12	150
24	180
36	200
48	215

Il valore del volume minimo di laminazione a compensazione della trasformazione, calcolato nella verifica, tiene conto delle seguenti condizioni:

- **possibilità di allagamento dell'area sotto i pannelli:** i pannelli si trovano infatti ad una altezza minima di 0,4 m rispetto al piano campagna. L'altezza di pioggia per un tempo di ritorno pari a 30 anni ed una durata di 2h è pari a 92,24 mm, di gran lunga inferiore rispetto all'altezza minima dei pannelli (400 mm);
- **permane la capacità drenante del suolo e la capacità di filtrazione delle acque meteoriche;**
- ci troviamo in **aree naturali a bassa criticità idraulica;**
- **non si prevedono scarichi concentrati:** lo scarico delle acque avverrà in maniera graduale mediante filtrazione dalle superfici sfruttando la naturale pendenza del terreno ed aumentano la capacità di filtrazione, a compensazione delle superfici che hanno subito trasformazione ed impermeabilizzazione.

4.2 MISURE MITIGATIVE

Trattandosi di impianto fotovoltaico, questo verrà realizzato con una struttura che non impedisce in alcun modo il deflusso delle acque: la struttura è rialzata dal piano campagna di 0,40 cm (superiore alla quota massima del tirante idraulico per evento di durata pari a 2h con Tr 30 anni) e ciò garantisce la possibilità di laminare le piene senza alcuno ostacolo. Inoltre il terreno non verrà impermeabilizzato con pavimentazioni, ma manterrà integralmente la sua capacità drenante.

Considerando le caratteristiche di permeabilità dei terreni e la capacità drenante del suolo si può affermare che è garantita la laminazione necessaria ed il rilascio graduale delle portate accumulate semplicemente sfruttando la naturale pendenza del terreno e la capacità di filtrazione dello stesso, che rimane inalterata rispetto al post-operam. Ciò è confermato anche dal valore del coefficiente di deflusso che rimane inalterato nell'ante e nel post operam.

L'intervento, quindi, non comporterà modifiche alla morfologia: saranno mantenute le attuali pendenze del lotto. Saranno svolte le operazioni di manutenzione straordinaria in modo da garantire all'intero sistema la corretta pendenza di scolo.

In particolare il terreno sottostante alle strutture di sostegno dei pannelli sarà mantenuto sempre drenato e non saranno sostanzialmente modificate né le condizioni generali di permeabilità del terreno, né le direzioni di naturale deflusso superficiale delle acque meteoriche verso gli attuali recettori.

Una volta analizzato lo stato di fatto delle direzioni di deflusso naturale delle acque di precipitazione, il livellamento e la regolarizzazione del terreno saranno realizzati avendo cura di rispettare i seguenti requisiti:

- minimizzare i lavori di movimento terra;
- mantenere inalterata la permeabilità del sito, nonché il deflusso delle acque di ruscellamento verso gli attuali recettori naturali, nel sostanziale rispetto delle condizioni di invarianza idrologica.

Per quanto riguarda la viabilità interna all'impianto, si ribadisce che essa sarà realizzata in modo da evitare impatti nella fase di dismissione e da mantenere inalterata la permeabilità. Non sono previste significative opere di sbancamento.

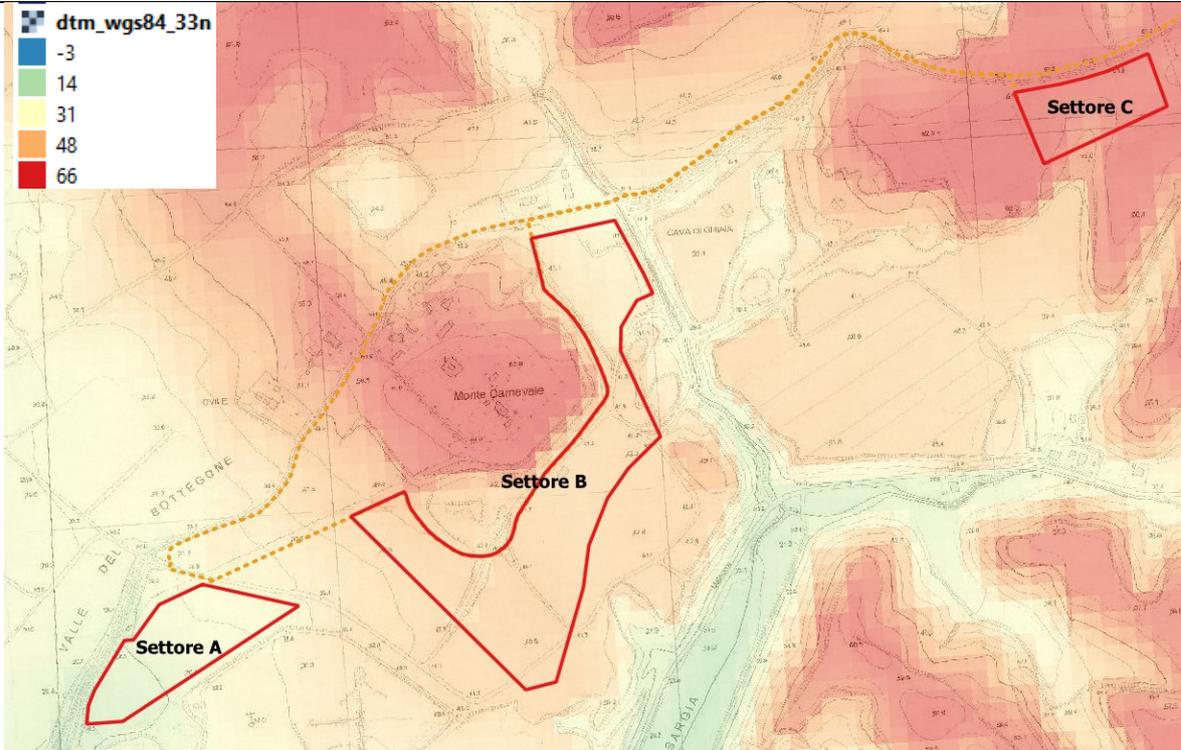
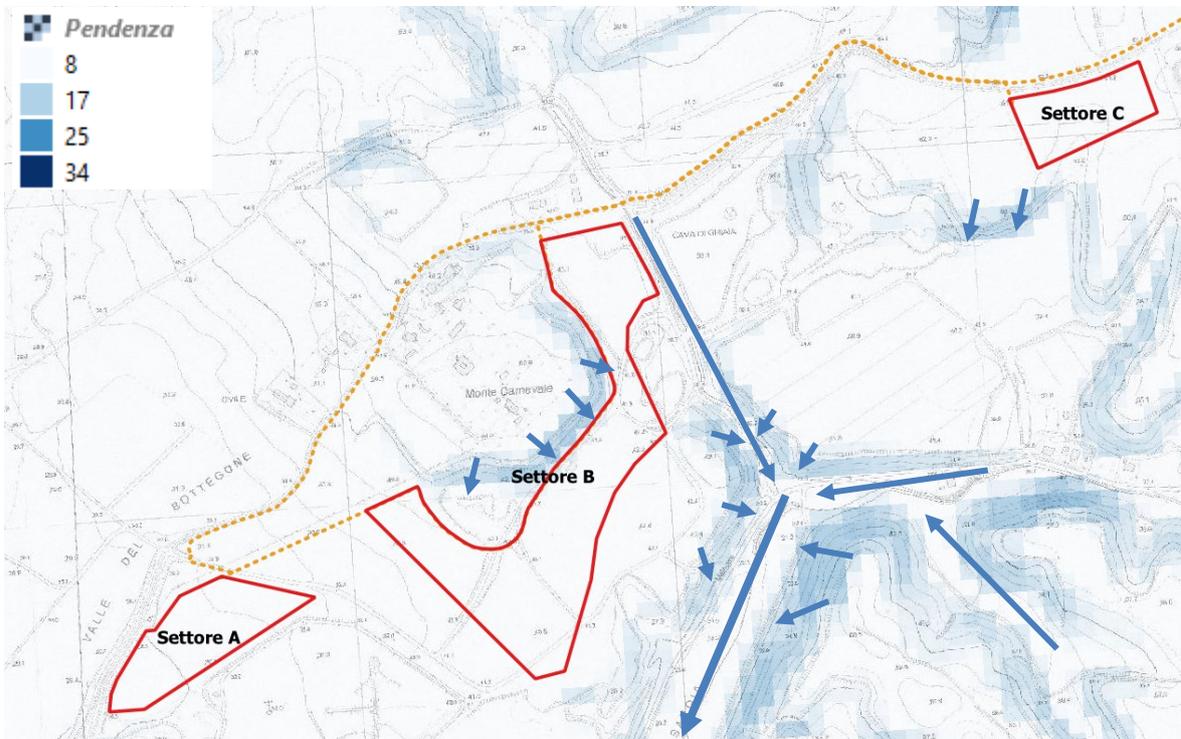


Figura 11 – DTM area di studio



CARTA DELLE PENDENZE ○ **AREA DI STUDIO**

CARTA DEL FLUSSO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO ← **FLUSSO SUPERFICIALE**

Figura 12 – Carta del flusso idrografico e delle pendenze

5. _ CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area in oggetto ricade nel settore Sud Ovest della città di Roma a Sud-Ovest del quartiere "Ponte Malnome", ad una distanza di quasi 2,5 km dal Piana del Sole e a 3 km circa dalla Discarica di Malagrotta. Il sito è collegato tramite la strada denominata via Monte Carnevale. Il sito ricade in una sottozona agricola del P.R.G. vigente.

Dal punto di vista morfologico il terreno si presenta ondulato e l'altimetria varia tra 22 e 63 m s.l.m.. L'area occupata dall'impianto è circa 14,5 ha.

L'analisi geo-morfologica dell'area studiata, le caratteristiche stratigrafiche e meccaniche dei terreni indagati, descritte e analizzate in questa relazione tecnica, hanno permesso di effettuare le seguenti considerazioni:

- la litologia del lotto in esame è caratterizzata da unità idrogeologiche vulcaniche. La permeabilità è media;
- dalla carta idrogeologica della Regione Lazio si rileva la presenza della falda ad una quota di 20-30 m dal p.c.;
- La morfologia caratteristica del sito e le discrete proprietà meccaniche dei terreni di copertura garantiscono all'area studiata buone condizioni di equilibrio: il PAI infatti non individua in corrispondenza della zona studiata aree a rischio idraulico o in frana;
- per l'analisi idrologica sono stati presi in considerazione i dati della stazione pluviometrica più vicina, e tenendo conto dei mm di pioggia per un evento di 2 h ed un Tr pari a 30 anni non si segnalano particolari condizioni di criticità.

Lo studio ha permesso di evidenziare come l'inserimento dell'impianto fotovoltaico nell'area ubicata nel comune di Roma, nella località Ponte Malnome, per la presenza dei pannelli fotovoltaici, non determina una variazione sulla risposta idraulica del bacino alle precipitazioni, e quindi non si verifica un incremento delle portate di picco, rispondendo in maniera esaustiva al principio di invarianza idraulica. Infatti, a seguito delle considerazioni riportate, non si rileva un'effettiva impermeabilizzazione del suolo, che possa quindi alterare la risposta idraulica dell'area alla precipitazione. Per quanto riguarda le aree destinate ai locali tecnici, di estensione totale pari a 350 m², è stato calcolato il volume minimo di laminazione a compensazione della trasformazione mantenendo conto che non si prevedono scarichi concentrati, lo scarico delle acque avverrà in maniera graduale mediante filtrazione dalle superfici sfruttando la naturale pendenza del terreno e la naturale capacità di filtrazione, a compensazione delle superfici che hanno subito trasformazione ed impermeabilizzazione.

Pertanto, considerando che il volume di laminazione è abbastanza esiguo è possibile affermare che potrà essere laminato dalla capacità drenante dell'area oggetto di intervento considerando la capacità di infiltrazione delle acque meteoriche e che, visto che il coefficiente di deflusso rimane invariato, rimanere invariato anche il ruscellamento superficiale e la capacità drenante del suolo.

6. BIBLIOGRAFIA, RIFERIMENTI E FONTI

- Autorità di distretto dell'Appennino Centrale:
<https://www.autoritadistrettoac.it/vettoriali-pai>
- Per la curva di possibilità pluviometrica delle stazioni pluviometriche esaminate:
<http://www.idrografico.regione.lazio.it/>
- Regione Lazio - Deliberazione 24 marzo 2020, n. 11 Approvazione delle "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" - D.lgs 49/2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni". Linee Guida Sulla Invarianza Idraulica Nelle Trasformazioni Territoriali
- Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio 1:100.000
- <https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Compatibilit%C3%A0-e-invarianza-idraulica>
- http://www.autoritabacino.marche.it/invidr/allegati/DGR_53_2014_LineeGuida_B_VerificaInvarianzaIdraulica.pdf

ALLEGATO

Curve di possibilità pluviometrica

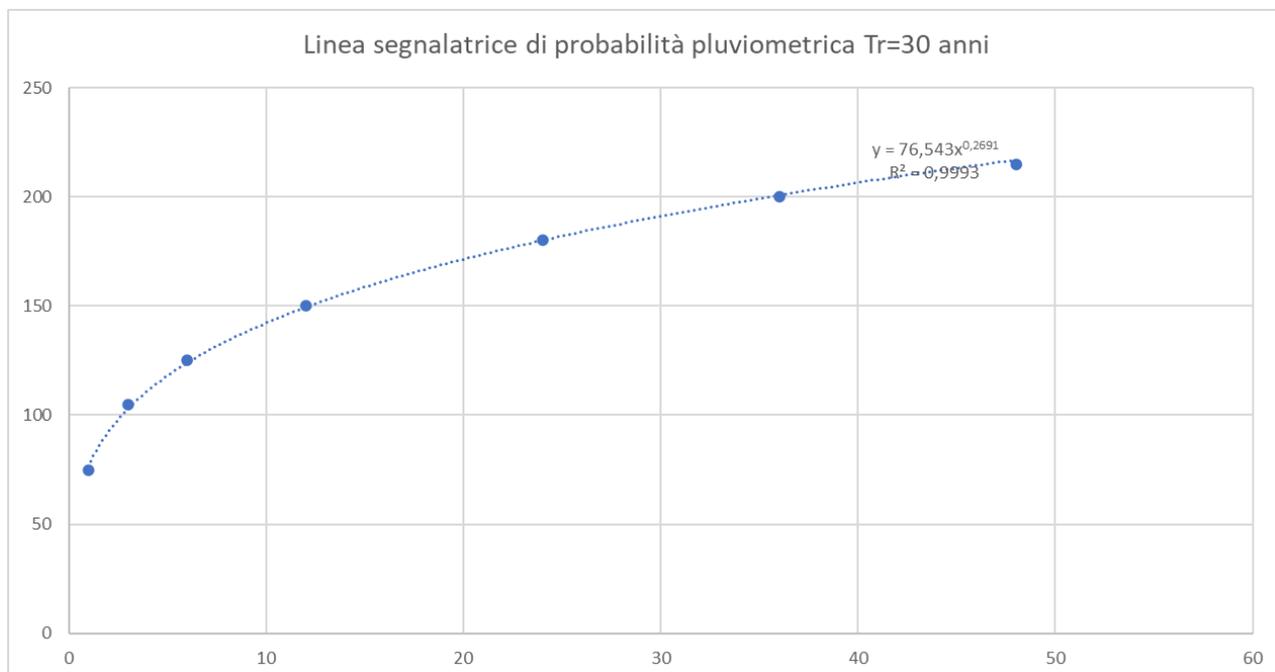


Figura 13 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Ponte Galeria per evento di durata di 2h e $Tr= 30$ anni