



ENE 002a – Grosseto

Comune: Grosseto

Provincia: Grosseto

Regione: Toscana

Nome Progetto:

ENE 002a - Grosseto

Progetto di un impianto agrivoltaico sito nel comune di Grosseto in Località "Braccagni" di potenza nominale pari a 38.47 MWp in DC

Proponente:

GROSSETO GREEN POWER S.R.L.

Via Dante, 7

20123 Milano (MI)

P.Iva: 12660000964

PEC: grossetogreenpower@pec.it

Consulenza ambientale e progettazione:

ARCADIS Italia S.r.l.

Via Monte Rosa, 93

20149 | Milano (MI)

P.Iva: 01521770212

E-mail: info@arcadis.it

PROGETTO DEFINITIVO

Nome documento:

Relazione Geotecnica

Commessa	Codice elaborato	Nome file
30190245	SIA_REL_03	SIA_REL_03_Relazione Geologica.pdf

Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	Dic. 23	Prima Emissione	GMR	FPA	SDA

1. PREMESSA

Questa relazione riferisce i risultati di un'indagine geologica, geomorfologica, idraulica ed idrogeologica, condotta in agro di Braccagni, provincia di Grosseto.

L'indagine mira alla caratterizzazione delle successioni litologiche ivi affioranti in quanto la committenza intende realizzare un parco agrivoltasico (foto 1).

Lo studio è quindi finalizzato alla definizione delle implicazioni che le lavorazioni che si intendono realizzare avranno rispetto all'equilibrio generale dell'area su cui esse si svilupperanno. A tale scopo si è proceduto al rilievo geologico di dettaglio della zona interessata dagli interventi, allargando opportunamente il raggio dell'indagine al fine di ricostruire l'assetto geologico e geolitotecnico, delle successioni che affiorano in loco. Lo studio dell'area che sarà interessata dai lavori, secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", è finalizzato alla definizione:

- della caratterizzazione e modellazione geologica al fine della ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, in generale, di pericolosità geologica del territorio indagato onde verificare la fattibilità tecnica delle opere in progetto;
- della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni indagati, alla definizione del modello geotecnico e la categoria sismica di sottosuolo.

L'indagine, svolta in conformità alle normative tecniche vigenti (N.T.C. 2018), è stata articolata nelle seguenti fasi di studio:

- a) raccolta e consultazione della documentazione geologica e geomorfologica esistente relativa a studi ed analisi effettuate nella stessa area, in aree limitrofe o in situazioni del tutto analoghe;
- b) raccolta ed analisi accurata della cartografia dell'area;
- c) rilievi di superficie, effettuati allo scopo di definire le forme e l'estensione delle strutture di superficie e di descrivere l'idrografia superficiale (Rilievo geomorfologico), di riconoscere l'estensione areale ed i limiti dei litotipi presenti nell'area (Rilievo geolitotecnico), di individuare eventuali strutture di tipo fragile e di tipo duttile (Rilievo geologico - strutturale);
- d) comparazione delle risultanze di indagine di una campagna di indagine di prospezione geologica e sismica dei terreni realizzata per mezzo di:

Per la definizione degli assetti stratigrafici e i rapporti tra le litologie costituenti il substrato si è provveduto a recuperare i dati geognostici presenti in bibliografia ed è stata eseguita una indagine geognostica indiretta consistente in:

- N° 4 penetrometrica dinamica super pesante DPSH
- N° 2 profili sismici a rifrazione e n. 2 estenimenti MASW

L'esame delle caratteristiche sopra descritte consente di esprimere una serie di considerazioni sui terreni di sedime interessati dalle opere in progetto, in modo da valutare il loro comportamento in relazione con le lavorazioni che il committente intende realizzare.

Le risultanze delle indagini condotte, comprendono le

- ❖ SIA_REL_05 RELAZIONE SISMICA
- ❖ SIA_REL_06 INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

e gli elaborati:

- ❖ SIA_TAV_33 PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_34 CARTA GEOLOGICA– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_35 SEZIONI GEOLOGICHE– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_36 CARTA IDROGEOLOGICA– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_37 CARTA GEOMORFOLOGICA– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_38 CARTA DELLE PENDENZE– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_39 CARTA LITOTECNICA– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_40 SEZIONI LITOTECNICHE– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_41 CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA– scala 1:1000 –
- ❖ SIA_TAV_42 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA– scala 1:1000 –

Tutti facenti parte integrante del seguente studio geologico.



Foto 1 Ortofoto con ubicazione area di intervento

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'acquisizione dei dati tiene conto della vigente normativa tecnica D.M. 11.03.1988, dell'Ordinanza del P.C.M n. 3274/2003 modificata dall'Ordinanza del P.C.M n. 3431 del 03/05/05 ed in ottemperanza alle norme del PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI), redatto Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ex Autorità di Bacino del Fiume Ombrone, nonché del R.D.L. 2367/23 e la Legge regionale 10 novembre 1998 n. 42 "Norme in materia forestale, art. 16 comma 2.

Lo studio inoltre esamina i problemi geologico tecnici connessi con la fattibilità dell'intervento di progetto, con particolare riferimento a:

- D.M. 11.03.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", applicabile per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4 (CAPITOLO 2.7 del D.M. 14.01.2008).
- Norme tecniche per la costruzione in zona sismica, disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica (D.M. 24.01.1986);
- Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008)
- (NTC 2018) di cui al DECRETO 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni" (GU n. 42 del 20-03-2018- Suppl. Ordinario)
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Delibere di Consiglio Regionale n.11, 12 e 13 del 25 gennaio 2005: Entrata in vigore dei PAI degli ex bacini regionali Toscani (Bacino Toscana Nord, Bacino Ombrone e Bacino Toscana Costa).
- D.M. 26 ottobre 2016 n. 294, passaggio delle competenze all'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale.
- dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale, ai sensi dell'articolo 63, comma 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e del decreto n. 294 del 25 ottobre 2016".

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'evoluzione geologica della pianura grossetana e dei rilievi circostanti del territorio comunale di Grosseto è inquadrabile nella storia geologica della Toscana meridionale, e sono riconoscibili molti dei motivi principali riguardanti la storia tettonica, le successioni delle principali unità sedimentari ed in particolare quelli riconducibili all'evoluzioni dei sistemi di pianura costiera più recente.

I motivi geologici presenti si riferiscono pertanto agli eventi che hanno determinato l'orogenesi dell'Appennino settentrionale ed ai successivi complessi processi tettonico-sedimentari. Questi, dopo la formazione delle principali dorsali, con la presenza di sistemi di falde sovrascorse, hanno veicolato dal Pliocene al Quaternario, con alterne fasi di fenomeni distensivi e compressivi, le ingressioni e le regressioni marine. Le ultime fasi, a loro volta, hanno contribuito all'attuale struttura ed assetto geo-morfologico dell'area anche con sedimentazioni neoautoctone (presenti marginalmente nel territorio comunale) che costituiscono le deboli colline argillose, sabbiose e ghiaioso ciottolose, che bordano la pianura, nell'alta valle della Bruna.

A questo quadro generale fanno seguito gli intensi processi morfogenetici che hanno modellato i rilievi, con l'incisione dei versanti, l'erosione delle pendici ed il trasporto notevole dei detriti a valle. La sedimentazione intensa ha determinato la trasformazione degli ambienti di transizione con il mare, con l'evoluzione delle lagune, delle foci fluviali, delle paludi, dei cordoni litorali e dunali, con processi attivi fino in epoca storica e recente, con le intense modificazioni prodotte dagli interventi dell'uomo, in particolare delle bonifiche.

La successione e l'assetto attuale delle unità formazionali della Toscana Meridionale sono il prodotto di una lunga e complessa storia geologica ed è qui ben rappresentata praticamente tutta l'evoluzione dell'Appennino settentrionale. Si hanno infatti strutture e motivi tettonici di fasi compressive e distensive; affiorano le unità più antiche e quelle più recenti. Si trovano depositi ed apparati vulcanici, come corpi ignei intrusivi. Da cui le diffuse ed importanti mineralizzazioni, e le attività geotermiche.

L'età delle Formazioni va dal Paleozoico al Quaternario, ma con una successione irregolare, sia per deposizione disomogenea, discontinua e con serie stratigrafiche ripetute, e soprattutto per sovrapposizione dei complessi eterogenei per motivi tettonici. In altre parole molte delle unità sono parzialmente rappresentate, sono lacunose per scollamento tettonico, talora per gli effetti della sovrapposizione da ovest delle coltri alloctone in s.s. che hanno spostato i cosiddetti terreni "autoctoni" verso est.

A tal proposito, proprio nell'area di Grosseto si può osservare che le formazioni dei complessi Liguri Cretaceo-Eocenici sono sovrapposti proprio sulle unità più antiche della serie Toscana, incompleta, dove affiora anche il basamento del Verrucano.

Quest'ultimo a testimonianza del completo denudamento tettonico. Anche laddove affiora estesamente la formazione del Macigno, nella parte sud-orientale del territorio comunale, non si rileva la serie completa della falda toscana, che invece si rileva, seppure in modo irregolare, nei vicini versanti della dorsale di Mt. Calvo nel comune di Gavorrano.

Le unità strutturali affioranti (Boccaletti et alii, 1982) appartengono pertanto al substrato paleozoico (Verrucano) delle Unità Metamorfiche Toscane, nei rilievi a nord di Grosseto, a cui sono sovrapposti i sedimenti evaporatici del triassico superiore ed i sedimenti carbonatici da Cretacico al Triassico superiore delle unità toscane. Si hanno poi lembi delle unità liguri (formazioni della unità ofiolitica della toscana meridionale) e soprattutto delle Unità Sub-liguri. Poi si hanno i terreni marini neoautoctoni e quelli continentali post-Villafranchiani che costituiscono il litorale e la pianura.

Particolarmente importante è la struttura di faglia normale che ha determinato un notevole abbassamento del bordo occidentale che corre lungo i versanti dei rilievi a nord di Grosseto, dal Bottegone fino ai rilievi di Roccastrada.

Per quanto riguarda il rilevamento geologico dell'area in studio, come già descritto nella parte introduttiva alla relazione, sono stati considerati i limiti della cartografia geologica ufficiale, con le distinzioni sostanzialmente confermate dalle analisi della GETAS (1995). I limiti della cartografia alla scala 1:10.000 dello studio GETAS sono stati pertanto riverificati (sostanzialmente è stato fra l'altro accertato che praticamente i limiti sono quelli della cartografia ufficiale riportati e verificati al 10.000), con alcuni limitati cambiamenti e nuove informazioni riguardanti gli aspetti geostrutturali quali faglie e fratture. Come già riferito il prodotto cartografico è su base 1:10.000 vettoriale, e solo per motivi pratici è stato presentato in due fogli alla scala 1:25.000 (Fig. 1).

Sono state pertanto riportate in legenda della carta geologica del territorio comunale di Grosseto le seguenti formazioni :

Serie Toscana

V – Verrucano – (Paleozoico-Trias superiore). È una formazione geologica complessa, prevalentemente detritica ed in parte profondamente metamorfosata.

Costituita da anageniti rossicce, quarziti ed arenarie scistose chiare (“verrucano” AA), scisti filladici varicolori associati, nella parte alta della formazione.

Nei rilievi a Nord di Grosseto, dove la formazione affiora estesamente, sono individuabili tre facies tipiche:

- a) Facies conglomeratica, a ciottolati bene arrotondate di quarzo, a volte chiaro, a volte rosso-grigiastro, a volte roseo, in genere delle dimensioni di alcuni mm o alcuni cm, ma spesso anche più grossi. I vari ciottolini appaiono frequentemente interspalmati di laccature micacee, si da poter classificare la roccia come anagenite. Questa litologia affiora nei rilievi di Batignano.
- b) Litofacies arenacea, dove la stratificazione o scistosità è più evidente che nel caso precedente. Si tratta di arenarie di color giallo-ruggine o anche chiare fino a bianche, come avviene subito a nord di Batignano.
- c) Facies filladica, che manifesta in massimo grado il metamorfismo cui, come detto, tutta la formazione ha soggiaciuto. Il passaggio delle arenarie quarzose agli scisti filladici nella zona di Batignano ha luogo repentinamente ed è segnato da cambiamenti morfologici, con superfici più dolci. I colori di questa facies filladica variano dal violaceo al giallastro o grigio ferro.

Tutta la formazione ha subito una intensa storia tettonica, come fra l’altro è ben evidenziato dalla presenza di faglie e fratture riportate in cartografia. Non è pertanto possibile indicare lo spessore, che comunque è dell’ordine delle centinaia di metri. In generale si può osservare che nei rilievi in prossimità del contatto con i soprastanti calcari prevalgono gli affioramenti di facies filladica o filladico-arenacea, mentre nei rilievi più importanti a NE di Montepescali (Mt. Leoni) si ha la facies più grossolana, conglomeratica.

Infine in prossimità di Roselle si hanno alcune lembi di affioramento del Verrucano in una particolare facies filladico-micascistosa, a struttura nodulare, associata a quarzo, anch’esso a noduletti laminari (nei paraggi di Poggio della Moscona, proprio nel colle della città etrusco-romana, all’interno della stessa cerchia di mura ciclopiche antiche).

Cv – Formazione del calcare cavernoso (Trias, Norico-retico). Dolomie scure fetide, talora ridotte in cenere, calcari cavernosi grigio-chiari, gessi intercalati.

Questo complesso si presenta in due facies non sempre distintamente cartografabili. Si tratta di calcari e calcari dolomitici, fino a dolomie vere e proprie, a struttura brecciata, caratterizzati in genere da una vistosa cavernosità derivata da azione di dissoluzione carsica a sviluppo differenziale in dipendenza del variabile contenuto di dolomite e calcite. In qualche caso si è giunti alla formazione di ceneri di dolomia, di colore grigio-scuro, che stanno a riempire i vuoti, spesso a forma di cellette, lasciati dalla dissoluzione della componente calcitica. Il Retico affiora estesamente nella zona di Montepescali ed è disseccato in blocchi da un intenso sistema di faglie. Altri affioramenti meno estesi si hanno nell'area di Poggio Moscona. Si ricorda che tale formazione è bordata da un'importante faglia che ha ribassato ad ovest l'area della pianura ed ha determinato un notevole spessore di sedimenti neoautoctoni. A questa particolare situazione di faglie profonde è riconducibile anche l'attività di quei processi che hanno determinato il recente fenomeno di sprofondamento nella pianura del Bottegone.

C b (Cme)– Calcari dolomitici, detritico-cristallini, ben stratificati. (Norico-retico).

Si tratta di un limitato orizzonte laterale del Cavernoso, costituito da strati e straterelli, anche solo di qualche decimetro di spessore, di calcari e calcari dolomitici detritici, cui sono alternati sottili letti di arenarie e conglomerati minuti a grani di quarzo roseo o violetto. Caratteristico degli strati calcareo-dolomitici è l'aspetto quasi fibroso della frattura fresca parallela ai piani di stratificazione. Un tipico affioramento è quello nei pressi del podere Bagnolo, a nord di Roselle, spesso circa 10 metri con interstrati di arenarie grossolane a quarzo roseo. Altri affioramenti si hanno intorno al Poggio della Moscona e nei pressi della collina di Rovine di Roselle (come anche nelle mura ciclopiche del centro archeologico). In legenda della carta geologica la formazione viene assimilata a calcarei marmorei con selce e metacalcareniti grigie stratificate con liste e noduli di selce e frequenti intercalazioni marnose giallastre.

Cr – Calcari a Raetavicula (Trias Sup., Norico-Retico) Calcari neri o grigi, stratificati e con sottili intercalazioni marnose di colore giallo. Spessore circa 50 m.

Cma – Calcari Massicci (Lias Inferiore) – Calcari compatti o semicristallini, talora a struttura oolitica o pseudoolitica, di colore bianco, grigio, beige, grigio-azzurrognolo, con plaghe e nuvole a colorazione rossiccia e rosea, talora di aspetto ceroide, con venature reticolate bianche, in genere privi di stratificazioni nettamente individuabili. Frequenti tracce di gasteropodi e di altri fossili difficilmente determinabili. Affiora estesamente a Poggio di Moscona. Qui è interessato da vari sistemi di fratture o giunti di fatturazione (dominante è la famiglia di joints con Dip/Dip immersion 105/80-90), con frequenze

della spaziatura di 0,5-1. Altri affioramenti si hanno presso le Rovine di Roselle, a levante di Batignano e presso Alberese. Lo spessore è di circa 200 metri. In località Montebrandoli è stato coltivato come pietra ornamentale un particolare lembo di calcari oolitici, di spessore da un minimo di pochi dm a qualche metro (max 50m di potenza) caratterizzati da una colorazione rosso-violacea.

Ra – Rosso Ammonitici (Lias inf.- Sinemuriano). Calcari e calcari marnosi con ammoniti e liste e noduli di selce rossa. Spessore di circa 10 m.

Mp – Calcari e calcari marnosi a Posidonia. (Dogger) . È presente tra Poggio Moscona e Montebrandoli, in un affioramento fortemente tettonizzato e quindi privo di assetto regolare della stratificazione. Sono in particolare dei calcari e soprattutto calcari marnosi e marne a grana fine, di colorazione rossastra o rosso fegato, con appunto abbondanti tracce di posidonie, aptici, che permettono la distinzione dalla prossima formazione degli scisti policromi.

Di – Diaspri e calcari diasprini straterellati, in genere rossicci, ricchi di radiolari (Malm) – Compaiono in piccoli affioramenti molto disturbati sia a Montebrandoli che a poggio Moscona. Difficilmente cartografabili nelle litologie circostanti aMo-cVa Serie di Montebrandoli, pseudoverrucano e calcari della Vacchereccia (Cretaceo sup-eocene medio). Si tratta di rocce detritiche arenaceo-conglomerati e calcareo detritica. L'affioramento più esteso si ha a SE di Poggio Moscona, ove costituisce la collina di Montebrandoli. Viene a contatto con gli scisti a Posidonia, i diaspri e gli scisti policromi. I calcari della Vacchereccia costituiscono un'associazione di calcari detritici grigio-scuri, di calcari screziati, sottilmente stratificati, con picchiettatura color sangue e con noduli di selce, e di calcari marnoso-scistosi, giallastri, talora teneri. Questi ultimi prevalgono e sono stati in parte assimilati in Sc: Scaglia Toscana, insieme alle calcareniti con nummuliti (bn) ed alle argilliti e calcari marnosi (sca).

sq-sp – Scisti policromi (Paleocene-Eocene) – Marne scistose scagliose, varicolori prevalentemente rosse e rosso-vinaccia, a cui si alternano sottili livelli calcarei, in genere ricche di microfaune. Affiora esclusivamente presso Poggio Moscona, e si presenta tettonizzato ed impastato in una zona di faglia.

bn – Nummulitico (Eocene medio e sup.) -Calcari neri, reticolati da calcite bianca, ben stratificati in straterelli di pochi dm di spessore con ricca fauna a macroforaminiferi. Affiora in lembi sempre a Poggio Moscona e Batignano.

Mg – Arenarie quarzoso-feldspatiche, a cemento argilloso-siliceo e talora, subordinatamente, calcitico (Macign) – Oligocene. Si tratta di un flysch torbiditico, con arenarie a granulometria gradata e con sottili

intercalazioni siltoso-marnose che localmente possono raggiungere notevole consistenza fino a diventare prevalenti. In superficie si presentano notevolmente alterate fino a dar luogo ad estese coltri detritiche sabbioso-limose. La formazione affiora estesamente nell'area orientale e sud orientale del comune di Grosseto in rilievi collinari a debole morfologia.

Complessi Liguri

Asf – Complesso di argillocisti (Eocene) – Argillocisti prevalentemente grigio-scuri, con patine manganesifere, associati a calcari arenacei compatti nerastri e ricchi di vene di calcite spatica. In questa unità sono inglobate altre unità formazionali.

ca – Alberese (Eocene) – Flysch calcareo marnoso prevalente. Calcari marnosi chiari. Più o meno compatti, marnoscisti e più raramente argillocisti indistinguibili da quelli della formazione asc. Fanno parte di questa formazione lenti più o meno estese e potenti di brecciole a calcari fini (bca). La frazione carbonatica è prevalente ed a luoghi dominante.

Queste due unità affiorano in prevalenza nei rilievi dell'Uccellina ed alcuni affioramenti, in particolare quelli argillitici, si trovano ad est di Rispecchia, sopra il Macigno, ed a Montebrandoli.

Ciclo neogenico- Terreni quaternari

Tutti i terreni neautoctoni corrispondono a sedimentazione recente che ha costituito il sistema della pianura costiera e delle pianure e fondo valli minori. Sono distinte le seguenti unità:

Q – Alluvioni terrazzate antiche- Costituite da ciottolami poligenici sciolti o poco cementati; ciottoli con dimensioni variabili da qualche mm ad alcuni cm. Lo spessore è limitato ad alcuni metri.

q – Alluvioni terrazzate recenti – Argille ed argille sabbiose con intercalati livelli di sabbie e di ghiaie più o meno cementate i cui ciottoli hanno dimensioni variabili da qualche mm a diversi cm.

Alluvioni recenti ed attuali distinte in:

Acg - Argille sabbioso-ciottolose, in assetto generalmente rilevato rispetto ai terreni tipici di bonifica (non quelli cosiddetti di gronda). Si tratta di materiale grossolano ghiaioso e talora ciottoloso immerso in matrice sabbioso-argillosa, quest'ultima a luoghi prevalente.

As – Limi sabbioso-argillosi, che costituiscono la fascia di deposizione attuale del fiume Ombrone, in parte controllata dalle arginature.

Ag – Ghiaie in matrice argillosa. Presenti al margine settentrionale della pianura del Bruna e in lembi limitati presso l'Ombrone. Depositi costituiti da argilla e limo e rari ciottoli di varia dimensione.

aa - Argille e limi argillosi. Corrispondono a zone di colmata naturale (alluvioni in s.s.) o indotta.

d – Sabbie sciolte del litorale e delle dune costiere e dell'area deltizia. Costituiscono cordoni continui di dune che bordano la linea di costa. Depositi sabbiosi a granulometria medio-fine in parte sciolti ed in parte fissati dalla vegetazione della pineta. Morfologicamente rilevati rispetto ai limitrofi terreni di bonifica.

tr- Travertini. Affiorano nella fascia poco a sud di Bagni di Roselle e sono rappresentati da farine calcaree poco coerenti e da concrezioni; si trovano intercalati ai depositi alluvionali e detritici e sono in relazione con la risalita di acque idrotermali dal substrato.

dt – Detrito. Clasti lapidei di differente dimensione inglobati in matrice sabbioso-limoso e subordinatamente argillosa.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla tettonica, in carta, rispetto alla documentazione ufficiale, sono state riportate alcune linee di faglia nell'area di Braccagni e nell'area di Roselle rilevate da foto aerea e/o desunte da interpretazione geologica relativa a ricerche in corso.

L'analisi delle strutture disgiuntive risulta importante nella successiva elaborazione delle litologie presenti soprattutto nel quadro della classificazione a fini idrogeologici, che trova rappresentazione nella carta della permeabilità.

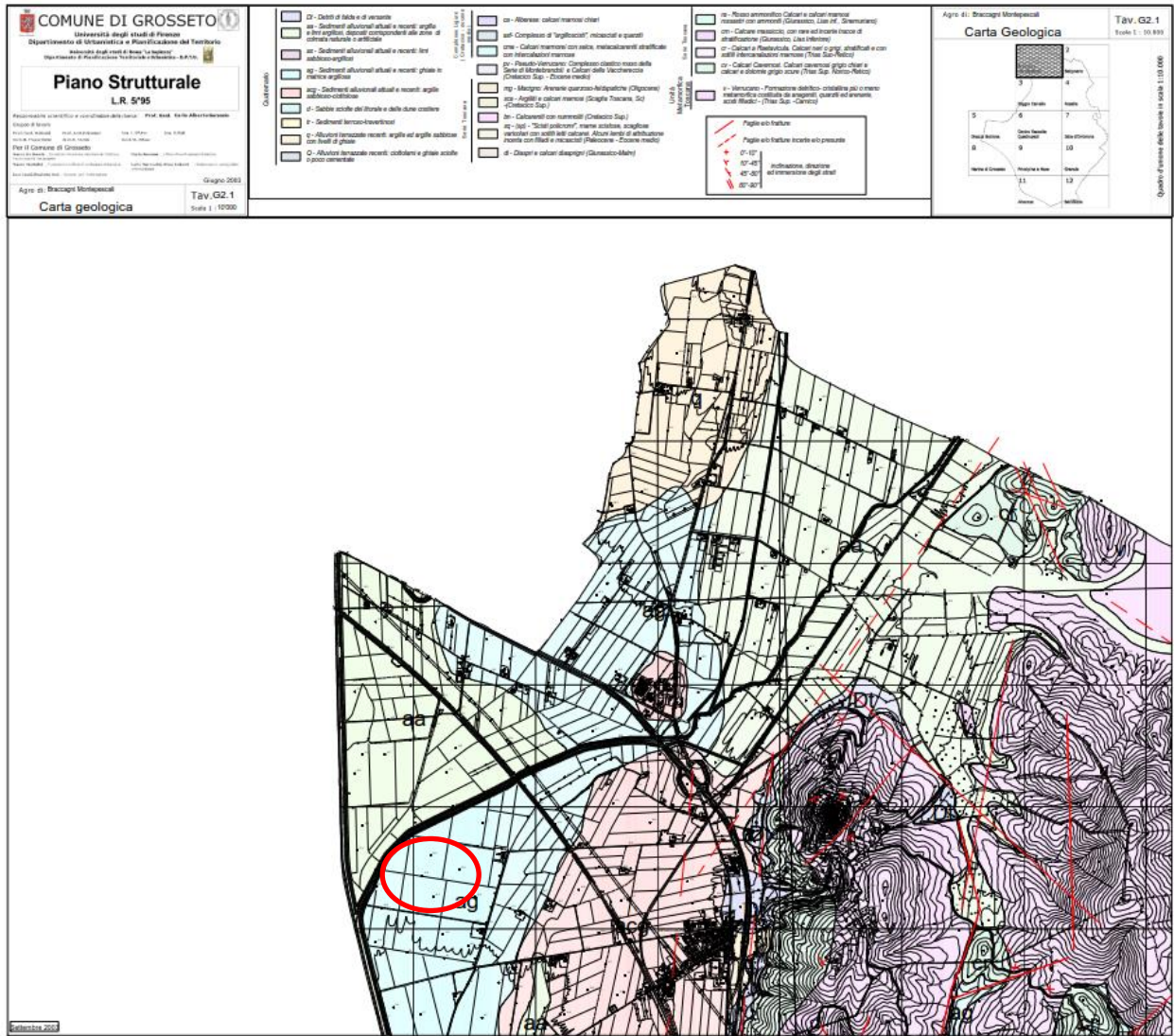


Figura 1 Stralcio Carta Geologia Piano Strutturale – Comune di Grosseto – in rosso l’area d’intervento

4. ITERRENI DELLA PIANURA DI GROSSETO

Per quanto riguarda nello specifico la pianura di Grosseto, si può dire che in questa non affiorano sedimenti neoautoctoni, ma soltanto i depositi quaternari marini e continentali; tramite una carta geologica caratterizzante le diverse litofacies presenti, tali depositi sono distinti come:

Detriti di falda (dt): depositi costituiti da clasti eterogenei a spigoli vivi o debolmente smussati dal diametro variabile dal cm alla decina di cm, immersi in una matrice sabbioso-argillosa; essi bordano alcuni versanti in modo ben raccordato e sono relazionabili all'attacco chimico-fisico delle acque, all'azione gravitativa del trasporto solido ed alle escursioni termiche, causanti sia l'instabilità per scalzamento dei suddetti versanti sia la formazione di tali elementi di conoide.

Terreni di bonifica (b): terreni con sedimenti sabbioso-limosi-argillosi, ottenuti per colmate o messi in luce da opere di drenaggio durante i processi di bonifica, con intercalazioni di livelli torbosi, indice di un ambiente paludoso riducente, e con caratteristiche salmastre verso la linea di costa.

Sedimenti ghiaioso-sabbiosi (b'): di apporto fluviale, di natura grossolana ed anche conglomeratica, ai margini delle zone di bonifica (detti "terreni di gronda").

Sabbie sciolte (d): appartenenti al litorale ed alle dune costiere dell'area deltizia, con sedimenti allo stato sciolto e mal cementati di colorazione giallastra.

Alluvioni di natura argillosa (ag): depositi alluvionali in prevalenza di limo e argilla, mal cementati con rari ciottoli di varia dimensione, cartografabili nel settore settentrionale della piana alluvionale. Il grado di cementazione è basso, ma può migliorare con la profondità.

Alluvioni di natura mista (a): depositi alluvionali eterogenei dal punto di vista granulometrico sia in senso laterale che verticale, mal cementati, con spessore in grado di assumere valori importanti, specie nelle aree più centrali dei fondovalle. Il grado di cementazione può migliorare con la profondità e l'aumento dei fini.

Alluvioni di natura sabbiosa (s): depositi alluvionali costituiti prevalentemente da sabbie e subordinatamente da limi mal cementati, posti alla sinistra ed alla destra orografica dell'ampio alveo alluvionale del fiume Ombrone.

Plaghe ghiaioso-sabbiose (acg): depositi di origine fluviale granulometricamente grossolani, costituiti da ghiaie e ciottoli immersi in una matrice sabbioso-argillosa; sono spesso lievemente emergenti dalla pianura.

Travertini (tr): costituiti dalla precipitazione di carbonati di calcio insolubili.

Sedimenti terroso-travertinosi (t): di colore rossastro.

Calcari travertinosi (T): conglomerati a cemento calcareo e puddinghe.

Alluvioni conglomeratiche sciolte (q): conglomerati poligenici sciolti, alterati da agenti esogeni e terrazzati, caratteristica tipica delle aree limitrofe ai corsi d'acqua; essi sono immersi in una matrice sabbioso-argillosa rossastra per l'ossidazione di elementi metallici ed il grado di cementazione può migliorare con la profondità.

Alluvioni conglomeratiche debolmente cementate (Q): conglomerati poligenici terrazzati, debolmente cementati.

Resto di una duna antica (da): costituita da sabbie cementate di incerto riferimento cronologico ed affiorante sotto le dune recenti.

Nella parte centrale della pianura, lo spessore dei sedimenti incoerenti è, in qualche caso, superiore ai 170 m e comunque non inferiore a 90 m e nelle aree di bonifica si nota il netto prevalere dei sedimenti fini, almeno nei primi 30-40 m di profondità, mentre i sedimenti più grossolani sono presenti in prossimità dell'alveo del fiume Ombrone.

La discontinuità delle stratigrafie e, soprattutto, la scarsità dei pozzi studiati non consentono una sicura attribuzione dei terreni trovati nel sottosuolo ad unità geologiche in affioramento: sembra però che nella parte tra Roselle e i rilievi di Montepescali i terreni appartengano ad un ciclo sedimentario più antico, data la loro maggiore ossidazione e diagenesi, rispetto a quelli nei settori più occidentali, pertanto i conglomerati poligenici (Q), le alluvioni conglomeratiche sciolte (q) e le plaghe ghiaioso-sabbiose (acg), il cui scarso terrazzamento può dipendere dalla posizione e dalla quota, sono i più vecchi sedimenti quaternari.

Infine le argille prevalenti hanno un colore azzurro-cenerino ed i resti fossili indicano un'alternanza di episodi fluviali ed episodi palustri e lagunari, corrispondenti a fasi climatiche diverse e all'alternare prevalere dell'apporto sedimentario o del tasso di sollevamento del livello marino, testimoniato dal ritrovamento di episodi di acqua salmastra, a salinità anche molto elevata.

4.1 I TERRENI DEL SITO

Nello specifico l'area in cui verrà collocato l'impianto agrivoltaico, è caratterizzata da due formazioni Quaternarie (Fig. 2):

Alluvioni di natura argillosa (ag): depositi alluvionali in prevalenza di limo e argilla, mal cementati con rari ciottoli di varia dimensione, cartografabili nel settore settentrionale della piana alluvionale. Il grado di cementazione è basso, ma può migliorare con la profondità.

Plaghe ghiaioso-sabbiose (acg): depositi di origine fluviale granulometricamente grossolani, costituiti da ghiaie e ciottoli immersi in una matrice sabbioso-argillosa; sono spesso lievemente emergenti dalla pianura.

Nell'Allegato SIA_TAV_34 (Carta Geologica) e nell'Allegato SIA_TAV_35 (Sezioni Geologiche), sono rappresentate graficamente i terreni affioranti nell'area di interesse.

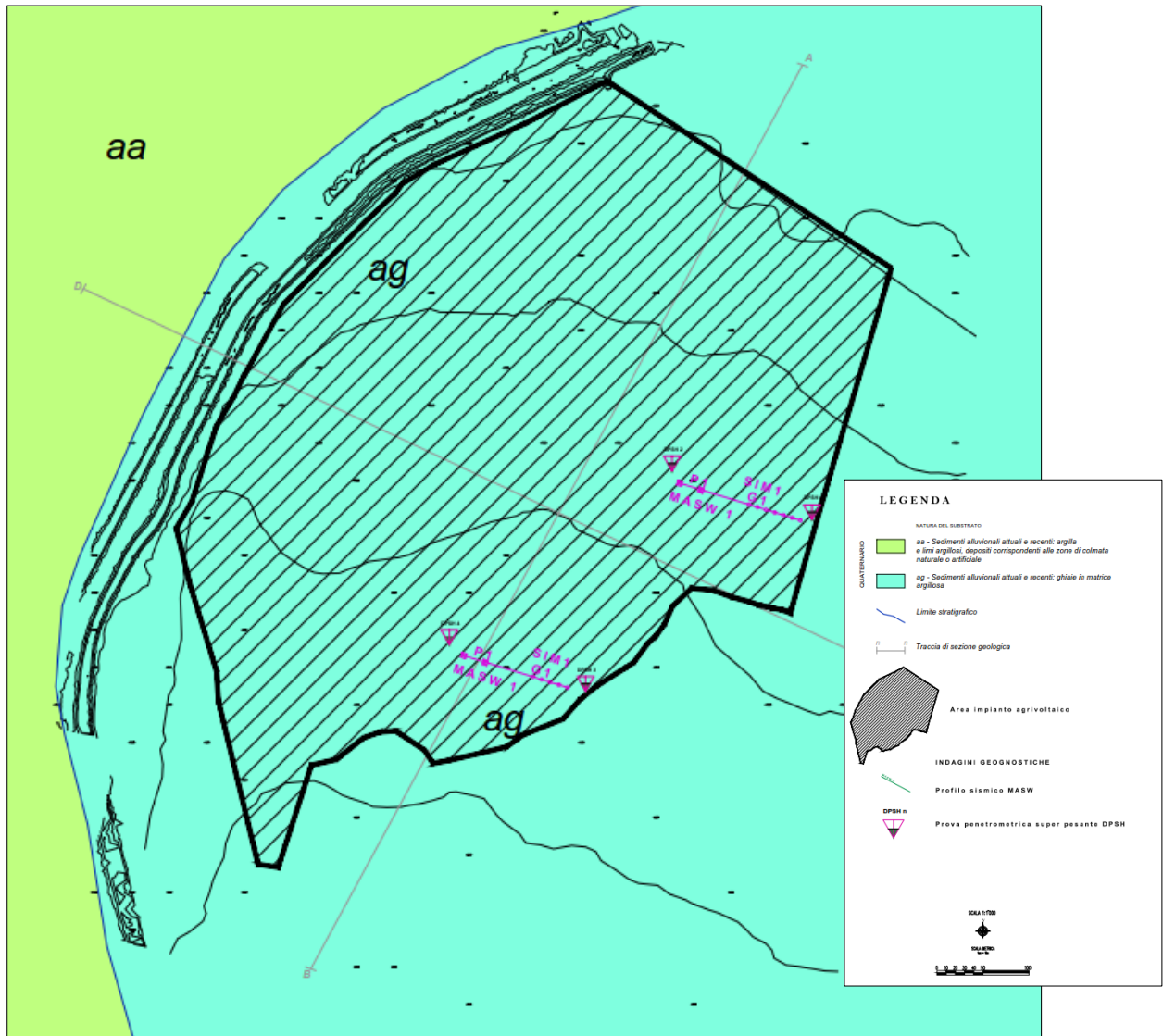


Figura 2 Stralcio Carta Geologica dei terreni del sito

5. TETTONICA E ASSETTO STRUTTURALE

Nell'evoluzione tettonica dell'Appennino settentrionale si possono distinguere due momenti principali, il primo caratterizzato da un regime distensivo che ha costituito la catena montuosa a falde e il secondo interessato dalla deposizione dei sedimenti della serie toscana sul basamento paleozoico, corrugato e metamorfosato durante l'Orogenesi ercinica. Al termine delle due fasi si verificò una nuova trasgressione marina, i cui sedimenti costituiscono oggi la base del ciclo sedimentario neoautoctono, preceduta dalla formazione, a distanze più o meno elevate dalla costa, di una serie di depressioni chiuse, in cui si instaurarono ampi bacini lacustri o palustri, la maggior parte dei quali in seguito sommersa.

Durante la fase recente dell'Orogenesi alpina l'intera regione fu interessata da un'intensa compressione E-O, che creò essenzialmente il distacco dei carbonati superiori della Serie Toscana dal basamento con la conseguente formazione della dorsale di Monticiano-Roccastrada: questa zona è pertanto interessata dal fenomeno della cosiddetta "serie ridotta", meccanismo legato alla tettonica di carattere gravitativo e dovuto al denudamento geologico causato dai complessi carbonatici scorsi sull'orizzonte plastico della formazione anidritica paleozoica.

La compressione alpina fu seguita nei successivi Miocene, Pliocene e Quaternario da una fase distensionale, caratterizzata dalla formazione di sistemi di faglie, horst e graben, cui seguì la deposizione dei sedimenti marini e continentali nei bacini sedimentari profondi e l'introduzione di rocce ignee sia intrusive che estrusive.

La tettonica rigida nei terreni neoautoctoni è legata alle depressioni del substrato createsi nella fase di compressione appenninica e comprese fra gradinate di faglie discendenti verso l'asse dei singoli bacini.

Il carattere rigido di questa tettonica è molto netto, sebbene la maggior parte dei terreni interessati sia di natura "plastica" o "incompetente"; la situazione viene complicata nei casi in cui le gradinate dei graben non siano costituite da fasci di faglie parallele, ma da fasci di faglie con decorso a breve e rapide variazioni di rigetto: in questi casi si determina una serie di compartimenti dislocati che scendono verso l'area più depressa. Le fosse tettoniche subiscono ulteriori complicazioni se non sono costituite da una doppia scalinata discendente, ma da compartimenti anche rialzati rispetto a zone immediatamente adiacenti. L'andamento planimetrico delle fosse segue direttrici tettoniche varie: depressioni con asse appenninico NNW-SSE, con asse antiappenninico, perpendicolari al precedente, e meno comuni con asse meridiano.

L'esistenza di questi sistemi di faglie è ben documentabile nella zona di Larderello, dove molti sono i sondaggi geognostici e geofisici per lo studio di tale riserva boracifera oppure sugli affioramenti di substrato scoperto ai margini degli bacini neoautoctoni.

Tale situazione implica inoltre zone interposte tra i vari bacini che, nell'insieme, rappresentano sistemi di horst e il carattere unitario dell'architettura a pilastri e a fosse è evidente date i fasci di faglie parallele, appartenenti alla stessa gradinata, che si prolungano in maniera più o meno visibile sul substrato scoperto.

6. IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICI

Particolare attenzione, per l'importanza della risorsa idrica nel territorio della piana di Grosseto, non solo in relazione alle attività, ma soprattutto dal punto di vista della tutela e valorizzazione ambientale, è stata posta agli aspetti idrogeologici del quadro conoscitivo.

La pianura costiera di Grosseto, dei fiumi Ombrone e Bruna, è il risultato del riempimento sedimentario quaternario di una struttura depressionaria, con uno spessore del deposito di oltre 200m. Dalla carta geologica e litologica si osserva l'ampia distribuzione di materiali alluvionali di differente granulometria e genesi, di colmate, di una importante fascia costiera di depositi sabbiosi di spiaggia e di complessi dunali.

Nei pressi di Roselle sono inoltre presenti detriti e livelli travertinosi prodotti dalla risalita di acque termali. Bravetti e Pranzini (1987) sottolineano l'importanza della ricostruzione dell'evoluzione sedimentaria per la comprensione dei problemi connessi alla salinizzazione. Lo spessore notevole di sedimenti prodotti dalla trasgressione olocenica, in prossimità della costa, sia alluvionali che marini e lagunari, suggerisce anche la presenza di acque salate e salmastre nei depositi non consolidati.

La stessa storia geomorfologica recente, legata soprattutto all'agente antropico (gli ultimi 3000 anni) che, con gli effetti sul trasporto solido fluviale delle attività agricole e della deforestazione ha prodotto il rapido avanzamento della pianura, accelerandone l'evoluzione naturale anche con gli interventi di bonifica, suggerisce la presenza di sedimenti seppelliti ricchi di acque salate.

Nella pianura sono individuabili due complessi acquiferi principali (Fig. 3).

- Il primo corrispondente alle ghiaie e alle sabbie fluviali, poste a differenti profondità, in falde confinate e semiconfinate. Vengono in superficie nelle zone d'alveo dell'Ombrone ed in alcune zone ai margini della pianura, dove si ha continuità con i detriti di falda e talora con i versanti (in particolare nella zona di Roselle).
- Il secondo complesso corrisponde alle sabbie della fascia costiera. Le falde sono freatiche, di scarsa entità, alimentate esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti nell'area di indagine, queste sono riferibili ai depositi alluvionali che costituiscono una formazione idrogeologica caratterizzata da una permeabilità per porosità, dove i vuoti che consentono il passaggio dell'acqua si sono formati contemporaneamente al litotipo che li contiene e fanno parte della sua struttura e tessitura e sono funzione delle dimensioni, forma, disposizione e cementazione dei granuli costituenti il sedimento.

La formazione in oggetto per caratteristiche litologiche e granulometriche, può essere correlata ad una permeabilità medio alta. Questo viene confermato dalla “Carta Idrogeologica” del Piano Strutturale che individua il sito come MA-P “Unità litologica a permeabilità primaria medio elevata” ($10^{-4} < k < 10^{-1}$ cm/sec), in quanto i litotipi affioranti appartengono a sedimenti alluvionali attuali e recenti costituiti da ghiaie in matrice argillosa

Sulla base delle considerazioni fatte circa la natura geologico-geomorfologica-strutturale del complesso che ospiterà l'opera in progetto, sono da escludere importanti interazioni tra la falda e le strutture fondali. Non saranno, quindi, alterati dall'opera in oggetto, né i regimi idrogeologici del deflusso sotterraneo delle acque di falda, né i regimi idrologici relativi al deflusso superficiale, risultando quindi compatibile con gli equilibri idrici dell'area.

Maggiori approfondimenti nell'Allegato SIA_TAV_36 (Carta Idrogeologica).



Figura 3 Stralcio Carta Idrogeologica del sito

7. GEOMORFOLOGIA GENERALE

L'area su cui si intende realizzare l'impianto agrivoltaico è ubicato a NE della Città di Grosseto, nella piana della Frazione di Braccagni (Gr). L'aspetto morfologico dell'intera area, come ogni altro luogo, è direttamente influenzato da diversi fattori che concorrono all'alterazione, disgregazione e demolizione dei materiali affioranti ed al loro deposito.

I fattori principali sono il clima (piovosità, venti dominanti, ecc.), l'esposizione rispetto al Nord, la presenza di vegetazione e l'azione antropica (urbanizzazione, scavi, riporti).

Questi fattori agiscono, in maniera più o meno importante e quasi sempre in concomitanza, sui terreni che offrono una minore o maggiore resistenza; la natura litologica, la stratificazione e la consistenza dei terreni agiscono da controllo sull'evoluzione morfologica, determinandone la velocità d'avanzamento.

L'area oggetto di studio è interessata da affioramenti di unità geologiche quaternarie in cui i rapporti litologici, stratigraficostratimetrici e di permeabilità, sono differenti ed agiscono con entità e direzione diverse in funzione delle siffatte caratteristiche (Fig. 4 e Fig. 5).

Gli aspetti geomorfologici generali del territorio della pianura di Grosseto sono stati ampiamente trattati in letteratura, e si rimanda in particolare alle note contenute nel libro sulla Toscana meridionale (AA.VV. Storia naturale della Toscana meridionale, 1993), alle analisi descrittive del PTC, nonché alle relazioni prodotte nell'ambito degli studi al piano strutturale.

Le analisi geomorfologiche hanno in particolare riguardato l'individuazione delle forme, sia di erosione che di deposito, legate a precisi processi morfogenetici. L'indagine è stata impostata sulla base dello studio e della presa visione, delle tavole alla scala 1:10.000 redatte dalla GETAS di Pisa. In particolare, oltre all'utilizzo dello studio geologico redatto per la stesura del Piano Strutturale di Grosseto, si è provveduto anche ad un controllo tramite foto aeree, al fine di individuare nuovi elementi morfologici intervenuti negli ultimi anni.

Particolare attenzione è stata data alle condizioni geologiche e geomorfologiche del territorio in esame, ai processi morfogenetici in un contesto che più in generale riguarda il sistema pianura ed il sistema dei canali e delle differenti aree prodotte dalla storia delle bonifiche.

Alle luce delle suddette considerazioni si può affermare che non sono presenti fenomeni attivi cartografabili, ma le considerazioni utili alla valutazione geoambientale si ritrovano in documenti di sintesi della evoluzione che ha avuto la pianura nella storia (si veda la carta elaborata da Ciampi e Marcaccini,

allegata al quadro conoscitivo, ove sono riportati i limiti della aree umide ancora oggi ricostruibili dalla lettura stereoscopica delle foto aeree e confrontabili con quelle riportati nella carta storica in figura 4).

Infine nell'**Allegato SIA_TAV_37** (Carta Geomorfologica) e **SIA_TAV_38** (Carta delle Pendenze), sono rappresentate le forme morfologiche e le relative percentuali di pendenze, presenti nell'areale ed è riportata la rete drenante e scolmante del sistema delle bonifiche della pianura.





Figura 5 Stralcio Carta Geomorfologica del sito



Figura 6 Stralcio carta delle Pendenze del sito

8. ASPETTI LITOTECNICI

I litotipi delle unità geologiche sono stati accorpati in 10 unità geologico-tecniche in funzione delle generali caratteristiche desumibili dall'analisi materiali e da studi ed indagini geognostiche dei terreni della zona. Tali informazioni sono quelle elaborate e cartografate nel rapporto integrativo della GETAS (1995). Rispetto a quello studio, tuttavia, sono state effettuate delle modifiche e le unità sono corredate da criteri di classificazione tecnica più idonei.

Infine, nelle elaborazioni automatiche sono considerati percorsi diversi di accorpamento litologico in relazione alle successive rappresentazioni in funzione della permeabilità.

Nelle indagini GETAS sono distinti i terreni di pianura e quelli di collina. Questi a loro volta sono divisi in terreni con caratteristiche migliori e con caratteristiche più scadenti.

In sintesi sono riportate le seguenti otto unità: - la classe B1, detriti (dt) e conoidi, conglomerati dei terrazzi antichi (Q), con buone caratteristiche tecniche; - B2, alluvioni terrazzate recenti (q) – buone con valori di N, numero di colpi delle prove penetrometriche dinamiche superiori a 10; - B3, sedimenti di duna, da buone addensate con N>20 colpi, a più scadenti N= 5-10, sabbie sciolte; B4, Alluvioni recenti (aa,acg,as e travertini), caratteristiche variabili da scadente a mediocre, dove nell'intervallo argilloso superiore N<5; B5, Alluvioni recenti (ag), variabili, con strati compressibili, generalmente scadenti. Nei terreni di collina si ha la classe A1, Calcareniti (bn), Argille e calcari marnosi (sca), Scaglia Toscana (sc), Calcare massiccio (cm), Calcare a raetavicula (cr), Calcari cavernosi (cv) e rosso ammonitici (ra), con resistenza meccanica elevata, e con coltri di alterazione ridotte o assenti; A2, alberese (ca), Calcari marmorei (cme), Macigno (mg), Marne a posidonia (mp) e Verrucano (v), resistenza meccanica elevata, coltri di alterazione diffuse con ispessimenti locali anche di alcuni metri; A3, argilloscisti e filladi (asf), argilloscisti varicolori (sq), resistenza meccanica bassa, con coltri di alterazione molto diffuse, localmente molto spesse.

Da questa classificazione, come fra l'altro in parte considerato nei recenti studi di settore, sono desumibili le aree a differente pericolosità per caratteristiche litologiche dei terreni (correlazione piuttosto efficace nel territorio comunale di Grosseto, ove prevale l'assetto pianeggiante).

Questi valori sono stati correlati con le indagini eseguite durante la fase di campagna geognostica, nella quale sono state eseguite n. 4 prove DPSH e n. 2 profili sismici MASW (**Nell'Allegato SIA_REL_06 indagini geognostiche del sito**). **Nell'Allegato SIA_TAV_33** (Carta Ubicazione Indagini), sono riportati i punti e le aree investigate. Dalle analisi di tutti questi elaborati è stato possibile elaborare la Carta Litotecnica (Fig. 8), la cui restituzione fa parte integrante del presente studio (**Allegato SIA_TAV_39**)

Successivamente, partendo dalle 10 unità evidenziate nella carta litotecnica (Fig. 7), si è individuata quella relative alla nostra area di interesse:

5. Unità dei depositi alluvionali recenti a granulometria prevalentemente fine con comportamento geotecnico variabile, generalmente dotati di basse caratteristiche meccaniche.

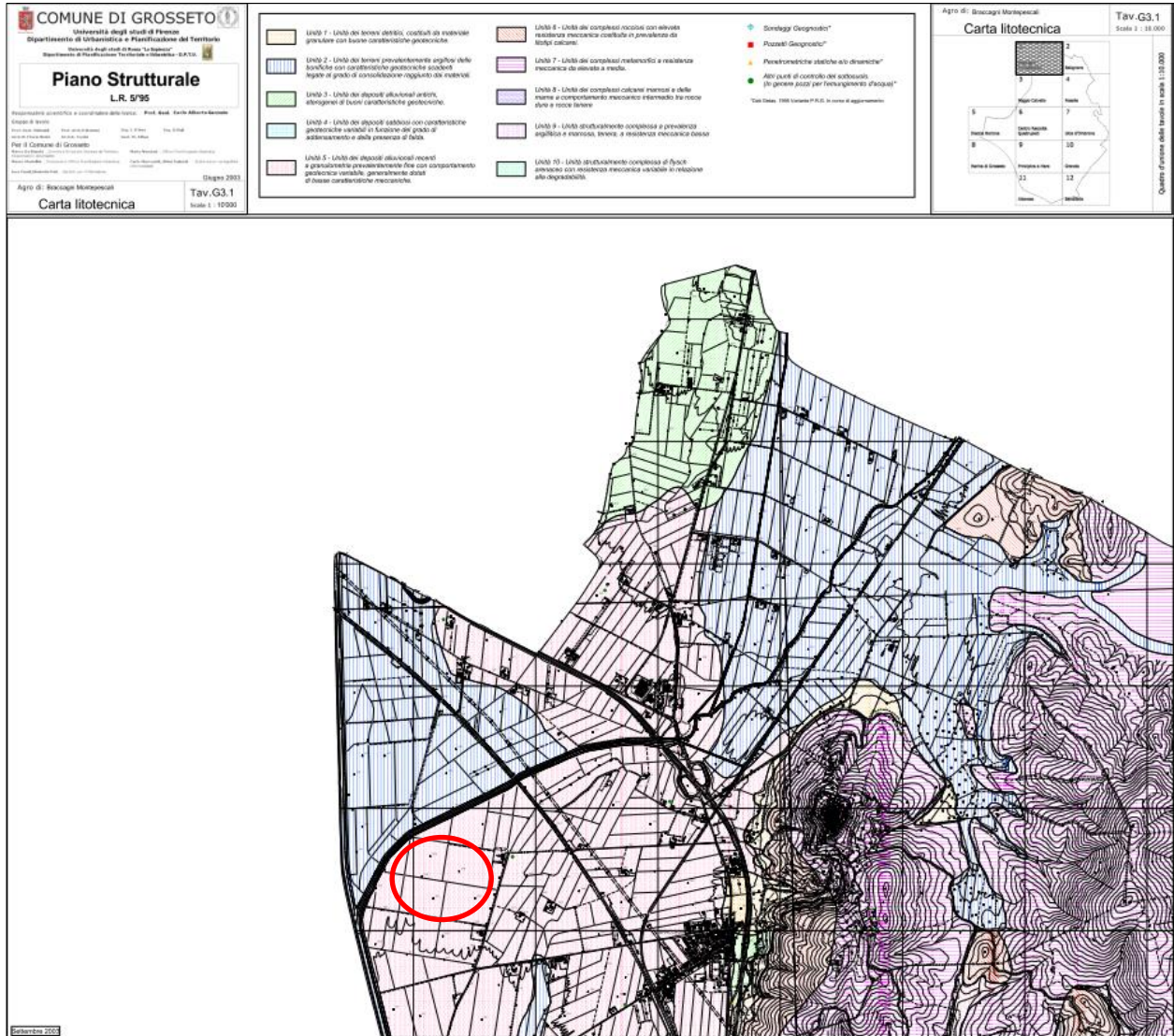


Figura 7 Stralcio Carta Litotecnica Piano Strutturale – Comune di Grosseto – In rosso l’area d’intervento

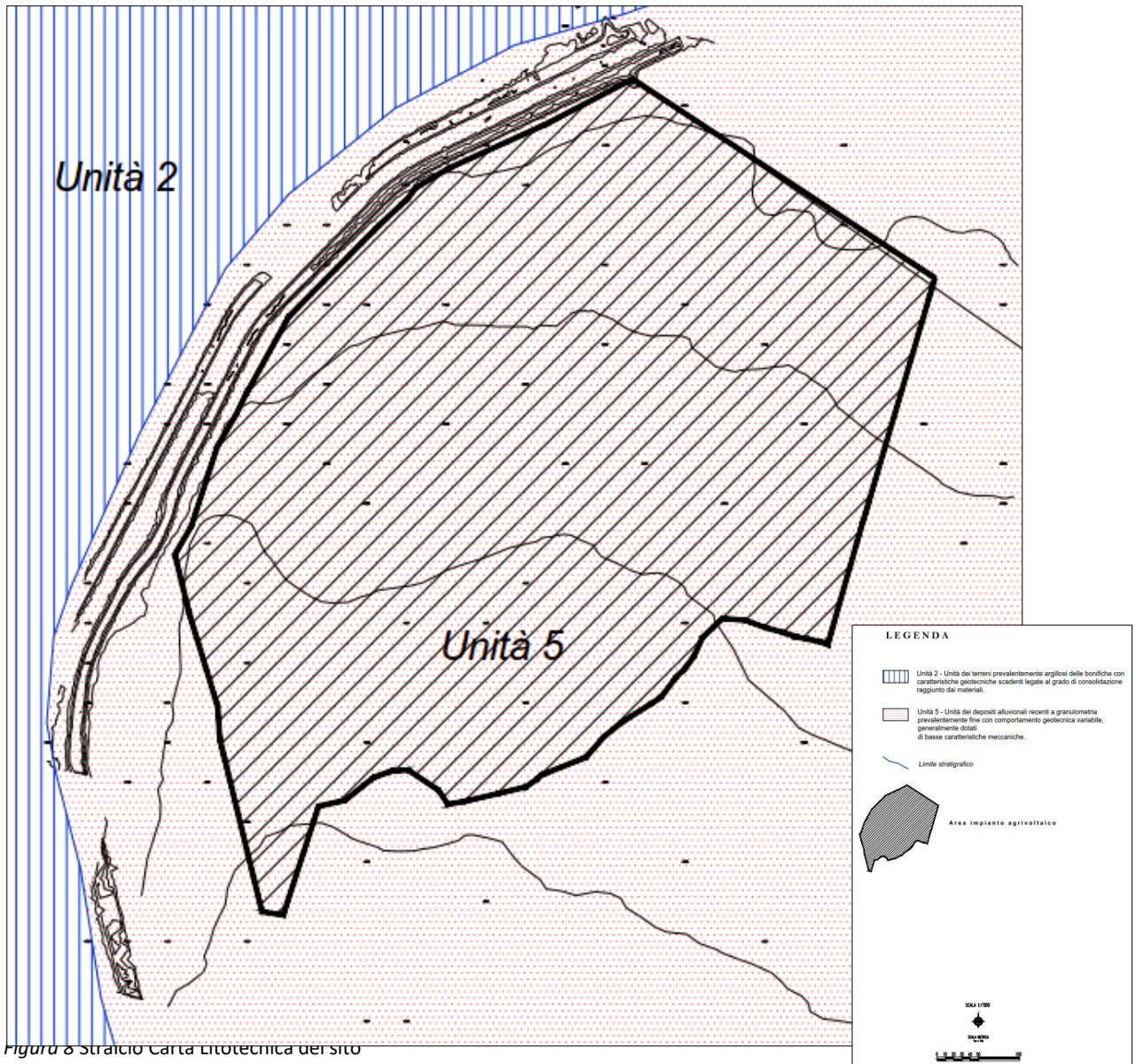


Figura 8 Stralcio Carta Litotecnica del sito

9. MODELLO GEOLOGICO DELL'AREALE DI SEDIME

Anche se le lavorazioni previste nel progetto non implicano importanti interazioni con i terreni costituenti il substrato, si ritiene opportuno descrivere i parametri geotecnici di riferimento, utili alla determinazione della scelta tipologico-dimensionale delle opere. Questi sono stati estratti dai dati in possesso dallo scrivente, ricavati da analisi geotecniche eseguite su campioni simili analizzati per aree limitrofe e da dati bibliografici della letteratura ufficiale.

I valori derivanti dalle analisi dei campioni consultati non si discostano in maniera indicativa dai valori medi prelevati dalla bibliografia ufficiale; pertanto, risultano sicuramente adottabili per i calcoli geotecnici eventualmente occorrenti.

Di seguito, si riportano i valori dei parametri geotecnici dei terreni costituenti la porzione superficiale del substrato ghiaioso in matrice argilloso, ovvero lo strato di terreno direttamente interessato dalle opere di progetto.

Ai fini delle verifiche di calcolo di stabilità del versante, di cui al successivo paragrafo, si è provveduto all'acquisizione dei valori afferenti ai principali parametri fisico meccanici dei terreni che costituiscono la formazione pliocenica al letto della coltre superficiale argillosa sabbiosa (**Allegato SIA_TAV_40 Sezioni Litotecniche**). I parametri geotecnici, di seguito riportati, sono stati mediati dai valori desunti dalle Prove Penetrometriche Dinamiche eseguite durante la campagna di indagine e i valori riportati nel RU del Comune di Grosseto. I valori ricavati sono i seguenti:

DEPOSITI GHIAIE IN MATRICE ARGILLOSA (STRATO SUPERFICIALE)

Peso di volume naturale	$\gamma = 1.800-1900 \text{ Kg/m}^3$
Peso di volume saturo	$\gamma \text{ sat} = 1.850-1900 \text{ Kg/m}^3$
Coesione non drenata	$C_u = 0.30-0.40 \text{ kg/cm}^2$
Angolo d'attrito interno	$\phi' = 20-22^\circ$
Coefficiente di Winkler	$k' = 3.5 \text{ kg/cm}^3$

Per quanto riguarda l'attitudine al cedimento dei terreni, l'uso del metodo di Winkler, tra i metodi più diffusi per lo studio dell'interazione tra fondazione e terreno, richiede un'attenta valutazione del valore di K da utilizzare a seconda dei casi.

Il tipo di indagine più semplice e più indicativo per indagare sul comportamento di una fondazione superficiale, ed in particolare sul valore del coefficiente di reazione K, è la prova di carico su modello in

scala ridotta, ovvero la cosiddetta prova di carico su piastra. Tuttavia, dall'applicazione delle prove di carico su piastra si possono ottenere indicazioni, oltre che su K , anche sul valore del modulo elastico equivalente per la fondazione in vera grandezza, ovvero del rapporto tra i cedimenti della fondazione reale ed i cedimenti relativi alla prova. Quindi in un terreno reale il cedimento dipende, oltre che dal carico applicato, dalle proprietà del terreno medesimo, nonché dalla forma e dalle dimensioni della fondazione. Ne consegue, pertanto, che il coefficiente di reazione non è una proprietà del terreno, e quindi ha un senso solamente indicativo fornire valori tipici per terreni tipici.

Per completezza di informazione si riporta una tabella di riferimento di valori indicativi della costante di Winkler – K (Kg/cm^3):

Terreno	Min	Max
Sabbia sciolta	0.48	1.60
Sabbia mediamente compatta	0.96	8.00
Sabbia compatta	6.40	12.80
Sabbia argillosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia limosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia e ghiaia compatta	10.00	30.00
Terreno argilloso con $q_u < 2 \text{ Kg}/\text{cmq}$	1.20	2.40
Terreno argilloso con $2 < q_u < 4 \text{ Kg}/\text{cmq}$	2.20	4.80
Terreno argilloso con $q_u > 2 \text{ kg}/\text{cmq}$	>4.80	

Per il caso in esame, non conoscendo la distribuzione degli scarichi conseguenti agli interventi di progetto né le dimensioni e forma degli eventuali interventi sulle fondazioni, ma solo i terreni di sottofondazione (assimilabili a argille sabbiose mediamente compatte) è impossibile definire in maniera esatta il valore di K , ma si può individuare solamente un range bibliografico che è quello riprodotto in tabella.

Lo stato di alterazione caratterizzante la porzione superficiale della successione litologica studiate non permette di poter acquisire un modello matematico che descriva appieno il comportamento tecnico e quindi i dati a disposizione sono necessariamente interpretativi nonché incompleti per le note difficoltà

che si hanno per la interpretazione delle risultanze rivenienti dalle convenzionali analisi geotecniche per queste tipologie litologiche.

Ad ogni modo, eventuali ed ulteriori approfondimenti verranno effettuati in sede di progettazione esecutiva.

10. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA, ED IDROGEOLOGICA DEL SITO

La stesura di questa relazione geologica è stata supportata dalla consultazione del PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI), redatto Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ex Autorità di Bacino del Fiume Ombrone. Tale piano, continua a rappresentare il riferimento tecnico e procedurale con valore normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono programmate e pianificate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico ed idrogeologico nel territorio di competenza.

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA: Nel caso in esame, l'area di intervento, è inquadrata come *Classe di Pericolosità Geomorfológica 2*. Vedi (fig. 9) ed **Allegato SIA_TAV_41** (Carta della Pericolosità Geologica-Geomorfologica)

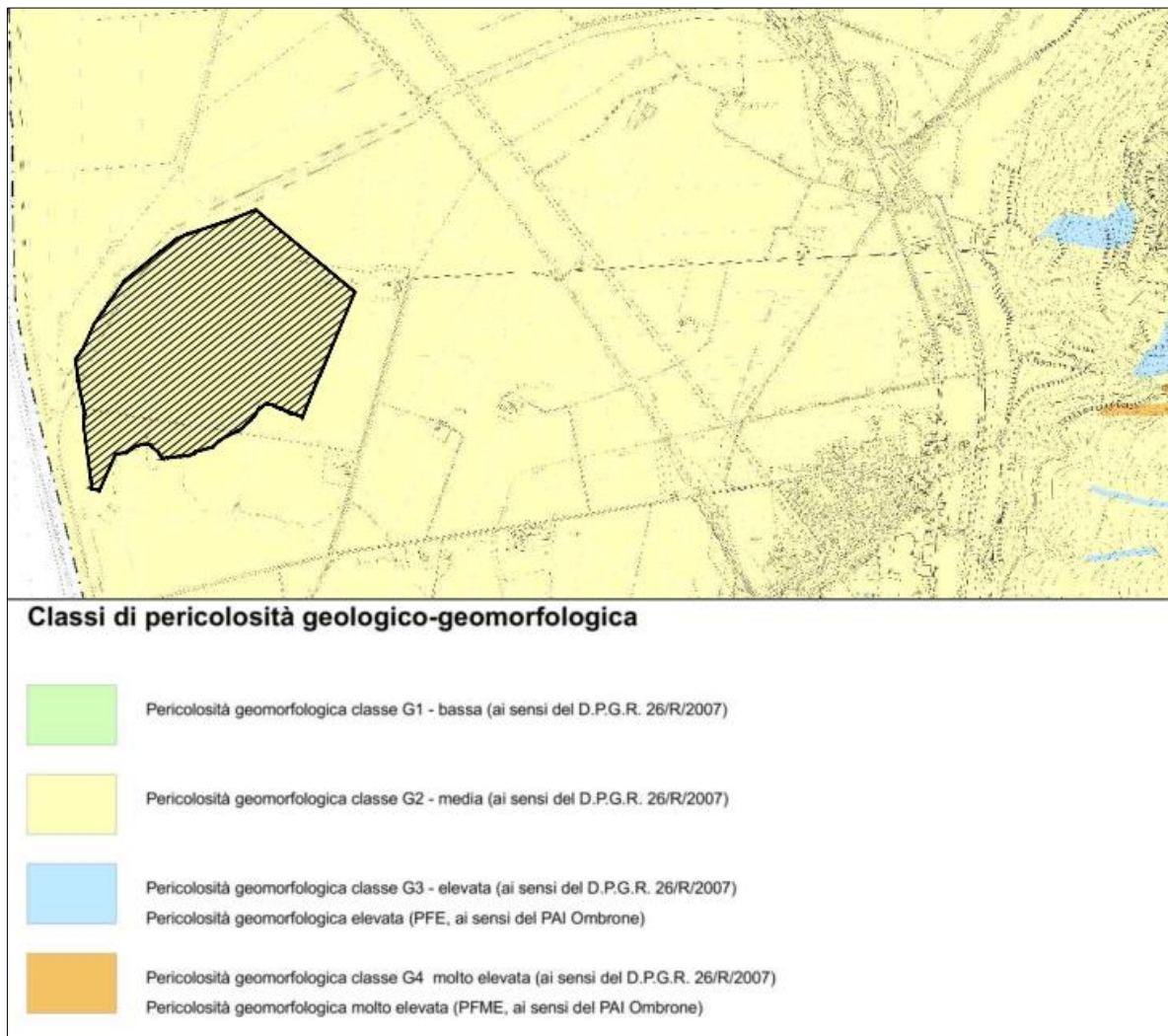


Figura 9 Stralcio Carta di pericolosità Geologica-Geomorfologica con ubicazione area di intervento

In particolare, in tale area, in base alla Normativa vigente è possibile:

Aree a pericolosità geomorfologica media (G.2)

F1g (fattibilità geomorfologica senza particolari limitazioni). È stata assegnata ai seguenti interventi:

- interventi sul patrimonio edilizio esistente che non comportano un aumento del carico esercitato sul terreno di fondazione, non comportano interventi sulle fondazioni, non comportano scavi e rinterri in prossimità delle opere fondali, non prevedono la realizzazione di nuove superfici o nuovi volumi (di qualsivoglia natura);
- livellamento del terreno per un volume massimo di 3mc e spessore massimo di 50cm;
- scavi di larghezza massima di 1m e profondità massime di 1,5m;
- realizzazione di strutture di sostegno del terreno di altezza massima di 1,5m

In questo caso non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. La relazione geologica, ove necessaria, potrà essere redatta ricorrendo a considerazioni di natura geologica, geofisica e geotecnica basate su indagini, da allegare in copia al progetto, già eseguite in prossimità dell'intervento o desunte da studi già compiuti e pubblicati con riferimento alle aree interessate; tali considerazioni sono adeguatamente motivate, giustificate ed argomentate.

F2g (fattibilità geomorfologica con normali vincoli). È stata assegnata agli interventi che non rientrano tra quelli indicati nel punto precedente (1.2.1), ovvero:

- - interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano un aumento del carico esercitato sul terreno di fondazione; interventi sulle fondazioni; scavi e rinterri in prossimità delle opere fondali;
- - livellamento del terreno per un volume superiore ai 3mc e spessore massimo maggiore di 50cm;
- - scavi di larghezza massima maggiore di 1m e profondità massime maggiore di 1,5m;
- - realizzazione di strutture di sostegno del terreno di altezza massima maggiore di 1,5m
- - realizzazioni di nuovi manufatti (di qualsivoglia natura).

Sono richieste specifiche indagini geologiche e geologico-tecniche, dirette e/o indirette, finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico del sito e del modello geotecnico del sottosuolo, necessari alla progettazione. I metodi ed i risultati delle indagini realizzate dovranno essere compiutamente esposti e commentati in una relazione geologica ed in una relazione geotecnica, a firma di professionista abilitato iscritto all'Albo; all'interno della relazione geotecnica dovrà essere riportata in modo dettagliato la verifica della capacità portante dei terreni di fondazione e la valutazione relativa ai cedimenti teorici assoluti e differenziali indotti dalle opere in progetto.

Il numero, l'estensione e la tipologia delle indagini dovranno essere opportunamente previsti e programmati dal tecnico incaricato, in funzione dell'opera in progetto e della dimensione dell'area di intervento, e dovranno essere realizzati secondo la normativa vigente all'atto della esecuzione degli stessi. Si sottolinea che la Regione Toscana ha emanato con D.P.G.R. del 9 luglio 2009 n. 36/R il "Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico." con il quale vengono individuate anche la tipologia delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare al permesso di costruire o alla denuncia di inizio attività all'interno del territorio regionale.

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici, è regolata esclusivamente dal D.M. 14-01-08 e succ. mod. e integr., nel quale è tuttavia ammesso, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona sismica 4 come il territorio comunale di Grosseto, il riferimento, per le opere ed i sistemi geotecnici, al D.M. 11-03-1988 e relativa c.m. 30483/88. È facoltà del Comune estendere gli approfondimenti sismici menzionati anche ad altre categorie di edifici.

La realizzazione di volumetrie interrato dovrà essere accompagnata dalla descrizione, all'interno della relazione geologica/idrogeologica obbligatoria di supporto, delle indagini volte a definire la soggiacenza minima della falda freatica superficiale all'interno dell'area in esame, nonché delle metodologie utilizzate per escludere eventuali interferenze reciproche tra le acque sotterranee e le opere in progetto (impermeabilizzazioni, tecniche di abbattimento della falda in fase di cantiere, ecc.), nonché da un monitoraggio nel tempo dello stesso livello piezometrico.

In questi casi le verifiche necessarie a comprovare l'assenza di modifiche alle condizioni di stabilità e ai processi geomorfologici esistenti possono essere condotte anche a livello qualitativo, motivando comunque in relazione la validità delle soluzioni progettuali adottate. Solo per gli interventi di una certa entità (valutati caso per caso analizzando i volumi realizzati, le superfici occupate o le movimentazioni di terreno), e che quindi potrebbero influenzare in modo apprezzabile le condizioni geomorfologiche dell'area, si prescrivono verifiche di stabilità del versante condotte a livello quantitativo sulla base delle indagini svolte (geotecniche o geofisiche) sul sito, da eseguirsi a livello di piano urbanistico attuativo o, ove esso non fosse previsto, a livello di progettazione esecutiva delle opere.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA: Secondo quanto riportato negli strumenti urbanistici del Comune di Grosseto, l'area in esame ricade in varie zone a Pericolosità Idraulica è infatti inserita nella classe Pericolosità Idraulica I2, I3 e I4 così come evidenziato nella figura sottostante (Fig. 10) e nell'Allegato SIA_TAV 42 (Carta delle Pericolosità Idraulica).

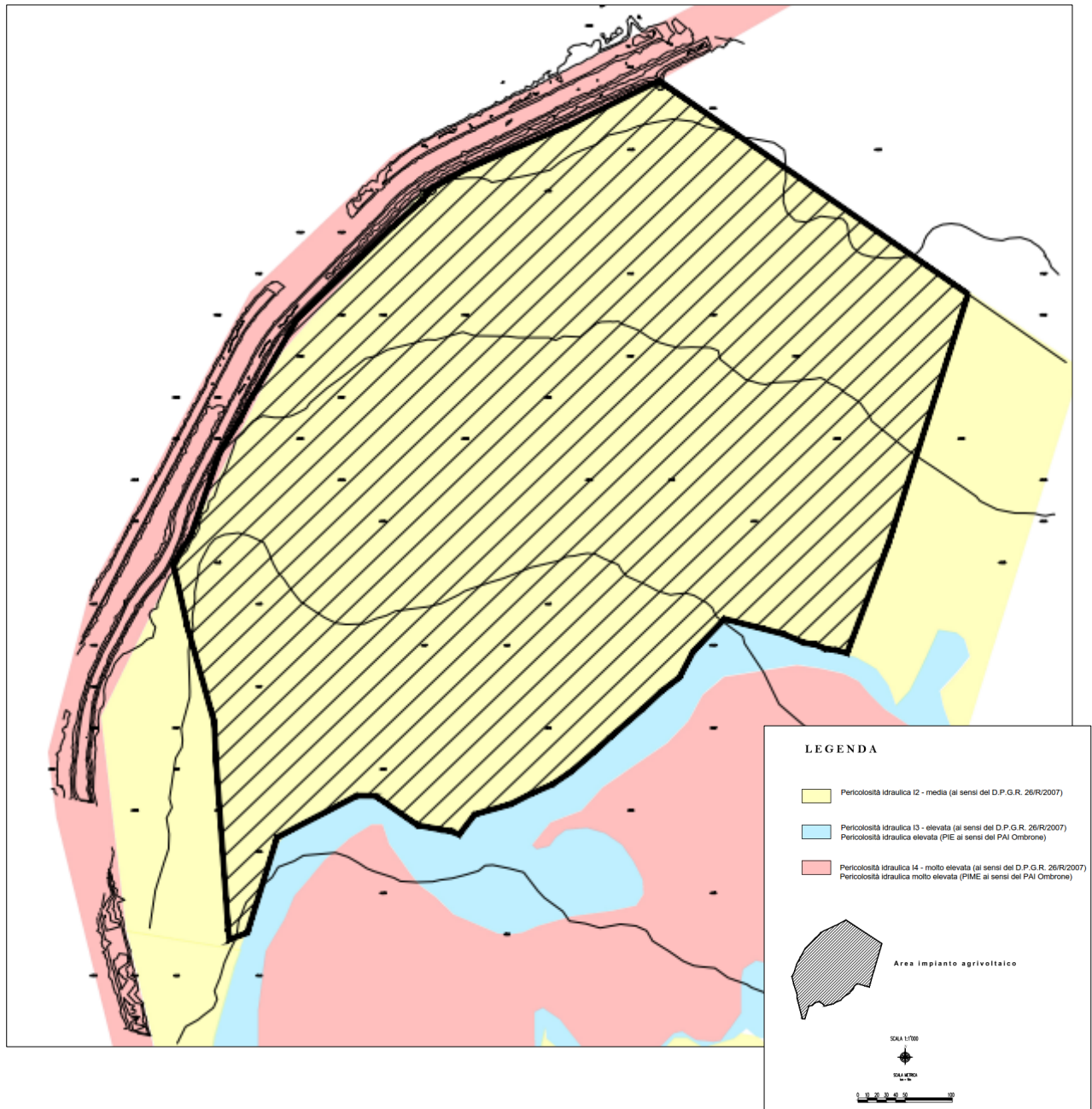


Figura 10 Stralcio Carta di pericolosità Idraulica con ubicazione area di intervento

2.2 Aree a pericolosità idraulica media (I.2)

La zona di sedime su cui si dovrà impostare l'impianto, ricade all'interno di un'area a pericolosità idraulica media I2, per le quali è stata attribuita un valore di F2i (con normali vincoli), ovvero è stata assegnata per tutti quegli interventi ricadenti in aree di fondovalle in posizione di sicurezza idraulica e che non sono mai stati interessati da fenomeni di esondazione o ristagno indicati nella Carta della Pericolosità Idraulica del R.U. come a "pericolosità idraulica media". Nessuna limitazione e/o prescrizione di carattere idraulico. Dovrà essere comunque adeguatamente descritta, in apposito studio redatto in fase di piano attuativo o di intervento diretto, la situazione morfologica dell'area di intervento con particolare riferimento alle distanze e al dislivello esistente con gli eventuali corsi d'acqua vicini, oltre che la situazione di drenaggio complessiva.

Pertanto, in fase di progettazione esecutiva si provvederà ad eseguire uno studio di dettaglio della situazione morfologica ed idraulica locale.

Infine per quanto attine al VINCOLO IDROGEOLOGICO FORESTALE R.D N.3267/1923: l'area di studio, come si può osservare dalla Fig. 05, non ricade in nessun area a vincolo idrogeologico R.D n.3267/1923.

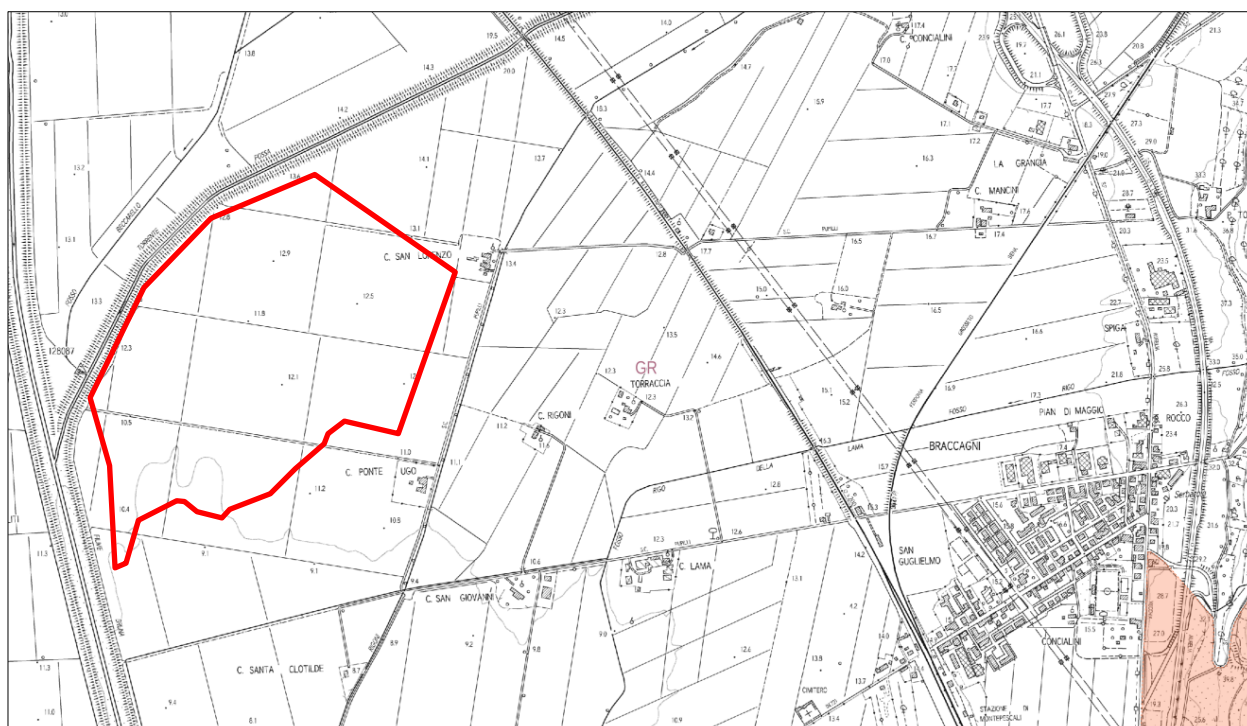


Figura 3 Stralcio Carta del Vincolo Idrogeologico R.D n. 3267/1923 tratto dal SIPT - Regione Toscana -

11. SISMICITA' DELL'AREA

Il Comune di Grosseto, da un punto di vista sismico, viene classificato in ZONA 4, che rappresenta la zona meno pericolosa, dove la probabilità che capiti un forte terremoto è molto bassa e indica la possibilità che i comuni inquadrati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.

Questa appartenenza ha comportato, in base DPGR 53/R una estromissione dalla redazione a livello di piano Strutturale di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello I secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'O.D.P.C.3907/2010.

Pertanto, per tale zona non sono richiesti, in questa fase di procedimento amministrativo quale il Piano Attuativo, approfondimenti inerenti alla riduzione del rischio sismico non fornendo perciò alcun riferimento alla pericolosità sismica.

Ad ogni modo, la consultazione del Database Macrosismico Italiano e le indagini eseguito sul sito, hanno consentito di definire il modello sismico dell'area di stretto interesse. **Nell'Allegato SIA_REL_05 RELAZIONE SISMICA** vengono commentati e riportati i dati di analisi che sono stati utili alla valutazione del rischio sismico locale.

12. CONCLUSIONI

Con il presente studio, sono state verificate le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche dei terreni caratterizzanti un'area sita in agro di Braccagni (GR), su cui è previsto UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI 38.47 MWP IN DC. Lo studio è quindi finalizzato alla definizione delle implicazioni che le lavorazioni che si intendono realizzare avranno rispetto all'equilibrio generale dell'area su cui esse si svilupperanno. Sulla base di quanto riportato ai paragrafi precedenti, si evince quanto segue:

- I terreni caratterizzanti il substrato del sedime di interesse si caratterizzano essenzialmente per litologia prevalentemente psammitica, dotata di buone caratteristiche reologiche.
- La morfologia, risulta pianeggiante con Pericolosità Geologica-Geomorfologica classe G2 – media ma che non comporta problemi dal punto di vista della realizzazione dell'opera.
- Dal punto di vista idraulico, l'area rientra all'interno della zona:

Pericolosità idraulica I2 - media (ai sensi del D.P.G.R. 26/R/2007).

Pertanto, bisognerà attenersi a quanto stabilito dalla normativa vigente, (cfr. cap. 3):

- Le lavorazioni previste in progetto consistono essenzialmente nel posizionamento su terreno di strutture leggere, che prevedono entità esigue di sbancamenti o movimento di terra, che non determinino variazioni della morfologia dei luoghi.

La presenza di suddette aree comporta obbligatoriamente la realizzazione di un sistema di canalizzazione per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche.

Pertanto, alla luce di queste considerazioni e sulla scorta di quanto detto in precedenza, si ritiene che il sito sia idoneo a garantire la fattibilità di quanto previsto nel progetto, purché le opere siano realizzate tenendo conto delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni interessati, così come indicati nell'apposito capitolo precedentemente esposto e si provveda alla realizzazione di opportuni fossi di guardia a protezione degli impianti di progetto.

Montescaglioso, novembre 2023

Il geologo

Dott. Antonio Dibiase

BIBLIOGRAFIA

- Gruppo di lavoro del D.P.T.U Università degli studi di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Pianificazione Territoriale e Urbanistica - D.P.T.U.- Studio finalizzato alla elaborazione del Piano Strutturale Art. 24 L.r. n.5 del 16.01.1995 Grosseto (aprile 2022)

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	6
4. TERRENI DELLA PIANURA DI GROSSETO	14
4.1 I terreni del sito.....	16
5. TETTONICA E ASSETTO STRUTTURALE	17
6. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGICI.....	19
7. GEOMORFOLOGIA GENERALE.....	21
8. ASPETTI LITOTECNICI.....	24
9. MODELLO GEOLOGICO DELL'AREALE DI SEDIME	27
10. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA, ED IDROGEOLOGICA DEL SITO.....	30
11. SISMICITA' DELL'AREA.....	35
12. CONCLUSIONI	36