

Sibilla Wind S.r.l.

**Parco Eolico "Sibilla" sito nei comuni di:
Canino e Montalto di Castro (VT) - Manciano (GR)**

Relazione Geologica e Geomorfologica

Novembre 2022



Regione LAZIO comuni di:



Canino (VT)



Montalto di Castro (VT)



Regione TOSCANA comune di:



Manciano (GR)

Committente:

Sibilla Wind S.r.l.

Sibilla Wind S.r.l.

Via Sardegna, 40
00187 Roma
P.IVA/C.F. 16422481008

Titolo del Progetto:

**Parco Eolico "Sibilla" sito nei Comuni di:
Canino e Montalto di Castro (VT) - Manciano (GR)**

Documento:

Relazione Geologica e Geomorfologica

N° Documento:

IT-VESSIB-TEN-GEN-TR-04

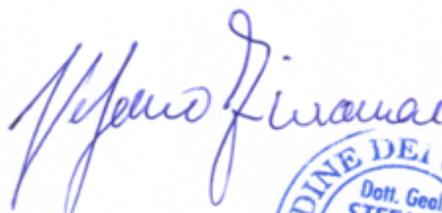
Progettista:



sede legale e operativa
San Martino Sannita (BN) Località Chianarile snc Area Industriale
sede operativa
Lucera (FG) via Alfonso La Cava 114
P.IVA 01465940623
Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Geologo
Dott. Geol. Stefano FINAMORE




Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	NOVEMBRE 2022	Richiesta AU	SF	PM	NF

INDICE

<i>PREMESSA</i>	<i>pag. 1</i>
<i>GEOLOGIA, MORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E SISMICITA' GENERALE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO</i>	<i>“ 2</i>
<i>GEOLOGIA DELL'AREA</i>	<i>“ 3</i>
<i>MORFOLOGIA DELL'AREA</i>	<i>“ 7</i>
<i>IDROGEOLOGIA DELL'AREA</i>	<i>“ 7</i>
<i>SISMICITA' DELL'AREA</i>	<i>“ 8</i>
<i>INQUADRAMENTO PAI E STABILITA' DELL'AREA</i>	<i>“ 11</i>
<i>VINCOLO IDROGEOLOGICO</i>	<i>“ 14</i>
<i>CARATTERI GEOMORFOLOGICA, LITOSTRATIGRAFICI, GEOTECNICI, IDROGEOLOGICA E SISMICI DEL SUBSTRATO</i>	<i>“ 16</i>
<i>REGIME IDROLOGICO SOTTERRANEO ED EVENTUALI INTERFERENZE CON LE OPERE IN PROGETTO</i>	<i>“ 17</i>
<i>MORFOLOGIA DEL TETTO DEL SUBSTRATO A BASSA PERMEABILITA'</i>	<i>“ 17</i>
<i>IL SISTEMA IDROGEOLOGICO DEI TERRAZZI MARINI PLEISTOCENICI</i>	<i>“ 18</i>
<i>ACQUIFERO ALLUVIONALE DEL PALEALVEO DEL FIUME FIORA</i>	<i>“ 19</i>
<i>ACQUIFERO DEI TERRAZZI MARINI PLEISTOCENICI</i>	<i>“ 19</i>
<i>INTERFERENZE CON LE OPERE IN PROGETTO</i>	<i>“ 20</i>
<i>CONCLUSIONI</i>	<i>“ 21</i>

Figure

Figura 1 - Stralcio IGM

Figura 2 - Stralcio Carta Geologica

Figura 3 - Schema tettonica da Catalogo delle faglie e terremoti_ITHACA_isprambiente.gov.

Figura 4 - Stralcio Carta (PAI)- Studi relativi alla delimitazione delle Aree a diverse Probabilità di Frana (Carta Inventario dei Fenomeni Franosi) (Allegato 3.2 Tavole n° 17-20-22-25)

Figura 5 - Stralcio Carta (PAI)- Carta di Tutela del Territorio (Tavole n° 8.20-8.22-8.25)

Figura 6 - Stralcio Carta (PAI)- Carta dei Corsi d'Acqua con Aree di Pertinenza Fluviale (Tavole n° 9.20-9.22-9.25)

Figura 7 - Stralcio Carta Vincolo Idrogeologico

PREMESSA

La Società *Sibilla Wind S.r.l.*, operante nel settore della produzione di energie elettrica, è interessata alla realizzazione di *Impianto Eolico, costituito da n. 9 aerogeneratori, e relative opere di connessione, sito in località "Parco San Nicola – Villa Abbado" in agro del Comune di Montalto di Castro (VT) e Canino (TV)*, ha affidato alla Società TenProject S.r.l. l'incarico di eseguire lo studio geologico preliminare e di redigere la presente relazione.

Il progetto prevede la realizzazione di n. 9 aerogeneratori della potenza di 7,2 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 64,8 MW.

Gli aerogeneratori sono collegati tra di loro mediante un cavidotto interno in alta tensione a 30 kV, che sarà posato principalmente al di sotto di viabilità esistente. I cavidotti in partenza dagli aerogeneratori sono convogliati alla sottostazione di trasformazione 30/132 kV.

Dalla sottostazione di trasformazione si sviluppa il cavidotto esterno in alta tensione a 132 kV che percorre principalmente il tracciato della viabilità esistente fino a raggiungere la stazione elettrica in condivisione con altri produttori. Quest'ultima sarà collegata in antenna a 132 kV sulla sezione 132 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV da inserire in entra – esce sulla linea RTN esistente 380 kV "Montalto – Suvereto".

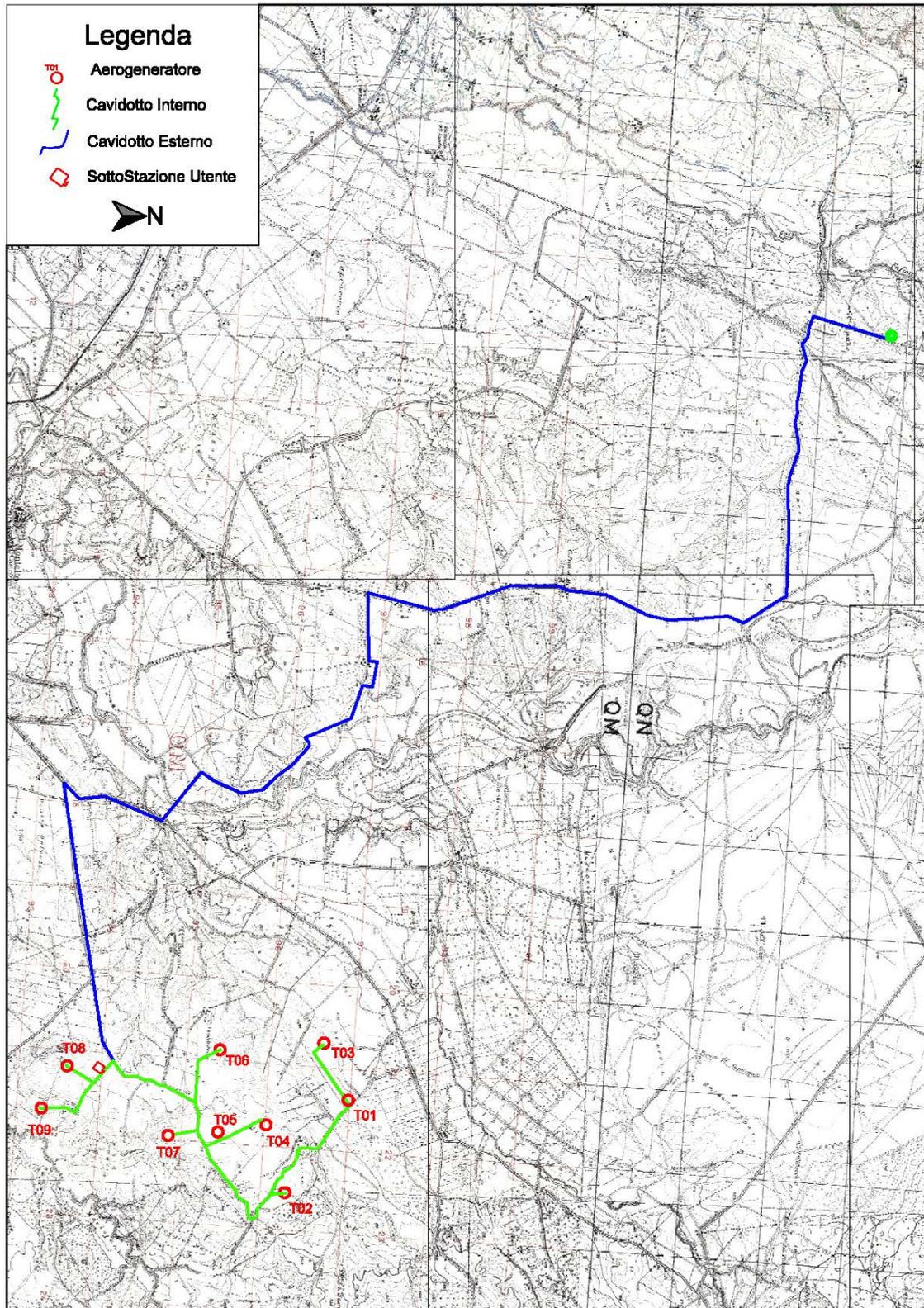
Scopo del presente studio é quello di stabilire la natura litologica dei terreni affioranti nell'area oggetto di studio, le caratteristiche fisico-meccanico, ed i fattori geomorfologici, stratigrafici, idrogeologici, tettonici e sismici dell'area e valutarne l'idoneità del sito per rispondere, in maniera esauriente, a tutte le problematiche connesse con la realizzazione delle opere in progetto.

In questa fase progettuale, avendo eseguito studi ed indagini in aree limitrofe al sito in esame, il sottoscritto si è limitato ad effettuare un attento e dettagliato rilevamento geologico di campagna, dell'area in oggetto, e dei dintorni, volto all'identificazione dei vari litotipi affioranti e dei loro rapporti giaciturali, ed alla raccolta ed elaborazione di tutti i dati geologici, sismici e geotecnici in possesso.

La relazione è stata redatta sulla base dell'esperienza professionale, dei dati dalla cartografia ufficiale, avvalendosi, anche, della letteratura tecnico-scientifica esistente e facendo riferimento a studi ed indagini geologiche, condotti in aree adiacenti alla zona interessata da questo studio (Catalogo Sondaggi ed Indagini del sito istituzionale dell' ISPRA).

GEOLOGIA, MORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA ED SISMICITA' GENERALE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

L'area in esame è compresa nel F. 136 della Carta I.G.M. ed è sita in località "Parco San Nicola" e "Villa Abbado", in agro del Comune Montalto di Castro (VT) e Canino (VT).



Figural

GEOLOGIA DELL'AREA

L'area in esame è compresa nel Foglio 136 "TUSCANIA" della Carta Geologica d'Italia al 100.000.

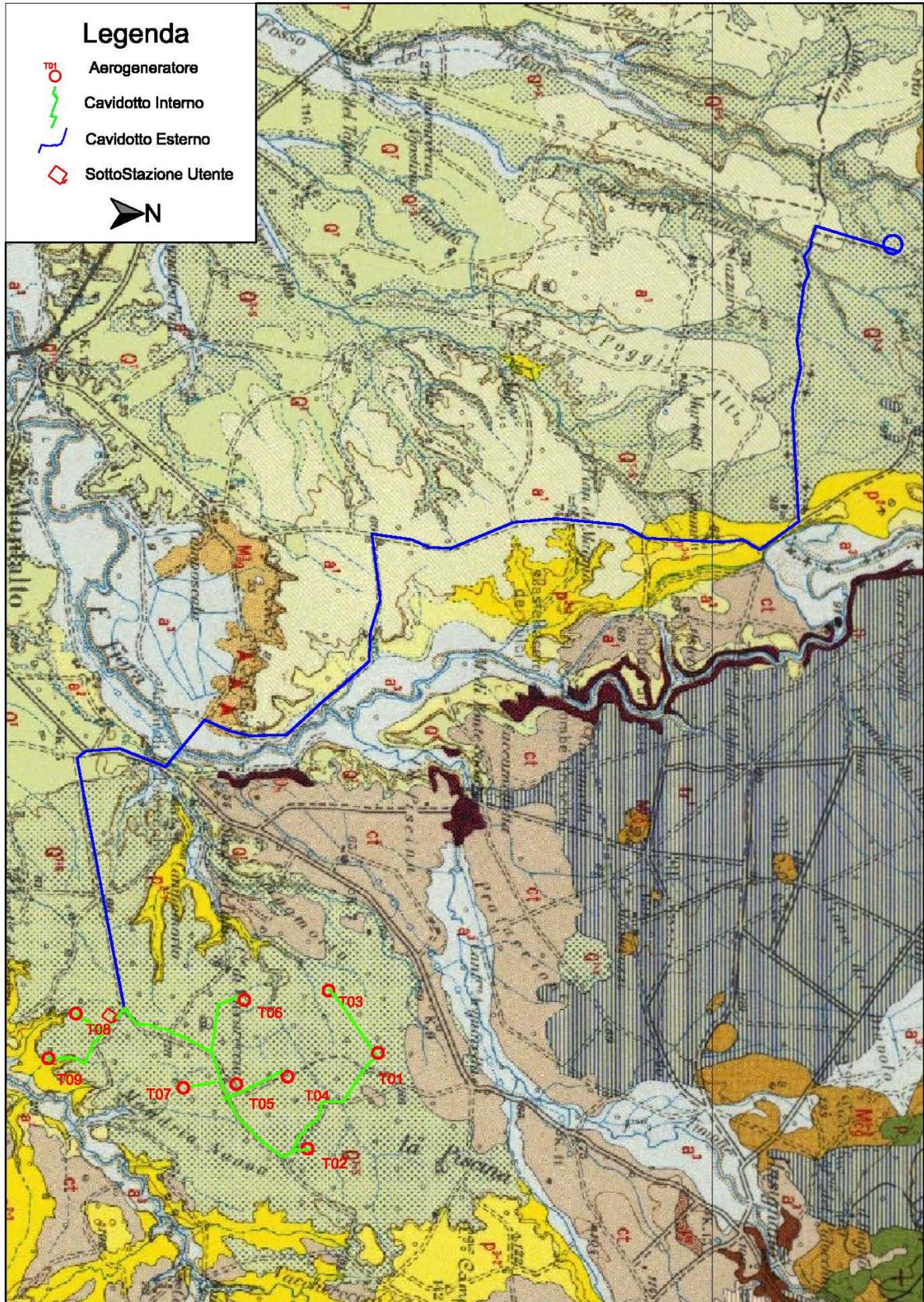
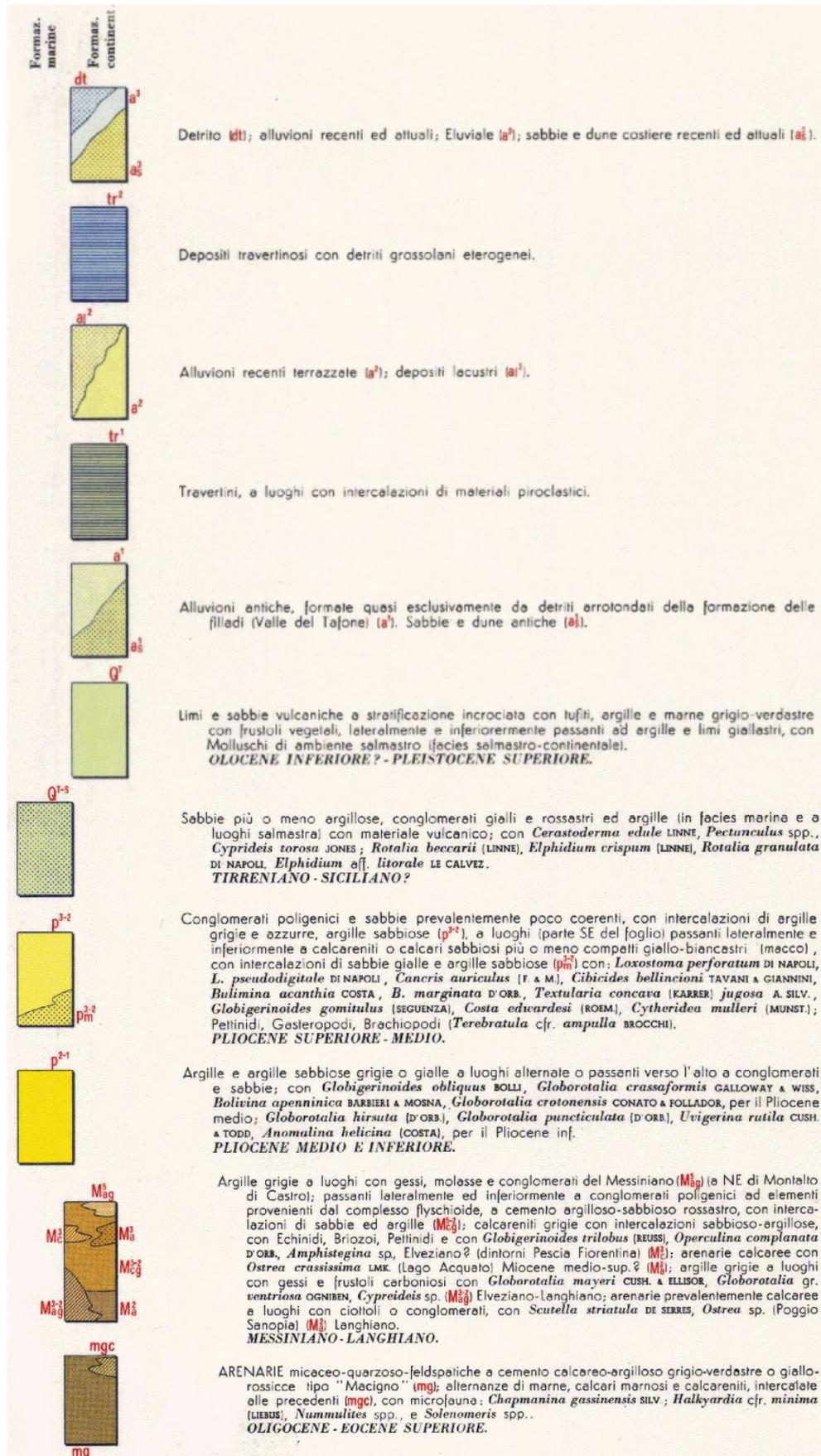
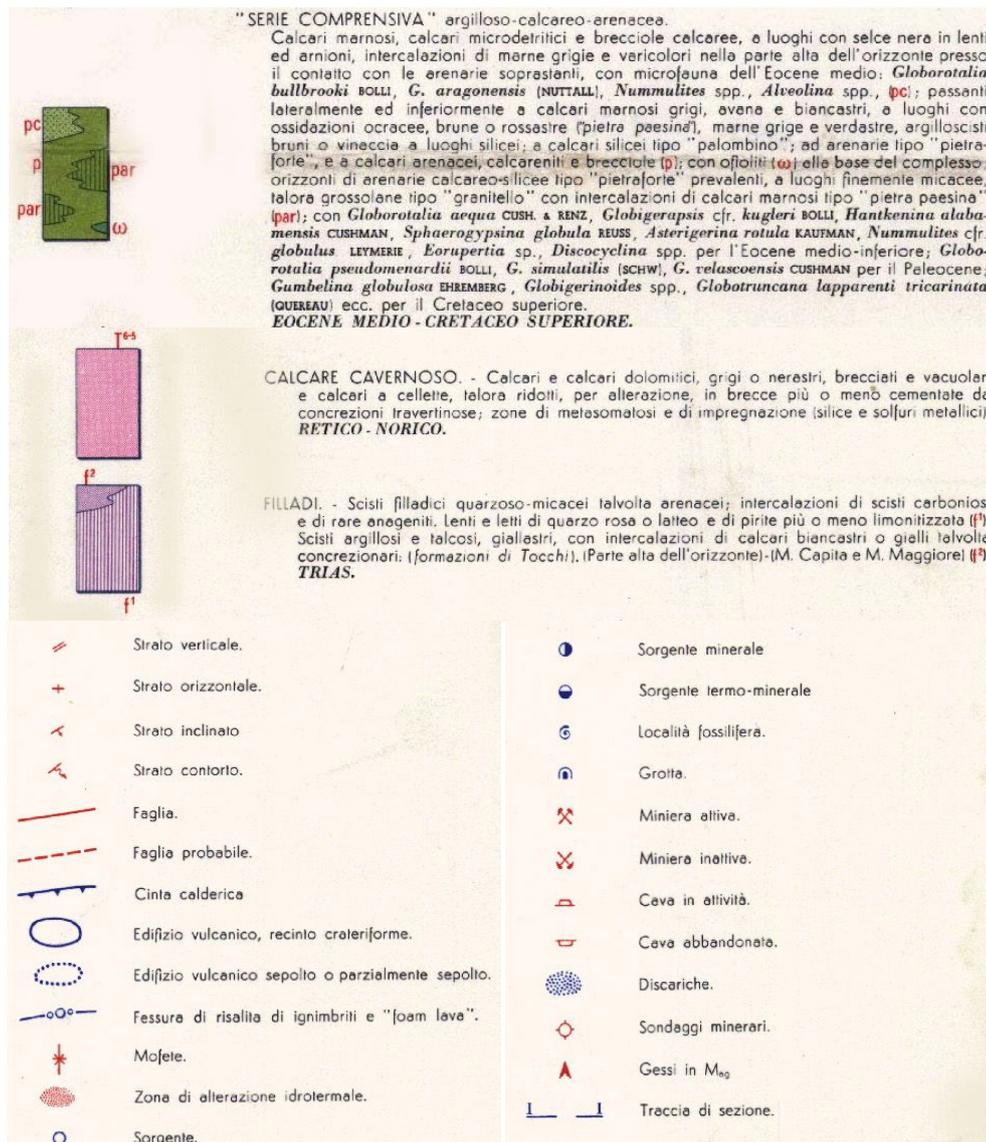


Figura2





Per meglio capire i reciproci rapporti stratigrafici, si rende necessario un inquadramento geologico di carattere regionale.

Il sito in esame rientra in una vasta area dell'alto Lazio e dalla Toscana meridionale, che dall'adiacente litorale tirrenico ad E, comprende l'entroterra collinare e montuoso dell'estremità della Catena Metallifera toscana.

Nella fascia costiera ed in quella adiacente pianeggiante interna prevalgono i terreni sedimentari. Nella retrostante area, collinare e di bassa montagna, dei Monti di Manciano-Campigliola, affiorano prevalentemente i terreni vulcanici, in buona parte dei Vulsini.

I terreni sedimentari sono rappresentati principalmente da Flysch calcarenitico-calcareo marnoso-argilloso di ambiente marino di bacino torbido del Cretaceo-Paleogene, da depositi di sabbie, sabbie argillose e argille ricche in bivalvi, di ambiente da circa litorale a infralitorale, e da depositi ghiaioso-sabbiosi e limo-argillosi, con livelli diatomitici, in facies lacustri, palustri e fluviali,

queste ultime contraddistinte da clasti vulcanici (pomici, scorie e litici lavici), locale intercalazione di livelli pedogenizzati ed orizzonti di lapilli scoriacei o pomicei da caduta, in genere rimaneggiati.

La trasgressione neogenica iniziata nel Miocene inferiore (Langhiano) a partire dall'area dei Monti Manciano e della Campigliola, estendendosi nella zona centrale e nei Monti della Tolfa durante il Miocene medio e superiore raggiungendo il massimo della sua ampiezza durante il Pliocene inferiore e medio. Il mare pliocenico raggiunse la massima estensione e profondità nella zona centrale, dove affiorano in prevalenza terreni pliocenici e quaternari, lasciando emerso solo i monti di Mangiano-Campigliola, della Tolfa e il Monte Canino. All'inizio del Pliocene superiore il mare iniziò una regressione che continuò nel Quaternario, interrotta soltanto da una ingressione, durante il Pleistocene medio-superiore, in corrispondenza dell'attuale fascia litoranea.

Le formazioni vulcaniche affiorano principalmente verso i settori nord orientali, occupati in prevalenza dalle colate laviche e dai prodotti piroclastici dell'apparato dei Vulsini. Esse affiorano ancora nei dintorni di Tuscania, dove alle vulcaniti vulsine si sovrappongono i lembi più occidentali dei prodotti dell'apparato vulcanico di Vico.

L'attività effusiva inizia, nel Quaternario più basso, con la messa in posto delle ignimbriti e dei domi di lave acide dei "massicci" della Tolfa. A queste segue, più a nord, la risalita di un magma basico che determina la formazione degli apparati vulsini, caratterizzati da vasti espandimenti ignimbritici e da sprofondamenti vulcano-tettonici delle caldere.

Le manifestazioni tolfetane, rientrano nelle fenomenologie magmatiche susseguenti alla orogenesi appenniniche; le effusioni vulsine, invece, sono attribuibili ad un vulcanesimo tardivo rispetto all'orogenesi. La risalita dei fusi silicatici, si è verificata in corrispondenza di un'area interessata da faglie a gradinata, parallele agli Appennini, attraverso fratture profonde nelle zone centrali del bacino sedimentario.

I Monti di Manciano –Campigliola a NW e i Monti della Tolfa a SE rappresentano due zone tettonicamente rilevate rispetto alla zona depressa al centro, compresa tra i due gruppi dei rilievi suddetti, il Lago di Bolsena ed il mare. Questa costituisce un'area di depressione tettonica colmata da sedimenti del Neogene e del Quaternario, interessati anche essi da movimenti disgiuntivi in regime di distensione. I suddetti terreni sono interessati da dislocazioni per faglie, che possono essere, in parte, la ripresa di movimenti in corrispondenza di faglie più antiche; fenomeni questi che tra l'altro hanno dato origine all'attività vulcanica e quindi alle vulcaniti del Quaternario. I fenomeni vulcanici e postvulcanici che hanno dato origine agli estesi apparati vulcanici, a tutta la serie delle vulcaniti ed alla notevole estensione dei travertini affioranti sono legati alla tettonica sopra accennata.

MORFOLOGIA DELL'AREA

L'area della regione presenta motivi morfologici molto vari in relazione alle caratteristiche delle diverse formazioni geologiche, alla tettonica ed al conseguente vulcanismo e metamorfismo che l'hanno interessata. Per cui dalla fascia costiera pianeggiante si passa gradualmente alla piana ondulata o di bassa collina, quindi alla adiacente fascia pedemontana più interna, infine al paesaggio di alta collina o montuoso.

La vasta spianata costiera si eleva dolcemente verso l'interno, dove affiorano depositi quaternari marini. In questa zona si osservano vaste spianate o superfici leggermente ondulate con pendenza generale verso mare e con incisioni vallive per lo più poco profonde ed in genere sub parallele. I depositi neogenici hanno una morfologia regolata principalmente dalle condizioni strutturali o di deposito; essi si presentano principalmente in banchi sub orizzontali o poco pendenti verso il mare; ne conseguono forme per lo più spianate e terrazzate. Le bancate sabbiose ciottolose e calcareo-sabbiose hanno balze e cornici, soprastanti a pendii argillosi più o meno dolci, ondulati e soltanto a luoghi con motivo morfologico a calanchi.

Verso E, la morfologia prosegue con vaste spianate più o meno ampie, in genere con discreta pendenza, solcate da una serie di anguste e profonde incisioni vallive incassate, con frequenti forre. Sovente dai tavolati lavici od ignimbritici si elevano collinette o dossi scoriacei, resti di edifici vulcanici parzialmente smantellati dall'erosione.

IDROGEOLOGIA DELL'AREA

L'idrografia superficiale è dominata dal Fiume Fiora, con andamento NE-SW, e da una serie di canali, marane, fiumare e fossi. Tutti probabilmente impostati in corrispondenza di importanti linee di dislocazione, che delimitano grosso modo le diverse aree tettoniche. Il regime idraulico è stagionale e strettamente legato all'andamento delle precipitazioni.

Dal punto di vista idrogeologico, la permeabilità è strettamente condizionata dalla situazione litostratigrafica. Possiamo pertanto definire diverse unità idrogeologiche:

l'unità idrogeologica delle vulcaniti e piroclastici, dotati di una permeabilità elevata, per porosità e fatturazione;

l'unità idrogeologica dei depositi quaternari di origine marina, dotati di una permeabilità elevata, per porosità;

l'unità idrogeologica profonda dei depositi più antichi dalle filladi ai diaspri e del calcare massiccio, dotati di una permeabilità elevata, per fatturazione e per carsismo.

L'elevata permeabilità delle diverse formazioni favorisce la formazione di falde principali profonde, oltre i 100 metri di profondità dal p.c.. La presenza di intercalazione di livelli argillosi e limosi favoriscono la formazione di falde più superficiali, e comunque superiore ai 30 metri di profondità.

La combinazione litostratigrafica ed idrogeologica favorisce la formazione di numerose sorgenti, termali e minerali fredde.

SISMICITA' DELL'AREA

Dal punto di vista sismico, la città di Montalto di Castro (VT) e di Canino (VT) ricade in un distretto geografico scarsamente sismico, caratterizzato da assenza di terremoti, infatti, tale area non risultava classificata sismica (D.M. 7/3/81).

ISPRA-Servizio Geologico d'Italia

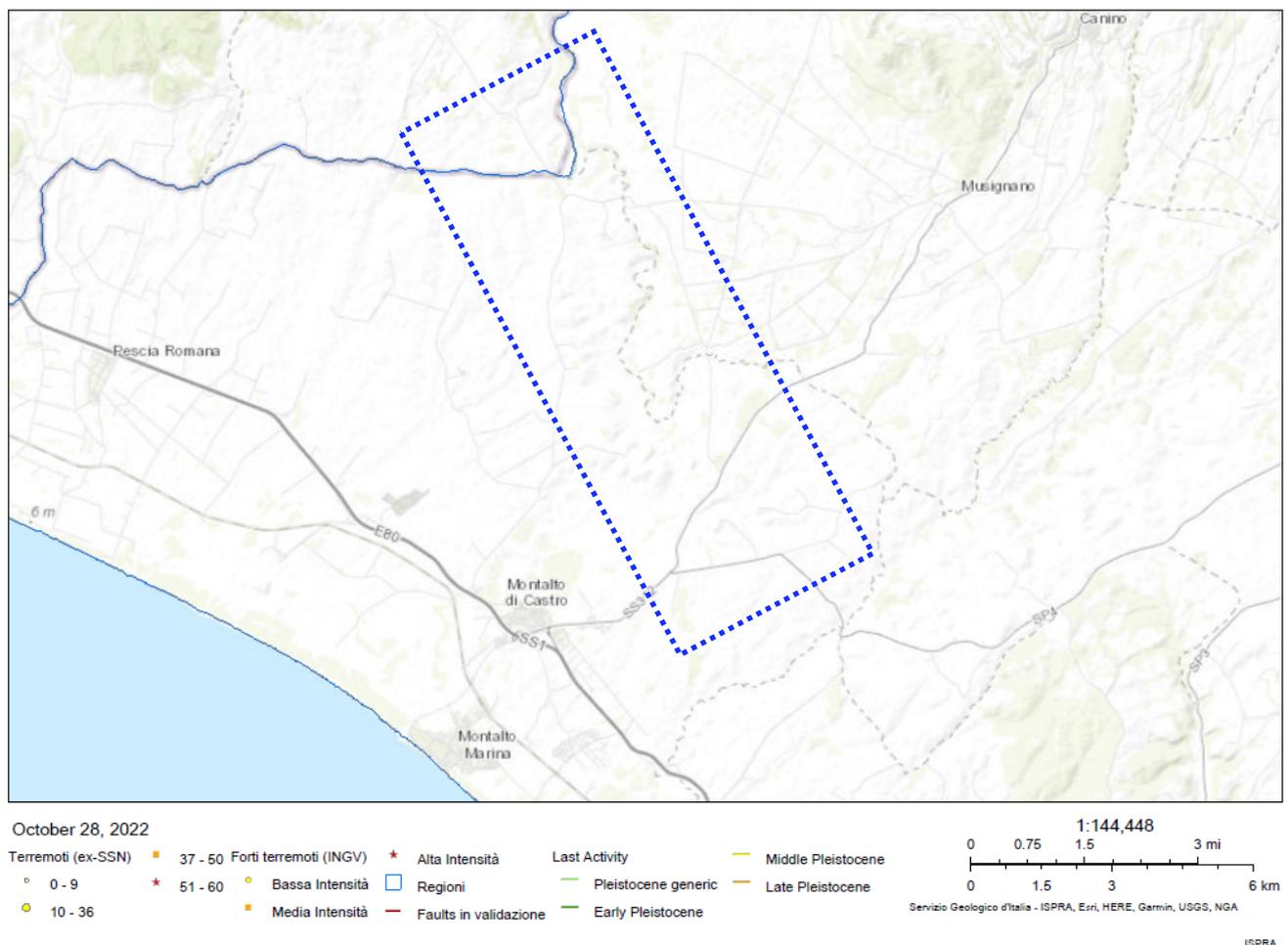


Figura 3 Schema tettonica dell'area da Catalogo delle faglie e terremoti_ITHACA_isprambiente.gov.

Anche la sismotettonica generale dell'area non evidenzia la presenza di sistemi di faglia attivi. Come è possibile osservare dallo stralcio cartografico dal Catalogo delle faglie e

terremoti_ITHACA_isprambiente.gov., il territorio in esame non è attraversato da nessun sistema di Faglie Attive e Capaci, proprio a conferma di una assenza di sismotettonica.

Gli studi effettuati sulla *pericolosità sismica del territorio italiano*, hanno consentito di sviluppare una *metodologia probabilistica sismotettonica*. Attraverso l'elaborazione dei dati, la pericolosità sismica, ossia "la stima dello scuotimento del suolo, previsto in un certo sito, durante un dato periodo, a causa di terremoti" è stata rappresentata dal S.S.N. su due carte di pericolosità sismica 1999.

I dati sismici relativi al *Comune di Montalto di Castro (VT)* sono i seguenti:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003	PGA (g)	I
12056035	Zona 4	0.085 g	5.4 MCS

I dati sismici relativi al *Comune di di Canino (VT)* sono i seguenti:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003	PGA (g)	I
12056012	Zona 3	0.121 g	6.2 MCS

dove:

PGA (g) = **accelerazione orizzontale di picco del terreno** (estimatore dello scuotimento alle alte frequenze), valore atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

I = **intensità macrosismica (MCS)** valore di intensità MCS atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

g = **981 cm/sec²** (accelerazione di gravità).

Le NTC08, D.M. 14/01/2008, e le successive NTC18, D.M. 17/01/18, definiscono 4 *Zone Sismiche*, alle quali corrispondono 4 valori di accelerazione orizzontali di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g), e ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco al suolo (a_g), con probabilità di superamento di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

In particolare, l'area di Montalto di Castro è classificata sismica di quarta categoria (O. P. C. M. 20/03/03, n. 3274 - T.U. D.M. 17/01/18).

I dati sismici relativi al *Comune di Montalto di Castro* sono quelli relativi alla *Zona 4*:

Zona	accelerazione orizzontali, con probabilità di superamento di pari a 10% in 50 anni (a_g/g)	accelerazione orizzontali, di ancoraggio dello spettro elastico (a_g/g)
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

In particolare, l'area di Canino è classificata sismica di terza categoria (O. P. C. M. 20/03/03, n. 3274 - T.U. D.M. 17/01/18).

I dati sismici relativi al *Comune di Canino* sono quelli relativi alla *Zona 3*:

Zona	accelerazione orizzontali, con probabilità di superamento di pari a 10% in 50 anni (a_g/g)	accelerazione orizzontali, di ancoraggio dello spettro elastico (a_g/g)
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

INQUADRAMENTO PAI E STABILITA' DELL'AREA

Il sito oggetto dell'impianto eolico in progetto ricade nelle aree di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, ex Autorità dei Bacini del Lazio, e più precisamente dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fiora.

Stando alla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), Studi relativi alla delimitazione delle Aree a diverse Probabilità di Frana (Carta Inventario dei Fenomeni Franosi) (Allegato 3.2 Tavole n° 17-20-22-25), le opere in progetto non ricadono in aree interessate da frane attive.

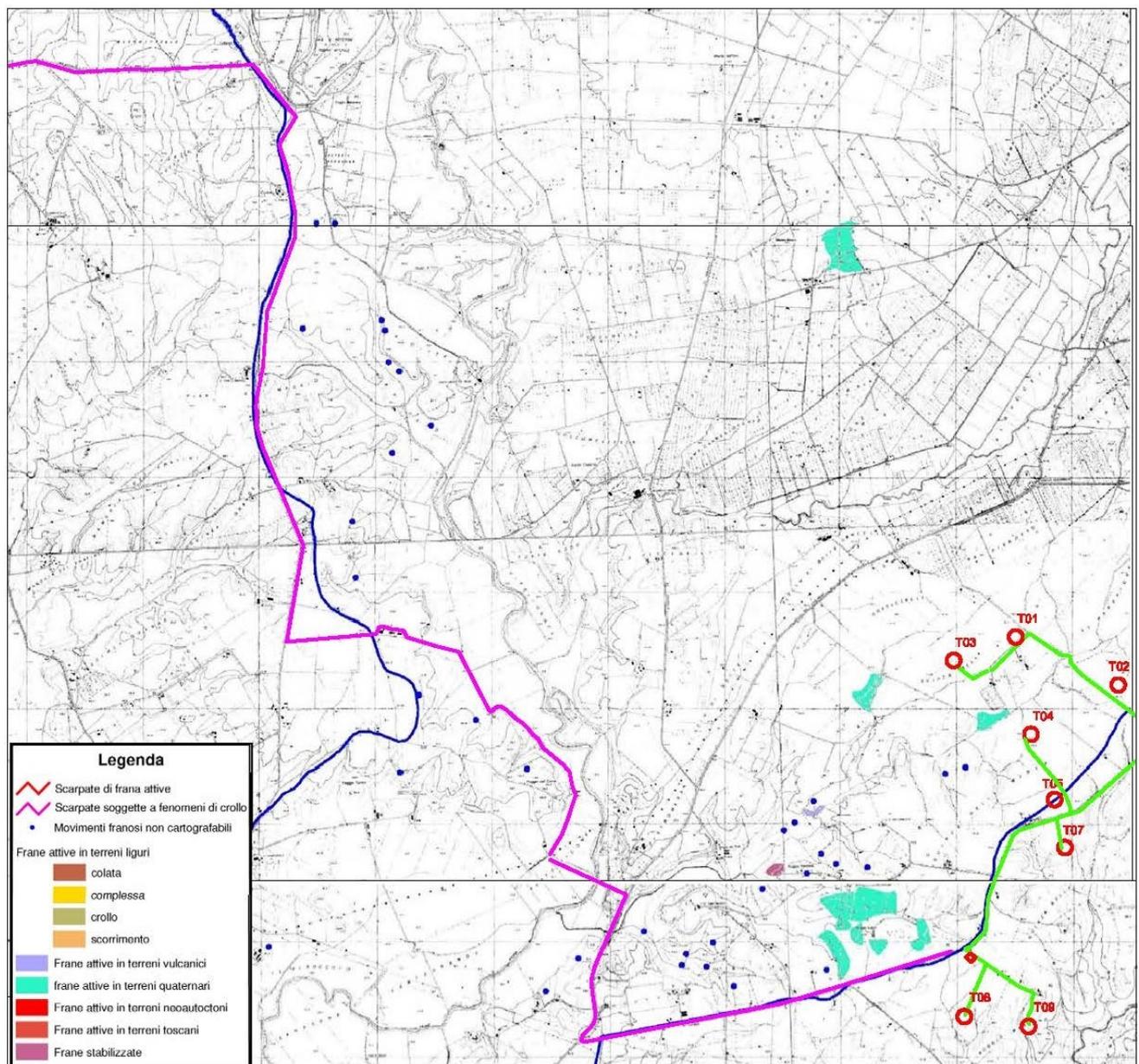


Figura4

Stando alla cartografia del *Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)*, Carta di Tutela del Territorio (Tavole n° 8.20-8.22-8.25), la Stazione di trasformazione, le Torri T07, T08 e T09 sono esterna ad aree perimetrare, le Torri T01, T02, T03, T04, T05 e tratti del Cavidotto interno ricadono in aree a “Dominio geomorfologico ed idraulico/forestale”. Il Cavidotto esterno attraversa e lambisce aree a “Dominio geomorfologico ed idraulico/forestale” e a “Dominio idraulico” e ricade in area cartografata a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (P.I.4), nel tratto in cui attraversa il Fiume Fiora.

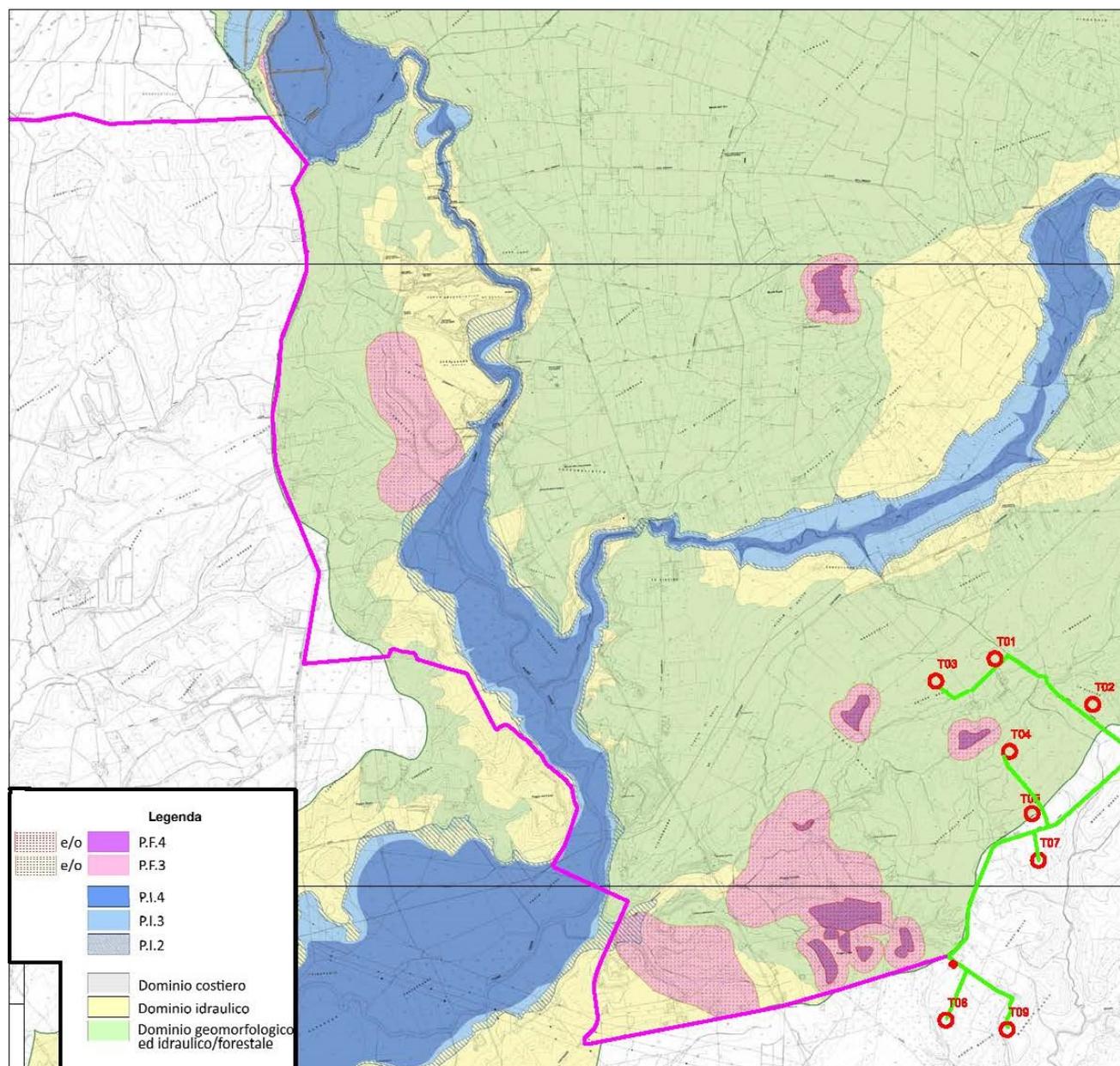


Figura5

Stando alla cartografia del *Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)*, Carta dei Corsi d’Acqua con Aree di Pertinenza Fluviale (Tavole n° 9.20-9.22-9.25), diversi tratti del Cavidotto interno e del Cavidotto esterno intersecano il reticolo idrografico secondario e corsi d’acqua con aree di pertinenza fluviale e corsi d’acqua con aree a pericolosità idraulica (Fiume Fiora).

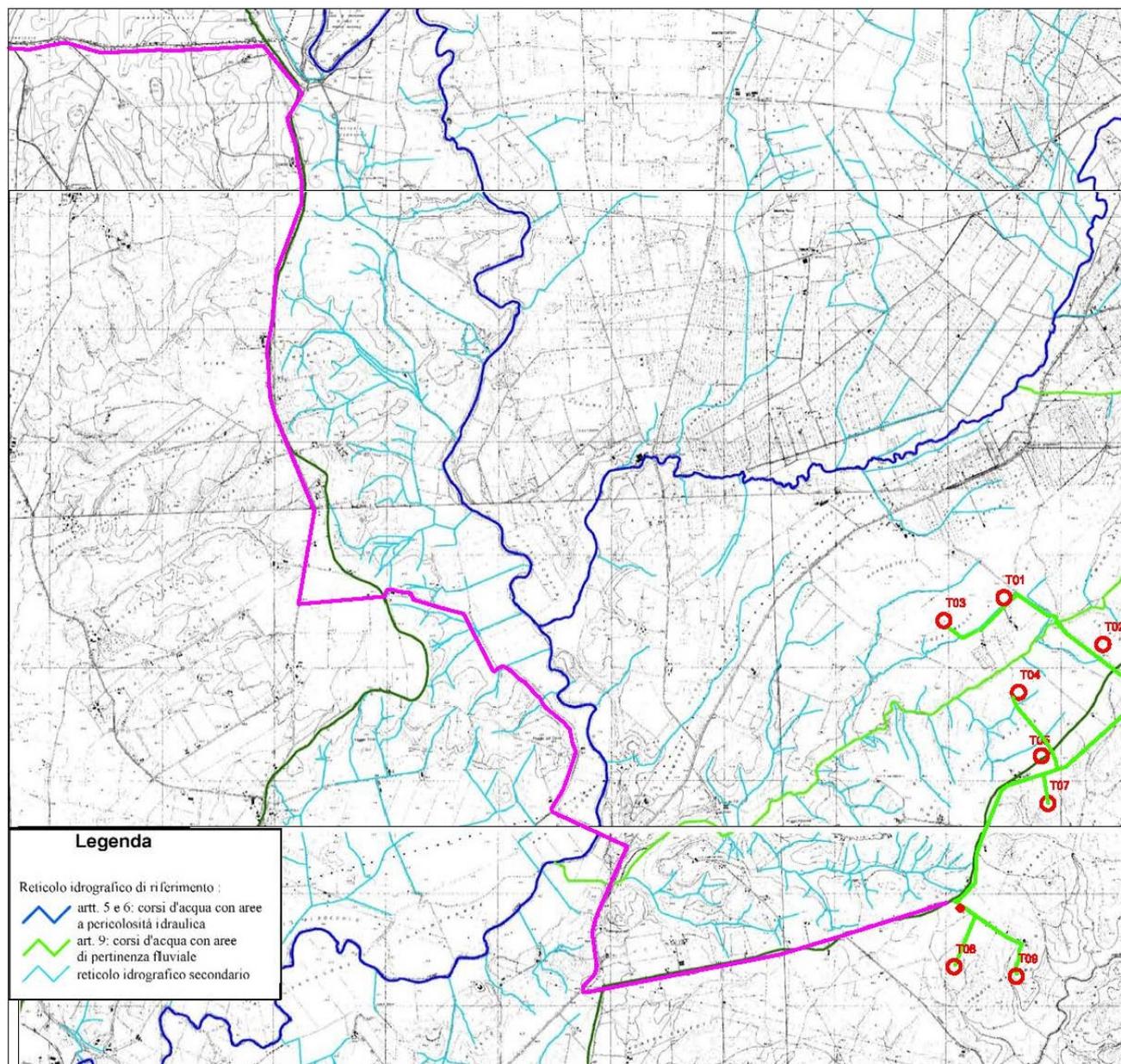


Figura6

Come già accennato in premessa, sia il cavidotto interno al parco che quello esterno, di collegamento dalla sottostazione di trasformazione alla futura Stazione Elettrica, sarà posato principalmente al di sotto della viabilità esistente. Inoltre, in corrispondenza degli attraversamenti fluviali, è previsto il passaggio mediante TOC.

A tal fine, si rimanda a specifici studi idraulici e soluzioni tecnico-progettuali.

In tutti i casi, gli interventi, così come previsti e descritti negli elaborati di progetto, non comporteranno modifica della morfologia e turbativa del deflusso superficiale e profondo delle acque e senza aggravio dei carichi in superficie, senza turbativa all'assetto idrogeologico del suolo e senza condizionare la stabilità del versante.

VINCOLO IDROGEOLOGICO

Stando alla stralcio della Carta del Vincolo Idrogeologico, solo alcuni tratti del cavidotto interno e del cavidotto esterno ricadono in aree a Vincolo Idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923.

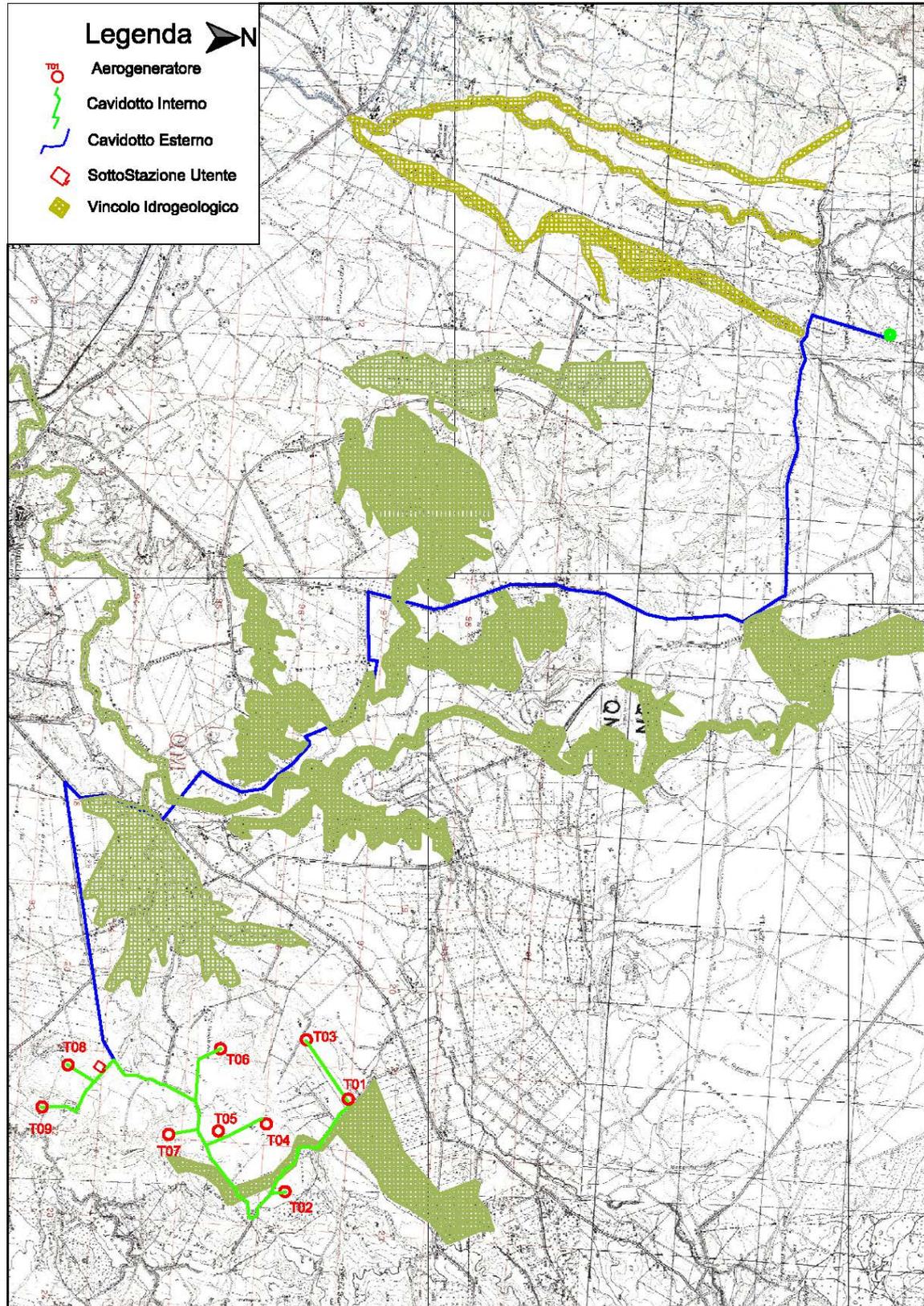


Figura7

Come già accennato in premessa, sia il cavidotto interno al parco che quello esterno, di collegamento dalla sottostazione di trasformazione alla futura Stazione Elettrica, sarà posato principalmente al di sotto di viabilità esistente. Inoltre, in corrispondenza degli attraversamenti fluviali, è previsto il passaggio mediante TOC.

A tal fine, si rimanda a specifici studi idraulici e soluzioni tecnico-progettuali.

In tutti i casi, gli interventi, così come previsti e descritti negli elaborati di progetto, non comporteranno modifica della morfologia e turbativa del deflusso superficiale e profondo delle acque e senza aggravio dei carichi in superficie, senza turbativa all'assetto idrogeologico del suolo e senza condizionare la stabilità del versante.

CARATTERI GEOMORFOLOGICA, LITOSTRATIGRAFICI, GEOTECNICI, IDROGEOLOGICA E SISMICI DEL SUBSTRATO

La situazione litostratigrafica, geotecnica, sismica ed idrogeologica dell'area oggetto di studio, è stata ricostruita sulla base dei dati ottenuti dai sondaggi geognostici pregressi effettuati in aree adiacenti al sito in esame (Catalogo Sondaggi ed Indagini del sito istituzionale dell' ISPRA), dalle osservazioni dirette di campagna, opportunamente completate dai dati e delle notizie ricavati dalla cartografia ufficiale, dalla letteratura tecnico-scientifica e della banca dati del Servizio Geologico d'Italia.

Le condizioni geologiche e geomorfologiche sono tali per cui l'area può essere definita **“stabile”**. Tutti rilievi geologici di superficie non hanno evidenziato segni morfologici tali da poter parlare di una instabilità generale dell'area.

Morfologicamente l'area in esame è sub pianeggiante e piatta, blandamente ondulata, con fianchi con pendenze estremamente ridotte, che si estende tra le curve di livello 80 e 60 s.l.m..

Idrogeologicamente, la falda si attesta a profondità superiore a 30 metri dal p.c..

Sismicamente, il sito potrebbe appartenere alla classe di suolo **C**. Essendo la pendenza del sito inferiore a 15°, il coefficiente topografico $St = 1,0$.

La situazione litostratigrafica e geomeccanica, fino ad una profondità di 30 metri dal p.c., è la seguente:

Profondità	Stratigrafia*	Parametri geotecnici**			
		γ kN/m ³	φ °	C' kN/m ²	Cu kN/m ²
-1.00 m	Terreno Vegetale di natura sabbioso limoso argillosa	-	-	-	-
-15.00 m	Sabbia limosa , a tratti cementata (di origine vulcanica) con intercalazioni di livelli limoso argillosi e di ghiaia sabbiosa	19.00	35.00	5.00	-
-30.00 m	Argilla limosa e limo argilloso , talora con intercalazioni di livelli di sabbia limosa e di ghiaia sabbioso limosa	20.00	24.00	25.00	>100

*Fonte Catalogo Sondaggi ed Indagini del sito istituzionale dell' ISPRA

**Fonte: Letteratura tecnico scientifica

REGIME IDROLOGICO SOTTERRANEO ED EVENTUALI INTERFERENZE CON LE OPERE IN PROGETTO

Da un punto di vista idrogeologico l'area di Montalto di Castro è caratterizzata dalla presenza del sistema idrogeologico costituito dalle superfici di affioramento delle formazioni prevalentemente di tipo sabbioso, sabbioso-argilloso e conglomeratico appartenenti ai terrazzi marini pleistocenici (CAPELLI & MAZZA, 1994). L'unità risulta separata idraulicamente dalle formazioni delle argille messiniane, plioceniche e pleistoceniche, caratterizzata nel complesso da bassi valori del coefficiente di permeabilità. Tale formazione affiora con continuità lungo il margine interno della piana costiera del Lazio settentrionale, con direzione parallela alla linea di costa e costituisce il substrato a bassa permeabilità dell'intera area relativa al foglio geologico in oggetto. L'assetto strutturale descritto consente la saturazione delle litologie costituenti i terrazzi e di conseguenza permette una circolazione idrica sotterranea strettamente connessa alla geometria del tetto del substrato a bassa permeabilità e alle caratteristiche idrogeologiche delle coperture pleistoceniche, definite mediante una suddivisione delle stesse in complessi idrogeologicamente omogenei, caratterizzati cioè da medesime capacità trasmissive e di immagazzinamento.

MORFOLOGIA DEL TETTO DEL SUBSTRATO A BASSA PERMEABILITÀ

La geometria del tetto del substrato a bassa permeabilità riveste una notevole importanza nell'idrogeologia dell'area. Infatti, la distribuzione spaziale degli affioramenti delle litologie prequaternarie e la loro esigua soggiacenza determinano una circolazione idrica sotterranea fortemente condizionata dalla presenza dell'aquiclude. Genericamente il tetto del substrato impermeabile presenta un progressivo abbassamento da sud verso nord e dall'entroterra verso il mare. La geometria della superficie considerata sembra dovuta principalmente all'azione erosiva dei corsi d'acqua, che caratterizzano un reticolo idrografico di tipo parallelo, con fossi drenanti direttamente verso mare. Attualmente le incisioni fluviali interessano maggiormente i litotipi argillosi nel settore più interno, dove determinano il loro affioramento in quasi tutti i fondo valle, interrompendo la continuità laterale della circolazione idrica all'interno delle unità acquifere terrazzate. In corrispondenza della fascia più prossimale alla costa il substrato è probabilmente interessato dai medesimi processi evolutivi, avvenuti durante le fasi di basso stazionamento marino, che hanno generato un sistema di incisioni vallive successivamente obliterate dalla sedimentazione delle unità acquifere. In tale settore si riscontra quindi una continuità idraulica all'interno dei complessi quaternari permeabili con le direttrici principali di flusso sotterraneo corrispondenti alle paleoincisioni. Nell'area compresa tra il Fiora e il Torrente Arrone il substrato impermeabile subisce

un forte abbassamento in corrispondenza della direttrice Archi di Pontecchio - Porto delle Murelle, dovuto all'azione erosiva del Fiume Fiora che seguiva la stessa direttrice prima della sua diversione avvenuta in epoca pleistocenica superiore a seguito di eventi eustatici (MESSINA et alii, 1990). La portata media del Fiora, decisamente più elevata di quella degli altri corsi d'acqua presenti nell'area, ha prodotto una paleoincisione di grande dimensione, successivamente colmata da un notevole spessore di materiale alluvionale (almeno 50-60 metri). L'elevata permeabilità del sedimento unitamente al suo spessore fa sì che in questo settore si riscontri una potenzialità idrica relativamente elevata. L'importanza della serie argillosa pliocenica sull'idrogeologia dell'area è dunque legata alla sua caratteristica di bassissima permeabilità d'insieme che impedisce un drenaggio delle acque verso gli strati più profondi e permette una circolazione idrica limitata alle formazioni acquifere pleistoceniche.

IL SISTEMA IDROGEOLOGICO DEI TERRAZZI MARINI PLEISTOCENICI

L'intera superficie di affioramento dei complessi marini terrazzati pliopleistocenici può costituire da un punto di vista idrogeologico un'unità territoriale di riferimento, essendo definiti per essa i limiti di flusso, di potenziale, le aree di ricarica e il livello di base verso cui tendono le acque sotterranee e di superficie. All'interno di questa idrostruttura sono distinguibili degli acquiferi planimetricamente contigui che, pur se costituiti sempre dai medesimi complessi litoformazionali, hanno tra loro scarse possibilità di comunicazione idraulica. Le falde di maggiore interesse sono ospitate dalle litoformazioni costituenti i terrazzi marini pleistocenici. Le falde che saturano i complessi idrogeologici di questo sistema, a seguito dell'assetto stratigrafico che caratterizza la serie trasgressiva, sono di tipo sia libero che semiconfinato. Le direttrici di flusso sono rivolte sostanzialmente verso mare. Di conseguenza il contributo che le acque sotterranee forniscono al flusso di base dei principali corsi d'acqua risulta essere molto modesto. Gli estesi affioramenti del substrato a bassa permeabilità lungo la fascia orientale dell'unità in oggetto precludono la possibilità di scambio con le idrostrutture dell'entroterra e fanno sì che la ricarica sia costituita esclusivamente dagli apporti zenitali. La geometria della falda freatica è caratterizzata da un andamento delle isopiezometriche genericamente regolare e parallelo alla costa, con una variazione del gradiente idraulico in direzione ortogonale alla stessa e condizionato dalla pendenza del tetto del substrato impermeabile. Rispetto al regolare andamento della superficie freatica descritta si individua la complicazione connessa con la presenza del paleoalveo del Fiume Fiora. Per il sistema idrogeologico dei terrazzi marini pleistocenici sono quindi riconoscibili due diversi acquiferi caratterizzati da differenti assetti strutturali e modalità di circolazione idrica sotterranea: l'acquifero alluvionale del paleoalveo del Fiume Fiora e l'acquifero dei terrazzi marini pleistocenici.

ACQUIFERO ALLUVIONALE DEL PALEOALVEO DEL FIUME FIORA

Il paleoalveo del Fiume Fiora si estende nel territorio compreso tra l'attuale corso dello stesso fiume e il Torrente Arrone. L'acquifero è costituito prevalentemente dai termini litologici appartenenti alla serie dei terrazzi marini pleistocenici e, per estensioni sempre minori, dalle alluvioni, dai depositi di duna e dalla colata tefritica di Castellaccio di Vulci. I limiti di questa idrostruttura sono marcati quasi ovunque dagli affioramenti del complesso delle argille azzurre, che rappresenta anche il substrato a bassa permeabilità. Questo infatti affiora abbondantemente verso l'interno nel settore compreso tra i due corsi d'acqua, nella valle del Torrente Arrone, per tutta la sua lunghezza fin quasi alla foce, e lungo il versante sinistro della valle del Fiume Fiora, dalla località di Breccetello fin oltre l'abitato di Montalto di Castro. In località Tenuta Giovanna, La Valeria e Mandra Spinicci la quota del tetto delle argille è inferiore a quella dei settori terminali degli alvei del Fiume Fiora e del Torrente Arrone. L'acquifero considerato risulta ad elevata potenzialità; i sedimenti che colmano la paleovalle sono infatti costituiti da sabbie e ghiaie di ambiente fluviale a matrice relativamente grossolana. L'andamento delle isofreatiche subisce, in tale area, una marcata inflessione verso le zone più interne testimoniando l'esistenza di una direzione preferenziale del flusso sotterraneo orientata lungo la direttrice che da Archi di Pontecchio va al Porto delle Murelle. L'andamento delle linee isopotenziali denuncia inoltre l'esistenza di una marcata ricarica del paleoalveo ad opera dell'attuale Fiora.

ACQUIFERO DEI TERRAZZI MARINI PLEISTOCENICI

I dati sperimentali con i quali è stato possibile ricostruire i presenti lineamenti idrogeologici riguardano il settore dell'idrostruttura che si estende dal Torrente Arrone verso sud-est, fino al limite orientale del foglio, anche se la medesima idrostruttura è altresì presente anche a nord-ovest dal Fiume Fiora. Tale settore è limitato quasi ovunque dal substrato argilloso prequaternario. Non si riscontrano emergenze localizzate. Lo spessore medio delle formazioni acquifere si attesta sui 20 metri, con i valori massimi di circa 30 metri nella fascia più interna (Macchia di Pian d'Arcione) e minimi di una decina lungo la fascia più strettamente costiera. La superficie descritta dalle isofreatiche è molto regolare; le isolinee appaiono subparallele tra loro e alla costa, con un gradiente costante che aumenta leggermente verso mare e in prossimità del T. Arrone. Inoltre, specialmente per la fascia più interna, le linee isopotenziali vengono interrotte in prossimità dei corsi d'acqua a causa degli affioramenti delle argille nei fossi. La ricarica avviene per infiltrazione delle acque zenitali senza apporti provenienti da altri acquiferi. La deposizione delle litoformazioni costituenti l'acquifero è avvenuta in molteplici cicli sedimentari con una forte presenza di facies continentali

vulcaniche e fluvio-deltizie. Ciò si traduce in una struttura a orizzonti e lenti litologicamente diversi, con frequente variabilità laterale e verticale e quindi con mutazioni repentine dei valori dei parametri idrogeologici. Fa parte della stessa idrostruttura la formazione di “Lestra dell’Ospedale”, che costituisce il terrazzo marino più antico. Questa è presente in piccoli lembi lungo il bordo orientale dell’idrostruttura, direttamente al di sopra del substrato impermeabile. Tale formazione è sede di acquiferi minimi isolati idraulicamente che hanno un interesse locale.

INTERFERENZE CON LE OPERE IN PROGETTO

Da sondaggi geognostici pregressi effettuati in aree adiacenti al sito in esame (Catalogo Sondaggi ed Indagini del sito istituzionale dell’ ISPRA), non è stata rinvenuta alcuna falda idrica sotterranea fino alla profondità di 27.00-30.00 metri dal p.c..

Pertanto, si può escludere ogni eventuale interferenza delle opere di fondazione in progetto con le falde e le sorgenti.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per la caratterizzazione litostratigrafica, idrogeologica, geotecnica e sismica, il sottoscritto ha ritenuto sufficienti, per tale fase progettuale, far riferimento alla letteratura tecnico scientifica ed a indagini pregresse.

In fase esecutiva, e non appena sarà disponibile l'accesso alle aree, verrà effettuato un dettagliato e puntuale piano di indagini in campo e di laboratorio, in conformità al D.M. del 11.03.88 e alle NTC 2018 di cui al D.M. 17/01/18.

Pertanto, sulla base di quanto finora esposto, si può affermare che le *condizioni geologiche e geomorfologiche* sono tali per cui l'area può essere definita "stabile".

Dai sondaggi geognostici pregressi effettuati in aree adiacenti al sito in esame (Catalogo Sondaggi ed Indagini del sito istituzionale dell' ISPRA), non è stata rinvenuta alcuna falda idrica sotterranea fino alla profondità di 27.00-30.00 metri dal p.c..

Pertanto, si può escludere ogni eventuale interferenza delle opere di fondazione in progetto con le falde e le sorgenti.

Quindi in conclusioni, non esistono preclusioni di carattere geologico per la realizzazione dell'opera in progetto.

Lucera, novembre 2022

Dott. Geol. Stefano Finamore