

Comuni di Latina e Cisterna di Latina,
Provincia di Latina, Regione Lazio

ELLOMAY SOLAR ITALY FIVE S.R.L

Via Sebastian Altmann 9, BOLZANO (BZ), 39100

PEC: ellomaysolaritalyfive@legalmail.it

Impianto Agrosolare ELLO 5 PPR EXTENSION EL5AS19_32 - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

IL TECNICO	IL PROPONENTE
<p data-bbox="86 1151 363 1240">Dott. Ing. Luca GIANANTONIO Lucagiana74@gmail.com</p> <div data-bbox="397 1151 730 1279"><p>ORDINE DEGLI INGEGNERI della Provincia di TARANTO GIANANTONIO Luca N. 2703</p></div>	<p data-bbox="954 1115 1350 1323">ELLOMAY SOLAR ITALY FIVE S.R.L Sede legale: Via Sebastian Altmann 9, BOLZANO (BZ), 39100 PEC: ellomaysolaritalyfive@legalmail.it Numero REA BZ-229537 P.IVA 03069280216</p>
RESPONSABILE TECNICO BELL FIX PLUS SRL	
<p data-bbox="86 1653 336 1742">Ingegnere Cosimo Totaro elettrico@bellfixplus.it</p> <div data-bbox="347 1653 662 1861"><p>Dott. Ing. Cosimo TOTARO N° 1718 SEZIONE A settore Industriale</p></div>	

GIUGNO 2022

Sommario

1. Premessa.....	2
2. Quadro normativo di riferimento.....	2
3. Collocazione geografica dell'area.....	3
4. Descrizione dell'intervento di Progetto.....	5
5. Descrizione del bacino idrografico di riferimento ed elementi del P.A.I.	12
6. Inquadramento geologico e idrogeomorfologico.....	18
7. Analisi pluviometrica.....	23
10. Stima delle massime portate al colmo di piena.....	27
10.1 Determinazione del Coefficiente di afflusso.....	28
10.2 Determinazione del Tempo di Corrivazione.....	30
10.3 Determinazione dei massimi valori di portata critica.....	30
11. Analisi idraulica.....	31

1. Premessa

La società proponente **ELLOMAY SOLAR ITALY FIVE S.r.l.**, con sede legale in Via Sebastian Altmann 9, 39100, BOLZANO (BZ), Numero REA BZ-229537, P.I. 03069280216, rappresentata da FRIDRICH RAN PINHAS, nato a Tel Aviv (Israele) il 15/04/1953, codice fiscale FRDRPN53D15Z226Y, residente in Via Zalman Shazar, 51 nel Comune di Ramat Gan (Israele), ha affidato allo scrivente l'incarico per la redazione di una relazione idrologica idraulica relativa al progetto di installazione di un *IMPIANTO "AGROSOLARE" DENOMINATO "ELLO 5 PPR EXTENSION"*, della potenza pari a 19.016,64 kWp.

La Società Proponente intende realizzare tale impianto "agrosolare", ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario.

La vendita dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà regolata da criteri di "market parity", ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell'energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

Lo studio ha per obiettivo quello di definire le caratteristiche idrologiche del territorio in cui si inserisce il sito di intervento e di analizzare il sistema idraulico che caratterizza il territorio stesso; il fine della indagine è di valutare le interferenze tra opere in progetto e deflussi idrici superficiali di origine meteoriche, per scongiurare alterazioni del sistema idraulico non accettabili.

L'indagine idrologica consiste principalmente nella definizione della curva di probabilità pluviometrica caratteristica del bacino in cui si inserisce il sito di intervento, valutata al fine di determinare le portate di massima piena prevedibili per prefissati tempi di ritorno, ed è articolata nelle fasi seguenti:

- Definizione e caratterizzazione del bacino idrografico mediante l'individuazione dei principali parametri morfologici;
- Determinazione degli afflussi meteorici mediante analisi regionale delle piogge intense;
- Caratterizzazione del bacino dal punto di vista litologico, di copertura e permeabilità;
- Calcolo delle portate massime di piena per tempi di ritorno di 10, 50, 100 e 200 anni.

2. Quadro normativo di riferimento

Il presente studio è stato redatto in conformità al "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico" (PAI), predisposto dall'Autorità di Bacino distrettuale e delle relative "Norme di Attuazione". Questo Piano, sviluppato in ottemperanza dell'art. 65 comma 8 del D.lgs. 152/06 e degli artt.11 e 12 della L. R. 39/96, è finalizzato alla valutazione del rischio di frana e di alluvione ed ha valore sovraordinatorio sulla strumentazione urbanistica locale. Il PAI rappresenta uno strumento conoscitivo del territorio, oltre che normativo e di programmazione degli interventi finalizzati alla difesa del territorio ed alla mitigazione dei rischi.

3. Collocazione geografica dell'area

L'impianto sorgerà in agro di Castelverde (frazione di Cisterna di Latina) e di Latina, a ca. 6,5 km W-NW dal comune di Latina. Il sito è individuato alle coordinate geografiche: Latitudine Nord: 41° 29' 23.534"; Longitudine Est: 12° 47' 45.542" a quote altimetriche comprese tra 27 e 32 m s.l.m.

L'estensione superficiale totale del sito (area recinzione) risulta pari a ca. 18,40 ha. L'impianto occuperà un'area pari a 10,20 ha; sarà realizzato su terreni identificati catastalmente nel NCT Latina/B al foglio 24, p.lle 8, 444 e 445. L'area di intervento ricade sul foglio 158 "Borgo Sabotino" - Tav. II NO della Carta d'Italia I.G.M. scala 1:25.000.

Fig. 1 - Estratto del foglio 158 - Tav. "Borgo Sabotino" - Carta d'Italia I.G.M. - scala 1:25.000

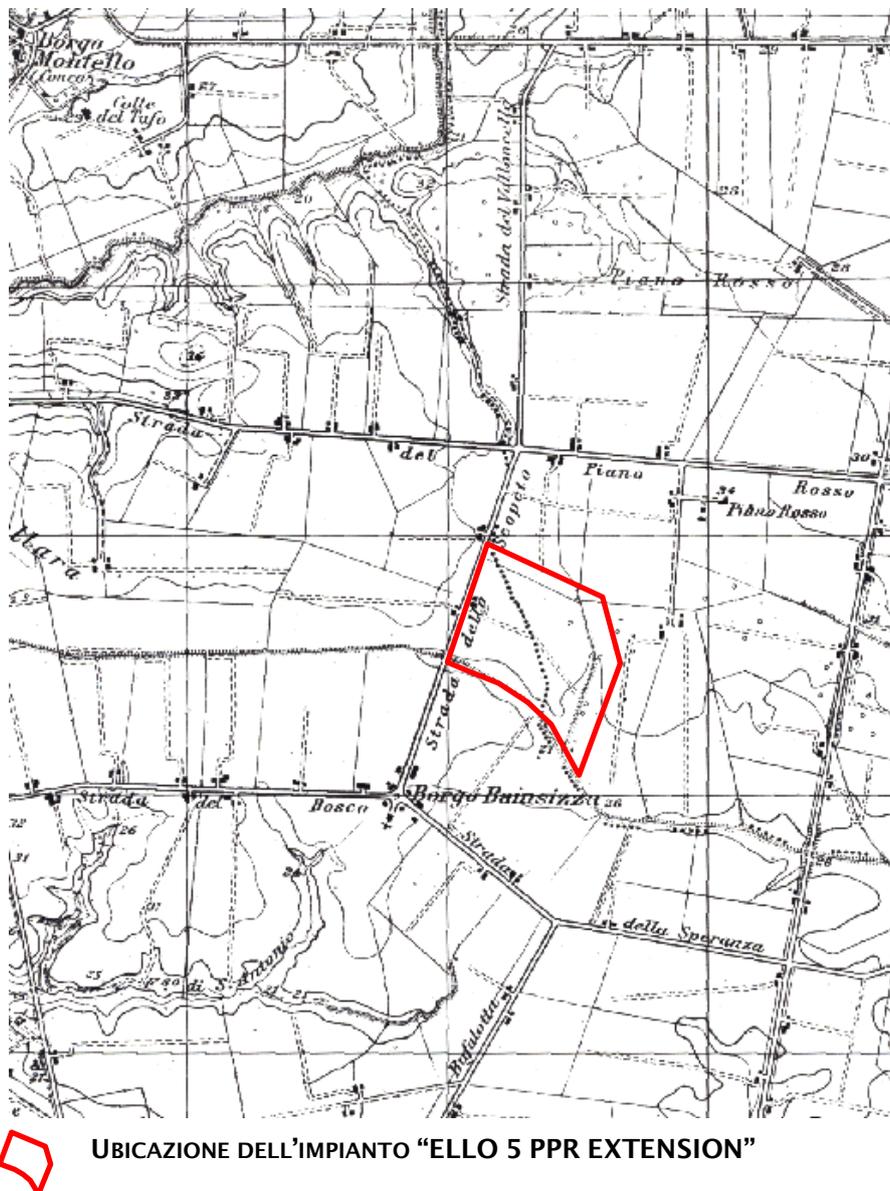


Fig. 2 - Ortofoto dell'area oggetto d'intervento e del tracciato del cavidotto



4. Descrizione dell'intervento di Progetto

La Società Proponente intende realizzare un impianto "agrosolare", ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario. La vendita dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà regolata da criteri di "market parity", ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell'energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

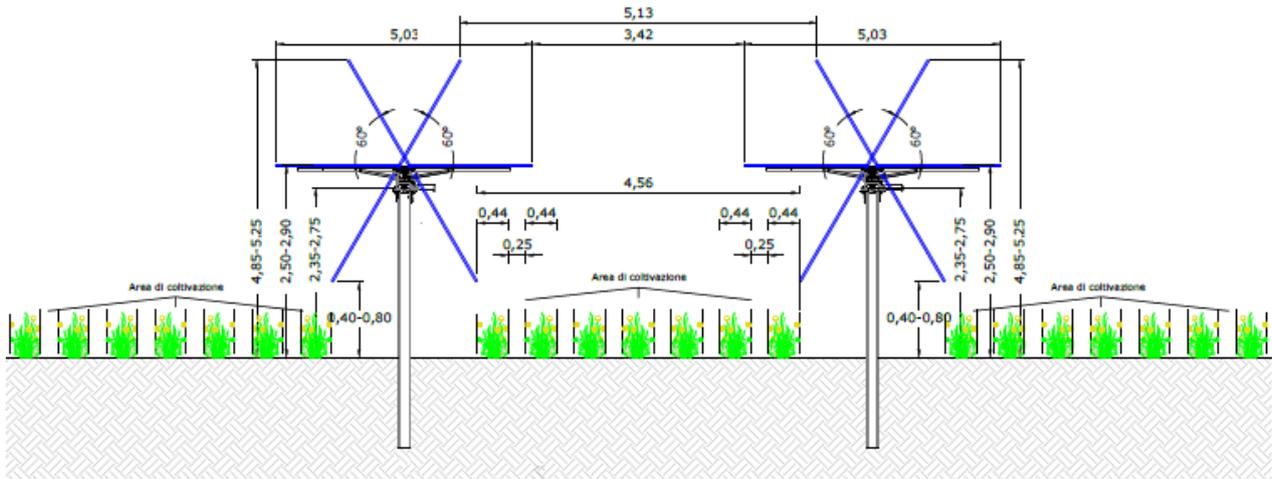
Si tratta di una sorta di ibrido tra agricoltura locale e infrastruttura fotovoltaica in grado di sfruttare il potenziale solare senza sottrarre terra utile alla produzione agricola ma realizzando colture all'ombra di moduli solari e salvaguardando la possibilità di far interagire con il suolo in questione anche la fauna presente.

Oltre a dare un contributo importante all'energia futura pulita, i parchi solari possono infatti fornire un rifugio per piante e animali. In contesti di abbandono e impoverimento delle terre i parchi solari possono avere un positivo impatto sulla diversità biologica. Sebbene i progetti di costruzione comportino un temporaneo disturbo della flora e della fauna esistenti, con gli impianti agri-fotovoltaici c'è la possibilità di migliorare la qualità degli habitat per varie specie animali e vegetali e persino di crearne di nuovi.

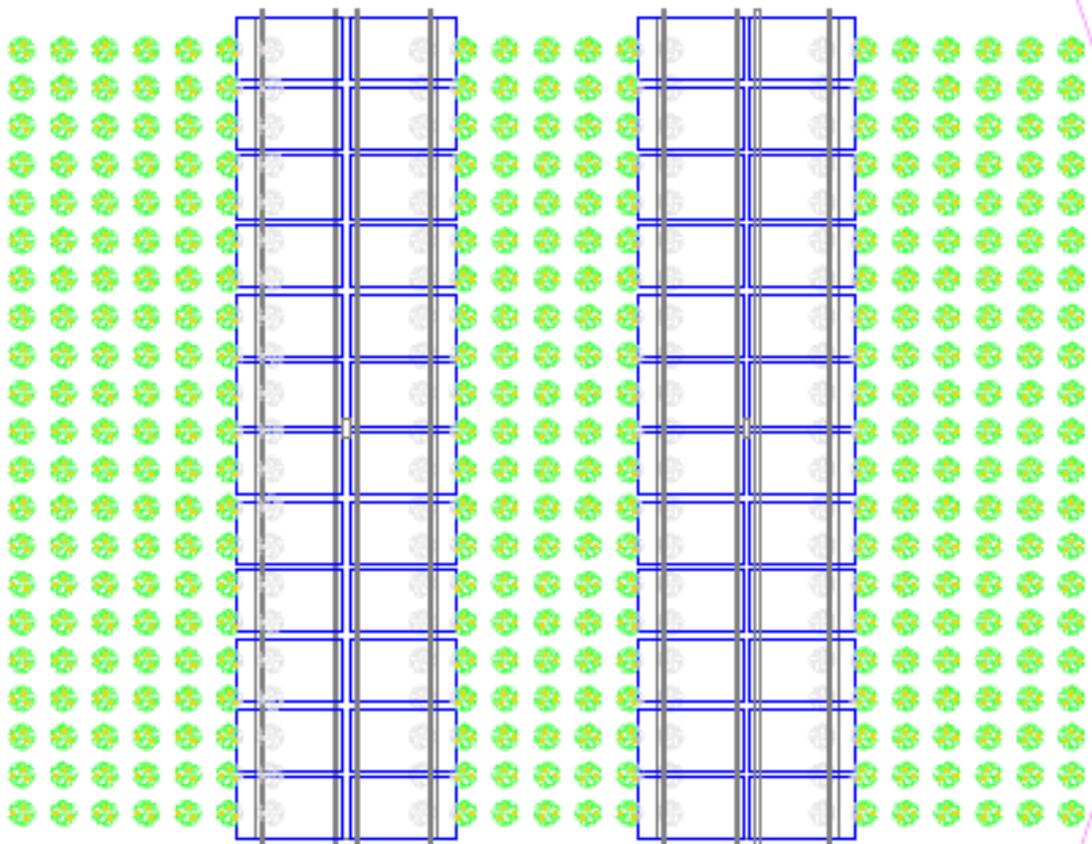
I punti focali del progetto "agrosolare" sono:

- Mitigazione dell'impianto fotovoltaico mediante una fascia perimetrale di oliveto intensivo.
- Piantumazione di "colture in asciutto" tra i trackers.
- Apicoltura.





Piantumazione tra le file di tracker (vista frontale)



Piantumazione tra le file di tracker (vista dall'alto)



Immagini di apicoltura nell'area di impianto

L'impianto sarà realizzato con 357 strutture (tracker) in configurazione 2x48, 2x24 e 2x12 moduli in verticale con pitch=8,45 m. In totale saranno installati 30.672 moduli fotovoltaici monocristallini della potenza di 620 W.

I moduli fotovoltaici sono posizionati su tracker, con l'asse di rotazione disposta in direzione nord-sud, distanziati di 8,45 m (rispetto all'asse di rotazione) l'uno dall'altro.

I tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno. Questa tipologia di struttura evita in generale l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo.

Le stringhe fotovoltaiche, derivanti dal collegamento dei moduli, saranno da 24 moduli; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture con cavi esterni graffettati alle stesse.

Le stringhe saranno disposte secondo file parallele e collegate direttamente a ciascun ingresso delle STRING BOX (vedere elaborato "Layout Inverters").

Dalle String Box (SUNWAY STRING BOX SB-24-LT03-1500V) partiranno i collegamenti agli inverter centralizzati che saranno del tipo SANTERNO - SUNWAY TG 900 1500V TE.

Gli inverter, con potenza nominale di 998kVA (@25°C), verranno collocati all'interno delle cabine di trasformazione MT/BT.

L'energia verrà convertita negli inverter, trasformando la tensione da 1500Vcc (continua) a 640 Vca (alternata), e sarà trasportata per mezzo di cavi BT a 640 V direttamente ai trasformatori BT/MT che innalzano la tensione da 640 V a 30kV.

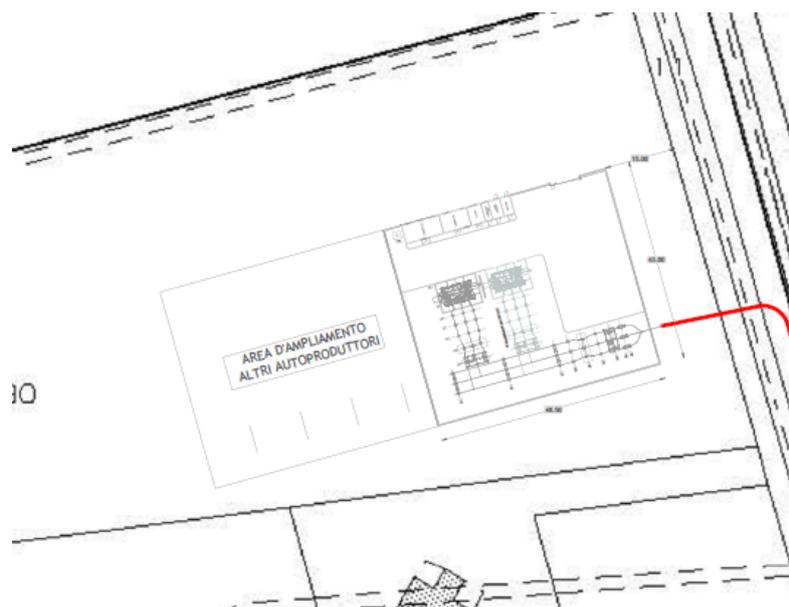
Sarà realizzato un impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti e sovratensione impulsiva al quale saranno collegate tutte le strutture metalliche di sostegno e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. L'impianto fotovoltaico così descritto sarà dotato di sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto, impianto di illuminazione perimetrale e area cabine, impianto antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi).

Le varie cabine di trasformazione BT/MT saranno raggruppate in una dorsale MT che confluirà nella cabina di ricezione di campo, per mezzo di una linea elettrica in cavo interrato elettrificato a 30 kV che andrà ad innestarsi sulla corrispondente cella di linea del quadro elettrico di distribuzione in media tensione installato all'interno della cabina di ricezione di campo.

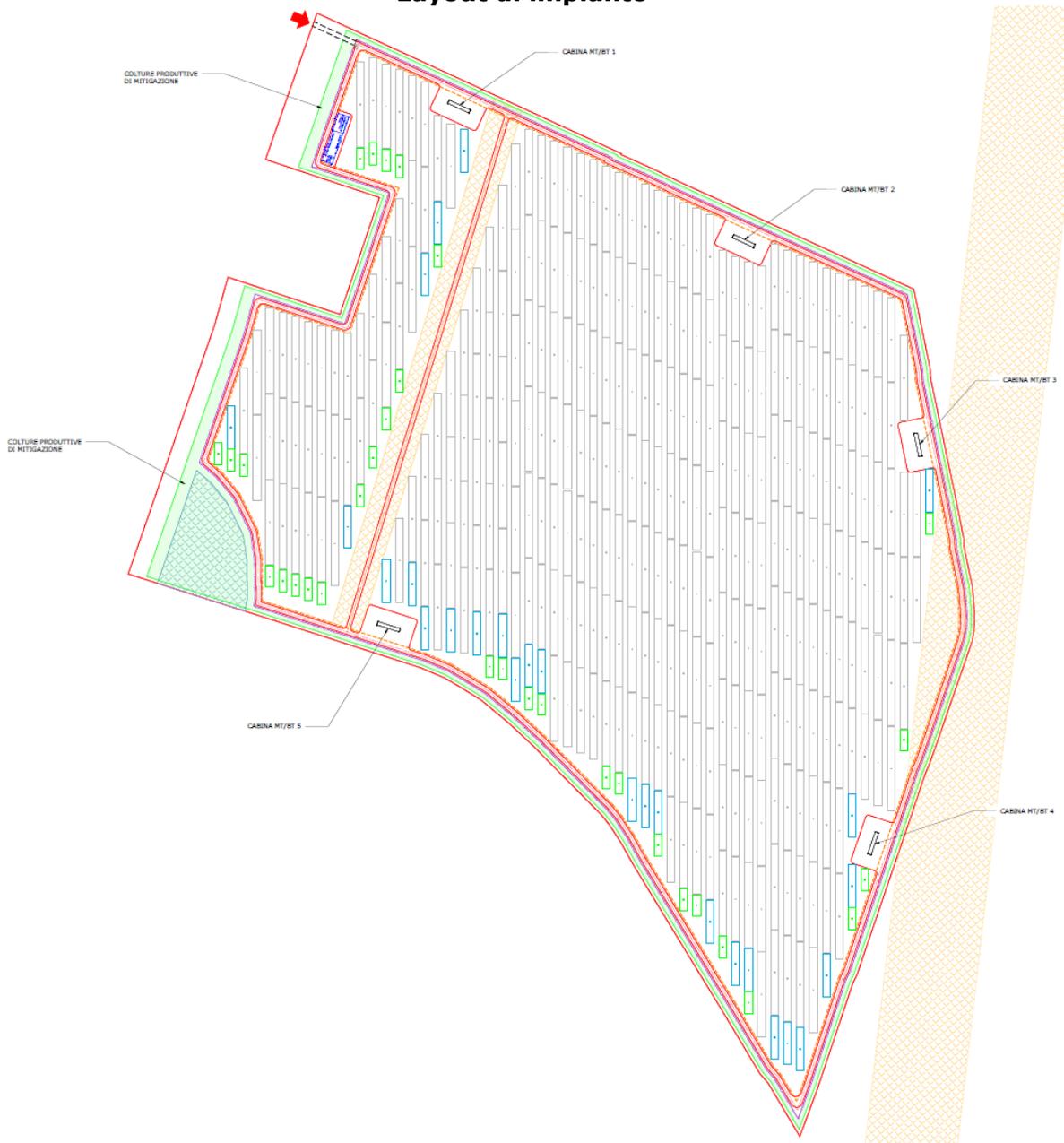
La cabina di ricezione, sezionamento e controllo del campo sarà localizzata all'interno della stessa area; dalla suddetta cabina partirà un cavidotto MT da 30 kV che andrà a collegarsi alla cabina utente posta all'interno della stazione elettrica 150/30 kV (SEU Utente condivisa) situata nel Comune di Latina (Foglio 45 p.Ila 290).

Questa stazione elettrica 150/30 kV è localizzata nelle vicinanze della stazione di trasformazione della SE RTN (TERNA) 380/150 kV di Latina Nucleare; essa è destinata a ricevere l'energia prodotta da diversi impianti fotovoltaici in cui sarà effettuata la trasformazione MT/AT da 30kV a 150kV di ciascun produttore e consentirà l'immissione in rete utilizzando uno stallo disponibile sulla sezione 150kV della stazione 380/150 kV di Latina Nucleare.

Area SEU Utente condivisa (Foglio 45, p.Ila 290)



Layout di impianto

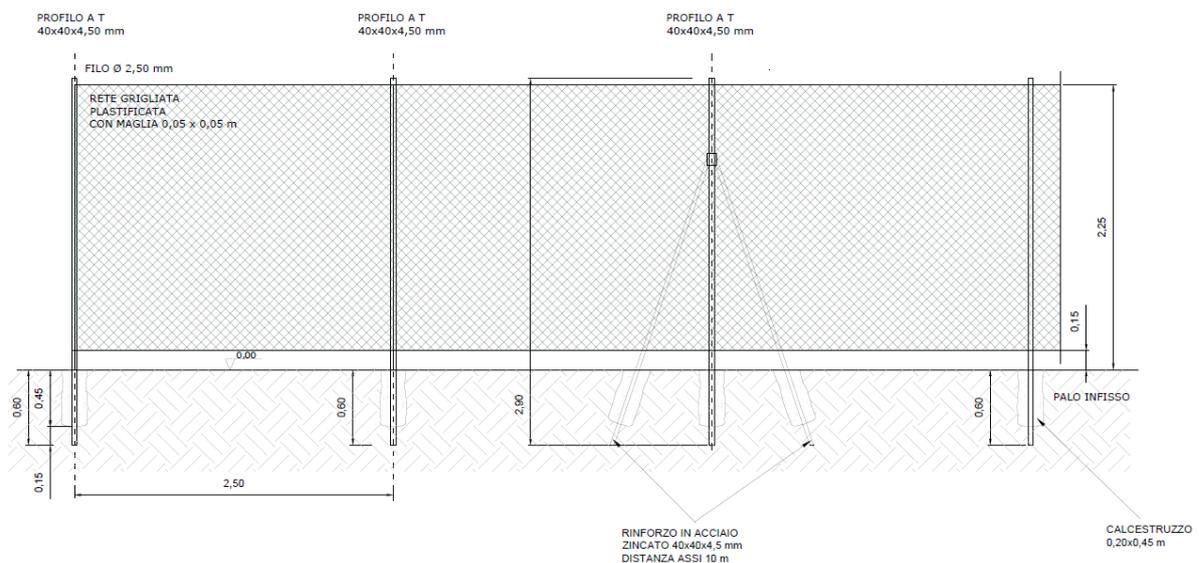


I suddetti impianti saranno connessi in media tensione alla stazione: è prevista per ciascun impianto una trasformazione MT/AT nel punto di raccolta stesso. Un cavo AT interrato della lunghezza di circa 1,2 km conetterà poi la SEU Utente condivisa con la Stazione Elettrica RTN 380/150 kV di Latina Nucleare.

Tutte le opere civili necessarie alla corretta collocazione degli elementi dell'impianto e al fine di garantire la fruibilità in termini di operazione e mantenimento dell'impianto nell'arco della sua vita utile:

- recinzione perimetrale a maglia metallica plastificata pari a ca. 2,25 ml dal terreno con circa 15 cm come misura di mitigazione ambientale, con pali a T infissi 60 cm;
- viabilità interna al parco larghezza di 3 metri realizzata con un materiale misto cava di cava o riciclato spessore ca. 30-50cm;

- minima regolarizzazione del piano di posa dei componenti dell'impianto fotovoltaico (strutture e cabinati) in ogni caso con quote inferiori a 1 metro al fine di non introdurre alterazioni della naturale pendenza del terreno;
- scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna e a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti MT, BT e ausiliari, in ogni caso inferiori a 1 metro;
- canalizzazioni all'ingresso delle cabine, cavi inverter e cabine, cavi perimetrali per i sistemi ausiliari;
- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/MT e cabine di ricezione) e plinti di fondazione delle palificazioni per illuminazione, videosorveglianza perimetrale e recinzione;
- pozzetti per le canalizzazioni perimetrali e gli accessi nelle cabine di trasformazione;
- opere di piantumazione del terreno nudo e piantumazione fascia perimetrale produttiva di mitigazione con l'installazione di adeguato impianto di irrigazione;
- eventuali drenaggi in canali aperti a sezione ristretta, a protezione della viabilità interna e delle cabine, nel caso si riscontrassero basse capacità drenanti delle aree della viabilità interna o delle aree di installazione delle cabine.

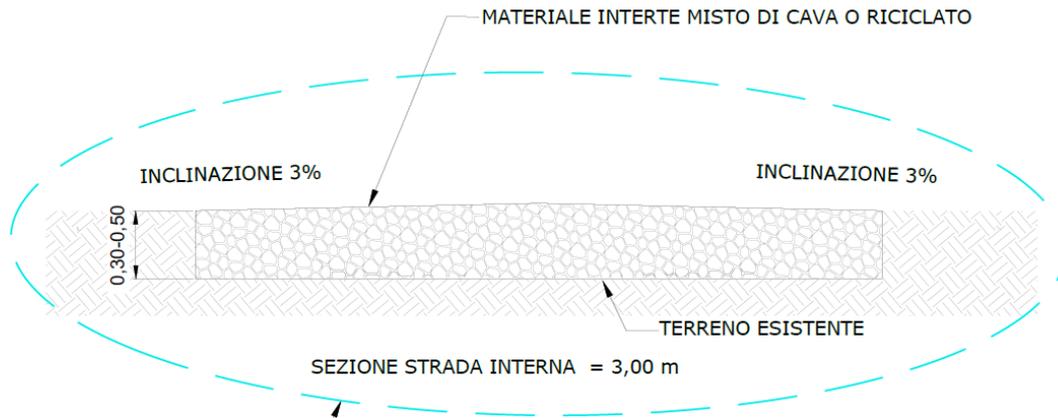


Recinzione perimetrale

I sistemi ausiliari che saranno realizzati sono:

- sistema di controllo e monitoraggio impianto fotovoltaico;
- sistema antintrusione lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine, costituito da un sistema di videosorveglianza con telecamere fisse poste su pali in acciaio, da un sistema di allarme a barriere microonde (RX-TX di circa 60 m) con centralina di gestione degli accessi;

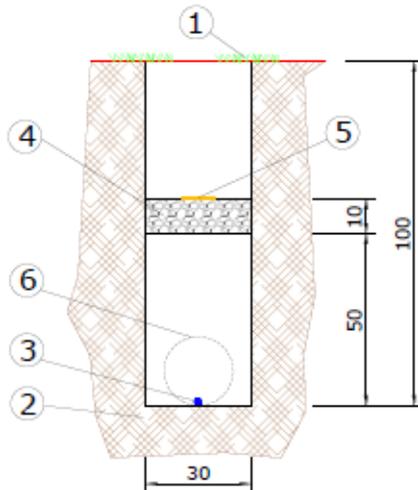
- sistema di illuminazione con fari LED 50W con riflettore con ottica antinquinamento luminoso posti su pali in acciaio, altezza 3 m, lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (illuminazione perimetrale, controllo, etc.).
- rete telematica interna per la trasmissione dei dati del campo fotovoltaico;
- rete idrica per l'irrigazione della fascia perimetrale produttiva di mitigazione.



Viabilità interna

TIPICO 1

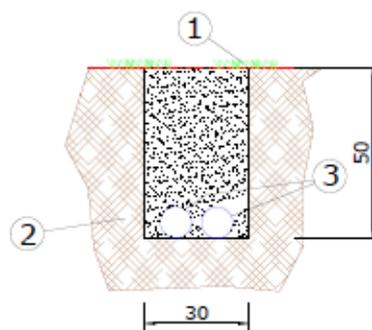
SCAVO E POSA CAVO MT COLLEGAMENTO
 DELLE CABINE MT/BT E POWER STATION



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) CAVO MT
- 4) PROTEZIONE MECCANICA CON MATERIALE INERTE
- 5) NASTRO SEGNALATORE
- 6) CAVIDOTTO (OPZIONALE)

TIPICO 2

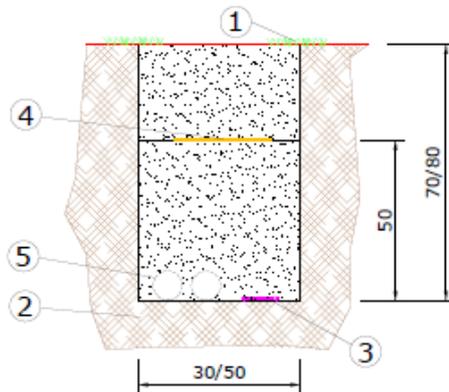
SCAVO E POSA POLIFERA PER DISTRIBUZIONE
 PERIMETRALE AUSILIARI E SORVEGLIANZA



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) TUBO CORRUGATO IN PVC Ø90 DOPPIA PARETE

TIPICO 3

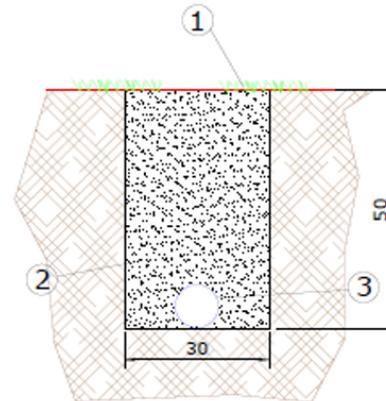
SCAVO E POSA POLIFERA PER COLLEGAMENTO
 DCB E CABINA MT/BT



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) CAVI BT IN ALLUMINIO (SEZIONE E NUMERO VARIABILI)
- 4) NASTRO SEGNALATORE
- 5) CAVIDOTTI (OPZIONALE) (SEZIONE E NUMERO VARIABILI)

TIPICO 4

SCAVO E POSA POLIFERA PER COLLEGAMENTO
 CC STRINGHE E STRINGBOX



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) TUBO CORRUGATO IN PVC
 Ø63 o Ø90 DOPPIA PARETE

Tipici scavi e posa cavi

5. Descrizione del bacino idrografico di riferimento ed elementi del P.A.I.

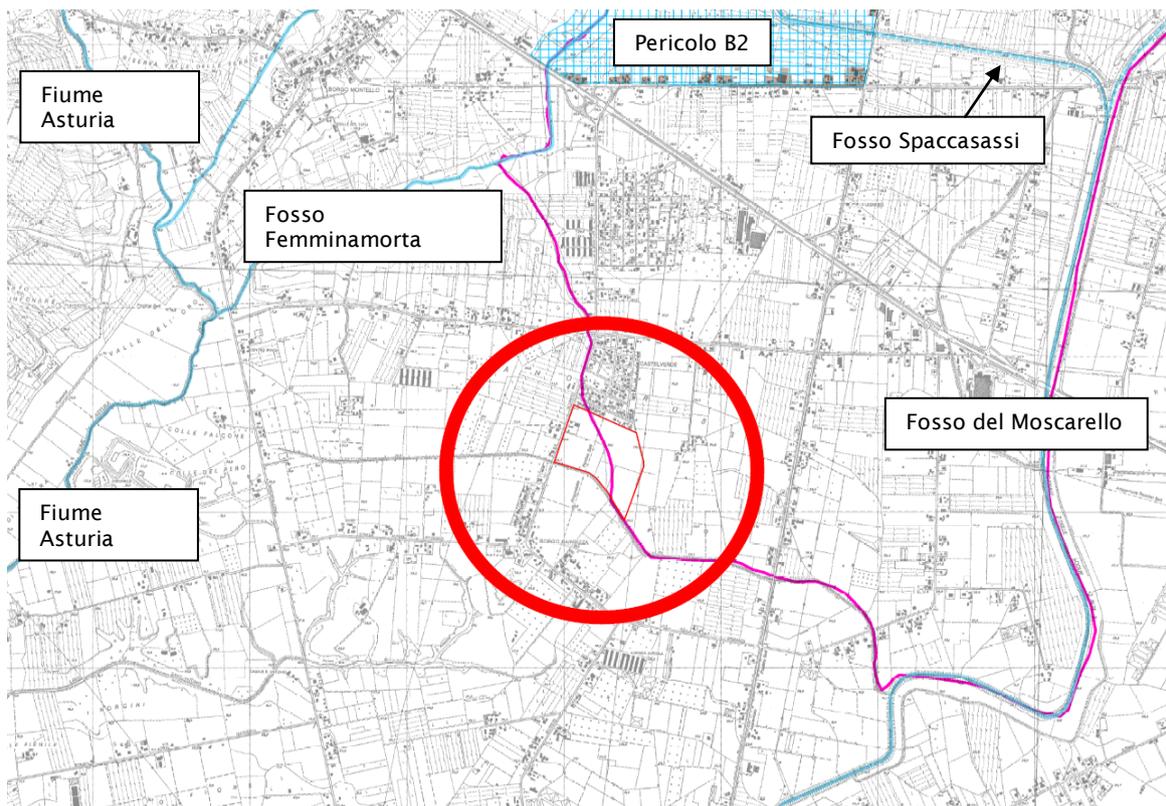
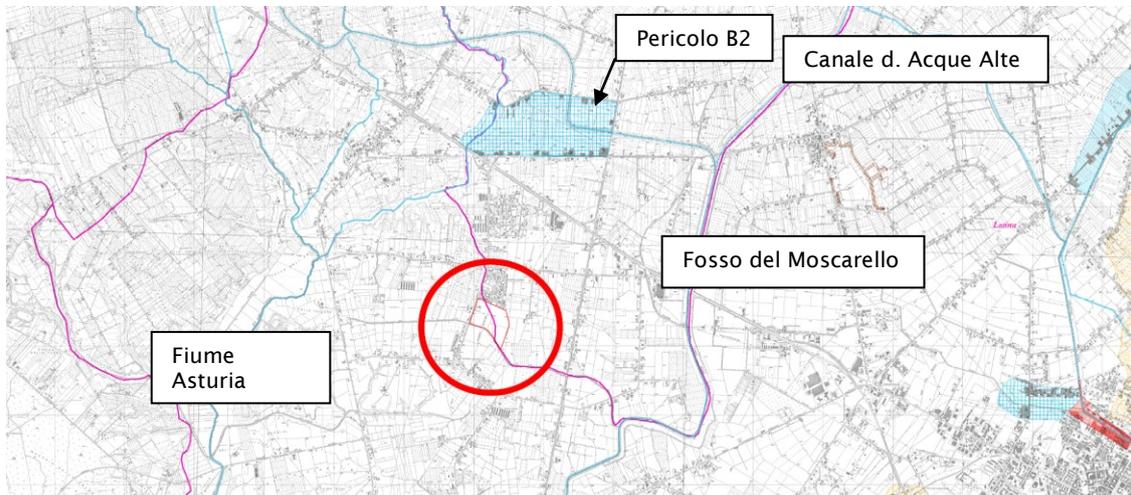
Il bacino in cui si inserisce il sito di intervento ricade nel territorio di competenza dell'ex Autorità dei Bacini Regionali del Lazio (in particolare dei bacini minori dei corsi d'acqua con foce a mare a Sud della foce del Tevere), oggi Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale. Il reticolo idrografico principale che caratterizza il territorio comprende un impluvio naturale interessato da deflusso superficiale continuativo quale il fiume Asturia; si individuano inoltre fossi dal deflusso saltuario inquadrati comunque quali "Corsi d'acqua principali" nella Cartografia aggiornata alla data del D.S.147/2021 (Novembre 2021), TAV. 2.04 Sud, del PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) dei bacini regionali del Lazio - Sez. AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER DISSESTO IDROGEOLOGICO.

Il lotto oggetto di intervento si individua, ad una distanza non inferiore di due chilometri, a Sud di un'area "perimetrata" nel P.A.I. quale "Area a pericolo di inondazione B2". A Nord del lotto, a non meno di 1,60 Km dal suo perimetro esterno, si individua il "Fosso Femminamorta" che confluisce nel Fiume Asturia, il cui tracciato scorre ad Ovest del lotto di intervento a non meno di 2 Km di distanza; a N/E del sito si individua un altro fosso riportato in cartografia quale asta idrografica principale ovvero il "Fosso del Moscarello", confluyente del "Fosso Spaccasassi" che a sua volta "scarica" nel "Canale delle Acque Alte", il cui tracciato scorre ad Est del lotto di indagine (i confini del lotto non distano meno di due chilometri dai tracciati principali delle suddette aste riportate in Cartografia Ufficiale).

Il cavidotto di collegamento delle installazioni FV alla rete elettrica prevede un percorso di posa lungo la viabilità pubblica (S.P. 18) che non prevede intersezioni né parallelismi a meno

di 200 m di distanza con perimetrazioni P.A.I. per pericolo di inondazione o con aste del reticolo idrografico principale.

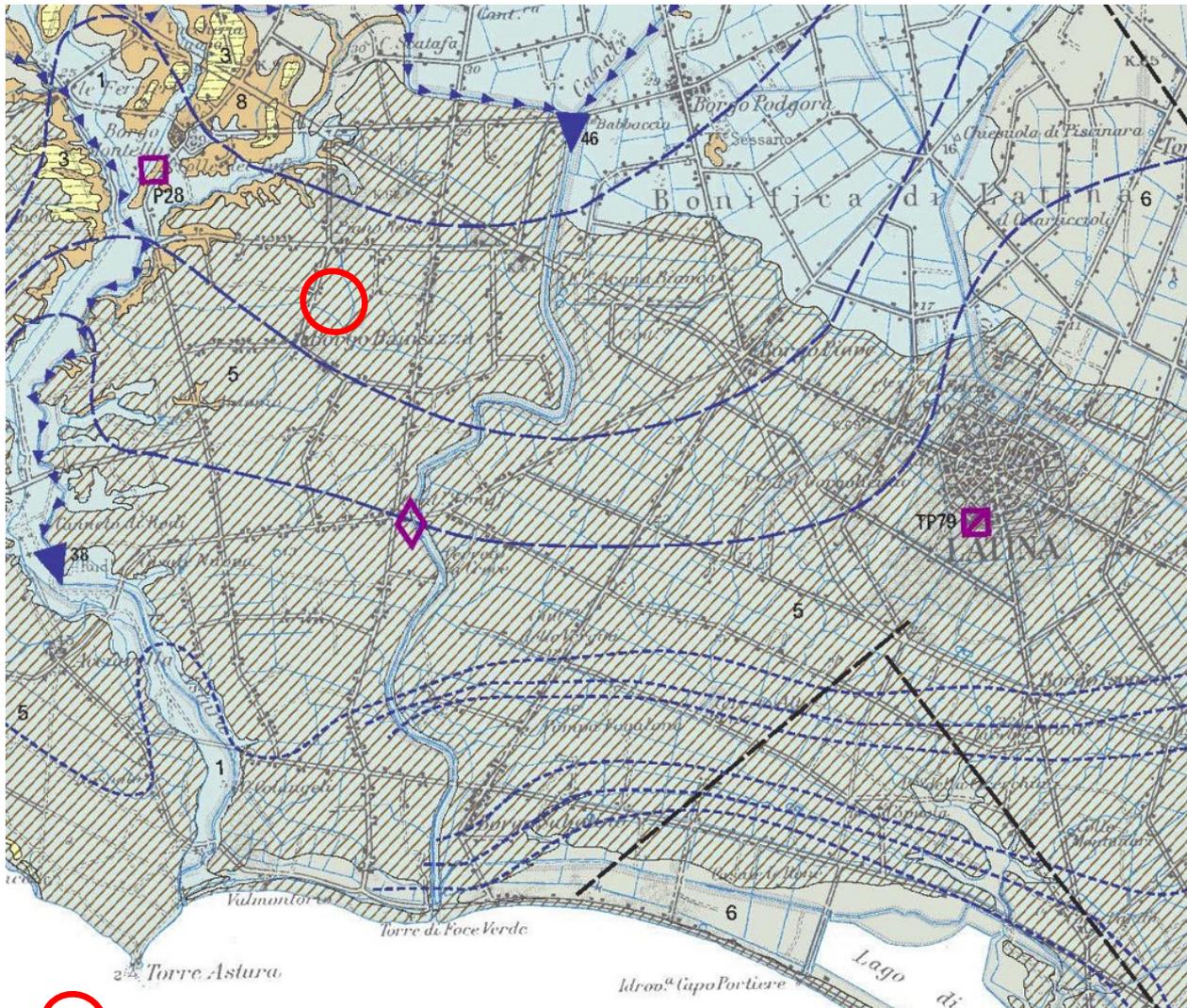
Fig. 3a, 3b - Inquadramenti con indicazione del lotto e degli elementi del P.A.I.



In definitiva gli unici elementi che partecipano alla regimazione delle acque meteoriche in deflusso superficiale e che si rinvergono in prossimità delle opere di impianto, si individuano nelle canalette al bordo delle carreggiate della viabilità pubblica e nei rispettivi sistemi di attraversamento in tombino stradale ovvero nei canali di drenaggio dei lotti dedicati alla coltivazione; in entrambi i casi si tratta di opere antropiche il cui funzionamento idraulico esula dai fini di una indagine del tipo affrontato in questa sede. La Carta Idrogeologica Regionale "ante

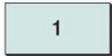
2013” e la cartografia IGM riportano i graficismi di tali impluvi dal carattere minore, anche in adiacenza al lotto di installazione FV. In particolare il lotto, di forma quadrilatera, “vede” scorrere in adiacenza ai due lati perimetrali disposti verso Sud, altrettante aste idrografiche dal carattere saltuario.

FIG. 4 – CARTA IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LAZIO (2012)



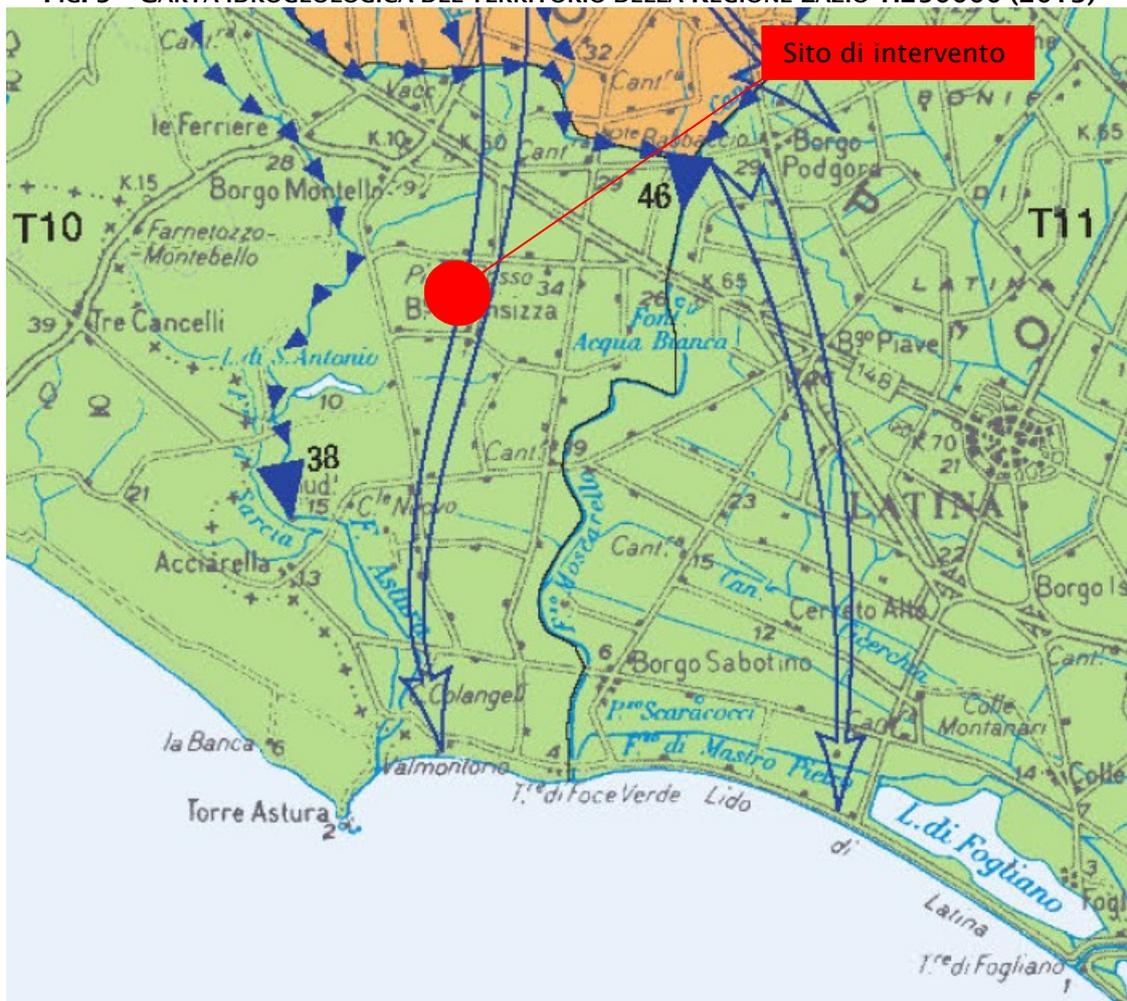
 UBICAZIONE DEL SITO OGGETTO DI STUDIO

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

-  **COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta**
 Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (*OLOCENE*). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.
-  **COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - potenzialità acquifera medio alta**
 Sabbie dunari, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune deltizie (*PLEISTOCENE - OLOCENE*). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.

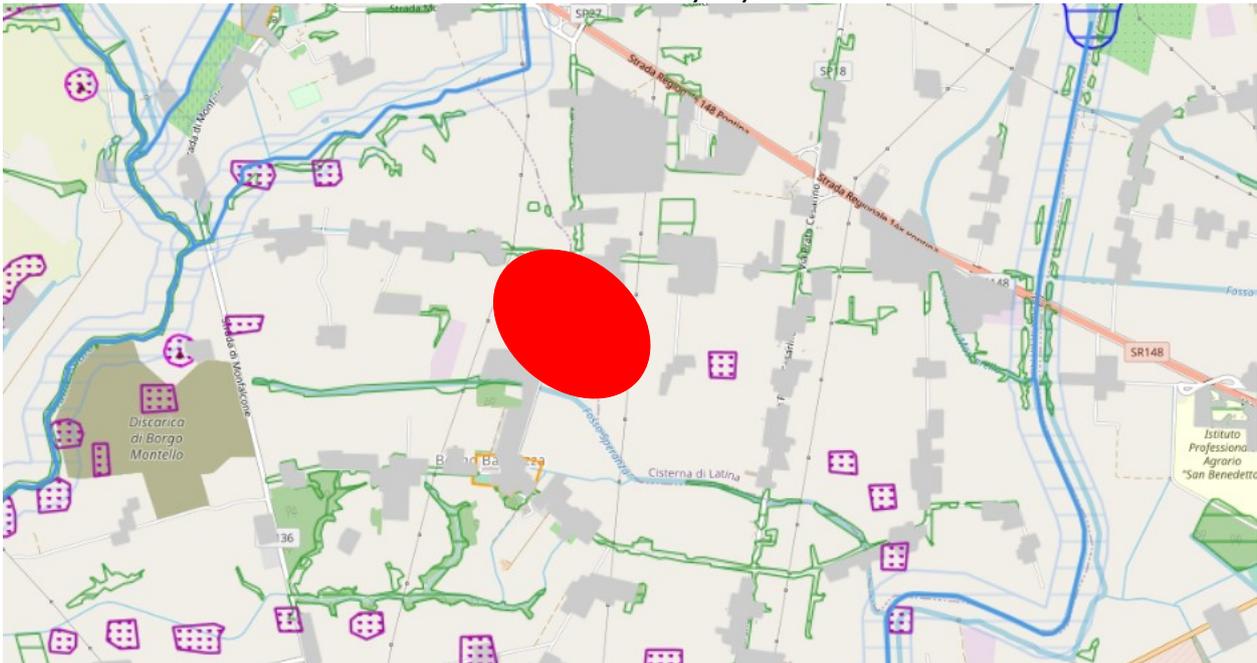
La nuova Carta Idrogeologica della Regione Lazio 1:250'000 non indica gli impluvi saltuari quali aste idrografiche e mostra una chiara tendenza del territorio a lasciare fluire le acque in scorrimento superficiale verso la linea di costa a Sud.

FIG. 5 – CARTA IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LAZIO 1:250000 (2013)



Il PTPR nella TAV. B (data di pubblicazione Ottobre 2021) mostra la presenza di un canale denominato “Fosso Speranza”, che scorre da Ovest verso Est descrivendo, in sostanza, uno dei confini del lotto oggetto di installazione; il canale, circa due chilometri più a valle, confluisce nel Fosso del Moscarello ma solo dopo aver intersecato i percorsi di un fosso a difesa del bordo di una carreggiata stradale (la Strada della Speranza che poi diviene Via Moscarello) oltre ad altre canalette di drenaggio dei lotti agricoli adiacenti:

FIG. 6 - PTPR - 04/10/2021



Non risulta affatto agevole associare un bacino scolante al lotto oggetto di impianto in quanto il sito occupa una “cresta” tra gli impluvi principali rappresentati in precedenza ed anche considerando le aste idrografiche dal carattere saltuario riportate nella carta IGM, si nota come il lotto occupi un “displuvio” tra due impluvi confluenti immediatamente a valle (uno dei due è il cosiddetto Fosso della Speranza); la morfologia e la altimetria del territorio è tale da suggerire che le acque meteoriche zenitali tendano a scorrere in deflusso superficiale nel lotto, di direzione preferenziale da Nord -Ovest verso Sud - Est, ovvero che i deflussi appartengano ad un bacino scolante conferente nel Fosso della Speranza, adiacente al lato Sud del lotto.

Foto rilevate in sito





Le aree, in questa porzione di territorio, risultano subpianeggianti o, a tratti, leggermente acclivi, i terreni antropizzati dall'opera di coltivazione, le superfici ben parificate e nessun particolare ostacolo ai deflussi superficiali; è pertanto plausibile attendere un regime di deflusso superficiale delle acque meteoriche (unicamente quelle zenitali raccolte nell'immediato intorno del lotto di impianto), dal carattere "diffuso" sul piano campagna.

Aree in cui è prevista la installazione di progetto:



6. Inquadramento geologico e idrogeomorfologico

La Pianura Pontina costituisce la porzione meridionale di un'estesa area subsidente che a partire dal Pliocene si creò tra la catena appenninica e la costa (piana costiera). Essa difatti, posta al margine del Mar Tirreno, risulta delimitata a nord dai Colli Albani e ad est dalla catena dei monti Ausoni e Lepini.

Par quanto attiene gli aspetti strutturali, dal Pliocene al Pleistocene un sistema di faglie dirette ad andamento prevalentemente NW-SE e subordinatamente SE-NW ha interessato il margine tirrenico della catena appenninica, in adiacenza all'area attualmente occupata dalla Pianura Pontina, ha determinato la formazione di un profondo graben, colmato da sedimenti marini, fluvio-palustri e subordinatamente piroclastici.

Sondaggi profondi eseguiti nel territorio racchiuso tra i rilievi carbonatici e la Via Appia (Manfredini, 1990) evidenziano, a partire dall'alto: una formazione superiore di ambiente palustre o lacustre, per uno spessore massimo di circa 100 m, costituita da alternanze di argille torbose, sabbie, travertini e rari orizzonti conglomeratici; una formazione inferiore costituita prevalentemente da sabbie limose di ambiente marino, ricche di macrofossili, per uno spessore massimo di 200 m e attribuibili genericamente al Pleistocene.

Al di sotto di questi terreni sono presenti i termini ribassati delle successioni giurassico-cretaciche di altofondo carbonatico che costituiscono le dorsali dei Monti Lepini ed Ausoni.

Spostandosi verso il mare, nel settore indicativamente individuabile a SW della Via Appia, al di sotto dei depositi di duna antica che giungono fino al mare, i sondaggi profondi (Sondaggi Sabaudia, Pontinia e S. Donato, riportati in Conforto et. Alii, 1962 e in Camponeschi e Nolasco, 1983) e le indagini geofisiche effettuate dai diversi autori, non individuano, sino ad oltre 1000 m di profondità i termini calcarei giurassico-cretacici.

Da un punto di vista morfologico, si passa da un assetto tabulare della Piana costiera (il cui andamento è interrotto unicamente dalle ondulazioni degli antichi depositi dunali), ai rilievi collinari, alle forme vallive ed alle propaggini dei Colli Albani, ai ripidi versanti calcarei.

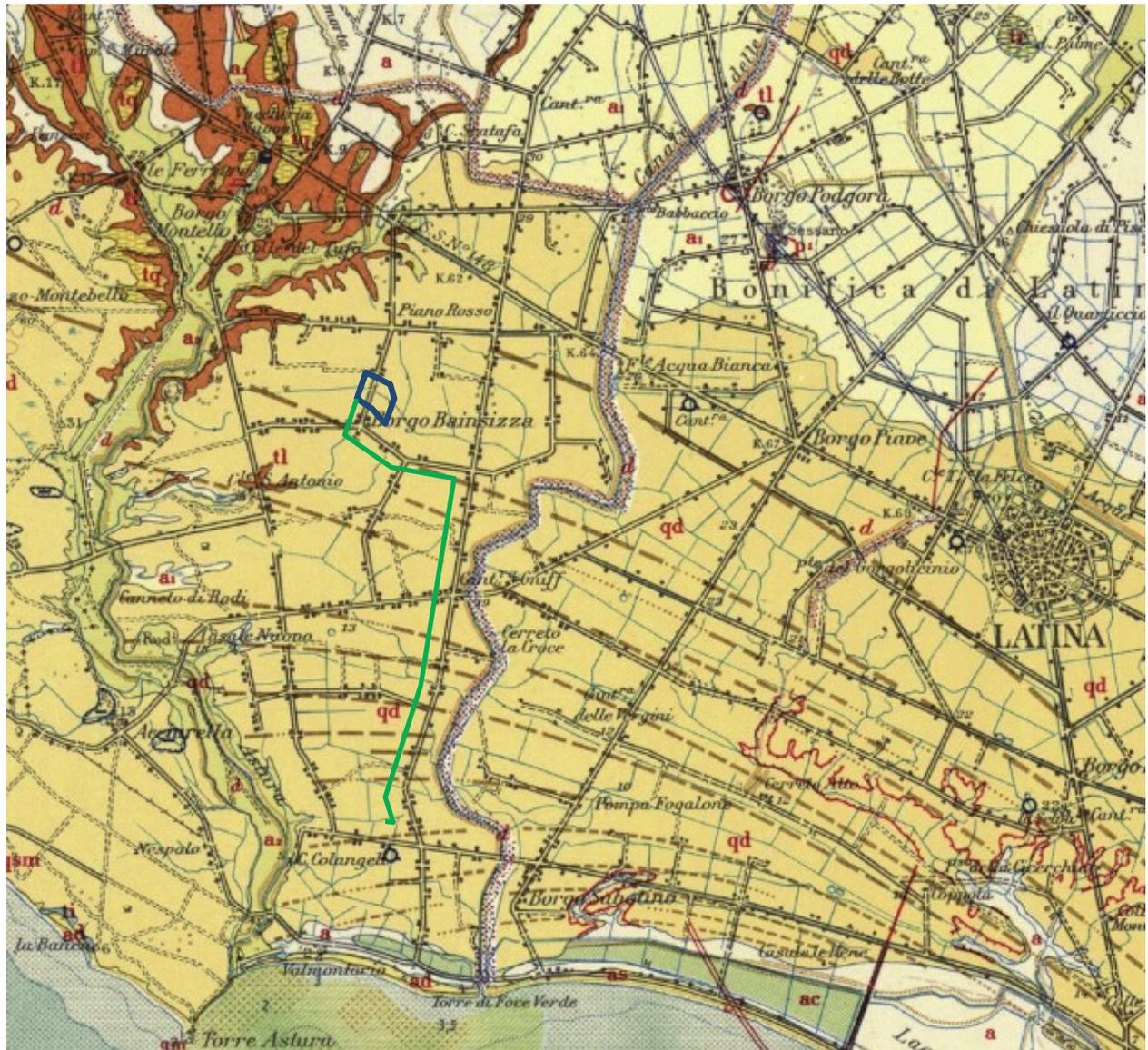
La configurazione attuale del paesaggio della Pianura Pontina è il risultato, principalmente, dell'attività antropica di regimazione e controllo delle acque superficiali. Dal punto di vista morfologico s.s., infatti, il territorio in esame presenta pochi elementi geomorfologici "naturali" mostrando, al contrario, significativi rapporti con elementi antropici. Le culminazioni morfologiche presenti, sono determinate unicamente dalla presenza dell'antico cordone dunale, che può innalzarsi anche di alcune decine di metri dal piano campagna lungo assi allungati in direzione all'incirca NW - SE.

Il sito oggetto del presente studio risulta posto in un'area sub-pianeggiante, con quote altimetriche comprese tra 27 e 32 m s.l.m.

Per le ragioni precedentemente esposte, la Pianura Pontina occupa la fascia costiera fino al Mar Tirreno con una larghezza di 20 km ca., una lunghezza di 50 km ca., in direzione NW-SE. Dal punto di vista geologico nella pianura affiorano depositi pliocenici e quaternari che, dai rilievi, si estendono fino all'attuale linea di costa e vanno ad occludere le strutture che costituiscono il substrato.

Pertanto, la successione sedimentaria, a partire da un ambiente deposizionale di tipo marino è passato ad un ambiente di transizione (costiero) e successivamente ad un sistema continentale di tipo fluvio-lacustre. Questa evoluzione si riflette in una grande variabilità verticale e laterale dei depositi, che sono fluviolacustri, piroclastici, eolici e costieri.

FIG. 7 - CARTA GEOLOGICA

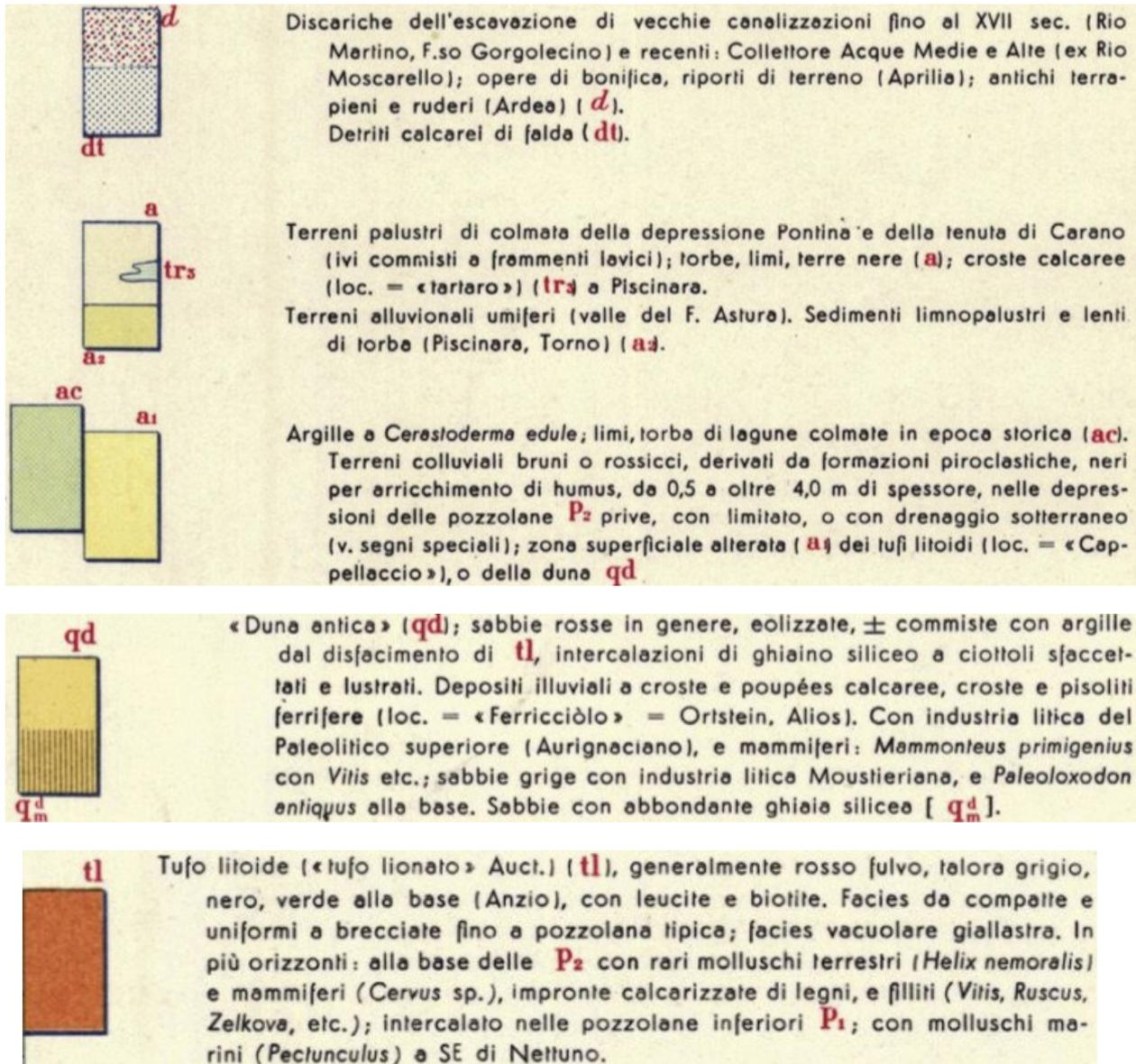


LEGENDA



UBICAZIONE DELL'IMPIANTO "ELLO 5 PPR EXTENSION"

CAVIDOTTO



In dettaglio tali sedimenti possono essere raggruppati in alcune grandi classi in relazione alla loro composizione e modalità di deposizione:

- terreni torbosi di origine fluvio-lacustre (Olocene);
- argille marine e di transizione, sabbie e ghiaie continentali e marine (Pleistocene superiore);
- depositi sabbioso-limosi litorali e transizionali (Pleistocene medio);
- piroclastiti ed epivolcaniti (vulcanismo albano);
- argille azzurre con intercalazioni sabbiose (Pliocene - Pleistocene);
- depositi marini detritici (Pliocene).

Come anticipato, la Pianura Pontina è delimitata ad Est dai rilievi carbonatici dei Monti Lepini e la parte più settentrionale dei Monti Ausoni, a Nord dai rilievi vulcanici albani ad Ovest e a Sud dal Mar Tirreno. La parte emersa della struttura lepina è interessata da un vistoso processo carsico ed ospita una falda imponente, la porzione ribassata sotto la Piana Pontina invece, è coperta da

sedimenti plio-quadernari e contiene una ricca falda imprigionata, alimentata lateralmente dal sistema acquifero della dorsale lepina e dei colli albani.

Il substrato della Pianura Pontina, costituito da rocce calcaree mesozoiche, unitamente ai depositi terrigeni sovrapposti (argille, sabbie, torbe), fungono da serbatoi d'acqua infiltratasi nei rilievi circostanti e sono certamente sede di circolazione idrotermale.

Si hanno così due differenti condizioni idrogeologiche:

- un acquifero carsico esteso nella struttura lepina, sia nella parte emersa che nella parte ribassata.*
- un circuito idrotermale che si sviluppa nel sistema di faglie esistente.*

L'area in studio si colloca nell'ambito della complessità dell'assetto idrogeologico della Pianura Pontina schematicamente riferibile ad un acquifero multifalda, causato anche da variazioni verticali di facies, che rappresenta un'unità idrogeologica ben definita, all'interno della quale si rinvencono falde idriche contenute negli orizzonti litologici a maggiore permeabilità, che si rinvencono a profondità diverse. Questi acquiferi ricevono un'alimentazione soprattutto laterale, da parte delle falde delle vulcaniti e, in maggior misura, degli acquiferi carsici dei rilievi lepini.

In linea generale si osserva una netta correlazione tra la topografia dei terreni e l'andamento della superficie piezometrica; le massime culminazioni della falda (30 ÷ 40 m s.l.m.) si riscontrano nelle porzioni nord occidentali del territorio pontino, in coincidenza delle quote topografiche più elevate e della presenza dei terreni vulcanici dell'apparato albano, mentre le quote più basse sono omogeneamente distribuite lungo la fascia costiera (inferiori a 2.5 m s.l.m.).

Il complesso idrogeologico interessato dagli interventi è quello dei "depositi dunali antichi e recenti". Il settore costiero della pianura, difatti, ospitano depositi prevalentemente sabbiosi della duna antica ospitano una falda di acqua dolce, alimentata prevalentemente dagli apporti diretti delle precipitazioni affluite in sito e, pertanto, ha rapporti con l'interfaccia acqua dolce-salata.

L'area oggetto di studio ricade nel Complesso delle Sabbie Dunari: si tratta di Sabbie dunari, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune deltizie (Pleistocene-Olocene) che presentano spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.

Secondo la suddetta carta, la superficie piezometrica si attesta intorno 17 m s.l.m., pertanto la falda potrebbe rinvenirsi a quote comprese tra 10 e 15 m s.l.m.

La provincia di Roma è interessata da un macroclima mediterraneo. Dalle informazioni dedotte in parte dalle stazioni termopluviometriche dell'SIMN di Roma ed in parte dalle stazioni agronomiche dell'ARSIAL si evince che la precipitazione cumulata media annuale per la stazione di Anzio è di 719 mm, mentre i giorni piovosi dell'anno sono in media 86.

Per lo svolgimento degli studi sulle portate di piena sono disponibili i dati rilevati dalle stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. È inoltre a disposizione la banca dati creata nell'ambito del progetto VAPI (CNR), che ha curato la regionalizzazione delle misure di precipitazioni di forte intensità.

L'area vasta della Provincia di Roma è caratterizzata da un clima mite e piuttosto uniforme; in particolare l'area in oggetto ricade nella zona climatica "C" a cui corrisponde un valore di circa 1220 gradi-giorno. Anche per i dati di temperatura sono disponibili le misure rilevate dalle stazioni del Servizio idrografico relative all'intervallo temporale 1951-1999, le uniche che presentino serie sufficientemente estese e omogenee. Questi dati termometrici sono stati integrati utilizzando quelli contenuti nel lavoro di Blasi (1994) edito dalla Regione Lazio. Si riportano di seguito i dati della stazione di Ardea più vicina all'area in oggetto.

Staz.	Quota	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giù.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Media
Ardea	37	8,26	9,25	11,06	13,88	17,32	20,84	22,91	22,72	20,02	16,07	11,55	8,89	15,23

7. Analisi pluviometrica

Per quanto riguarda l'analisi delle precipitazioni e la determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP) si sono adottati i criteri, le metodologie ed i risultati proposti nello "Studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico", sviluppato nell'ambito della convenzione tra l'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio ed il Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tre (D.S.I.C).

La metodologia utilizzata fa riferimento a quella proposta su scala regionale e nazionale dal progetto VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). In particolare si è fatto riferimento alle analisi pluviometriche effettuate dall'U.O. 1.34, le cui risultanze sono contenute anche nella pubblicazione "Sintesi del rapporto regionale nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara" e al successivo "Studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico". In questi studi viene adottato un modello probabilistico a doppia componente (TCEV), che interpreta gli eventi massimi annuali come risultato di una miscela di due popolazioni distinte di eventi (eventi massimi ordinari ed eventi massimi straordinari). Tale modello al terzo livello è stato modificato mediante l'introduzione di un modello a tre parametri.

Le elaborazioni relative all'applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri vengono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico.

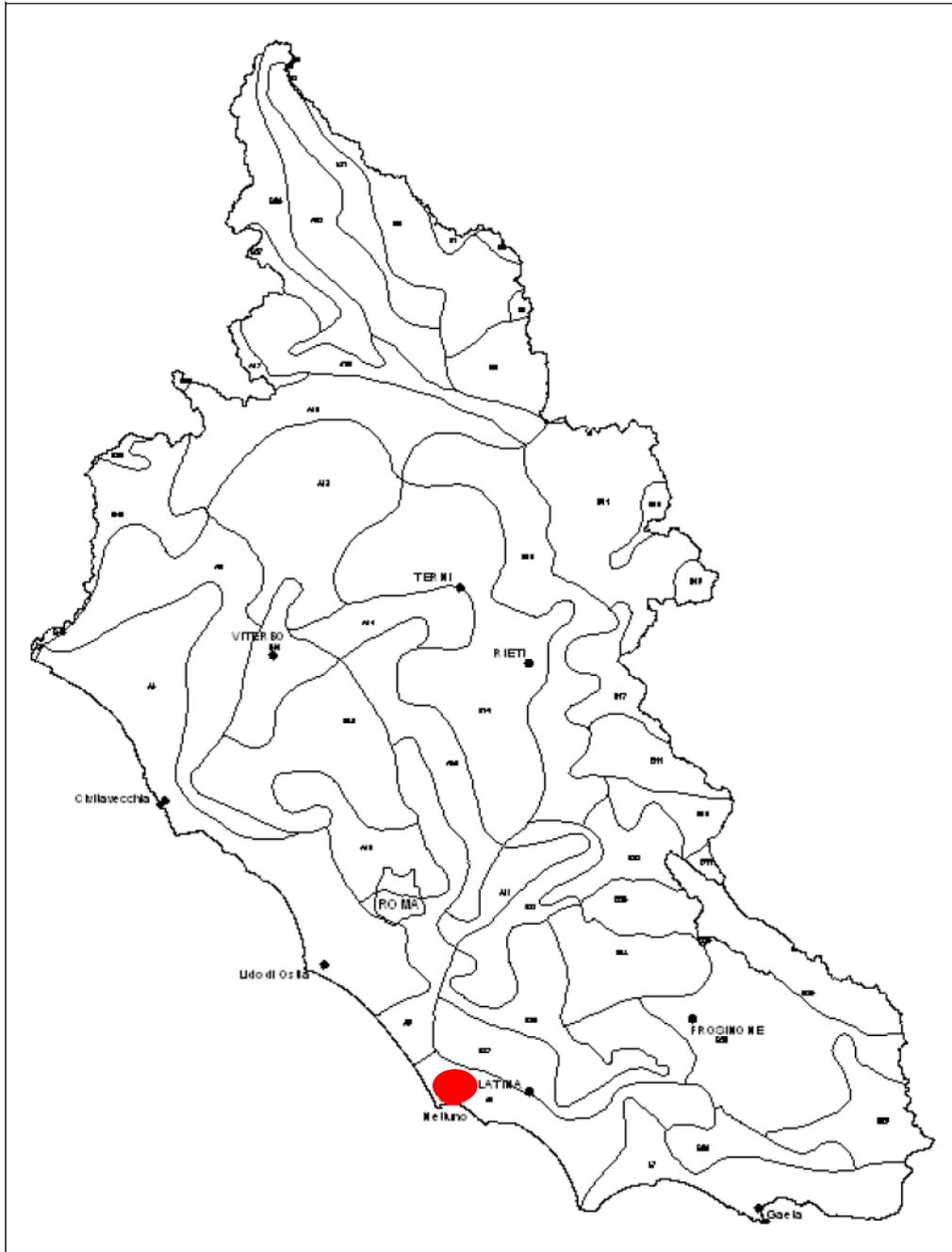
Nel programma VAPI è stata effettuata l'analisi statistica dell'intera informazione idrologica su base regionale delle piogge massime giornaliere; tale informazione è stata successivamente integrata con l'analisi delle piogge intense di breve durata.

In dettaglio l'analisi dei parametri di forma è stata effettuata all'interno del primo livello di regionalizzazione: si è ipotizzato, infatti, che tali parametri, poiché dipendono da fattori essenzialmente climatici, siano costanti in senso statistico in ampie aree geografiche, zone omogenee.

L'analisi del parametro di scala della distribuzione viene effettuata all'interno del secondo livello di regionalizzazione, che riguarda contemporaneamente i parametri di forma e di scala della distribuzione delle piogge. Si assume che il parametro di scala sia costante in aree geografiche

omogenee più piccole contenute all'interno delle zone omogenee precedentemente identificate al primo livello di regionalizzazione (sottozone omogenee).

Figura 8: Regione Lazio-Terzo livello di regionalizzazione-Aree pluviometriche omogenee



Nel progetto VAPI l'analisi delle piogge giornaliere ha portato alla determinazione che il territorio regionale sia suddiviso in tre regioni pluviometricamente omogenee (A, B, C).

Relativamente alle piogge brevi e intense, considerata la limitatezza dei dati pluviografici rispetto alla quantità di dati pluviometrici, è stato elaborato un modello probabilistico, che impiega l'informazione regionale dei massimi annuali delle piogge giornaliere.

Il terzo livello di regionalizzazione per le piogge di massima intensità e breve durata è stato svolto seguendo la procedura del Metodo delle zone omogenee con il quale sono state individuate 78 aree pluviometriche omogenee (APO):

Lo studio VAPI è stato finalizzato a stabilire la specifica relazione durata-intensità-frequenza per le diverse APO, attraverso una legge del tipo:

$$i_t(T) = i_0(T) \times \left(\frac{b}{b+t} \right)^m$$

Per la definizione dei parametri caratteristici del coefficiente di crescita sono state fatte le seguenti ipotesi:

- L'intensità di pioggia media di 24 ore è proporzionale all'intensità media giornaliera e il coefficiente di proporzionalità è stato assunto costante su tutto il territorio e pari a 1,15;
- Il rapporto r tra l'intensità media della pioggia di 5 minuti e quella della pioggia oraria è costante su tutta l'area esaminata e pari a 3,36;
- Nelle zone omogenee identificate per i valori massimi giornalieri dell'anno, l'intensità istantanea media è dipendente dalla quota altimetrica della stazione pluviometrica.

Il bacino idrografico oggetto dello studio ricade nella Regione A, Sottozona omogenea A6.

Sulla base dei parametri su riportati si è proceduto alla identificazione della funzione TCEV per l'area interessata, determinando i fattori di crescita per i tempi di ritorno considerati:

SZO	Tempo di ritorno (Tr=anni)				
	10	50	100	200	500
A6	1,49	2,45	2,98	3,52	4,23

SZO	C	D
A6	0,13518	66,15

SZO	b	m	μ_{i0}/μ_{i24}
A6	0,1137	0,6955	41,50

Sulla base dei parametri precedentemente determinati è stato possibile determinare, per ciascun fissato tempo di ritorno T_r , l'intensità di pioggia per ciascuna durata mediante l'espressione:

$$i(T_r, t) = \mu_{i0}(t) \times K_T(T_r) * \left(\frac{b}{b+t} \right)^m$$

dove:

- $\mu_{i0}(t)$ è la pioggia indice che è posta pari alla media dei valori massimi annuali ricavabile dal campione di dati disponibile per l'area in esame;

- $K_T(T_r)$ è il fattore di crescita su richiamato o coefficiente amplificativo, funzione del tempo di ritorno;
- b ed m sono parametri ottenuti al 3° livello di regionalizzazione.

Di seguito si riportano per ciascuna sottozona omogenea d'interesse l'equazioni delle curve segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP), per il bacino del sito di intervento di altitudine media di 35 m s.l.m.:

$$i(10,t) = 209 * \left(\frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

$$i(50,t) = 343 * \left(\frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

$$i(100,t) = 417 * \left(\frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

$$i(200,t) = 493 * \left(\frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

Figura 9a: Curve dell'intensità di pioggia $i(Tr,t)$

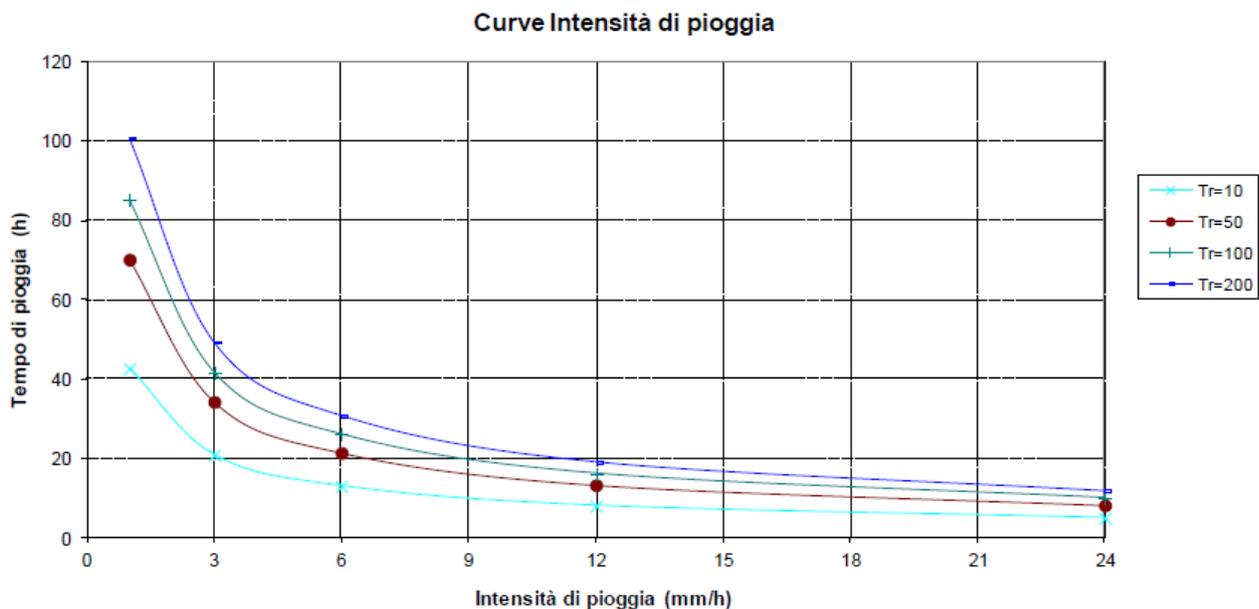
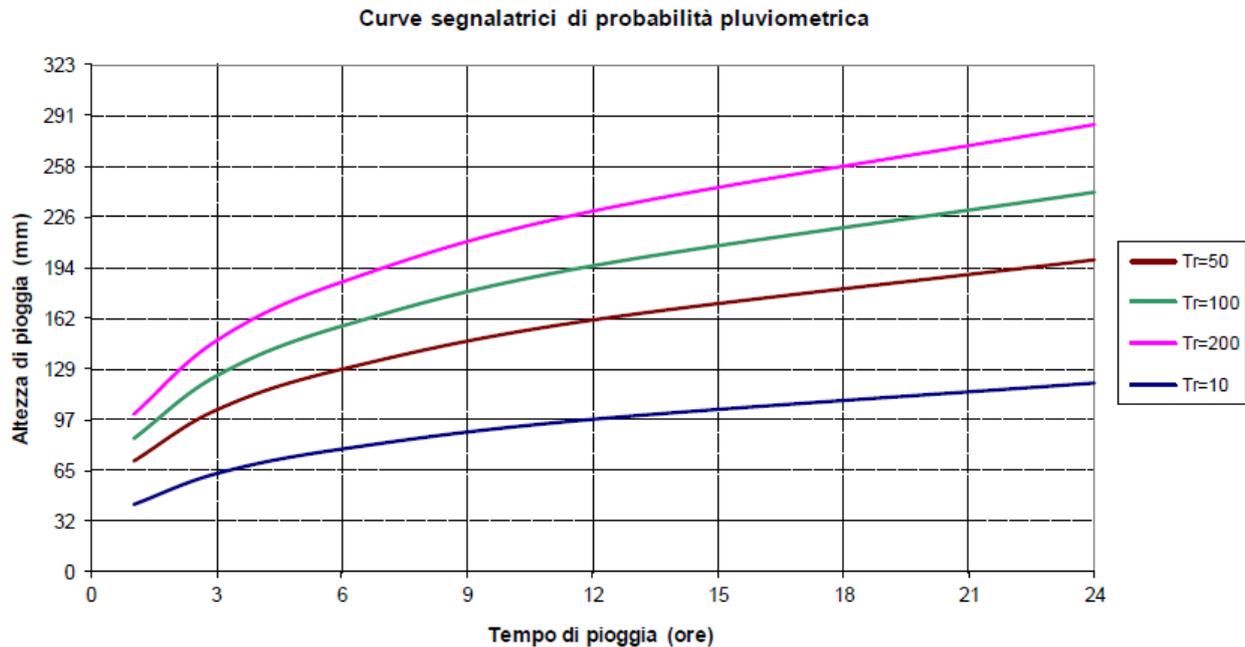


Figura 9b: Curve di possibilità pluviometrica $h(Tr,t)$



10. Stima delle massime portate al colmo di piena

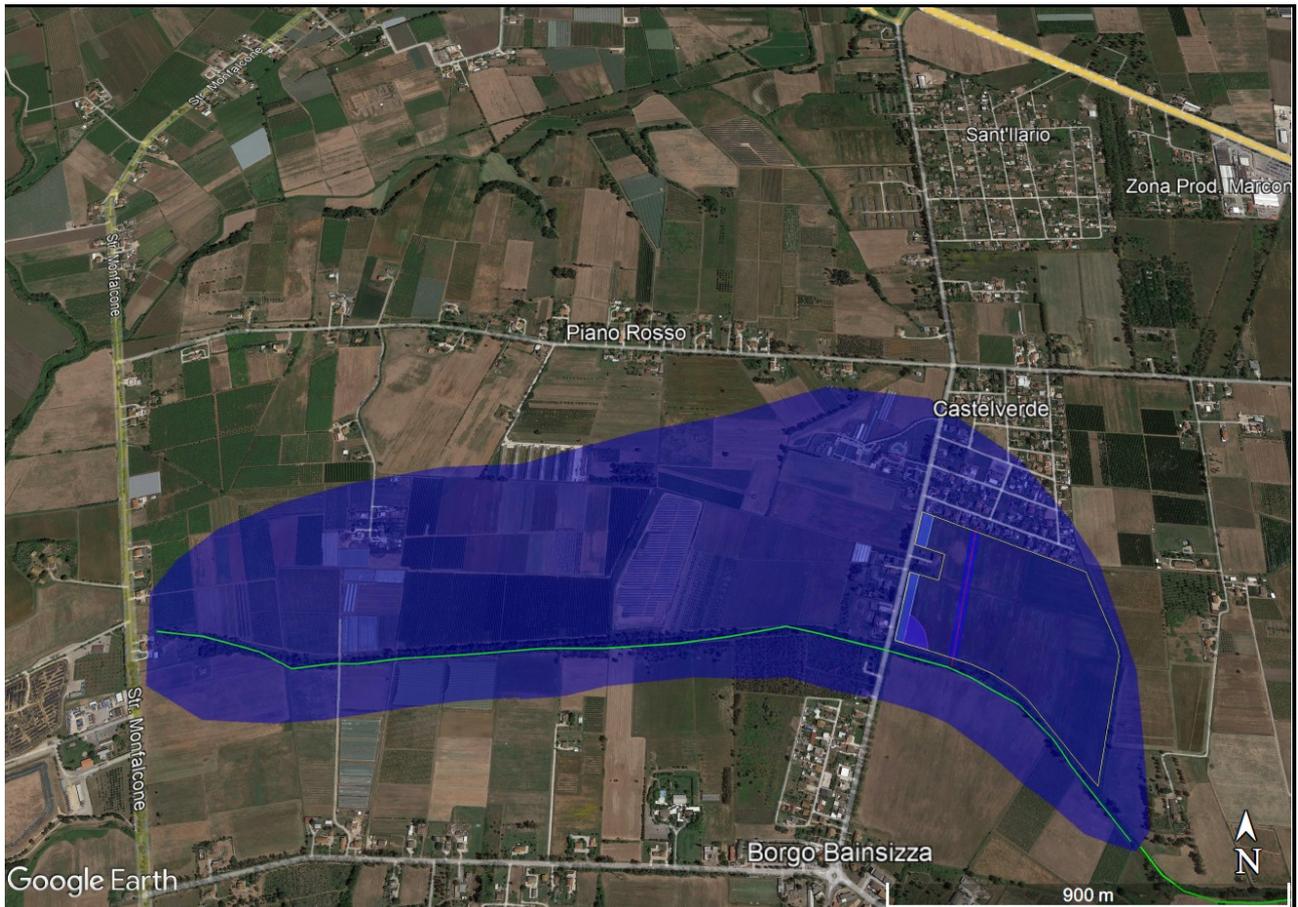
Per la stima delle portate massime al colmo di piena si è adottato il metodo della corrivazione ed in particolare la formula razionale. In sede di indagine si è deciso di assegnare al Fosso della Speranza il ruolo di recapito finale delle acque di deflusso superficiale provenienti dalle aree di scolo che comprendono il lotto di intervento.

Le caratteristiche del bacino imbrifero si sintetizzano nei seguenti valori:

- Estensione del bacino scolante fino alla sezione di chiusura, posta immediatamente a valle del lotto di intervento: $S = 1.76 \text{ Km}^2$
- Lunghezza del percorso idraulico principale: $L = 2.6 \text{ Km}$
- Quota massima bacino: $Q_{\max} = 36 \text{ m s.l.m.}$
- Quota minima bacino: $Q_{\min} = 29 \text{ m s.l.m.}$
- Quota media: $Q_{\text{med}} = 33 \text{ m s.l.m.}$
- Pendenza media dei versanti: $i_{\text{vers}} = 0.008 \text{ (0.8\%)}$
- Pendenza media asta principale: $i_{\text{asta}} = 0.0027 \text{ (0.27\%)}$

Di seguito una rappresentazione su vista aerea del bacino scolante afferente la sezione di chiusura ipotizzata sul percorso del Fosso della Speranza e lo stesso tragitto dell'Asta idrografica evidenziato in colore verde:

Figura 10: micro-bacino scolante considerato nella indagine



Il metodo razionale si basa sulla seguente formula:

$$Q_p = 0,28 * C * i * A$$

in cui:

- Q_p : portata di progetto [m^3/s]
- C : coefficiente di afflusso [adim]
- i : intensità di pioggia [mm/h]
- A : superficie del bacino [km^2]

Di seguito viene descritto come sono stati calcolati i vari parametri richiesti dalla formula razionale.

10.1 Determinazione del Coefficiente di afflusso

Si definisce "**coefficiente d'afflusso**" C il rapporto tra il volume totale transitato nella sezione di controllo e il volume totale di pioggia P precipitato nel bacino sotteso durante l'evento meteorico.

$$C = \frac{Q_t}{P}$$

I valori del coefficiente d'afflusso possono essere molto diversi a seconda della diversa natura del sottosuolo, della ricopertura vegetale o delle azioni antropiche sul territorio.

<i>Tetti impermeabili</i>	0,70-0,95
<i>Pavimentazione di asfalto in buono stato</i>	0,85-0,90
<i>Pavimenti di pietra o laterizio con connessioni cementate</i>	0,75-0,85
<i>Pavimentazione a macadam</i>	0,25-0,60
<i>Strade e viali con ghiaietto</i>	0,15-0,30
<i>Superfici non pavimentate, piazzali ferroviari</i>	0,10-0,30
<i>Parchi, giardini, prati</i>	0,05-0,25
<i>Area boscosa e foresta</i>	0,01-0,20

Valori del coefficiente di afflusso C secondo Kuichling.

Come riportato su numerosi testi di studio o sul manuale di Ingegneria Civile e ambientale, il coefficiente di infiltrazione tiene conto del fatto che la superficie su cui cade la pioggia non è impermeabile, per cui parte dell'acqua precipitata vi si infiltra e non partecipa al deflusso superficiale. Nel "Il dimensionamento idraulico delle Fognature Urbane" del Prof. Ignazio Mantica, si propone per il calcolo di tale coefficiente la valutazione della media ponderata di "fattori di impermeabilità empirici" caratteristici dei tipi di terreno di cui è costituito il bacino. A tal fine vengono forniti valori tabellati per i tipi elementari di superficie caratteristica:

ELEMENTI ANALITICI

<i>Tetti, terrazze, pavimentazioni</i>	0,90 - 0,80
<i>Lastricati ben connessi</i>	0,80 - 0,70
<i>Lastricati ordinari</i>	0,70 - 0,50
<i>Macadam selciati</i>	0,60 - 0,40
<i>Superfici battute</i>	0,30 - 0,15
<i>Superfici non battute, parchi, boschi, giardini, terre non coltivate</i>	0,10 - 0,00

ELEMENTI GLOBALI

<i>Costruzioni dense (centri cittadini)</i>	0,80 - 0,70
<i>Costruzioni spaziate (semintensive)</i>	0,60 - 0,50
<i>Zone a villini</i>	0,35 - 0,25
<i>Aree non edificate</i>	0,20 - 0,15
<i>Giardini, parchi e boschi</i>	0,10 - 0,00

Il Manuale di Ingegneria Civile e ambientale (edizione Zanichelli / ESAC) propone dei valori tabellati per coefficienti di afflusso legati alla diversa natura delle superfici.

<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

Nel presente caso di studio il micro bacino scolante è costituito quasi esclusivamente da aree agricole. Il piano campagna mostra versanti debolmente degradanti e con continuità. La copertura vegetale del terreno dipende essenzialmente dai cicli di coltivazione. I rari fabbricati risultano isolati, le strade sostanzialmente "a raso" con il piano campagna e difese da canalette a bordo carreggiata.

Nella valutazione della portata di progetto, tenuta in considerazione la tipologia di territorio, la situazione planoaltimetrica che lo contraddistingue, il grado di permeabilità del tipo di superfici incontrate, la tipologia di regime di deflusso superficiale che è plausibile attendere in caso di pioggia intensa, si è ritenuto sufficientemente cautelativo considerare, per il coefficiente di afflusso, un valore numerico pari a:

$$C = 0,3$$

10.2 Determinazione del Tempo di Corrivazione

Il tempo di corrivazione T_c è il tempo teoricamente richiesto ad una goccia d'acqua per giungere dal punto idraulicamente più distante del bacino fino alla sezione di chiusura e dipende essenzialmente dalle caratteristiche morfometriche dello stesso.

E' possibile calcolare il tempo di corrivazione come media dei valori ottenuti da numerose formule di calcolo ben note in letteratura e generalmente di origine empirica. Nel caso in esame si è scelto di calcolare il tempo di corrivazione come media dei valori ottenuti dalle seguenti formule di calcolo ben note in letteratura: Formule di Pezzoli, di Pasini, di Puglisi e di, ritenute adeguate a valutare la corrivazione di piccoli bacini.

Il valore finale di T_c è ottenuto operando la media aritmetica dei valori finali delle cinque formule suddette:

$$T_c = 2.54 \text{ ore}$$

10.3 Determinazione dei massimi valori di portata critica

Inserendo il valore di T_c nelle equazioni di probabilità pluviometrica, si possono ottenere le altezze di pioggia nonché le intensità relative a eventi meteorici di massima intensità e breve durata relative ai tempi di ritorno presi in considerazione nell'indagine (10, 50, 100 e 200 anni) e, quindi, calcolare i rispettivi valori di punta massima di portata dell'onda di piena per il singolo microbacino oggetto di analisi (tronco del Fosso della Speranza). Si perviene, pertanto, alla valutazione delle punte di portata critica seguenti:

$$Q_{10} = 3.45 \text{ mc/s}$$

$$Q_{50} = 5.67 \text{ mc/s}$$

$$Q_{100} = 6.89 \text{ mc/s}$$

$$Q_{200} = 8.15 \text{ mc/s}$$

11. Analisi idraulica

Nel presente caso di studio si vuole valutare l'effetto di una installazione fotovoltaica del tipo in progetto, sul regime idraulico caratteristico del territorio.

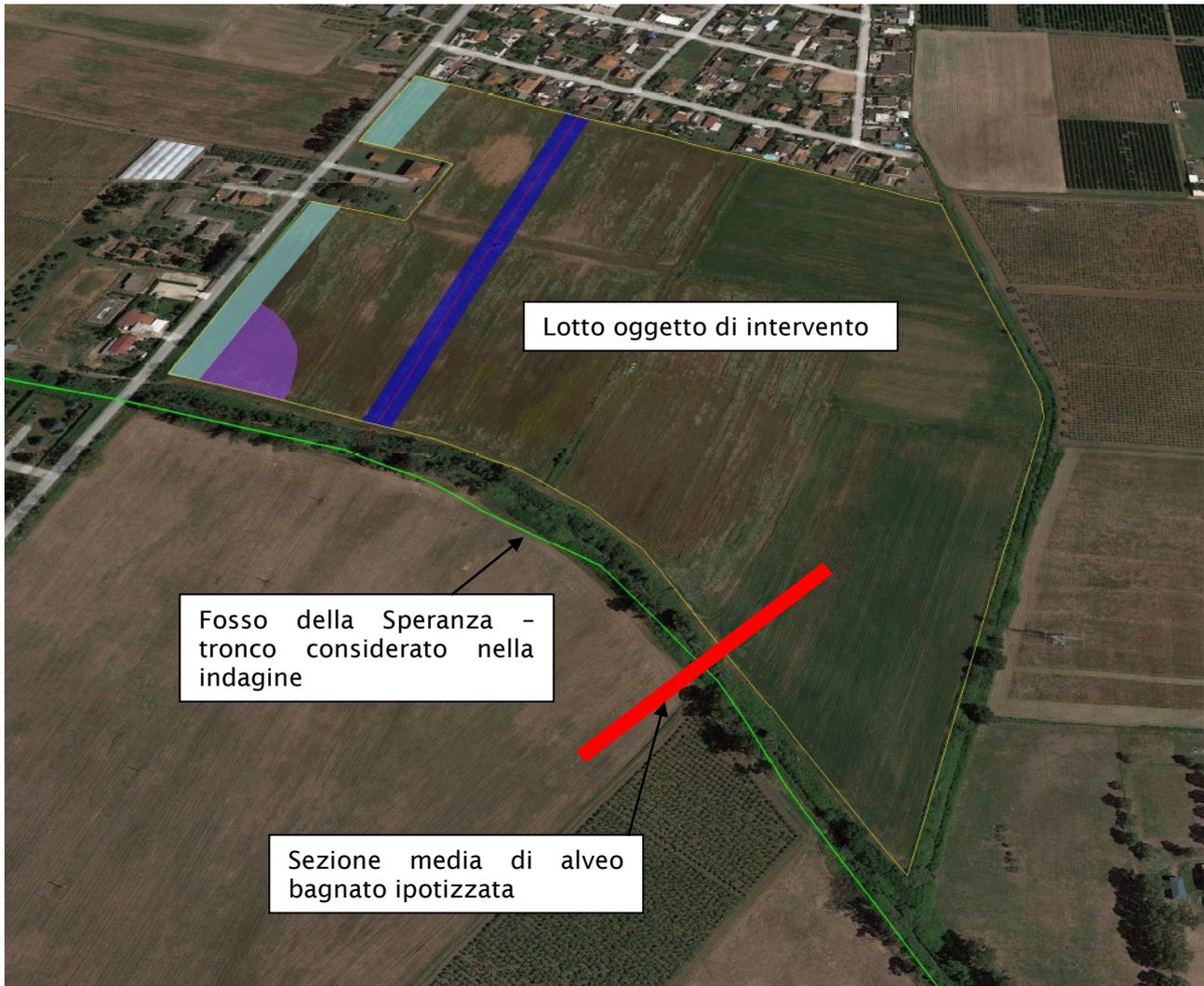
A livello locale, si è visto come il lotto di impianto costituisca sostanzialmente una porzione di versante dell'impluvio naturale coincidente con il "Fosso della Speranza"; il regime idraulico che si vuole rappresentare in questa sede contempla i valori di punta massima di portata calcolati in precedenza in deflusso concentrato lungo il suddetto canale, nel tronco adiacente il lotto.

L'opera antropica che si individua sul territorio ha una funzionalità più o meno adeguata a convogliare i deflussi meteorici "ordinari", in contrapposizione ai valori di portata associati agli eventi presi in considerazione in questa sede (anche la piena decennale pare eccessiva per la capacità di trasporto dell'alveo in terra del Fosso della Speranza); ciononostante si sottolinea che:

- la piena duecentennale comporta valori teorici di portata di punta inferiori a 10 mc/sec;
- la morfologia del piano campagna è tale per cui il territorio declina con continuità verso Sud e, dato che il tracciato principale del Fosso della Speranza si sviluppa lungo il confine meridionale del lotto di intervento, inevitabilmente le porzioni di territorio inondate dai deflussi superficiali in scorrimento lungo il Fosso non possono che essere quelle che occupano il versante meridionale dell'impluvio; in altre parole i fenomeni esondivi tendono ad interessare aree in destra idraulica rispetto al Fosso, piuttosto che quelle in sinistra come il lotto di progetto;
- il territorio, in generale e anche lungo il tronco indagato in particolare, non comporta ostacoli al deflusso idrico superficiale degni di evidenza;
- il livello di antropizzazione del territorio è relativamente scarso, la presenza umana quasi del tutto assente nell'immediato intorno del sito di intervento;
- eventuali effetti sul regime idraulico del sito, dovuti alle installazioni di progetto, potrebbero prevedibilmente e cautelativamente tradursi comunque su una porzione di territorio di dimensioni limitate, posta immediatamente a valle del lotto di impianto, lontana da viabilità pubblica o altre sedi con presenza umana, su aree dedicate al solo uso agricolo;
- data la natura dell'intervento, avendo cura di posizionare le poche opere edili che prevedono basamenti in cls a distanze superiori ai 150 metri dalle linee di impluvio, considerando le recinzioni in rete metallica, prive di cordoli, sollevate almeno 15 cm dal suolo per il passaggio della piccola fauna e considerando la tipologia di installazione dei telai di supporto ai pannelli FV, l'impatto su un deflusso idrico superficiale diffuso sul piano campagna pare poco sensibile, difficile anche da quantificare;

In sede di indagine si è provveduto a valutare la fascia di territorio che, data la morfologia di questo particolare tronco di impluvio, potrebbe essere interessata da fenomeni di deflusso concentrato in occasione del passaggio di una piena critica.

Nello specifico si è considerato il tronco d'asta che costeggia il perimetro esterno del lotto di intervento e, sulla scorta delle informazioni di carattere altimetrico in possesso dello scrivente, compresi i lavori di rilievo topografico realizzati in sito al fine di caratterizzare il suolo di impianto, si è tentato di individuare una sezione di alveo che "mediamente" rappresenti la realtà; effettivamente si tratta di un tronco di canale che sviluppa longitudinalmente circa 580 metri lineari, con versanti in destra e sinistra idraulica costituiti da terreni coltivati, molto regolare nelle forme e nella altimetria. La sezione d'alveo individuata nella indagine ha forma triangolare, con base compresa tra 100 e 150 metri e altezza pari a circa un metro lineare:



Definita la geometria del sistema, si è provveduto ad ipotizzare il passaggio della piena critica lungo l'impiuvio; considerando, per semplicità di calcolo, una corrente in moto uniforme, di portata pari alla punta di piena duecentennale calcolata in precedenza (8.15 mc/sec), una pendenza longitudinale dell'alveo pari al valore di 0,3% (valore medio rilevato in sito), un coefficiente di scabrezza del fondo alveo pari a "40" secondo il metro di misura di Gauckler - Strickler, il risultato dei calcoli mostra una fascia di allagamento che interessa una porzione di alveo di larghezza pari a circa 40 metri (ipotizzati a cavallo del tragitto planimetrico del Fosso); la corrente scorre ad una velocità di moto uniforme pari a 0.8 m/sec e la quota massima di pelo

libero sul fondo è pari a 44 cm, valore che ovviamente degrada progressivamente allontanandosi dal vertice del triangolo ipotizzato quale alveo di scorrimento.

SEZIONE TRAPEZIA O RETTANGOLARE

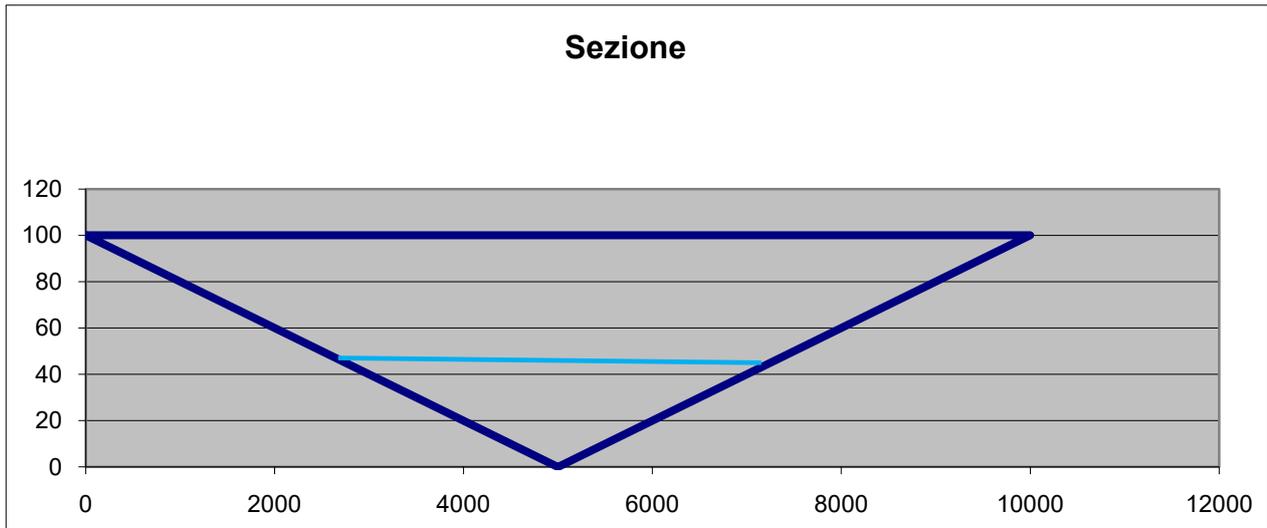
Dati della sezione

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	0	cm	(Base minore sezione)
B=	10000	cm	(Base maggiore)
Angolo	88.8993053	gradi	
Area=	50.00	mq	
Pendenza	0.3	%	
K	40	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	8.15	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	520.54	0.13	0.02	0.0244	0.1873
10.00	1041.08	0.52	0.05	0.1547	0.2973
15.00	1561.62	1.17	0.07	0.4562	0.3896
20.00	2082.15	2.08	0.10	0.9825	0.4720
25.00	2602.69	3.25	0.12	1.7814	0.5477
30.00	3123.23	4.68	0.15	2.8967	0.6184
35.00	3643.77	6.38	0.17	4.3695	0.6854
40.00	4164.31	8.33	0.20	6.2385	0.7492
45.00	4684.85	10.54	0.22	8.5406	0.8104
50.00	5205.38	13.01	0.25	11.3111	0.8693
55.00	5725.92	15.74	0.27	14.5843	0.9264
60.00	6246.46	18.74	0.30	18.3932	0.9817
65.00	6767.00	21.99	0.32	22.7696	1.0355
70.00	7287.54	25.50	0.35	27.7448	1.0880
75.00	7808.08	29.27	0.37	33.3490	1.1392
80.00	8328.62	33.31	0.40	39.6120	1.1893
85.00	8849.15	37.60	0.42	46.5626	1.2383
90.00	9369.69	42.16	0.45	54.2292	1.2864
95.00	9890.23	46.97	0.47	62.6397	1.3336
100.00	10410.77	52.04	0.50	71.8213	1.3800

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
44.22	4603.33	10.175	0.221	8.150	0.801



Risulta evidente che , in questa configurazione teorica, il piano campagna a una distanza di 20 metri dal percorso principale del Fosso, risulta libero da fenomeni di deflusso.

Volendo invece considerare gli stessi parametri di deflusso idrico associati però ad un alveo di forma rettangolare, sempre di larghezza pari a 100 metri lineari (valore considerato per la base maggiore dell'alveo di forma triangolare), si ottiene il risultato di una corrente idrica caratterizzata da valori di velocità inferiori a 0,6 m/sec e quota di pelo libero pari a poco meno di 14 cm:

SEZIONE TRAPEZIA O RETTANGOLARE

Dati della sezione

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	10000	cm	(Base minore sezione)
B=	10000	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area=	100.00	m ²	
Pendenza	0.3	%	
K	40	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	8.15	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	10010.00	5.00	0.05	1.4858	0.2972
10.00	10020.00	10.00	0.10	4.7138	0.4714
15.00	10030.00	15.00	0.15	9.2592	0.6173
20.00	10040.00	20.00	0.20	14.9456	0.7473
25.00	10050.00	25.00	0.25	21.6642	0.8666
30.00	10060.00	30.00	0.30	29.3376	0.9779
35.00	10070.00	35.00	0.35	37.9066	1.0830
40.00	10080.00	40.00	0.40	47.3239	1.1831

45.00	10090.00	45.00	0.45	57.5503	1.2789
50.00	10100.00	50.00	0.50	68.5525	1.3710
55.00	10110.00	55.00	0.54	80.3016	1.4600
60.00	10120.00	60.00	0.59	92.7725	1.5462
65.00	10130.00	65.00	0.64	105.9424	1.6299
70.00	10140.00	70.00	0.69	119.7913	1.7113
75.00	10150.00	75.00	0.74	134.3008	1.7907
80.00	10160.00	80.00	0.79	149.4542	1.8682
85.00	10170.00	85.00	0.84	165.2361	1.9440
90.00	10180.00	90.00	0.88	181.6322	2.0181
95.00	10190.00	95.00	0.93	198.6295	2.0908
100.00	10200.00	100.00	0.98	216.2157	2.1622

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
13.89	10027.79	13.893	0.139	8.150	0.587

Infine si è valutato l'innalzamento del pelo libero della corrente a seguito di un restringimento della larghezza utile della sezione dell'alveo; si è voluto simulare, in tal maniera, la presenza in alveo (in realtà sarebbe da considerare solo sulla sponda in sinistra idraulica) delle installazioni FV. Data la tecnica di installazione delle varie opere, pare ampiamente a vantaggio di sicurezza considerare che complessivamente il progetto vada a ridurre la larghezza utile di alveo di 10 metri sui 100 totali. La simulazione di flusso in moto uniforme restituisce un innalzamento di pelo libero pari ad un valore inferiore a un centimetro e una variazione irrisoria della velocità media di flusso:

Dati della sezione

H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	9000	cm	(Base minore sezione)
B=	9000	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	0	gradi	
<i>Area=</i>	90.00	mq	
Pendenza	0.3	%	
K	40	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	8.15	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.00	9010.00	4.50	0.05	1.3371	0.2971
10.00	9020.00	9.00	0.10	4.2418	0.4713
15.00	9030.00	13.50	0.15	8.3314	0.6171
20.00	9040.00	18.00	0.20	13.4471	0.7471
25.00	9050.00	22.50	0.25	19.4906	0.8662
30.00	9060.00	27.00	0.30	26.3921	0.9775
35.00	9070.00	31.50	0.35	34.0983	1.0825
40.00	9080.00	36.00	0.40	42.5665	1.1824

IMPIANTO AGROSOLARE ELLO 5 PPR EXTENSION COMUNI DI LATINA E CISTERNA DI LATINA, PROVINCIA DI LATINA, LAZIO	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA
--	--

45.00	9090.00	40.50	0.45	51.7610	1.2781
50.00	9100.00	45.00	0.49	61.6520	1.3700
55.00	9110.00	49.50	0.54	72.2133	1.4589
60.00	9120.00	54.00	0.59	83.4219	1.5449
65.00	9130.00	58.50	0.64	95.2577	1.6283
70.00	9140.00	63.00	0.69	107.7021	1.7096
75.00	9150.00	67.50	0.74	120.7386	1.7887
80.00	9160.00	72.00	0.79	134.3521	1.8660
85.00	9170.00	76.50	0.83	148.5286	1.9416
90.00	9180.00	81.00	0.88	163.2553	2.0155
95.00	9190.00	85.50	0.93	178.5201	2.0880
100.00	9200.00	90.00	0.98	194.3120	2.1590

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
14.80	9029.61	13.323	0.148	8.150	0.612

Il modello utilizzato per la simulazione di flusso in alveo, la geometria di rappresentazione del sistema, tutti i parametri utilizzati compresa l'ipotesi di deflusso in moto uniforme paiono ovviamente grossolani, poco aderenti alle condizioni reali del territorio. Ciononostante i risultati dei calcoli e la cautela utilizzata nelle ipotesi poste alla base della simulazione, confortano circa la possibilità di prevedere le potenziali interazioni tra il regime idraulico caratteristico di questa specifica porzione del territorio e le opere in progetto:

Lo studio svolto in questa sede ha consentito allo scrivente di valutare in prima approssimazione come "marginali" ovvero "non sostanziali" le interferenze del Progetto sul regime idraulico del territorio; pare improbabile che le opere in progetto possano determinare un peggioramento sostanziale delle condizioni di deflusso, al contrario un incentivo all'opera di coltivazione dei terreni comporta una maggiore presenza sul territorio dei principali attori dei processi di attenzione e salvaguardia anche sulle opere di regimazione dei deflussi meteorici superficiali.

Li 25/06/2022

Il Tecnico

Ing. Luca Gianantonio