

IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG ULIVO SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 38,00 MWp - COMUNE DI MARTA (VT)

Proponente

EG ULIVO S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 12084660963 - PEC: egulivo@pec.it



Progettazione

Ing. Piero FARENTI

Via Don Giuseppe Corda, SNC - 03030 Santopadre (FR) · tel.: 0776531040 · e-mail: info@farenti.it
PEC: piero@pec.farenti.it



Collaboratori

Ing. Andrea FARENTI

Via Don Giuseppe Corda, SNC - 03030 Santopadre (FR) · tel.: 0776531040 · e-mail: info@farenti.it
PEC: piero@pec.farenti.it

Coordinamento progettuale

FARENTI S.R.L.

Via Don Giuseppe Corda, SNC - 03030 Santopadre (FR) · tel.: 0776531040 · e-mail: info@farenti.it
PEC: piero@pec.farenti.it

Titolo Elaborato

Relazione Idrologica

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL22	IT-2021-0142_PD_REL22.01-Relazione Idrologica	28/06/2022

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	28/06/22	EMISSIONE PER PERMITTING	AF	PF	EG



COMUNE DI MARTA (VT)
REGIONE LAZIO



Relazione Idrologica

Indice

PREMESSA	2
MORFOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA	7
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	10
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	14
CLIMA	15
IDROLOGIA DELL'AREA	19
VERIFICHE IDRAULICHE	21
IDROGRAFIA	23
QUALITA' DELLE ACQUE	24
PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	27
CONCLUSIONI	34

PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 38 MWp da costruire a sud rispetto al centro abitato del Comune di Marta (VT) su terreni agricoli.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato prevalentemente lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante.

In Figura 1 e Figura 2 si riportano rispettivamente l'inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione e l'inquadramento territoriale del lotto (fonte del dato <https://www.google.it/maps>)

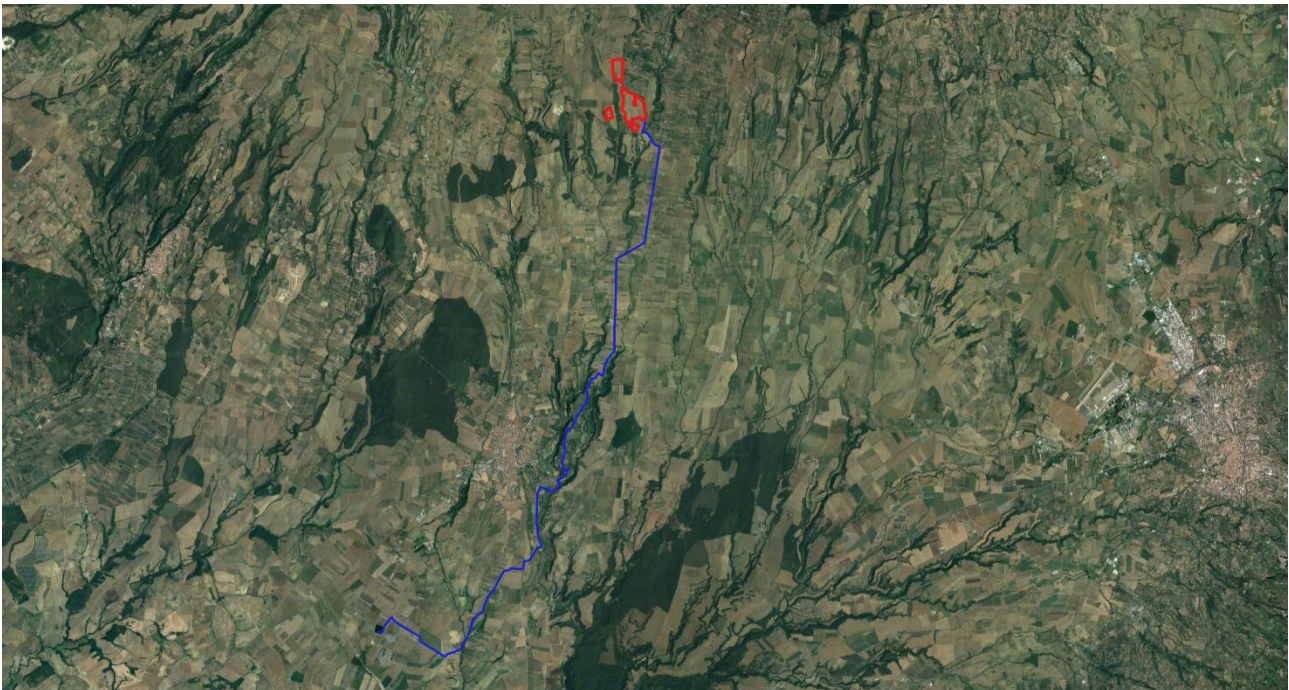


Figura 1 - Inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione



Figura 2 – Inquadramento territoriale

I terreni interessati dall’impianto fotovoltaico si trovano in località Pontone del Leone, sita a circa 2 km a sud rispetto al centro abitato di Marta (VT).

La viabilità principale è costituita dalla SP12 “Strada San Savino” , strada che collega Marta a Tuscania, dalla quale si dirama la strada comunale di accesso ai lotti, strada comunale della Perazzetta.

L’impianto sarà collegato mediante cavidotto interrato con la Stazione Elettrica a 150 kV della RTN sita nel Comune di Tuscania (VT) che verrà sottoposta ad ampliamento. La lunghezza del cavidotto sarà pari a circa 20 km.

Nel Catasto Terreni comunale i terreni sono identificati al:

- Foglio 12 Particella: 69
- Foglio 13 Particella: 191
- Foglio 17 Particelle: 2, 4, 5, 25, 35, 30, 45



Figura 3 – MAPPA CATASTALE

Il percorso del cavidotto parte dal Foglio 17 del Comune di Marta e attraversa il Foglio 20 del Comune di Marta, prosegue sui Fogli 5, 11, 9, 10, 18, 24, 28, 27, 52, 65, 83, 95, 94, 93, 107 del Comune di Tuscania per finire nella Stazione Terna di Tuscania sita nel Foglio 105.

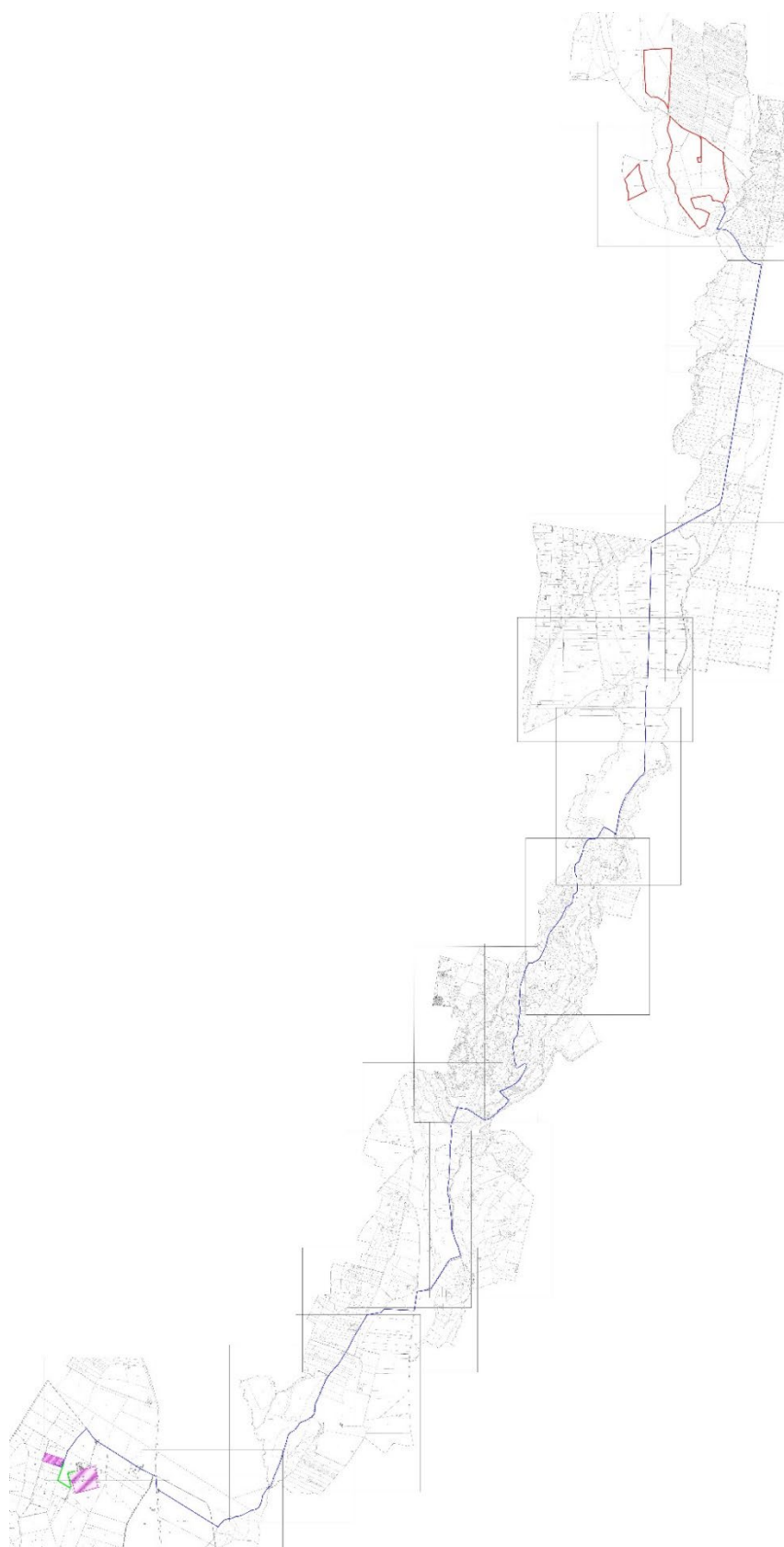


Figura 4 – MAPPA CATASTALE CON PERCORSO DEL CAVIDOTTO

MORFOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

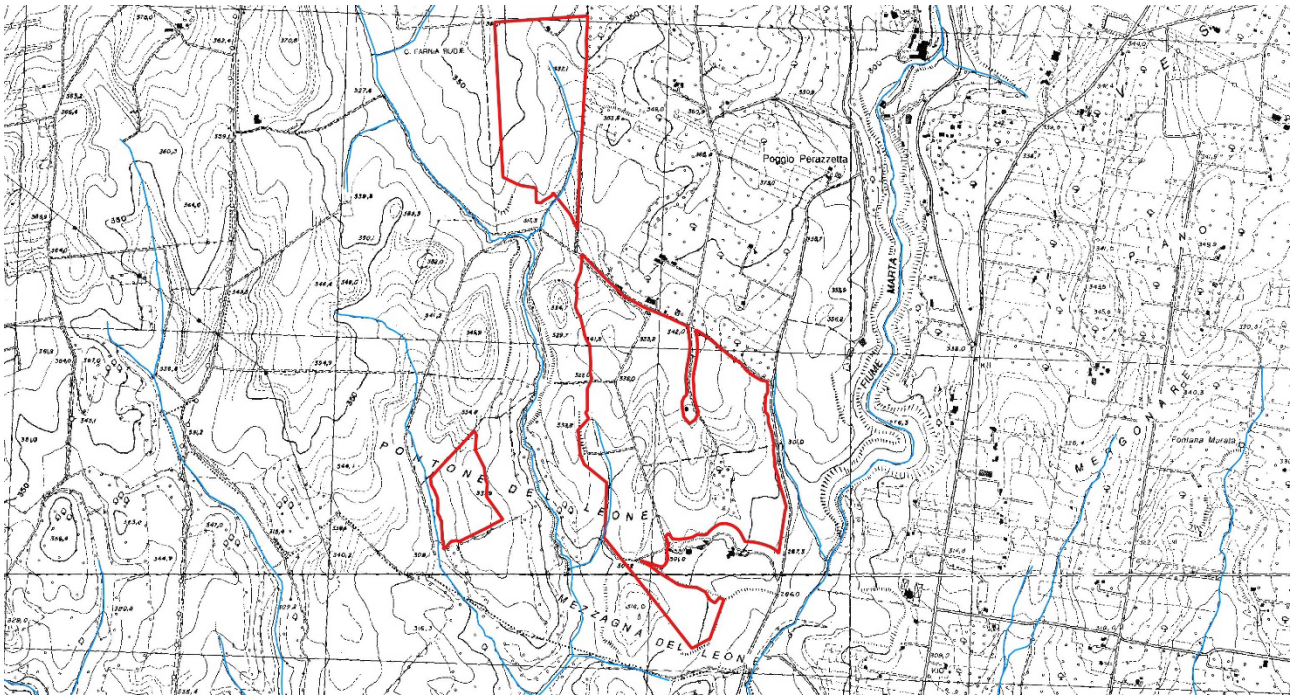


Figura 5 - Stralcio CTR

Dall'analisi dello stralcio degli elementi della Carta Tecnica Regionale Numerica del Lazio è possibile rilevare le caratteristiche di sito specifiche plano-altimetriche e geomorfologiche per l'area in esame.

Il terreno in esame è posizionato a sud del centro abitato del comune di Marta, in località Pontone del Leone, ed è altresì individuabile tramite le seguenti coordinate geografiche di riferimento:

Ubicazione: Latitudine 42.503712° N Longitudine 11.906844° E

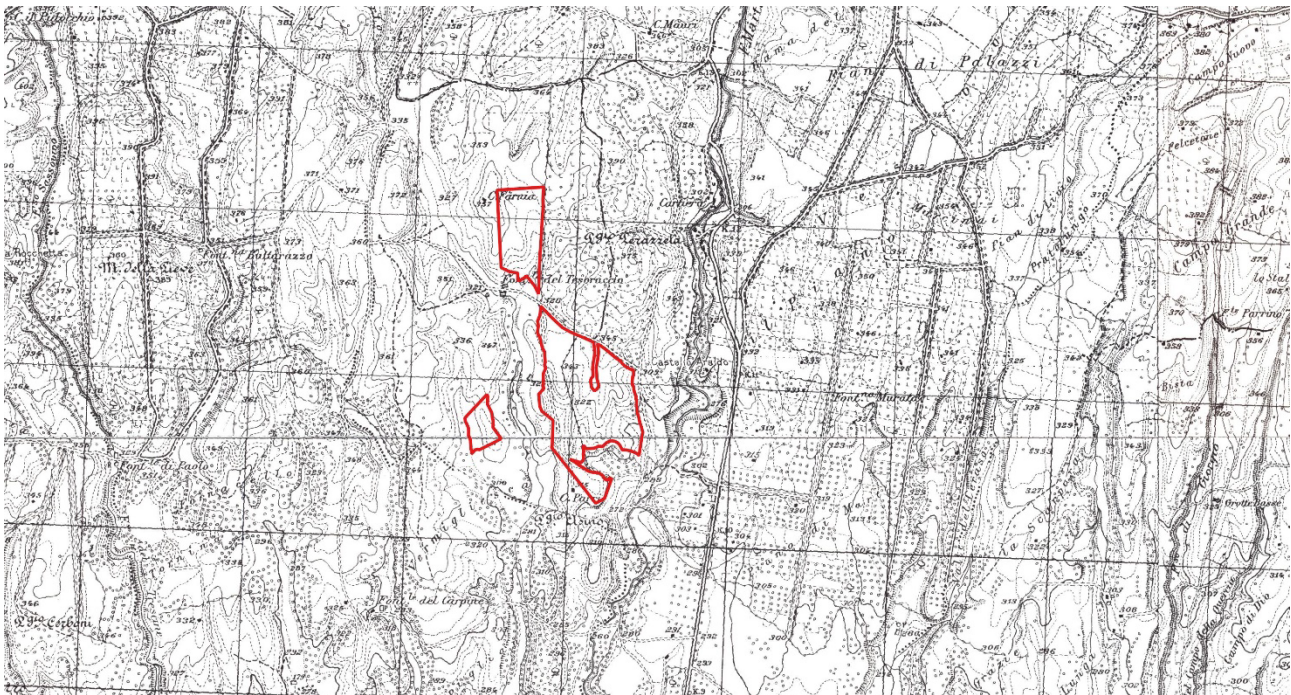


Figura 6 – STRALCIO I.G.M.

Dal punto di vista geomorfologico l'area oggetto di studio è situata in una regione dell'Alto Lazio comprendente il tratto del litorale tirrenico e l'adiacente entroterra collinare e montuoso fino al lago di Bolsena (Geoparco della Tuscia).

Per cui dalla fascia costiera pianeggiante si passa gradualmente in una vasta area centrale, caratterizzata da una morfologia di piana ondulata o di bassa collina, nella quale insiste l'area oggetto di studio, passando poi alla fascia pedemontana più interna fino al paesaggio di alta collina o montuoso. Il geoparco è caratterizzato dalla presenza sia dei depositi derivati dall'attività dei distretti vulcanici Cimino, Vicano e Vulsino, sia delle rocce del substrato sedimentario che affiorano prevalentemente nelle aree marginali e, talora, in corrispondenza della incisioni fluviali più profonde. Pertanto il paesaggio fisico è assai differenziato quale risposta alla diversa resistenza all'erosione.

A Est del sito in esame, prevalgono depositi vulcanici che hanno determinato una morfologia tipicamente collinare e montuosa, culminante nel rilievo di Monte Cimino (circa 1000 m s.l.m.), Montefiascone (590 m s.l.m.), Monte Razzano (circa 340 m s.l.m.), interrotta da varie depressioni di natura vulcanica e vulcano-tettonica, quali quelle ospitanti i laghi di Vico e di Bolsena.

Il paesaggio fisico cambia nettamente in corrispondenza della fascia marginale di territorio perivulcanico, in ragione dell'affioramento di depositi prevalentemente sedimentari. Nella zona centrale, nella quale è posizionata l'area oggetto di indagine , compresa tra la fascia caratterizzata dagli affioramenti vulcanici e la

quella costiera, il paesaggio ha una conformazione prevalentemente collinare e di bassa collina. La morfologia è rappresentata da forme irregolari, con versanti poco acclivi, dove affiorano litologie con una significativa componente argillosa, che diventano localmente più ripidi dove affiorano formazioni relativamente più competenti, quali conglomerati, calcareniti ed arenarie. Gran parte dell'area è interessata da una attiva e rapida erosione, conseguenza della eterogeneità dei terreni affioranti e della loro scarsa coesione. Forme relativamente più pronunciate si rinvengono in corrispondenza di Monte Canino (432 m s.l.m.) a NW del sito in esame, e di Monte Bellino (515 m s.l.m.) posizionati a NW del sito in esame, in relazione alla presenza di rocce più competenti, rispettivamente carbonatiche e metamorfiche. A W dell'area oggetto di studio si osserva la fascia costiera caratterizzata da vaste spianate o superfici leggermente ondulate con pendenza generale verso mare e con incisioni vallive per lo più poco profonde. Nel dettaglio i terreni caratterizzanti il sito in esame sono costituiti per la quasi totalità da terreni seminativi nudi, con andamenti morfologico-orografici che variano dal pianeggiante al moderatamente acclive. Le acclività sono comunque particolarmente modeste, con pendenze medie che si attestano intorno all'1-2% e punte massime di inclinazione mai superiori al 5%. L'altitudine sul livello del mare è di circa 318 metri.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico a piccola scala, il sito in esame si colloca in prossimità del Lago di Bolsena, area dalle proprietà geologiche caratterizzate dalle formazioni vulcaniche prevalenti, nell'ambito del complesso vulcanico dei Monti Vulsini.

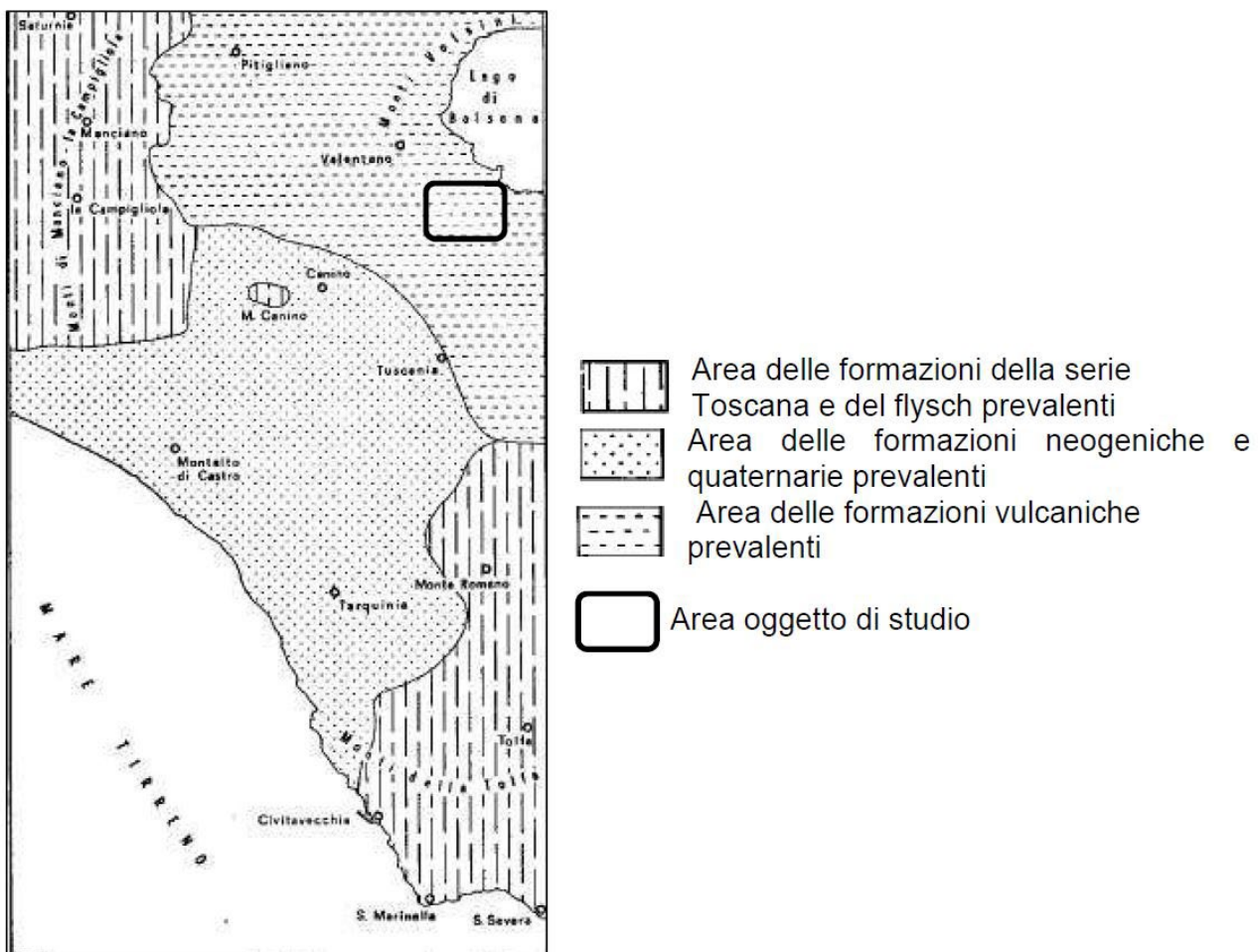


Figura 7 – Inquadramento geologico

Il complesso vulcanico dei Monti Vulsini

Il distretto vulcanico vulsino è il più settentrionale dei distretti vulcanici del Lazio ed è caratterizzato da un'attività di natura principalmente esplosiva, areale con più centri.

L'inizio dell'attività è probabilmente risalente a circa 800.000 anni fa nel settore orientale dove colate di lava e conii di scorie furono emessi da fratture a carattere regionale. Questi prodotti che sono i più antichi sono visibili solo sul fondo di qualche profonda incisione fluviale e ricoprono direttamente le ignimbriti del Monte Cimino (vecchie di 1 milione di anni) e sono a loro volta ricoperte da una colata piroclastica del vicino vulcano di Vico (di 500.000 anni

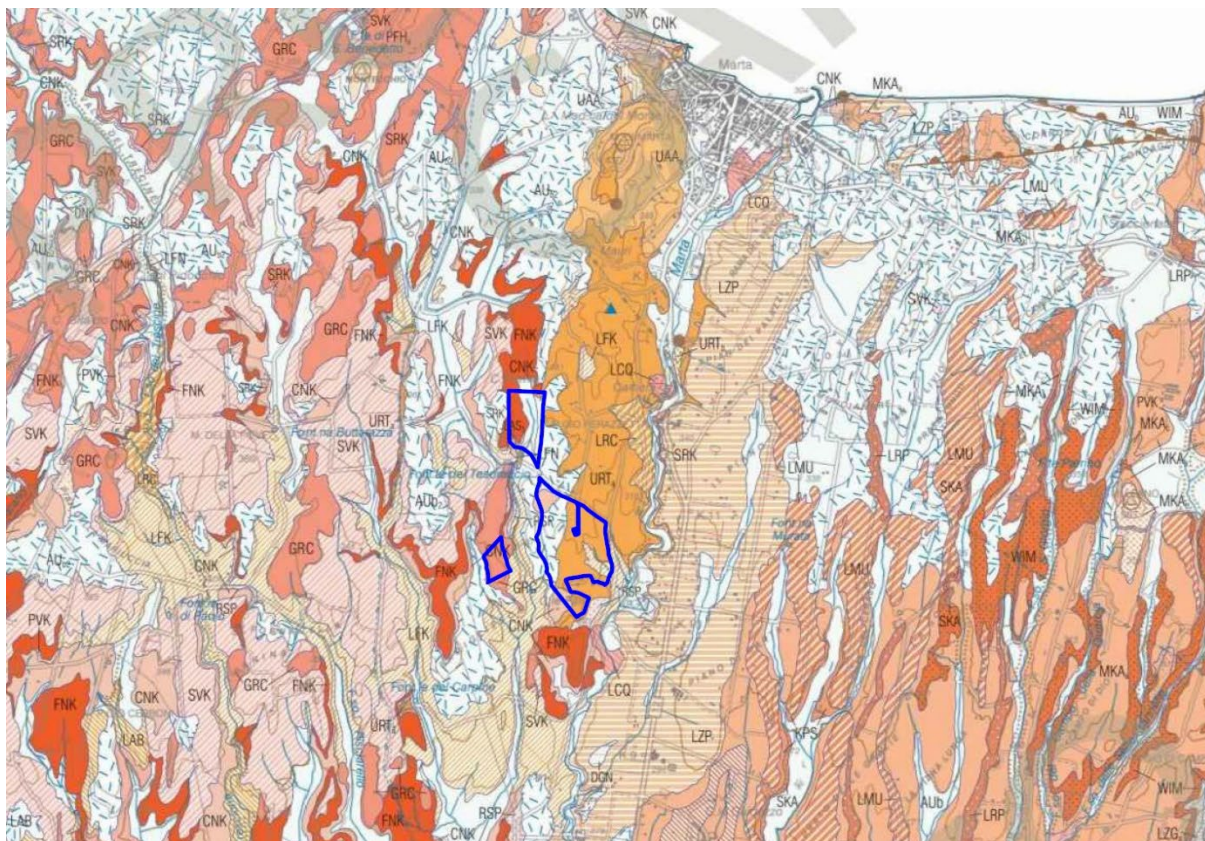
fa).

Intorno ai 600.000 anni l'attività si sposta nell'area occupata ora dalla conca lacustre, ed il centro è denominato Paleovulsino. Da questo centro vengono emessi i prodotti vulcanici più antichi affioranti sia ad Est che a Sud del lago. Nelle vicinanze, circa 370.000 anni fa sorge il centro detto Bolsena-Orvieto, che mette in posto prodotti di ricaduta ed un importante ignimbrite denominata «tufo di Bagnoregio»; o ignimbrite di Orvieto che causò il collasso della caldera di Bolsena (localizzata al margine Nordorientale della conca lacustre omonima). Questa area ribassata ospitò presto il lago di Bolsena (definito anticamente Volsiniensis lacus) la cui origine è quindi Vulcanotettonica.

Contemporaneamente a questo centro, furono attivi tra i 300.000 ed i 150.000 anni fa, il centro di Montefiascone caratterizzato da prodotti ignimbritici, di ricaduta ed idromagmatici, ed il centro di Latera i cui prodotti appartengono alla serie potassica ed ultrapotassica. Il centro di Latera costituisce un grande **strato-vulcano** i cui prodotti ricoprono tutta l'area occidentale dei Vulsini, tra i Monti Romani ed il lago di Bolsena.

Il vulcano di Latera è caratterizzato da tre momenti: nel primo si hanno l'emissione di grandi effusioni laviche, il secondo è caratterizzato dalla formazione della caldera per lo sprofondamento del cono, ed infine il terzo è segnato da vaste effusioni piroclastiche e laviche.

È nel periodo «sin-calderico» cioè contemporaneo alla formazione della caldera che l'attività vulcanica comprende anche piroclastiti emesse da centri sia interni che esterni alla caldera. Tra i centri esplosivi esterni, che sono ancora morfologicamente ben riconoscibili ricordiamo Valentano; presso l'abitato sono evidenti le manifestazioni di un'attività esplosiva che ha originato diversi centri e soprattutto coni di scorie (M. Starnina, Valentano, Madonna dell'Eschio).



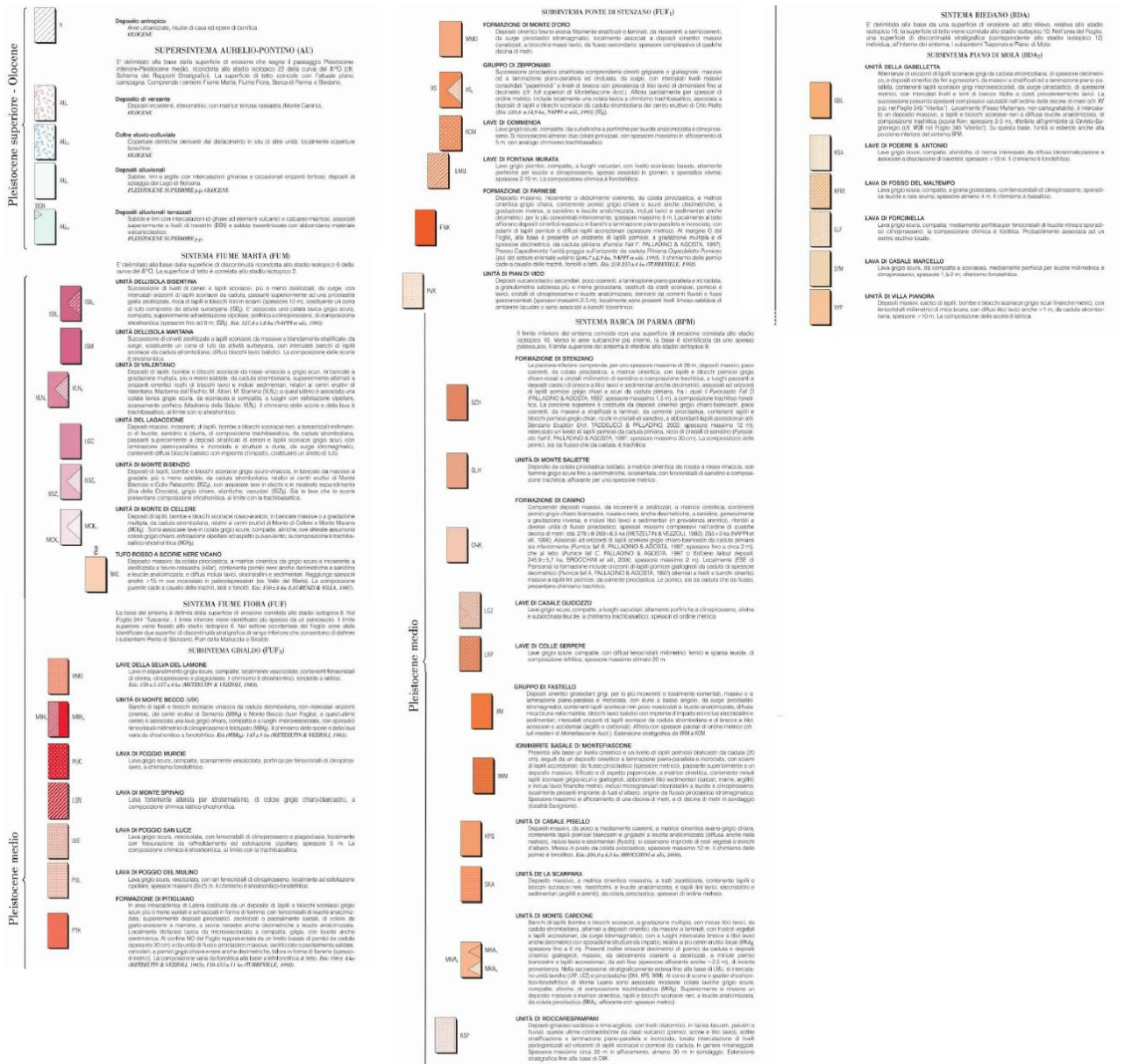


Figura 8 – CARTA GEOLOGICA

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

In considerazione della nuova Carta Idrogeologica della Regione Lazio (mostrata in Figura 9), i terreni coinvolti rientrano nel seguente complesso:

- **Complesso dei Tufi Stratificati delle facies freatomagmatiche (Pleistocene):** caratterizzati da tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica. Hanno una potenzialità acquifera bassa, e assume localmente il ruolo di limite di flusso e sostiene esigue falde superficiali.

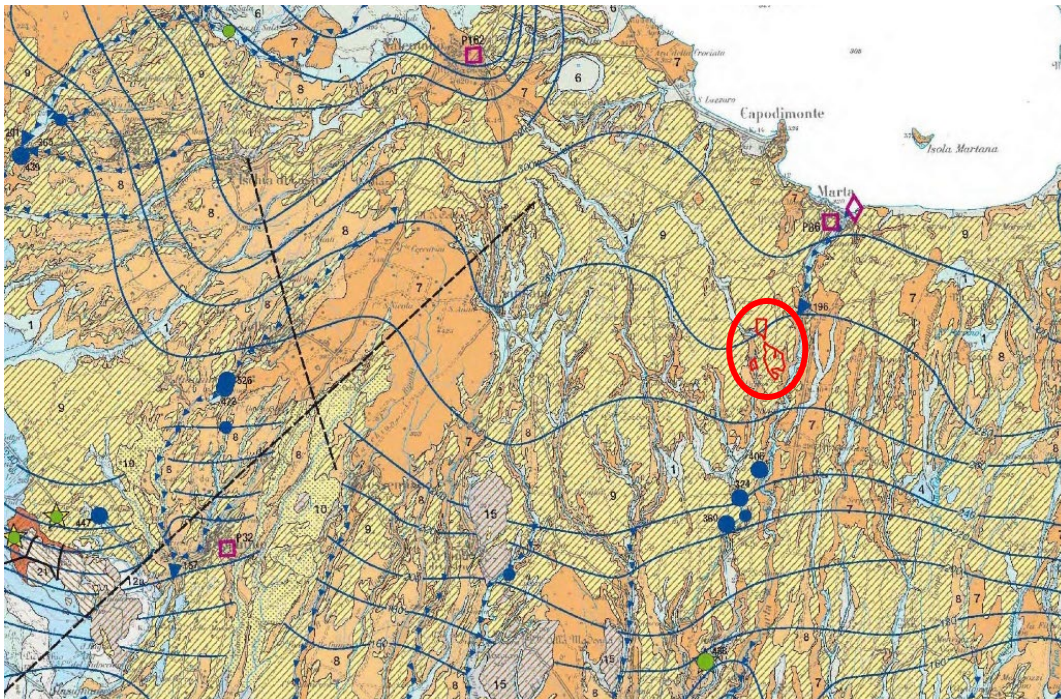


Figura 9 – Carta idrogeologica

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

- 1** **COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta**
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose locali e rosse, arenaceo limacciose e coperture argillose e calcaree (**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 di spessore maggior (2 decina di metri) e contiene falde multilivello di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con i varioli da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.
- 2** **COMPLESSO DEI DEPOSITI DETRITICI - potenzialità acquifera medio alta**
Detriti di falda e di fondo, depositi marziali, di conchiglie e di frane e terra rossa (**PLEISTOCENE - OLOCENE**) con spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove copre su substrati permeabili con conchiglie di grande dimensione, ma con falde calcaree, può contenere falde di acqua dolce. Dove è sostenuto da un substrato meno permeabile o più fide sottoposto che eliminano sorgenti diffuse a regime generichemente stagionali grandi conoidi possono contenere falde perenni alimentate da infiltrazione zonale e, localmente, da apporti provenienti dagli acquiferi di sotto in continuità idraulica.
- 3** **COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI - potenzialità acquifera bassa**
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose argillose terrazzate, (**PLEISTOCENE**), a larghezza granulometrica dei fittoli di questo complesso favoriscono la presenza di falde saline localizzate.
- 4** **COMPLESSO DEI TRAVERTINI - potenzialità acquifera medio alta**
Travertini argillosi, arenosi ed argillosi, conchiglie, arenaceo limacciose e calcaree (**PLEISTOCENE - OLOCENE**). Spessore variabile fino ad un massimo di un centinaio di metri. Dove affiora in estesa pianura nella sede di una circolazione idrica significativa e luogo favorevole di buona produttività, dove si trova in continuità idraulica con gli acquiferi alluvionali o di carsozone regionali, la produttività delle falde aumenta perché ben alimentata.
- 5** **COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - potenzialità acquifera medio alta**
Sabbie dune, depositi marziali, depositi di spiaggia recenti e di mare delice (**PLEISTOCENE - OLOCENE**). Spessore di alcune decine di metri. Contiene falde di acqua dolce di una significativa circolazione idrica sotterranea, ma di origine a falda continua ed estesa la cui produttività è limitata dalla permeabilità della sabbia.
- 6** **COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LACUSTRI - potenzialità acquifera bassa**
Depositi prevalentemente fini - argillosi in facce salite, argillose e sabbiose con costi intercalazioni ghiaiose e/o travertinose (**PLEISTOCENE - OLOCENE**). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La principale componente argillosa di questo complesso può contenere circolazione idrica sotterranea significativa, la presenza di ghiaie, sabbie e travertini può dare origine a falde saline locali. Il complesso assicura falde di acqua dolce confinando la circolazione idrica sotterranea negli acquiferi carbonatici (Piana Fossata e di Cassero).
- 7** **COMPLESSO DELLE LAVE, LACOLITI E CONI DI SCORIE - potenzialità acquifera medio alta**
Scorie granulari, scorie, (**PLEISTOCENE**). Spessori da qualche decina a qualche centinaio di metri. Questo complesso con conchiglie di importanza locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata.
- 8** **COMPLESSO DELLE POZZOLANE - potenzialità acquifera media**
Depositi da colata prodotta, gonfiamento massivo di colate, prevalentemente fittoli. Nel complesso sono comprese le sgrinitte (**PLEISTOCENE**). Spessore da pochi metri ad un massimo di 10 metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici re.
- 9** **COMPLESSO DEI TUFI STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE - potenzialità acquifera bassa**
Tufi stratificati, tufi lenti, tufi calcareo argillosi, sabbie, fittoli e blocchi fittili in matrici arenifere (**PLEISTOCENE**). I termini del corpo presentano eterogeneità tra gli altri complessi alluvionali per cui risulta difficile definire lo spessore totale. Il complesso ha una elevata idrogeologia limitata anche su localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sotto regime base suortocosa.
- 10** **COMPLESSO DEI DEPOSITI CLASTICI ETEROGENI - potenzialità acquifera bassa**
Depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso-argillosi a luoghi conchiglie in facce marine e di transizione, terrazzati lungo costa, se congiungono i nuclei di ambiente datato (**PLEISTOCENE - OLOCENE**). Spessore variabile fino ad alcune decine di metri. Questo complesso non presenta circolazione idrica sotterranea significativa. Che sono presenti facce conglomeratiche di elevata estensione e potenza si ha la presenza di falde saline locali.
- 11** **COMPLESSO DELLE CALARENTI ORGANOGENE - potenzialità acquifera media**
Calarenti, calcari sabbiosi e arenaceo calcareo (masso) (**PLEISTOCENE**). Spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove l'asta dell'andamento contiene una falda salina significativa, capillare falda di interesse locale.
- 12a** **COMPLESSO DEI CONGLOMERATI - potenzialità idrica da medio bassa a medio alta**
Conglomerati poligenici che assumono potenzialità idrica differenti in funzione del tipo di spessore e della natura della matrice e/o cemento sabbioso, calcareo o calcareo.
- 12b** **12c** **12d** **12e** **12f** **12g** **12h** **12i** **12j** **12k** **12l** **12m** **12n** **12o** **12p** **12q** **12r** **12s** **12t** **12u** **12v** **12w** **12x** **12y** **12z**
Conglomerati a potenzialità idrica medio-bassa
Dreco calcareo cementato, calcareo, calcareo con livelli argillosi, conglomerati poligenici a cemento argilloso (**MIOCENE - PLEISTOCENE**), p ghiaie cementate calcaree (conglomerati di calcareo) (**PLEISTOCENE - OLOCENE**). Spessore variabile da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Questo complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea, ma di origine a falda continua ed estesa la cui produttività è limitata dalla permeabilità della matrice. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta di spessore maggior (2 decina di metri) e contiene falde multilivello di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con i varioli da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.

- 13** **COMPLESSO DELLE ARGILLE - potenzialità acquifera bassissima**
Argille con costi intercalazioni marziali, sabbiose e ghiaiose (**PLEISTOCENE - PLEISTOCENE**), argille con costi (**MIOCENE**), spessore variabile da alcune a centinaia di metri. La principale matrice argillosa di questo complesso ostacola l'insieme di circolazione idrica sotterranea, sostenendo gli acquiferi superficiali. La circolazione idrica sotterranea è limitata a falde saline locali e a falde calcaree.
- 14** **COMPLESSO DEI FLYSCH MARNOSO-ARENACEI - potenzialità acquifera medio bassa**
Associazioni arenaceo-organoclastiche, arenacee e sabbie calcaree arenaceo-calcaree (Flysch delle Laga, Mazine e formazione Marnoso Arenacea) (**MIOCENE - PLEISTOCENE**). Spessore variabile da qualche decina a oltre un centinaio di metri. Il complesso, in virtù di una circolazione idrica sotterranea e in funzione regionale, può ospitare falde locali e discontinue all'interno degli orizzonti calcareo-fittili.
- 15** **COMPLESSO DEI FLYSCH MARNOSO-ARGILLOSI - potenzialità acquifera bassissima**
Associazioni arenaceo-calcaree calcaree e argillose con intercalazioni di arenacee e calcaree marnose (**CRETACEO SUPERIORE - OLOCENE**) affioranti prevalentemente nei Monti della Tofa e nella Valle Lario. Spessori variabili fino ad oltre 1000 m. Il complesso non ospeta una circolazione idrica sotterranea significativa.
- 16** **COMPLESSO CALCARO-MARNOSO DI PIATTAFORMA - potenzialità acquifera medio alta**
Successione di calcari marnosi, marnose e calcaree (**CRETACEO SUPERIORE - MIOCENE**) con spessori fino a centinaia di metri. Gli affioramenti dei litotipi calcareo carbonatici sono ricche degli acquiferi carbonatici regionali del dominio di piattaforma. I litotipi marnosi riducono la capacità di ritenuta e ostacolano falde di modesta entità di interesse locale.
- 17** **COMPLESSO CALCARO-MARNOSO DI BACINO - potenzialità acquifera medio bassa**
Successione di marnose e calcari marnosi (**MIOCENE - MIOCENE**). Il complesso comprende le formazioni calcareo-marnose che chiudono sia la successione umbro-marghiana che la successione adriatica. Spessore massimo di alcune centinaia di metri. L'estesa componente marnosa ostacola in questo complesso, dove si trova in continuità idraulica con gli acquiferi carbonatici del dominio di piattaforma, la circolazione idrica sotterranea.
- 18** **COMPLESSO DELLA SCAGLIA CALCAREA - potenzialità acquifera medio alta**
Calcari marnosi e calcari marnosi bianchi e rossi stratificati con intercalazioni calcareo-organogene (**CRETACEO SUPERIORE - MIOCENE**). Lo spessore totale è compreso tra 500 e 800 m. Gli affioramenti di questo complesso costituiscono l'area di alimentazione di acquiferi basali del dominio di piattaforma, la cui circolazione idrica sotterranea è di tipo salino.
- 19** **COMPLESSO DELLE MARNE A FUCOIDI - potenzialità acquifera bassa**
Calcari marnosi e calcari marnosi bianchi e rossi stratificati con intercalazioni calcareo-organogene (**CRETACEO SUPERIORE - MIOCENE**). Spessore variabile da 50 a 100 m. Dove marlene una sufficiente continuità stratigrafica, il complesso costituisce un acquifero. La circolazione idrica sotterranea è di tipo salino.
- 20** **COMPLESSO DELLA MAULICA - potenzialità acquifera alta**
Calcari marnosi bianchi e rossi stratificati (**CRETACEO SUPERIORE - MIOCENE**). Spessore variabile da alcune decine di metri a 500 m. Gli affioramenti di questo complesso costituiscono l'area di alimentazione di acquiferi basali del dominio di piattaforma, la cui circolazione idrica sotterranea è di tipo salino.
- 21** **COMPLESSO CALCARO-SILICO-MARNOSO - potenzialità acquifera medio bassa**
Calcari marnosi bianchi e rossi stratificati con intercalazioni calcareo-organogene (**CRETACEO SUPERIORE - MIOCENE**) caratterizzati dal dominio di piattaforma e di transizione. Spessore complessivo variabile tra 100 e 200 m. Per la bassa permeabilità di insieme il complesso assume il ruolo di acquifero che sostiene la circolazione idrica del complesso della Maulica, dove discosto di un spessore ridotto assume il ruolo di acquifero.
- 22** **COMPLESSO DELLA CORNOLIA E DEL CALCARE MASSICCIO - potenzialità acquifera altissima**
Calcari marnosi stratificati (Cornolia), calcari marnosi nodulari (Bucaroni), calcari marnosi in gesso barabate (Calcere massiccio) (**LIAS-MEIO - OLOCENE**). L'associazione litologica di questo complesso è caratterizzata da calcari marnosi di piattaforma e di transizione. Lo spessore complessivo è variabile tra 800 e 1200 m. Gli affioramenti di questo complesso costituiscono l'area di alimentazione di importanti acquiferi basali, la cui circolazione idrica sotterranea coinvolge anche il Complesso della Maulica.
- 23** **COMPLESSO DEI CALCARI DI PIATTAFORMA - potenzialità acquifera altissima**
Calcari marnosi bianchi e rossi stratificati con intercalazioni calcareo-organogene (**CRETACEO SUPERIORE - MIOCENE**). Spessore variabile da alcune decine di metri a oltre un centinaio di metri. La principale matrice calcareo-organoclastica di questo complesso ostacola l'insieme di circolazione idrica sotterranea, sostenendo gli acquiferi superficiali. La circolazione idrica sotterranea è limitata a falde saline locali e a falde calcaree.
- 24** **COMPLESSO DOLOMITICO BASALE - potenzialità acquifera medio bassa**
Dolomite poste alla base del complesso della Cornolia e del calcare massiccio e del complesso dei calcari di piattaforma (**TRIAS - LIAS INFERIORE**). Spessore in affioramento fino ad alcune centinaia di metri. Questo complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea, ma di origine a falda continua ed estesa la cui produttività è limitata dalla permeabilità della matrice. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta di spessore maggior (2 decina di metri) e contiene falde multilivello di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con i varioli da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.
- 25** **COMPLESSO METAMORFICO - potenzialità acquifera bassa**
Sost. fittili quarzoso-felsici talvolta arenacei con intercalazioni di calcari carbonatici argillosi (calcari) e fittili con intercalazioni calcaree (**TRIAS**). Questo complesso, in virtù di falde significative e con discontinua area di affioramento (Bacino del Fiora e Isola Francosa), ha un ruolo trascurabile nel quadro idrogeologico regionale.

CLIMA

In assenza di stazioni meteorologiche nel territorio di Piansano, si analizzano i dati del comune limitrofo Toscana, in particolare quanto riportato nel Piano di Gestione del SIC IT601002, Alto corso fiume Marta, redatto dal Prof. Ing. Antonio Leone.

Il clima è il risultato (che si manifesta attraverso temperatura, pioggia, ventosità, pressione atmosferica ecc.) dell'energia solare che incide sulla superficie terrestre e, quindi, della trasformazione e redistribuzione operata dall'assetto del territorio.

Ai fini della pianificazione territoriale, lo studio climatologico è orientato verso l'acquisizione di dati relativi alla descrizione di mesoclima e microclima, di maggiore interesse in campo tecnico.

La stazione termo-pluviografica di Tuscania è posta nel centro urbano, a 166 m s.l.m. ed a 8 m di altezza dal suolo; le registrazioni, inizialmente solo pluviometriche, sono iniziate nel 1919.

Dai dati di precipitazioni e temperatura, riportati, rispettivamente, in Figura 11 e Figura 12, sono stati ricavati una serie di indici, dai quali è stato possibile giungere alla caratterizzazione climatica dell'area in esame.

Per quanto riguarda la classificazione fitoclimatica di Blasi (carta del fitoclima del Lazio 1994), la stazione in esame rientra nella seconda unità fitoclimatica: Regione mediterranea di transizione, con termotipo mesomediterraneo medio o collinare inferiore ed ombrotipo Sub-umido superiore.

Nella presente relazione, i dati di Blasi sono stati integrati con gli ultimi a disposizione, che arrivano al 1998. Gli ulteriori 10 anni di osservazione, hanno confermato la classificazione di Blasi: la temperatura media annuale (T), le temperature minime del mese più freddo (t), la temperatura media mensile (Tm), la precipitazione media mensile (Pest), gli indici di Mitrakos e termico (It).

L'unica differenza rilevante è l'appartenenza, secondo quanto elaborato, ad un ombrotipo Sub-umido inferiore per le precipitazioni medie annue (pari a 790 mm), mentre Blasi classificava la stazione nel Sub-umido superiore.

Tali differenze sono spiegate dalle minori precipitazioni degli ultimi anni.

Temperatura (°C)			
	Media massime	Media giornaliera	Media minime
Gennaio	15,0	7,2	3,7
Febbraio	10,2	7,9	3,9
Marzo	5,4	10,2	5,4
Aprile	17,9	12,8	7,6
Maggio	23,0	17,2	11,5
Giugno	27,6	21,3	15,1
Luglio	31,4	24,7	18,0
Agosto	31,0	24,6	18,3
Settembre	27,2	21,4	15,6
Ottobre	22,1	17,2	12,5
Novembre	15,9	11,8	7,7
Dicembre	12,4	8,9	5,5

Figura 10 - Dati termometrici medi periodo 1978/1998

Piogge (mm)	
Gennaio	77,3
Febbraio	67,5
Marzo	55,7
Aprile	68,3
Maggio	59,4
Giugno	40,9
Luglio	19,1
Agosto	49,4
Settembre	82,6
Ottobre	88,7
Novembre	98,1
Dicembre	82,1

Figura 11 - Dati pluviometrici medi periodo 1978/1998

INDICI CLIMATICI

Aridità

Secondo la formula elaborata da De Martonne (1926), la quale si basa sul rapporto apporti-perdite annuali della stazione:

$$A = P / (T+10)$$

A = Indice di aridità.

P = Quantità media precipitazioni annue (in mm).

T = Media temperature annue (in °C).

Nel caso di Toscana:

$$A = 790 / (15.4 + 10) = 31.1$$

Il valore maggiore di 30 classifica la stazione, come umida, e, quindi, adatta ad una vegetazione forestale.

La formula elaborata da Mitrakos (1980), permette di definire l'intensità e la durata dell'aridità mensile considerando le precipitazioni mensili, partendo dall'ipotesi che piogge inferiori a 50 mm, in ambiente mediterraneo, producono condizioni di stress idrico:

$$\text{MDS (Monthly Drought Stress)} = 2 * (50 - P)$$

per P si intendono le precipitazione mensili.

Questo indice varia da zero, per precipitazioni maggiori uguali a 50 mm, a un massimo di cento per precipitazioni uguali a zero.

Nel caso di Toscana si è osservato uno stress di aridità solo nei mesi estivi (dove P è minore di 50):

$$\text{Giugno MDS} = 2 (50 - 40,85) = 18,3 \%$$

$$\text{Luglio MDS} = 2 (50 - 19,05) = 61,9 \%$$

Agosto MDS = 2 (50 – 49,36) = 1,3 %

Secondo i parametri sopra citati, Toscana ha uno stress di aridità estivo pari al 27,2% (Summer Drought Stress, SDS), derivato dalla media dei tre indici estivi.

Indice pluviometrico

Tale indice detto anche “Mediterraneità” secondo la formula elaborata dal botanico francese Emberger (1930), si riferisce soltanto al clima mediterraneo:

$$Q = [P / (M * M - m * m)] * 100$$

Q = Indice pluviometrico o coefficiente bioclimatico di Emberger.

P = Quantità media delle precipitazioni annue in mm.

M = Media delle temperature massime del mese più caldo in °C.

m = Media delle temperature minime del mese più freddo in °C.

I valori dell'indice Q sono tanto più bassi, quanto più il clima è arido e tanto più alti quanto diventa umido.

Nel caso in esame:

$$Q = [790 / (31.4 * 41.4 - 3.7 * 3.7)] * 100 = 81.6$$

Nella regione mediterranea questo indice varia tra i 50 e i 250; e nel caso di Toscana Q è pari a 81,54, tale da corrispondere all'intervallo che va da 50 a 90, cioè un bioclima sub umido.

Inoltre, in base al valore di m, cioè la media delle temperature minime del mese più freddo, di 3,7 compreso nell'intervallo tra 0 °C e 7 °C fa rientrare la zona in esame in un bioclima fresco, per quanto riguarda le temperature.

Già dai dati riportati in precedenza si può facilmente osservare come la stazione considerata rientri nel clima caratterizzante l'area di vegetazione della sughera.

Le precipitazioni annuali raggiungono infatti quasi gli 800 mm, mentre le piogge estive (giugno-agosto) restano limitate a meno di 110 mm.

In corrispondenza di questo minimo di piovosità si registrano le temperature massime che portano quindi ad una situazione di aridità estiva per i mesi di giugno, luglio e agosto.

Questa situazione risulta attenuata dalle caratteristiche edafiche del sito giacché nel periodo di deficit, che interessa principalmente i mesi di luglio e agosto, si conserva una certa umidità nel terreno intorno ai 70 cm di profondità.

Il freddo è prolungato, da novembre ad aprile, ma non intenso, con una temperatura media delle minime del mese più freddo di 2,5°C.

IDROLOGIA DELL'AREA

La rete idrografica dell'intera area settentrionale della Regione Lazio è rappresentata da due corsi d'acqua principali, il Torrente Arrone ed il Fiume Marta, che presentano asse orientato in direzione NE-SW.

Oltre i fiumi e torrenti menzionati in precedenza, nel settore in esame è presente una serie di corsi d'acqua minori con direzione prevalente NE-SW e talora N-S che hanno inciso piccole valli per lo più poco profonde e sub-parallele.

Tutti questi corsi d'acqua rappresentano il naturale approfondimento delle linee di compluvio presenti sul terreno, e non sono soggetti a specifica prescrizione o disciplina per quanto riguarda il rischio di esondazione dalle NTA del PAI vigente.

Tuttavia per l'art. 9 comma b delle NTA, non è consentito realizzare opere all'interno della fascia di 150 m dai corsi d'acqua e dalle linee di drenaggio sopra riportate, ma è possibile ridurre detta fascia di 150 m mediante un adeguato studio.

Non sono individuate parti dell'impianto interferenti col reticolo idrografico del PAI, tuttavia, come si nota dalla figura seguente, nel lotto dell'impianto ci sono due interferenze con due corsi d'acqua individuati nella CTR con la linea azzurra continua.

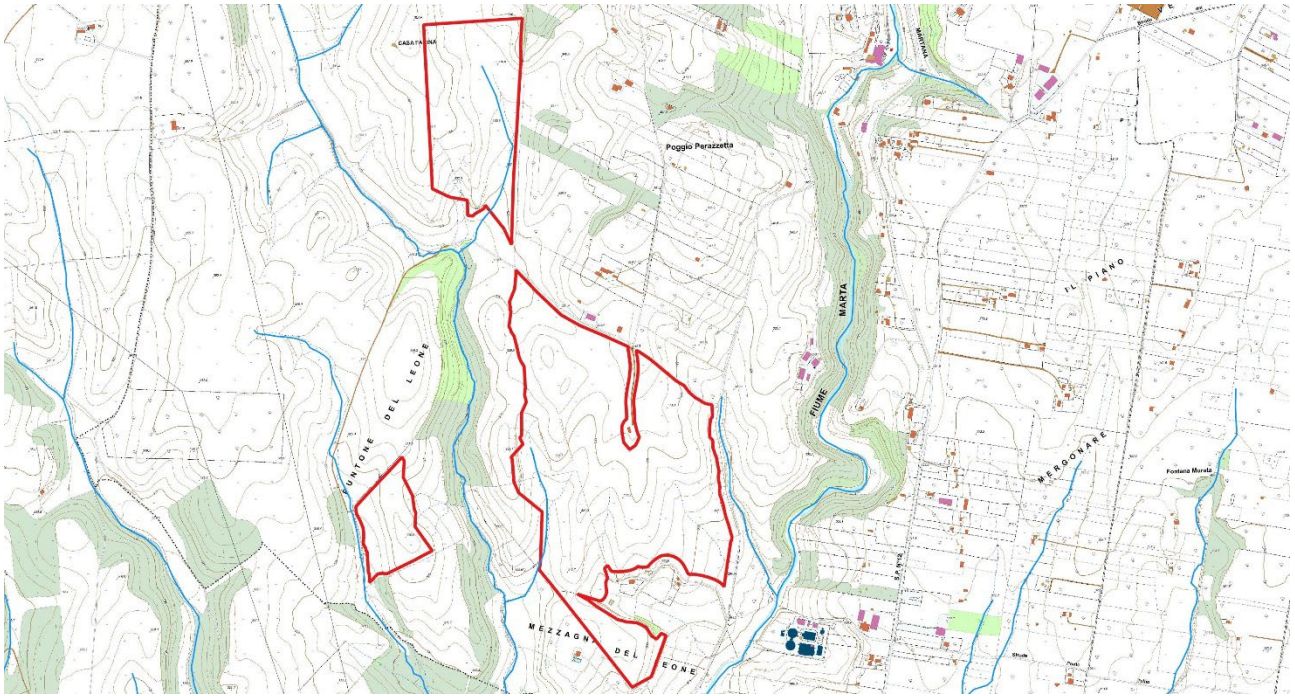


Figura 12 – RETE IDRICA PRESENTE NEL LOTTO

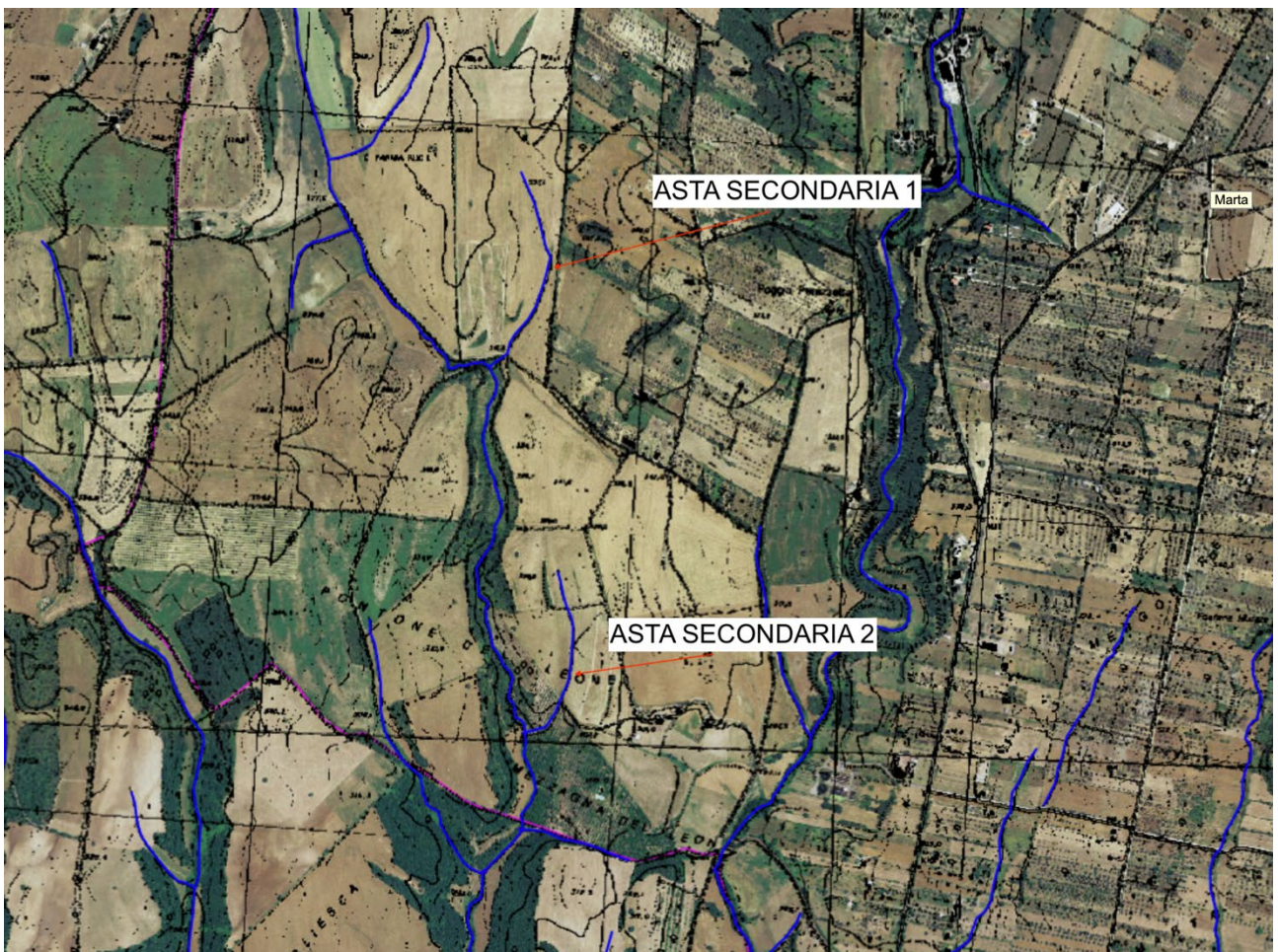


Figura 13 - INDIVIDUAZIONE ASTE SECONDARIE

VERIFICHE IDRAULICHE

Nel presente capitolo si riportano le verifiche idrauliche svolte sulle scoline in parola. Il valore della portata di piena utilizzato per le verifiche idrauliche è stato fissato pari a quello con periodo di ritorno di $T_r = 200$ anni.

Calcolo della portata di bacino (Formula di Turazza) e calcolo della portata del fosso (formula di Chezy).

ASTA SECONDARIA 1

BACINO			
Dati d'ingresso			
Area Bacino	Ab	26.00	Kmq
Altitudine media bacino	Hb	400.00	m
Lunghezza asta	L	13.00	Km
Altezza Max di pioggia in 1 ora	i = H (60)	100.00	mm/h
Coefficiente di deflusso (a secondo la tipologia di superficie)	M	0.40	
Portata del bacino - Formula di TURAZZA		$Q = M i A / 3,6$	288.889 mc/s
Portata Massima Del fosso (bacino)			
Coefficiente di Gauckler-Strickler - scabrezza	c	70.00	(m ^{1/2})/s
Area bagnata	Af	125.00	mq
Perimetro bagnato	Cf	500.00	m
Raggio idraulico	$R = Af / Cf$	0.250	m
Pendenza	i % = Hb/L	3%	
Portata massima del fosso - Formula di CHEZY		$Q_{max} = F A (R i)^{0,5}$	767.426 mc/s
VERIFICA - Portata max fosso > portata bacino		VERO	

ASTA SECONDARIA 2

BACINO			
Dati d'ingresso			
Area Bacino	Ab	26.00	Kmq
Altitudine media bacino	Hb	400.00	m
Lunghezza asta	L	13.00	Km
Altezza Max di pioggia in 1 ora	i = H (60)	100.00	mm/h
Coefficiente di deflusso (a secondo la tipologia di superficie)	M	0.40	
Portata del bacino - Formula di TURAZZA		$Q = M i A / 3,6$	288.889 mc/s
Portata Massima Del fosso (bacino)			
Coefficiente di Gauckler-Strickler - scabrezza	c	70.00	(m ^{1/2})/s
Area bagnata	Af	110.00	mq
Perimetro bagnato	Cf	500.00	m
Raggio idraulico	$R = Af / Cf$	0.220	m
Pendenza	i % = Hb/L	3%	
Portata massima del fosso - Formula di CHEZY		$Q_{max} = F A (R i)^{0,5}$	633.520 mc/s
VERIFICA - Portata max fosso > portata bacino		VERO	

Gli esiti delle verifiche hanno potuto accertare la **compatibilità idraulica degli interventi previsti in progetto dal momento che il deflusso sul fosso studiato è contenuto all'interno delle scoline e comunque l'area di esondazione non raggiunge il limite della fascia di rispetto di 3 m dal corso d'acqua.**

Non di meno gli interventi previsti in progetto sono idraulicamente trasparenti e non alterano la capacità di deflusso delle scoline ponendosi ad una distanza da esse superiori ai 3 m.

In sostanza quindi, l'impianto in progetto ricadrebbe principalmente in prossimità di scoline naturali, nelle zone di compluvio dei vari terreni agricoli al confine tra proprietà diverse. Dette scoline sono di dimensione variabile ma abbastanza limitata e raccolgono le acque di ruscellamento soltanto in caso di pioggia (canali di scolo).

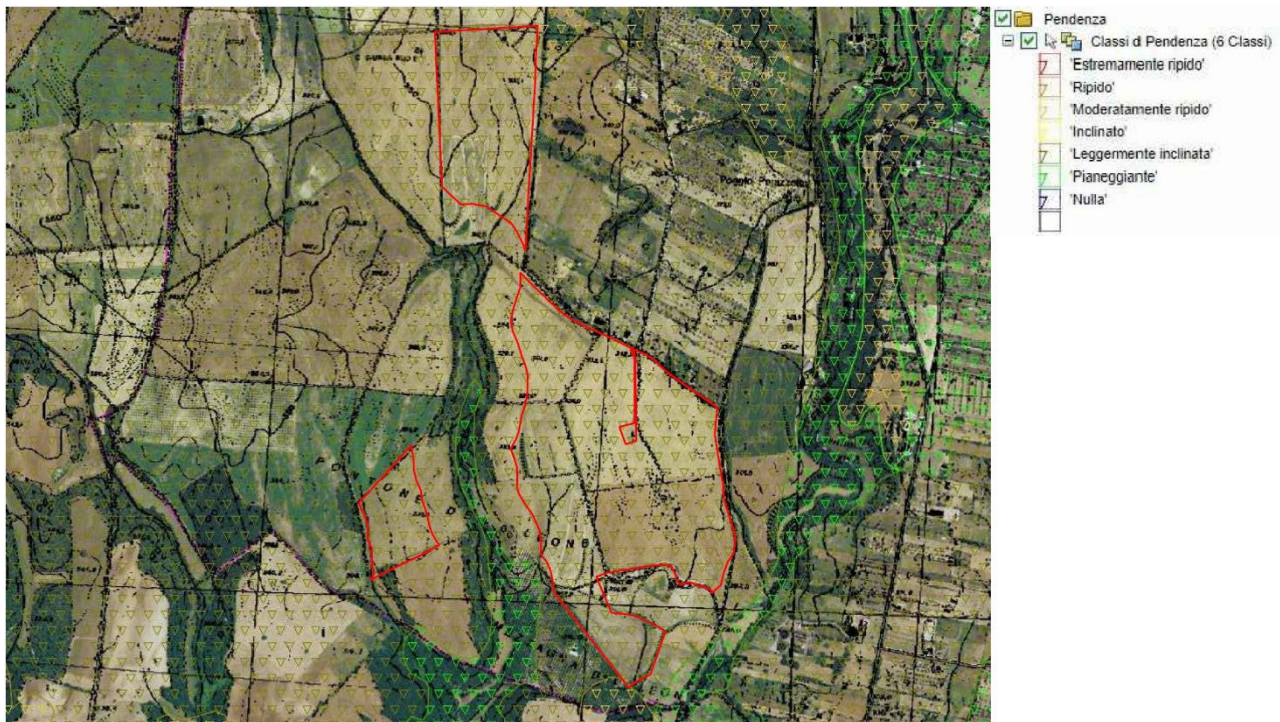


Figura 14 – AREA IMPIANTO SU STRALCIO CARTA DELLE PENDENZE

Per quanto riguarda le altimetrie, i lotti hanno una classe di pendenza leggermente inclinata.

IDROGRAFIA

Il sito in esame si trova in una zona di deflusso della falda acquifera basale delle vulcaniti, alimentata dalle pendici centro occidentali dell'apparato vulcanico Vulsino.

In particolare, le isopieze variano dalle quote di 260 m s.l.m. nella porzione settentrionale, sino alle quote di 160 metri s.l.m. nella fascia meridionale, corrispondenti a profondità di circa 100 metri al limite nord orientale, di 40-60 metri nella porzione centrale ed infine di 15-30 metri nella fascia centro meridionale. La prevalenza minima per differenza tra il livello medio di falda e la quota topografica minima del sito in esame è compresa tra i 20 metri e i 40 metri.

La direzione di scorrimento generale della falda è verso sud sud Ovest, ed il gradiente idraulico diminuisce da valori del 4% sino all'1% procedendo nella medesima direzione. Negli affioramenti sedimentari pliopleistocenici a matrice argillosa il flusso idrico è interrotto (essendo impermeabili) ed i corsi d'acqua

principali quali il fiume Fiora ad ovest, il fosso Timone ed il torrente Arrone si comportano tutti come drenanti la falda acquifera basale.

QUALITA' DELLE ACQUE

Per indagare lo stato di qualità dell'ambiente idrico nell'area vasta attorno al sito di progetto sono stati consultati gli studi svolti dalla Regione Lazio e dalla Provincia di Viterbo, nell'ambito rispettivamente della stesura del PRTA e del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2006.

Tali studi forniscono un esauriente inquadramento sia generale che specifico in relazione allo stato ante operam dell'ambiente idrico superficiale e profondo e alla sua capacità di carico.

Lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali viene definito in base allo stato ecologico, che è espressione della qualità dell'intero ecosistema acquatico (acque, sedimenti, comunità viventi); e allo stato chimico, che è stabilito in base alla presenza dei principali inquinanti pericolosi.

Per le acque superficiali, corsi d'acqua e laghi, sono previsti i seguenti stati ambientali:

ELEVATO – BUONO – SUFFICIENTE – SCADENTE – PESSIMO.

Gli indici che vengono utilizzati per la valutazione dello stato di qualità delle acque fluviali sono il Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM), l'Indice Biotico Esteso (IBE), lo Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (SECA) e lo Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua (SACA).

Per tutti questi indici esiste una convenzione per la rappresentazione grafica delle diverse classi di qualità:

Elevato = azzurro Buono = verde Sufficiente = giallo Scadente = arancione Pessimo = rosso

LIM: Livello Inquinamento da Macrodescrittori.

Tiene conto della concentrazione nelle acque dei principali parametri, denominati macrodescrittori, per la caratterizzazione dello stato di inquinamento: nutrienti, sostanze organiche biodegradabili, ossigeno disciolto, inquinamento microbiologico. Attraverso un calcolo si ottiene un punteggio per ciascun parametro. Si sommano i punteggi ottenuti per ciascun parametro e, attraverso una scala predefinita si assegnano delle classi di qualità.

Ad ogni valore viene attribuito un livello d'inquinamento: classe 1 = ottimo, classe 2 = buono, classe 3 = sufficiente, classe 4 = scadente, classe 5 pessimo. Ogni classe viene rappresentata con un colore convenzionale: classe 1 = azzurro, classe 2 = verde, classe 3 = giallo, classe 4 = arancio, classe 5 = rosso.

IBE: Indice Biotico Esteso.

Misura l'effetto della qualità chimica e chimico-fisica delle acque sugli organismi macroinvertebrati bentonici che vivono almeno una parte del loro ciclo biologico nell'alveo dei fiumi.

La presenza o l'assenza di determinate classi di questi organismi permettono di qualificare il corso d'acqua, attribuendo 5 classi di qualità, dalla classe di qualità elevata (ambiente non inquinato - azzurro) alla classe di qualità scadente (ambiente fortemente inquinato - rosso). Insieme al LIM determina lo stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA).

SECA: Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua.

È determinato incrociando i valori di LIM e di IBE; come valore di SECA si considera il risultato peggiore tra i due.

È rappresentato in 5 classi che vanno da classe 1 = qualità elevata a classe 5 = qualità pessima.

SACA: Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua.

Per la valutazione dello stato ambientale si prendono in considerazione anche i microinquinanti (sia organici che metalli pesanti) eventualmente presenti nelle acque fluviali. Se la concentrazione anche di un solo microinquinante è superiore al valore soglia, lo stato ambientale diventa automaticamente scadente o pessimo, se era pessima la classe SECA.

Negli elaborati del Piano Regionale di Tutela delle Acque sono riportate le classi di qualità dei corpi idrici superficiali significativi per ogni bacino.

In particolare, la Tavola B del Piano riporta i valori dell'indice SECA calcolati.

Nelle figure seguenti sono sintetizzate le informazioni elaborate per gli indici IBE e SECA estese a tutto il territorio provinciale:

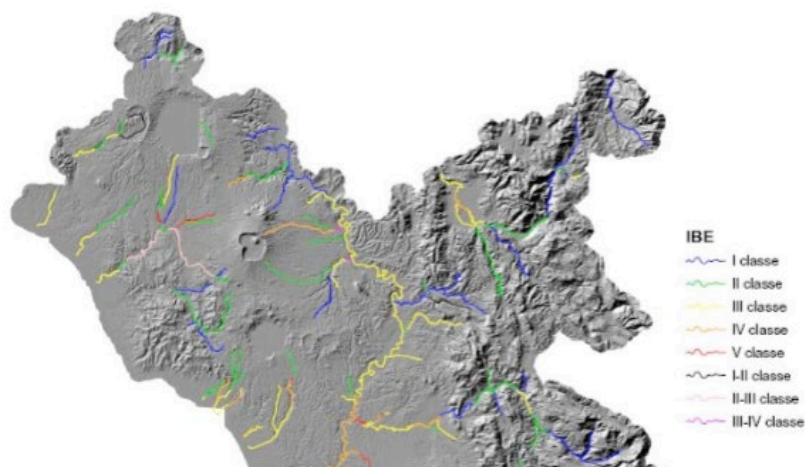


Figura 15 – Mappatura dell'indice Biotico esteso

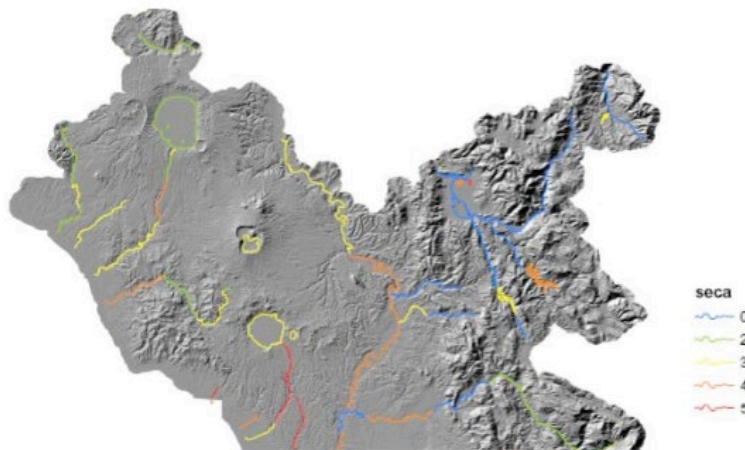


Figura 16 – Mappatura dello stato ecologico dei corsi d’acqua

Il corso d’acqua più vicino all’area di intervento è il fiume Marta.

I valori dell’IBE e del SECA mostrano per il Marta un inquinamento da sostanze organiche che si accentua passando dal medio al basso corso, segno evidente delle influenze delle pratiche agricole e (in parte minore) degli scarichi urbani.

Lo stato qualitativo dei corpi idrici profondi e superficiali appare dagli studi sulla individuazione delle zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola, dal monitoraggio delle emergenze delle falde e dal monitoraggio dei corpi idrici superficiali.

Negli studi condotti per la individuazione delle zone vulnerabili ai nitrati e dal monitoraggio delle sorgenti, si evince che i grandi complessi idrogeologici sedi delle risorse idriche profonde più importanti sono in buono stato di conservazione qualitativa.

Dagli studi condotti dalle Autorità di Bacino emerge invece che alcuni complessi, quali quelli dei sistemi vulcanici, pongono problemi in ordine alla conservazione quantitativa delle risorse, in relazione ad utilizzazioni al di sopra delle possibilità delle falde.

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano dei Bacini Regionali, ai sensi della vigente normativa, può essere attuato anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali e prevale su tutti gli strumenti di piano e programmatici della Regione e degli Enti Locali.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) opera essenzialmente nel campo della difesa del suolo, con particolare riferimento alla difesa delle popolazioni e degli insediamenti residenziali e produttivi a rischio. Indubbiamente, esso è fortemente interrelato con tutti gli altri aspetti della pianificazione e della tutela delle acque, nonché della programmazione degli interventi prioritari.

In attuazione alle disposizioni della L.R. 39/96, il P.A.I. affronta, quale piano stralcio di settore, la problematica relativa alla difesa del suolo ed il suo specifico ambito di competenza è particolarmente indirizzato alla pianificazione organica del territorio mediante la difesa dei versanti e la regimazione idraulica.

Il P.A.I. è quindi lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio individua, nell'ambito di competenza, le aree da sottoporre a tutela per la prevenzione e la rimozione delle situazioni di rischio, sia mediante la pianificazione e programmazione di interventi di difesa, sia mediante l'emanazione di norme d'uso del territorio.

L'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio ha predisposto per il territorio di competenza, finora regolamentato mediante il ricorso all'istituto di salvaguardia, lo stralcio funzionale afferente la difesa del suolo ovvero il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Tale atto di pianificazione, i cui elaborati sono aggiornati alla data del 4/10/2011, è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 17 del 4/4/2012 (BUR n. 21 del 7/6/2012, S.O. n. 35).

In considerazione sia del continuo mutare del quadro territoriale, in virtù del dinamismo della fenomenologia afferente al dissesto idrogeologico e dei connessi interventi di mitigazione e di messa in sicurezza, sia conseguentemente ad ulteriori approfondimenti conoscitivi di settore, l'Autorità di Bacino provvede alla successiva tempestiva corrispondenza tra il P.A.I. e le suddette dinamicità del territorio mediante l'emanazione di Decreti Segretariali di aggiornamento.

Tali provvedimenti saranno altresì resi disponibili su questo sito, unitamente agli elaborati approvati dal Consiglio Regionale, qualora comportino modifica rispetto a quanto già riportato nella vigente cartografia.

In tal senso, al fine di un'organica consultazione, la Tav. 1 - “Carta di sintesi del PAI 1:100.000” e la Tav. 2 – “Aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico”, sono già state adeguate sulla base dei sopravvenuti Decreti Segretariali.

Per quanto riguarda la provincia di Viterbo la sensibilità del territorio al dissesto idrogeologico è principalmente dovuta alle condizioni morfologiche locali; infatti, da un punto di vista idrogeologico, il territorio della Regione Lazio non presenta situazioni di pericolosità particolarmente diffuse e la Provincia di Viterbo presenta il numero di aree a rischio frana e inondazione più basso dopo la provincia di Rieti. L'attenzione è rivolta particolarmente all'intenso grado di antropizzazione del territorio.

Il regime pluviometrico è caratterizzato da una piovosità media annua pari a circa 900 mm, con precipitazioni concentrate nei mesi di ottobre – marzo e medie giornaliere anche molto elevate.

Tale caratteristica, unitamente a quelle geolitologiche ed idrogeologiche (approfondite nella Relazione Idrologica e nella Relazione Geologica), determina un regime prevalentemente torrentizio dei corsi d'acqua senza far prevedere fenomeni di inondazione.

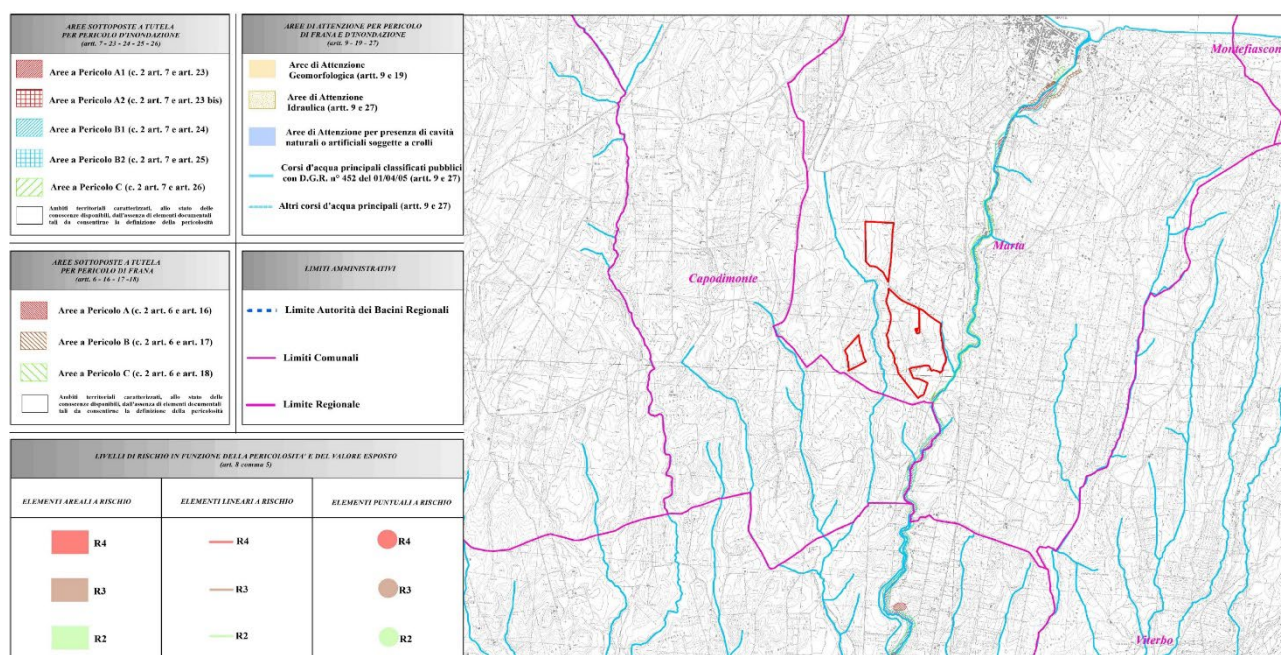


Figura 17 – PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Esaminando il Piano di Assetto Idrogeologico si evince che i terreni ove sorgerà il campo fotovoltaico, perimetrati in rosso, non ricadono nelle aree di pericolosità idraulica né di rischio frane.

IMPATTO DEL PROGETTO

L'assetto idrogeologico dell'area considerata è caratterizzato dalla presenza di numerose piccole sorgenti di debole portata, piuttosto frequenti soprattutto nelle formazioni vulcaniche ed in quelle sedimentarie del Pliocene e del quaternario.

Si tratta in genere di sorgenti di strato, al passaggio da orizzonti più porosi permeabili (sabbie o conglomerati) ad orizzonti impermeabili di base (frequentemente argille, tufi vulcanici argillificati).

In tal senso, la ricerca bibliografica non ha determinato alcun risultato riguardo il censimento di eventuali emergenze all'interno dell'area in oggetto.

La permeabilità dei terreni che costituiscono il substrato delle aree, costituito da detriti, sabbie, limi e argille, è da considerarsi estremamente variabile in funzione delle differenti caratteristiche granulometriche dei singoli litotipi.

Si passa da valori di permeabilità pressoché nulli per le argille a permeabilità medie ad elevate per i limi e le sabbie.

Il reticolo idrografico locale presenta nella maggior parte dei tratti un alveo approfondito, generato dall'azione delle acque sui terreni in posto, che risultano di natura sedimentaria e allettati su strati di rocce argillose o vulcaniche.

Tale configurazione consente una facile saturazione del soprassuolo, e un significativo dilavamento superficiale in assenza di copertura erbosa.

Dall'esame delle cartografie messe a disposizione dall'ABR Lazio, non si sono rilevate perimetrazioni di rischio frana o di rischio idraulico interessanti le aree dove sorgerà il campo fotovoltaico.

L'analisi dell'assetto litostratigrafico rilevato nella relazione geologica consente di ritenere che nel sottosuolo del sito in oggetto è probabile la presenza di acqua all'interno dei litotipi permeabili come sabbie e limi, sostenuta da livelli impermeabili costituiti da argille (si tratta quindi di più acquiferi sovrapposti e adiacenti, di limitata estensione ed in parte comunicanti).

La poca assorbenza dei terreni è testimoniata dai valori del parametro "curve number" elaborato dal Servizio Idrografico e Mareografico della Regione, secondo il quale i terreni interessati dal progetto presentano mediamente valori del curve number pari a 80, quindi poco assorbenti.

L'azione di protezione e salvaguardia della qualità delle acque sotterranee viene svolta dai sistemi vegetali.

La funzione di salvaguardia esercitata dalla copertura vegetale dipende, in prima analisi, dalla densità, dalla struttura e dall'età delle cenosi vegetali.

Occorre però precisare che il potere di intercettazione della pioggia da parte dei boschi aumenta con l'età ma fino ad un valore soglia oltre il quale esso diminuisce.

Nell'azione di salvaguardia un contributo importante viene dato anche dal sottobosco e dalla lettiera che formano uno schermo protettivo e filtrante nonché dalle tipologie vegetali.

I suoli forestali dotati di alta porosità favoriscono l'infiltrazione anche per merito dell'attività biologica delle piante arboree e di tutti gli organismi vegetali e animali che sono parte integrante dell'ecosistema.

Di seguito si riporta la classificazione, individuata in base ai tipi vegetazionali, con valori di protezione delle acque decrescenti:

1. Boschi vetusti pluristratificati stramaturi con porzioni senescenti, con potenzialità per il Tiglio e con ricchezza elevata in legnose temperate;
2. Macchia mediterranea, boschi maturi (anche con tracce di impatto umano come castagneti da frutto abbandonati), sugherete, praterie di alta quota cacuminali (*Festuca* e *Trifolium*);
3. Cedui compatti (ad esempio cedui di Roverella, Carpino nero ecc.), Leccete chiuse;
4. Boschi di conifere (*Pinus pinea* ubicate prevalentemente nelle zone costiere e pinete a *Pinus nigra* situate in genere in parti più interne del territorio laziale), Praterie montane dominate da *Bromus erectus* e *Brachypodium genuense*);
5. Oliveti a selva abbandonati, Arbusteti (pruneti e roveti), Cespuglieti (scopeti a *Cytisus*);
6. Oliveti coltivati;
7. Coltivi erborati e Prati pascoli;
8. Seminativi.

Risulta inoltre evidente come le attività antropiche, in particolare le pratiche agricole e gli insediamenti urbani, hanno sottratto spazi considerevoli allo sviluppo naturale della vegetazione che svolge, con maggiore efficacia di altre coperture, la funzione protettiva delle acque.

Per quanto detto, il sito di progetto si trova in un'area mappata come a protezione minima da parte del soprassuolo vegetale, a causa della conduzione agricola dei terreni.

Sulla base dei dati quantitativi di infiltrazione ottenuti per i bacini regionali, sono state individuate 4 classi di infiltrazione, denominate molto bassa, bassa, alta ed elevata.

Elaborando i dati sopra descritti, e incrociandoli con i fattori di pressione antropica sull'ambiente idrico presenti su territorio, è stata elaborata una carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi.

L'area di progetto ricade, per la maggior parte dell'estensione dei terreni interessati, in una zona classificata come a vulnerabilità bassa, dovuta alla presenza di depositi prevalentemente limo-argillosi e tufi stratificati e non.

L'erosione idrica dei suoli rappresenta ad oggi un problema di primaria importanza poiché può causare ingenti danni di natura ambientale ed economica. Per tale ragione sempre più numerosi sono gli stati che rivolgono una particolare attenzione al tema della difesa del suolo e del territorio.

Le cause che contribuiscono ad accelerare il fenomeno dell'erosione idrica sono essenzialmente ascrivibili a:

- uso di pratiche agricole inadeguate tra cui ad esempio l'eccessivo sbriciolamento dello strato superficiale del suolo effettuato per la preparazione dei letti di semina, nonché l'impoverimento della materia organica e inorganica contenuta nel suolo a seguito dell'eccessivo sfruttamento agricolo;
- riduzione delle colture protettive del suolo a vantaggio di quelle economicamente più redditizie;
- abbandono delle vecchie sistemazioni idraulico-agrarie non sostituite da nuove opere;
- cambiamenti climatici in atto su scala globale tra cui in particolare l'aumento del potere erosivo delle piogge che presentano sempre più il carattere di scrosci con elevata energia.

La valutazione qualitativa e quantitativa del processo erosivo è quindi fondamentale per cercare di impostare una corretta gestione del territorio finalizzata ad arginare un tale fenomeno.

Esistono numerosi modelli messi a punto per la valutazione dell'erosione del suolo riconducibili a tre principali categorie: modelli qualitativi, semiquantitativi e quantitativi.

Negli ultimi cinquant'anni molti studi sono stati condotti sull'evolversi del processo erosivo partendo dalla piccola scala sino alla scala globale.

Nella letteratura tecnica più recente si ritrova tuttavia un cospicuo numero di lavori sui fenomeni di erosione idrica con lo scopo di investigare le dinamiche alla base del processo erosivo di tipo interrill e rill.

Tali studi, utilizzando esperienze di laboratorio e di campo, valutano la dipendenza di tali processi dall'intensità della pioggia, dalla morfologia del suolo, dal suo grado di saturazione, nonché dalla scala geometrica di studio.

L'erosione di tipo interrill, in particolare, è identificata come quella forma di erosione che offre il maggior contributo al processo di degradazione del suolo. Essa si rende evidente quando uno scorrimento di tipo diffuso interessa il suolo. Il processo fisico che la determina nasce quindi dalla combinazione di due sottoprocessi, ossia distacco e trasporto ad opera dell'azione impattante della goccia sul suolo (splash erosion) e trasporto di sedimento ad opera del sottile strato di acqua (lama d'acqua) sul terreno (sheet erosion).

Le precipitazioni sono pertanto da identificarsi quale principale fattore di innesco dell'erosione idrica causando il distacco di particelle di terreno.

L'erosività intrinseca della pioggia è correlata ad una serie di sue caratteristiche (durata, distribuzione del diametro delle gocce, intensità e distanza temporale tra eventi consecutivi ecc...) che concorrono alla caratterizzazione di due parametri base quali l'energia cinetica e la quantità di moto proprie della precipitazione stessa.

Il distacco delle particelle di terreno dovuto in primis all'azione battente della pioggia è inoltre funzione non solo delle caratteristiche intrinseche dello stesso evento meteorico, ma anche della pendenza e della natura del terreno interessato, nonché dell'altezza del tirante idrico.

Comportamento differente mostrano, infatti, i terreni non coesivi rispetto a quelli coesivi.

Nel primo caso le forze coesive tra particelle di terreno sono il risultato di interazioni prevalentemente da contatto sviluppatasi grazie alla presenza di un sottile film di acqua noto come "gel fisico" (Annandale 2006 "Scour technology", Rucker 2004 "Precolation Theory Approach to Quantify Geo-Material Density – Modulus Relationship" 9th ASCE Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability). Di conseguenza, affinché si abbia il distacco, è necessario che la goccia impattante possieda energia sufficiente a vincere inizialmente tali interazioni e successivamente il peso della particella distaccatasi.

Nel caso di terreno coesivo le forze che tengono unite le particelle di terreno sono invece il risultato di legami chimici coesivi e cementanti sviluppatasi grazie ad interazioni superficiali tra particelle generando un matrice di forze interstiziali nota come "gel chimico" (Annandale 2006, Rucker 2004). In questo caso quindi la goccia impattante deve vincere, oltre le interazioni da contatto, anche quelle dovute alla presenza di legami chimici ben più forti di quelli che si instaurano spontaneamente nell'ambito del solo "gel fisico".

Una volta distaccatesi dal suolo per l'azione battente della pioggia, le particelle di terreno sono suscettibili di trasporto per azione dello strato d'acqua superficiale (lama d'acqua) in movimento.

Molti studi hanno mostrato un differente comportamento in termini percentuali delle due componenti erosive: pioggia e ruscellamento superficiale.

Si è infatti evidenziata una predominanza dell'azione erosiva della pioggia rispetto al ruscellamento per pendenze superiori al 9%, mentre al di sotto di tale valore il comportamento si inverte.

Così come la fase di distacco è correlata non solo alla forza di impatto della pioggia, così il verificarsi e l'entità della successiva fase di trasporto non è funzione esclusivamente della pendenza del suolo, ma

anche, di numerosi altri parametri quali: caratteristiche morfologiche (pendenza, lunghezza, scabrezza e forma del profilo) e idrogeologiche (conducibilità idraulica e filtrazione) del terreno, presenza o meno di manto vegetativo.

Per quanto riguarda l'impianto in progetto, l'instaurarsi di fenomeni di erosione idrica localizzati all'interno dell'area di progetto a seguito di eventi piovosi sarà di fatto nullo.

La concomitanza di una serie di fattori tra cui in particolare la scarsa pendenza del sito, il rapido ripristino del manto erboso, la diminuzione dell'energia di impatto degli scrosci piovosi al suolo dovuta all'effetto coprente dei moduli, consentirà di arginare sia il fenomeno dello splash erosion che quello dello sheet erosion.

Assumendo in via conservativa che il rapporto di copertura dei moduli rispetto al terreno sia pari al 40%, è chiaro che sulla porzione di terreno sottostante il lato più basso dei moduli sarà riversato lo stesso volume di acqua intercettato dall'intera superficie dei moduli stessi, ma in maniera concentrata.

Ciò nonostante, alla luce delle seguenti considerazioni, tale apparente concentrazione della forza erosiva non comporterà di fatto alcuna accelerazione della degradazione strutturale del suolo:

- l'esigua altezza dei moduli dal piano di calpestio fa sì che l'acqua piovana, in particolare nel caso del sistema fisso, seppure raccolta dalla loro superficie e concentrata su una ridotta porzione di terreno, cadrà al suolo possedendo un'energia cinetica molto inferiore rispetto a quella della medesima massa d'acqua impattante in maniera distribuita sull'intera superficie di proiezione del modulo alla velocità limite in caduta libera di una goccia d'acqua;
- il basculamento (+60° -60°) nel caso dei moduli con inseguitore monoassiale (tracker) garantisce una distribuzione delle acque piovane sui due lati lunghi delle stringhe statisticamente in egual misura dimezzando così la quantità di acqua che si riverserebbe a terra su un solo lato della stringa qualora si adottasse un tecnologia a moduli fissi;
- lo strato erbaceo del soprassuolo offre un'efficiente protezione del terreno trattenendone le particelle a livello dell'apparato radicale, attenuando ulteriormente la forza impattante delle gocce d'acqua a livello dell'apparato fogliare ed evitando il formarsi di vie preferenziali di accumulo e/o di deflusso dell'acqua al di sotto le stringhe;
- le pendenze naturali del terreno di progetto e la presenza di linee di impluvio assicurano un efficiente drenaggio delle acque piovane per ruscellamento lungo le pendenze naturali. Inoltre la pendenza uniforme del terreno verso il fosso/canale limitrofo garantisce che le acque meteoriche defluiscano in esso in maniera uniforme sotto forma di lama d'acqua piuttosto che di singoli rivoli localizzati. Dagli impluvi presenti sarà pertanto lasciata libera una fascia di larghezza opportuna per evitare interferenze con la funzione idraulica svolta;
- l'area interessata dalle installazioni di progetto è principalmente pianeggiante e pertanto l'energia dell'eventuale strato idrico superficiale non sarà tale da vincere, da un lato i fenomeni di coesione del

terreno, e dall'altro il potere di trattenimento da parte degli apparati radicali della vegetazione, evitando così l'innescò di fenomeni di trasporto solido (sheet erosion).

La superficie interessata dalle installazioni del campo fotovoltaico in progetto resterà pertanto permeabile e sarà soggetta ad un rapido e spontaneo processo di rinverdimento così da non alterare il bilancio idrologico dell'area, ossia, per meglio dire, la presenza del generatore non interferirà con processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche riscontrabili sulla medesima area allo stato ante operam.

CONCLUSIONI

In conclusione, l'analisi del progetto in esame consente di affermare che l'intervento non introduce variazioni di rilievo nella relazione tra gli eventi meteorologici ed il suolo e disincentiva la possibilità che si presentino fenomeni degradativi di tipo erosivo.

Gli unici impatti sul suolo derivanti dal progetto in esercizio si concretizzano nella sottrazione per occupazione da parte dei pannelli.

I moduli sono montati su supporti tubolari infissi nel terreno. Tali supporti sorreggono l'insieme dei pannelli assemblati, mantenendoli alti da terra. Inoltre fra le file di pannelli viene lasciata libera una fascia di ampia larghezza che verrà coltivata.

Il rapporto di copertura superficiale dei soli pannelli (ingombro in pianta) è pari al 30%, riferito all'area catastale.

L'impatto per sottrazione di suolo viene considerato poco significativo in quanto, una volta posati i moduli, l'area sotto i pannelli resta libera e subisce un processo di rinaturalizzazione spontanea che porta in breve al ripristino del soprassuolo originario, temporaneamente alterato dalle fasi di cantiere.

In realtà una tale configurazione non sottrae il suolo, ma ne limita parzialmente le capacità di uso. Viene chiaramente impedita (in maniera temporanea e reversibile) l'attività agricola durante la vita utile dell'impianto. Resta potenzialmente possibile il pascolo, e i terreni tornano fruibili per tutte quelle specie di piccola e media taglia che risultavano disturbate dalle attività agricole o dalla presenza dell'uomo in generale. Il periodo di inattività colturale del terreno, durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico, permette inoltre di recuperare le caratteristiche di naturale fertilità eventualmente impoverite o perse.

Durante l'esercizio, lo spazio sotto i pannelli resta libero, fruibile e transitabile per animali anche di medie dimensioni. C'è comunque da aspettarsi che, visto l'ampio contesto rurale in cui si inserisce il progetto, lo spazio sotto i pannelli assuma una minore appetibilità, rispetto ai terreni limitrofi, come luogo per la predazione o la riproduzione, e tenda ad essere evitato.

Il terreno sarà lasciato allo stato naturale, e sarà rinverdito naturalmente in poco tempo dopo il cantiere.

La tipologia di supporti scelta si installa per infissione diretta nel terreno, operata da apposite macchine di cantiere, cingolate e compatte, adatte a spazi limitati e terreni anche in pendenza. I supporti non hanno strutture continue di ancoraggio ipogee.

Alla dismissione dell'impianto, lo sfilamento dei pali di supporto garantisce l'immediato ritorno alle condizioni ante operam del terreno.

La recinzione perimetrale verrà realizzata senza cordolo continuo di fondazione. Così facendo si evitano gli sbancamenti e gli scavi.

Gli impatti in fase di cantiere si limitano al calpestio del cotico erboso superficiale da parte dei mezzi, che sono previsti di capienza massima 40 t (autocarri per la consegna dei moduli).

Le alterazioni subite dal soprassuolo per il transito dei mezzi sono immediatamente reversibili alla fine delle lavorazioni, con il naturale rinverdimento della superficie.

Per quanto riguarda l'impatto operato dall'impianto sul regime idraulico ed idrologico dell'area, anche in relazione al deflusso delle acque meteoriche, in aggiunta a quanto già asserito, si può considerare quanto segue.

L'area di progetto risulta ben stabilizzata, con riferimento al rapporto fra suolo e acque meteoriche: nel tempo non è stata sede né di erosioni e colamenti, né di allagamenti o impaludamenti temporanei a seguito di eventi meteorici intensi.

La superficie del campo fotovoltaico resterà permeabile e allo stato naturale, pertanto il regime di infiltrazione non verrà alterato.

Durante la fase di cantiere non risulterebbe necessaria alcuna modifica all'assetto idrografico attuale, pertanto si può escludere, sin dal principio, la necessità di opere per la regimazione delle acque.

Si eviterà la compattazione diffusa e il formarsi di sentieramenti, che possono fungere da percorsi di deflusso preferenziale per l'acqua.

Per quanto concerne la quantità delle acque, dal punto di vista dell'idrografia di superficie il progetto può quindi essere inserito nell'attuale contesto idrologico senza provocare alcuna mutazione nei deflussi dei canali esistenti.

La presenza del campo fotovoltaico non interferisce con i normali processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche.

Viceversa si ritiene invece interessante evidenziare che l'interruzione di somministrazione di fitofarmaci e concimanti tipici di coltivazioni agrarie si tradurrà in una diminuzione di pressione antropica sulle falde e sui corsi d'acqua.

Entrando in dettaglio, l'analisi del caso presentato consente di affermare che il progetto del parco fotovoltaico non introduce sensibili variazioni nella relazione tra gli eventi meteorologici ed il suolo, inoltre attraverso alcuni pratici accorgimenti, sarà possibile instaurare anche dei meccanismi di tutela del territorio e di preservazione del patrimonio ambientale.

Si fa presente che la coltivazione dello spazio interfilare a prato polifita stabile avrà una funzionalità antierosiva nei confronti di:

- splash erosion (erosione da impatto) – grazie all'azione mitigante della parte epigea vegetale nei confronti dell'impatto delle gocce d'acqua col suolo
- sheet erosion (erosione diffusa) – a seguito della diminuzione dell'energia cinetica dell'acqua nell'ipotesi di scorrimento superficiale lungo la superficie in occasione di eventi prolungati
- rills erosion (incanalamento superficiale) – in relazione all'effetto consolidante dell'apparato radicale

Per quanto esposto e argomentato nella presente relazione idrologica, si considera totalmente compatibile l'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto con l'assetto idrogeologico, idrologico e geomorfologico locale.