



# MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la qualità dello Sviluppo  
Divisione V - Sistemi di Valutazione Ambientale



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di  
FOGGIA

**SAN SEVERO "CAPOBIANCO"**  
**54.232 kWp**



|                               |  |   |                                 |
|-------------------------------|--|---|---------------------------------|
| Progettazione e coordinamento | dott. arch. Roberto CARLUCCIO<br>via Nino Bixio 60/b<br>72023 Mesagne (BR) - Italy             | <br>via Napoli n° 363/I<br>70132 Bari - Italy   | Prog. impianto fotovoltaico     |
| Studio Geologico              | dott. geol. Luisiana SERRAVALLE<br>via Puglia n°<br>72027 S. Pietro Vernotico (BR) - Italy<br> | <br>3E Ingegneria srl<br>via G. Volpe n° 92<br>56121 Pisa - Italy                         | Prog. Cavidotto e sottostazione |
| Studio Agronomico             | dott. Alessandro COLUCCI<br>via Monte Sarago n° 3<br>72017 Ostuni (BR) - Italy                 | RUWA srl<br>acqua territorio energia<br>via C. Pisacane n° 25F<br>88100 Catanzaro - Italy | Studio idraulico                |

|  |  |                                |              |          |
|--|--|--------------------------------|--------------|----------|
| Opera  | <b>Progetto di un impianto fotovoltaico di 54.232 kWp nel comune di SAN SEVERO</b> |                                |              |          |
| Oggetto  | Folder<br>B - studio impatto ambientale  |                                |              |          |
|  | Nome elaborato<br>San Severo Capobianco_DOC_A07                                    |                                |              |          |
| Revisione  | Descrizione elaborato<br>Relazione Geologica-Geotecnica-Idrologica                 |                                |              | Scala    |
|  | 11/07/2022   | Oggetto revisione<br>Emissione | Elaborazione | Verifica |
|  | 00/00/2022   | Oggetto revisione              |              |          |
|  | 00/00/2022   | Oggetto revisione              |              |          |
| Codice Pratica<br><b>"San Severo Capobianco"</b> |  |                                |              |          |

## **Normativa di riferimento**

### **Decreto Ministeriale 17.01.2018**

Aggiornamento delle - Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.  
Circolare 2 febbraio 2009.

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

### **Eurocodice 8 (1998)**

#### **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

### **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

### **Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

### **Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

**Leggi regionali** in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

## INDICE

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | PREMESSA.....   | 3  |
| 2.  | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA.....                         | 4  |
| 3.  | ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI IDROGEOLOGICI GENERALI ..... | 8  |
| 3.1 | Inquadramento geologico-strutturale.....                        | 8  |
| 3.2 | Inquadramento stratigrafico.....                                | 10 |
| 3.3 | Inquadramento geomorfologico e idrografico .....                | 13 |
| 3.4 | Inquadramento idrogeologico.....                                | 16 |
| 3.5 | Sismicità del territorio.....                                   | 19 |
| 4.1 | Geologia del sito d'interesse.....                              | 20 |
| 4.1 | Geomorfologia e Idrogeologia del sito d'interesse.....          | 23 |
| 5.  | PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO .....                          | 24 |
| 5.1 | Pericolosità idrogeologica e geomorfologica .....               | 24 |
| 5.1 | Pericolosità sismica .....                                      | 28 |
|     | Stima della Pericolosità sismica di base .....                  | 28 |
| 6.  | MODELLO GEOTECNICO PREVEDIBILE .....                            | 30 |
| 6.1 | Indagini eseguite nell'area.....                                | 30 |
| 5.2 | Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni.....           | 32 |
| 7.  | CONCLUSIONI.....  | 34 |

## 1. PREMESSA

La scrivente Dott. Geol. Luisiana Serravalle ha ricevuto l'incarico per la redazione della relazione geologica nell'ambito del progetto, predisposto dalla società MySun del gruppo METKA EGN, per la realizzazione di un parco fotovoltaico in un agro di San Severo (Foggia).

Questa relazione, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica.

Il Testo unico "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008, aggiornato dal D.M. 17.01.2018, definisce le procedure per eseguire una modellazione geologica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce.

Perciò in ottemperanza alle prescrizioni del suddetto decreto sono state svolte delle indagini per la caratterizzazione dell'area in oggetto, per la definizione del modello geologico del terreno e per la definizione delle caratteristiche geotecniche dello stesso.

Il modello geologico, orientato alla costruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici è stato elaborato avvalendosi di indagini geognostiche e prove di laboratorio eseguite in aree limitrofe.

Il piano d'investigazione del predetto è stato articolato come segue:

- Analisi di documentazione bibliografica costituita da indagini svolte nel territorio per la redazione del PUG di San Severo nello specifico sono stati consultati i dati stratigrafici del sondaggio n. 7, le prove di laboratorio eseguite su n. 2 campioni inidsturbati prelevati nel corso della perforazione del suddetto sondaggio e i dati delle prove sismiche eseguite;
- Analisi delle indagini eseguite nell'ambito della progettazione esecutiva della "Centrale Termoelettrica" in particolare dei n. 4 sondaggi geognostici.

In particolare l'indagine eseguita è stata mirata alla definizione delle successioni stratigrafiche e dei rapporti intercorrenti tra i vari litotipi che direttamente o indirettamente condizionano l'opera in progetto curando in specie:

- la stratigrafia dell'area;
- categoria del suolo e Vs (30);
- presenza o meno di falda d'acqua superficiale;
- le caratteristiche meccaniche del deposito interagente con le strutture;

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area di studio è posta a Sud-Est rispetto al centro abitato di San Severo essa è riportata dalla cartografia ufficiale nella TAVOLETTA IGM "Masseria Faralla" I NE foglio 163 della Carta d'Italia, in scala 1:25000. Il lotto in cui si vuole realizzare l'impianto ricade in una zona pianeggiante posta in sinistra idraulica rispetto al canale Pontesano affluente in sinistra del Torrente Triolo, così come riportato sulla Cartografia IGM in scala 1:25.000 (vedi fig.1), e sulla Carta Idrogeomorfologica predisposta dall'Autorità di Bacino della Puglia.

Catastralmente l'intervento interesserà le seguenti particelle catastali:

| <i>IMPIANTO DI PRODUZIONE</i>                 |   |                  |
|---|---|------------------|
| <b>SAN SEVERO</b>                             | <b>Particelle</b>   | <b>Proprietà</b> |
| Fg. 107                                       | 56-57-72-73-388-389-391-390-23-393-432-435-433-436-434-437-176-493-395-394-44-477-179-439-446 | My Sun           |
| <i>CABINA DI CONSEGNA</i>                     |   |                  |
| Fg. 126                                       | 411   | My Sun           |
| <i>AREA DESTINATA AD OPERE DI MITIGAZIONE</i> |   |                  |
| Fg. 107                                       | 416-417-23  | My Sun           |

L'area d'installazione dei moduli fotovoltaici è localizzabile alle seguenti coordinate WGS 84 UTM 33N:

X: 532058,22

Y: 4603548,14

L'area dell'impianto di produzione ha un'estensione di circa 108 Ha ricadenti nei terreni privati della società MySun.

L'altezza sul livello del mare dell'area in esame è di 75 m circa s.l.m.

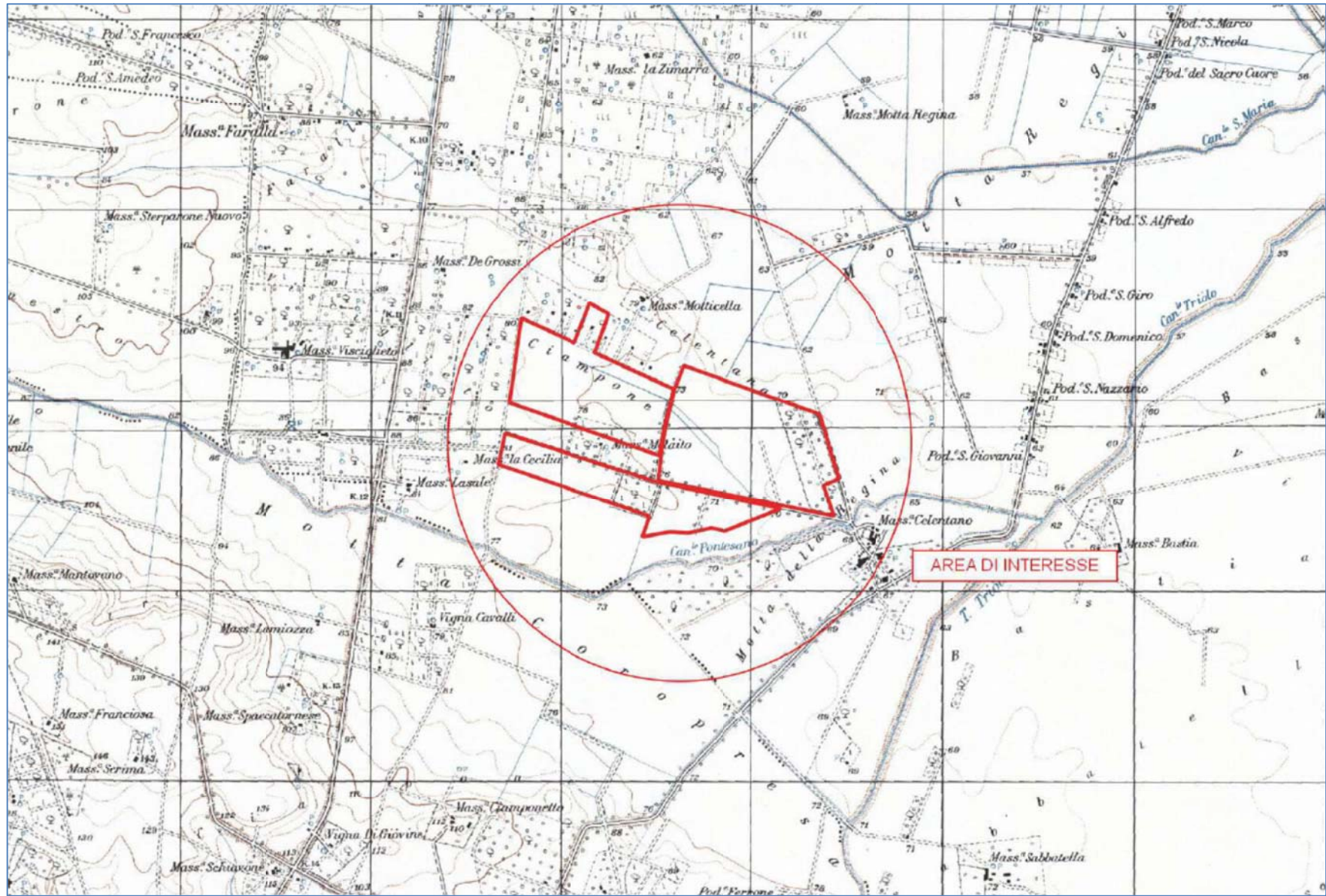


Figura 1: Ubicazione dell'area interessata su IGM fig. 163 I N.E. "Masseria Faralla"

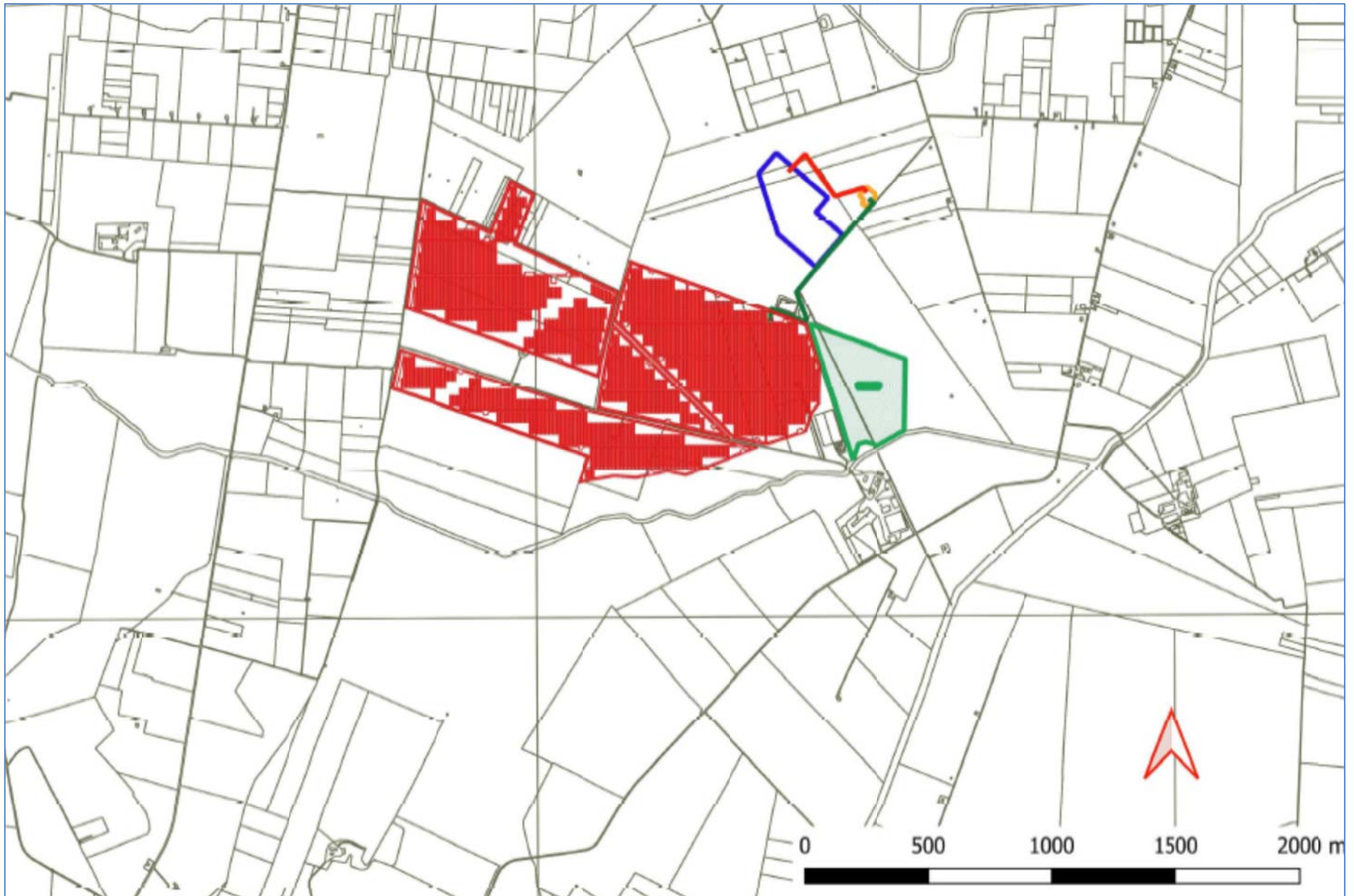
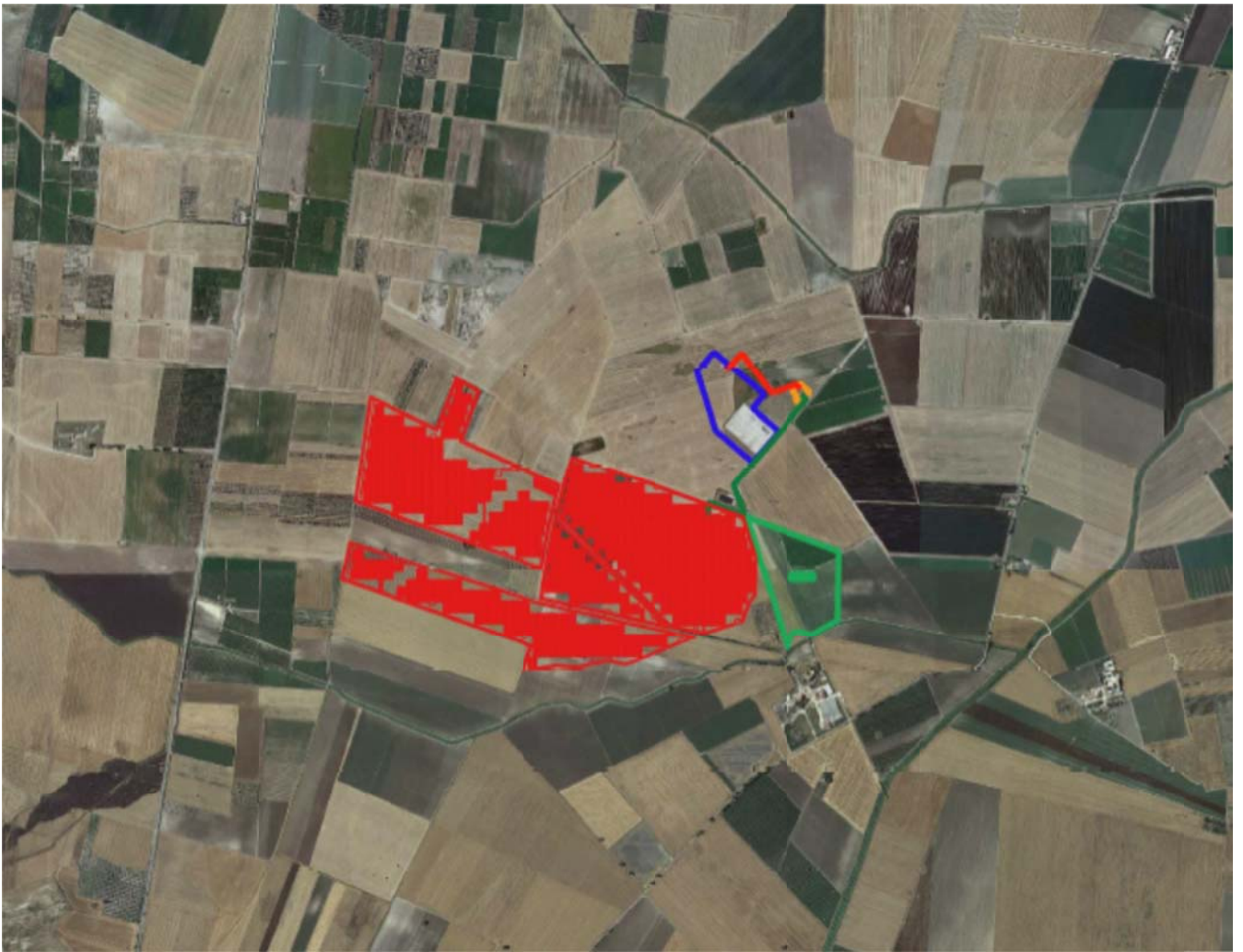


Figura 2: Ubicazione su CTR



**Figura 3: Ubicazione dell'area interessata dall'intervento su ortofoto**



### 3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DROGEOLOGICI GENERALI

#### 3.1 Inquadramento geologico-strutturale

Il territorio di San Severo e dell'intera provincia di Foggia appartiene alla parte settentrionale della Piattaforma Apula, una piattaforma carbonatica (caratterizzata da un iniziale bacino di deposizione mesozoico) che nel corso del tempo ha subito inizialmente un'evoluzione tettonica di tipo compressivo, che ha portato al sollevamento della stessa piattaforma, alla quale è seguita una fase distensiva, che ha portato al suo smembramento e ribassamento in tre bacini.

Tali tre bacini hanno subito un'evoluzione deposizionale differente, individuando le tre aree strutturali dell'Avampaese Garganico a nord, dell'Avampaese della Murgia a sud e dell'Avanfossa Bradanica nella parte centra tra le due precedenti.

L'evoluzione sedimentaria separata tra le tre aree ha infatti portato all'emersione delle due aree di avampaese (Gargano e Murgia) e contemporaneamente alla deposizione della serie plio-pleistocenica nel bacino centrale di avanfossa (attuale Pianura Foggiana).

L'evoluzione tettonica regionale si è manifestata con movimenti di tipo compressivo vergenti da Ovest verso Est che hanno portato la piattaforma appenninica a sovrascorrere sulle serie deposizionali di avanfossa, sollevando tali coltri e generando quello che attualmente rappresenta la fascia sub-appenninica ed appenninica del Foggiano.

Si è delineata, così, la situazione stratigrafico - strutturale attuale in cui si individuano le tre Unità Strutturali:

- Catena;
- Avanfossa;
- Avampaese Apulo-Garganico.



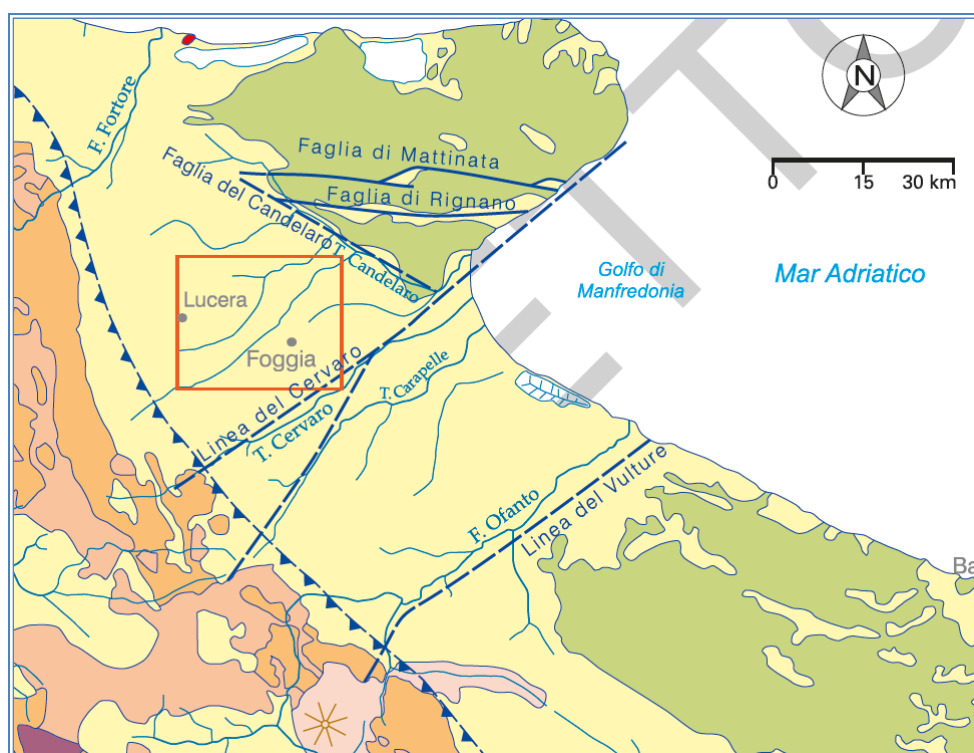
Figura 4: Unità strutturali

La parte centrale, l'Avanfossa Appenninica, è costituita da depositi plio-pleistocenici, poggianti in trasgressione sui calcari pre- pliocenici della Piattaforma Apula, ribassati a gradonata verso SW da un sistema di faglie dirette a direzione appenninica.

Alla fine del Pliocene medio fino a parte del Pleistocene, un'importante fase tettonica di abbassamento del substrato carbonatico provocò una estesa migrazione del bacino e della linea di costa verso NE.

Nello stesso tempo, dal margine della catena appenninica, in via di sollevamento, scivolarono per gravità verso il bacino, cospicue masse "alloctone".

Alla fine del Pleistocene inferiore, invece, un generale sollevamento regionale, più pronunciato sul lato appenninico, determinò la migrazione del mare pleistocenico verso l'attuale linea di costa.



**Figura 5: Schema strutturale regionale dei rapporti fra il dominio di Avanfossa nel quale ricade il F° 408, il dominio di Catena e quello di Avampaese**

L'area del Foglio CARG n. 408 " Foggia" comprende sia settori appartenenti al dominio geodinamico-strutturale dell'Avampaese apulo sia al dominio della Fossa bradanica. Il primo comprende un tratto del margine occidentale del Promontorio del Gargano, costituito in prevalenza da rocce carbonatiche autoctone mesozoiche, interessate da strutture legate a deformazione di natura fragile prodottesi in prevalenza durante il Terziario, in seguito alle diverse fasi deformative che hanno determinato l'orogenesi appenninico-dinarica; il secondo corrisponde ad un tratto della Fossa bradanica colmata da depositi plio-pleistocenici silicoclastici marini e continentali .

In particolare l'area di avanfossa registra la tettonica attiva nel Plio-Pleistocene la quale è stata caratterizzata da due distinte fasi di evoluzione geodinamica: una marcata subsidenza (circa 1

mm/anno nel Pliocene - Pleistocene inferiore) connessa alla subduzione appenninica ed un sollevamento (circa 0,5 mm/anno nel Pleistocene medio-superiore) tuttora attivo.

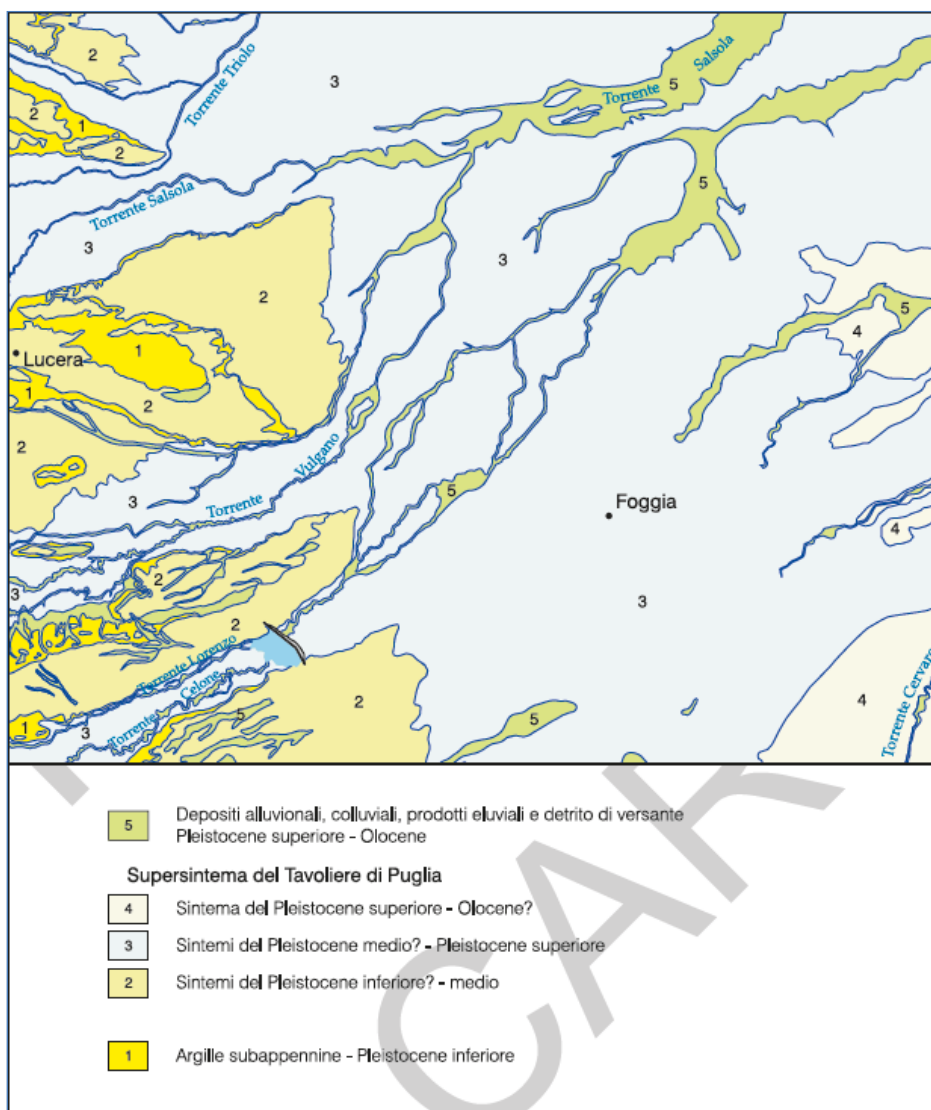
- La fase di subsidenza è segnata a livello regionale dalla sedimentazione della Calcarenite di Gravina e delle Argille subappennine (Ciaranfi et al., 1979; 1983). Evidenze di tettonica sinsedimentaria durante questa fase sono riscontrabili lungo tagli ferroviari o stradali dove è possibile osservare alcune faglie dirette ad attività sinsedimentaria in relazione alla deposizione della Calcarenite di Gravina (Pliocene superiore).
- La fase di uplift regionale (Pleistocene medio-superiore) è testimoniata dai depositi regressivi della Fossa bradanica e dai depositi marini terrazzati che si rinvergono, dai più antichi ai più recenti, a quote decrescenti sul livello del mare (Tropeano *et al.*, 2002). Nell'area in esame tale fase di sollevamento è segnata chiaramente dalla presenza di depositi marini e continentali terrazzati che marcano la graduale riemersione di questo settore di transizione.

### **3.2 Inquadramento stratigrafico**

La geologia dell'area in esame è stata ricavata sia dall'analisi della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio n°163 Lucera (1963) del Servizio Geologico d'Italia e dalla Carta Geologica 1:50.000 Foglio n° 408 Foggia (2010) del Progetto CARG.

Nel Foglio CARG n. 408 "Foggia", le formazioni geologiche affioranti vengono raggruppate in alcune macro-unità distinte in base all'età, alla litologia e all'ambiente di sedimentazione; esse sono:

- ✓ *Unità Carbonatiche mesozoiche della Piattaforma Apula;*
- ✓ *Unità mioceniche;*
- ✓ *Unità di Avanfossa;*
- ✓ *Supersintema del Tavoliere di Puglia;*



**Figura 6: Distribuzione areale delle unità litostratigrafiche quaternarie affioranti nel F°408**

Di seguito vengono descritte le formazioni geologiche affioranti nell'area compresa nel F° 408 CARG:

#### SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)

Sintema di Vigna Bocola – Subsintema di San Severo (TPB1) - Sabbie e arenarie giallastre ed argille grigie e verdastre (Fig. 4). Si tratta di una successione marina e di transizione con un chiaro trend regressivo. La base trasgressiva è rappresentata da circa 5 m di alternanze argilloso-siltoso- sabbiose deposte in una laguna costiera. Verso l'alto si passa repentinamente a sabbie da grossolane a fini di ambienti marini relativamente profondi (shoreface inferiore) in un contesto di baia aperta. Verso l'alto si torna a condizioni di baia ristretta e ad ambienti via via più prossimali fino a sabbie a laminazione incrociata ed argille brunastre superiori che rappresentano già ambienti di transizione al continentale. Si rinviene in erosione sulle argille subappennine e sul sintema di Cava Petrilli a circa 55-60 m s. l. m.. Spessore circa 40 m. (Pleistocene Medio)

Sintema di Masseria la Motticella – Subsintema di Amendola (MLM1) - Sabbie giallastre e silt argillosi. Si tratta di una successione marina con un chiaro trend regressivo. È rappresentata da un complesso sabbioso depositatosi quasi interamente in una shoreface inferiore al passaggio all'offshore dominata solo episodicamente dall'azione delle onde. Solo la porzione superiore (circa 10 m) possiede caratteri di maggiore prossimalità (shoreface media e superiore) espressi dall'azione di intensa rielaborazione ad opera delle onde di tempesta. La parte superiore (4 m), completamente affiorante, è rappresentata da depositi sabbiosi fossiliferi di shoreface superiore. Si rinviene in erosione sulle Argille subappennine e sul subsintema di San Severo a circa 23-25 m s.l.m.. Spessore circa 35 m. (Pleistocene Medio-Superiore?)

Sintema di Motta del Lupo (TLP) - Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre. È costituito, dal basso verso l'alto da: -argille e silt di colore verdastro a laminazione piano-parallela (8 m); - argille brune e verdi con rare lamine siltose (circa 22 m di spessore). È interpretabile come un deposito di piana alluvionale; nella porzione inferiore dominano argille, sabbie e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale con condizioni idrodinamiche anche di moderata energia; verso l'alto si rinvencono argille brune e verdi di ambienti alluvionali associati ad aree marginali di esondazione o paludose con acqua stagnante. In discordanza sulle seguenti unità: Calcari di Monte Acuto, formazione di Masseria Belvedere, Calcarenite di Gravina, sintema di Cava Petrilli, sintema di Vigna Bocola, sintema di Masseria la Motticella e sintema di Foggia. Spessore di circa 30 m. (Pleistocene Superiore)

Sintema di Masseria Finamondo (TPF) - Argille grigie e nerastre. È costituito, dal basso verso l'alto, da: - sabbie ben selezionate a laminazione piano parallela ed incrociata a basso angolo (2 m); - alternanze ghiaioso-sabbiose (circa 2 m di spessore); - argille brune ben laminate con abbondante contenuto in terra rossa (circa 8 m di spessore), - argille brune (13 m) con livelli sabbiosi e siltosi presenza di materia organica: - argille nerastre cementatissime e silt con abbondanti concrezioni calcaree di origine diagenetica. Dal punto di vista paleoambientale, la base (primi 2 m) è ascrivibile ad ambienti marini di transizione (tipo baia). In erosione, si rinvencono sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale che passano via via verso l'alto prima ad argille nerastre di palude con abbondante contenuto in materia organica ed infine ad argille e silt di ambiente alluvionale (probabilmente connessi ad aree marginali di esondazione). In erosione sul sintema di Motta del Lupo, sui sintemi e sui depositi più antichi (formazione di Masseria Belvedere e probabilmente Argille subappennine). Spessore di circa 27 m. (Pleistocene Superiore)

Deposito alluvionale recente ed attuale (b) - Sabbie, limi e argille nerastre all'interno delle principali incisioni. In prossimità del Promontorio del Gargano ed all'interno delle valli fluvio-carsiche sono presenti clasti carbonatici con diametro variabile da 2 mm a 5-10 cm, diffusi o concentrati in lenti. Poggiano sui depositi alluvionali di conoide terrazzati ed in copertura sulle unità più antiche. Spessore:

massimo 5 metri. (Olocene).

Di seguito, in Figura, vengono riportate le sequenze e i rapporti stratigrafici delle formazioni appena descritte.

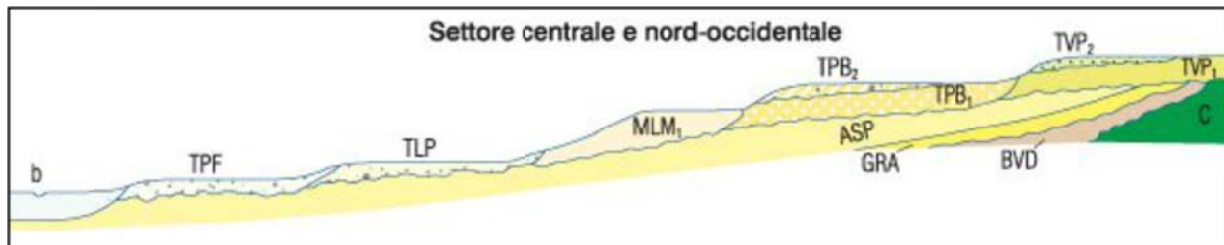


Figura 7: Rapporti stratigrafici dei depositi del Supersistema del Tavoliere di Puglia

### 3.3 Inquadramento geomorfologico e idrografico

Il paesaggio dell'area di nostro interesse corrisponde a un tratto del settore centrale del Tavoliere delle Puglie e presenta gli aspetti di un modellamento fluviale di tipo policiclico, caratterizzato da superfici pianeggianti variamente estese intagliate da analoghe forme più recenti che costituiscono vari ordini di terrazzi ben riconoscibili nei profili longitudinali e trasversali degli ampi interfluvi dell'alto bacino idrografico del Torrente Candelaro e dei suoi affluenti. Dal punto di vista genetico, tali superfici corrispondono a lembi relitti di superfici strutturali, impostate su depositi terrigeni sabbiosi e/o ghiaiosi, di origine marina (piane di regressione) o fluviale (piane alluvionali) (Moretti et al., 2011).

Le superfici relitte dei terrazzi fluviali più recenti sono situate a quote via via decrescenti nelle parti medio-basse degli ampi fondovalle solcati dai locali corsi d'acqua. Sull'intera area del Foglio CARG n. 408 sono stati riconosciuti tre ordini di superfici alluvionali convergenti a gradinata verso l'attuale piana di fondo valle, situate rispettivamente a quote intorno ai 90, ai 70 e ai 60 m, con pendenze sia verso l'asta fluviale sia verso la foce. L'area in esame si colloca su di un terrazzo di ordine inferiore.

Nell'area di studio le quote topografiche decrescono con un gradiente molto basso, determinando delle pendenze blande (foto).



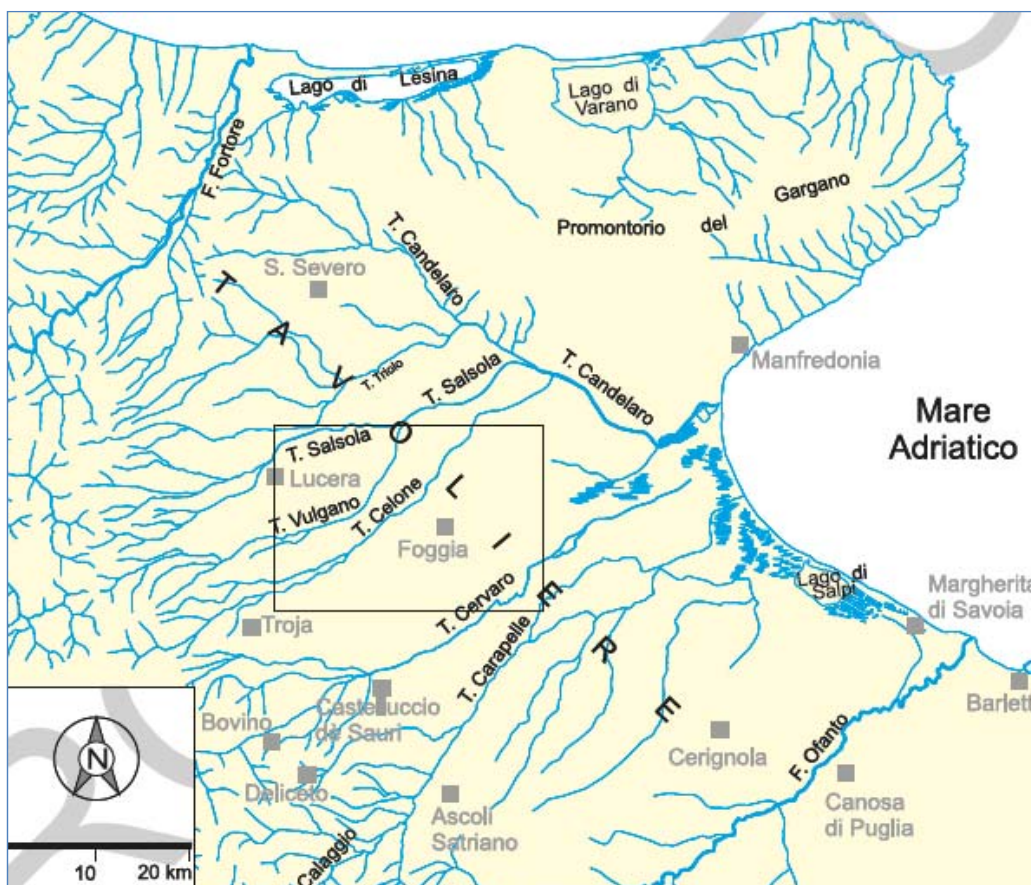
**Foto 1**



**Foto 2**



**Foto 3**



**Figura 8: Principali elementi idrografici del Tavoliere di Puglia**

L'area non può essere considerata priva di idrografia superficiale essendo la stessa caratterizzata da più di un sistema fluviale (Fig. 8).

Localmente l'area è caratterizzata dal Torrente Triolo, e da alcuni suoi tributari: Canale Venolo, Canale Ferrante e Canale S. Maria. Questi vengono intercettati dal Torrente Candelaro, che scorre da NW verso SE costeggiando il Promontorio del Gargano e riversa le proprie acque nel Golfo di Manfredonia poco a sud di questa città.

I corsi d'acqua sono l'elemento caratterizzante di questa porzione del Tavoliere. Essi nascono dall'Appennino e, nel settore più occidentale, a ridosso dei rilievi del Subappennino Dauno, scorrono in direzione ONO-ENE per poi subire una piccola deviazione verso NE ed immettersi, per la maggior parte, nel torrente Candelaro. Nella porzione più orientale del Tavoliere centrale, che parte dai 100 m di quota e si raccorda con la piana costiera attuale, i corsi d'acqua che oggi la solcano, nel passato dovevano divagare a lungo prima di immettersi nel torrente Candelaro, come testimoniano i numerosi tratti di paleo alvei con andamento meandriforme.

Nel corso degli ultimi due secoli le variazioni di percorso di questi torrenti sono state anche determinate dalle numerose opere di sistemazione idraulica, che si sono succedute, a volte, con effetti contrastanti.



### **3.4 Inquadramento idrogeologico**

L'Unità idrogeologica del Tavoliere è delimitata inferiormente dal corso del fiume Ofanto, lateralmente dal Mare Adriatico e dall'arco collinare dell'Appennino Dauno, superiormente dal basso corso del Fiume Saccione e dal corso del Torrente Candelaro; quest'ultimo la separa dall'unità Garganica.

Gli affioramenti principali sono depositi quaternari in prevalenza in facies alluvionale e lacustre; nelle zone marginali occidentali localmente si rinvengono, in affioramento, argille grigio-azzurre della serie pliocenico-calabrianica.

Nel Tavoliere sono riconoscibili tre sistemi acquiferi principali (di cui uno di tipo carsico fessurativo):

1. l'acquifero superficiale, circolante nei depositi sabbioso-conglomeratici marini ed alluvionali pleistocenici;
2. l'acquifero profondo, circolante in profondità nei calcari mesozoici nel basamento carbonatico, permeabile per fessurazione e carsismo; la circolazione idrica si esplica in pressione e le acque sotterranee sono caratterizzate da un elevato contenuto salino;
3. orizzonti acquiferi intermedi, interposti tra i precedenti acquiferi, che si rinvengono nelle lenti sabbiose artesiane contenute all'interno delle argille grigio-azzurre (complesso impermeabile) del ciclo sedimentario plio-pleistocenico.

Con riferimento all'area in esame, l'acquifero carbonatico è situato ad una profondità tale (oltre 1000 m dal p.c.) da renderne difficoltoso ed antieconomico lo sfruttamento.

Nell'ambito del banco delle Argille Subappennine, da considerarsi nel complesso a ridotta permeabilità, sono rinvenibili livelli di diversa potenza di sabbie più o meno limose. Tali livelli assumono nell'area in esame spessori variabili, ma comunque dell'ordine massimo della decina di metri.

In seno a tali livelli a maggiore permeabilità si esplica una circolazione idrica in condizioni confinate. Tale manifestazione idrica, che nel PTA Regione Puglia viene denominata "acquifero intermedio del Tavoliere", nell'area in esame assume caratteri di artesianità con risalienza fino ad alcune decine di metri sotto il p.c.. Le quote a cui si rinvengono tali manifestazioni acquifere sono, per quanto desumibile dai dati disponibili, comprese tra -150 e -240 m s.l.m., corrispondenti, in prossimità dell'area di interesse, a profondità dal p.c. tra 200 e 300 m.

Le acque sotterranee in argomento risultano generalmente poco mineralizzate, mentre scendendo a profondità maggiori di 500 m è possibile rinvenire acque fortemente mineralizzate. Esse nel Tavoliere centrale vengono frequentemente captate e destinate ad uso irriguo.

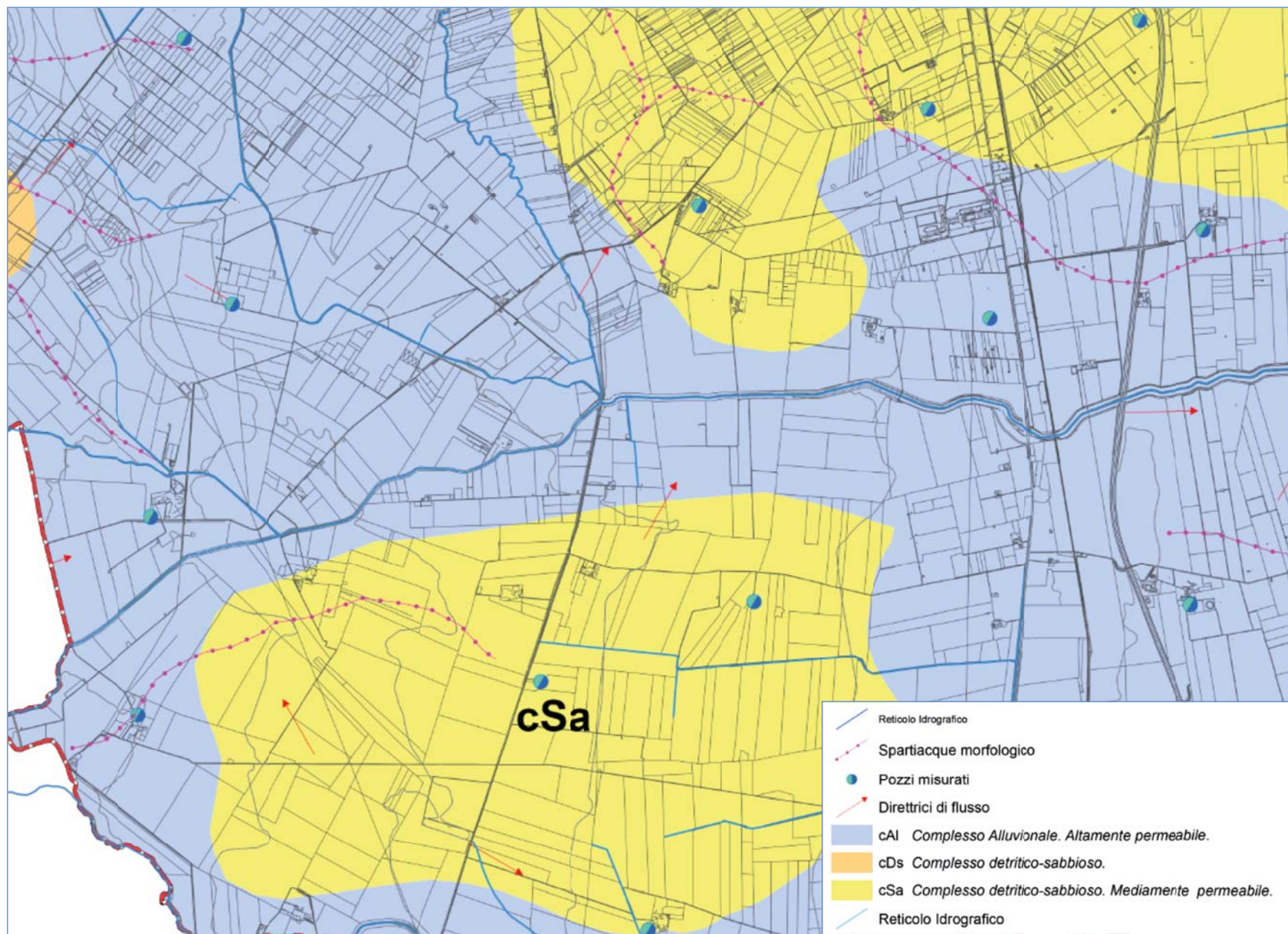


Figura 9: Stralcio carta idrogeologica PUG San Severo

A tutt'oggi si registra una carenza di dati bibliografici sull'acquifero in questione tanto da non consentire una ricostruzione esauriente del quadro geologico, specialmente per l'aspetto riguardante l'estensione areale dei livelli sabbioso-limosi rinvenuti e i loro eventuali rapporti con le formazioni permeabili affioranti al bordo del Tavoliere. Molte delle informazioni disponibili provengono dalle stratigrafie di pozzi profondi finalizzati alla ricerca di idrocarburi.

Il modello della circolazione idrica interessante le lenti artesiane, dal riconoscimento delle modalità della loro alimentazione alla valutazione delle velocità di filtrazione e dei tempi di residenza delle acque in esse circolanti, è stato ipotizzato da alcuni autori (in particolare da Cotecchia *et al.*, 1995 e Maggiore & Pagliarulo, 2004) attraverso l'ausilio di metodologie geochimiche ed isotopiche.

Riguardo le modalità di alimentazione di questa falda, la presenza ad ovest del Tavoliere, sui primi rilievi dell'Appennino dauno, di estesi affioramenti di terreni sabbiosi i cui strati si incuneano sotto i terreni argillosi costituenti la formazione delle argille azzurre, ha, in un primo momento, fatto ipotizzare che tali litotipi, così disposti, potessero fornire alimentazione alla circolazione individuata nelle lenti.

Tuttavia oggi è maggiormente accreditata la tesi che tali lenti, ricevano invece alimentazione, laterale o dal basso, dalle acque presenti nel massiccio carbonatico murgiano, che, a partire dal confine con il Tavoliere, sprofonda a gradinata, immergendosi sotto la coltre argillosa (Cotecchia *et al.*, 1995).

Per quanto riguarda la vulnerabilità, oltre 200 m di argilla e la lenta circuitazione proteggono l'acquifero nelle lenti sabbiose da ogni contatto con agenti inquinanti esterni.

L'acquifero superficiale si rinviene nei depositi quaternari che ricoprono con notevole continuità la sottostante formazione delle Argille subappennine.

In generale nell'area di studio si evidenzia l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi permeabili, ed acquiferi intercalati da livelli limo-argillosi, a luoghi sabbiosi, a minore permeabilità comunque idraulicamente interconnessi.

Il basamento di questo acquifero superficiale è rappresentato dalla formazione impermeabile argillosa di base.

I carichi piezometrici raggiungono valori di 200 ÷ 300 m s.l.m. nelle zone più interne, per poi ridursi a pochi metri spostandosi verso la costa, risultando oggi talora sensibilmente inferiori al livello medio mare a causa dei sensibili attingimenti in atto. La superficie piezometrica subisce sensibili escursioni nell'arco dell'anno, raggiungendo oscillazioni stagionali dell'ordine anche della decina di metri.

Circa le modalità di alimentazione della falda superficiale, un contributo importante proviene dalle precipitazioni. Le zone di alimentazione della falda sono rappresentate dalle aree costituite da terreni sabbioso-conglomeratici affioranti in prevalenza nella parte medio-alta della piana. La falda circola

generalmente a pelo libero, con spessori dei terreni di copertura che si attestano su valori medi di 5 ÷ 10m, ma in estese aree prospicienti la costa adriatica ed il finitimo Gargano (basso Tavoliere), la circolazione idrica si esplica in pressione.

### 3.5 Sismicità del territorio

Dal punto di vista sismico, San Severo, ricade in un distretto geografico compreso tra due regioni ad alto rischio sismico: l'Appennino meridionale e il Promontorio Garganico.

Diversi sono stati gli eventi sismici di una certa intensità che hanno interessato l'intera provincia di Foggia nel corso dei secoli; fra i più antichi vanno menzionati quello del 493 d.C. e quello del 1627, quando, dal 30 luglio al 6 settembre, si susseguirono 4 scosse di intensità epicentrale valutata tra l'XI e il IX grado M.C.S.

L' Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale e in tale quadro il Comune di San Severo ricade in zona sismica 2: un'area caratterizzata da valori di accelerazione del suolo ( $a_g$ ) compresa tra 0.05 e 0.15 m/s.

L'O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 ha definito i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)"

La mappa riportata di seguito individua la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s (ovvero categoria A).

Nella seguente tabella è individuata ciascuna zona secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

| zona sismica | Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g/g$ ] | Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta 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   |

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, ora aggiornato dal D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

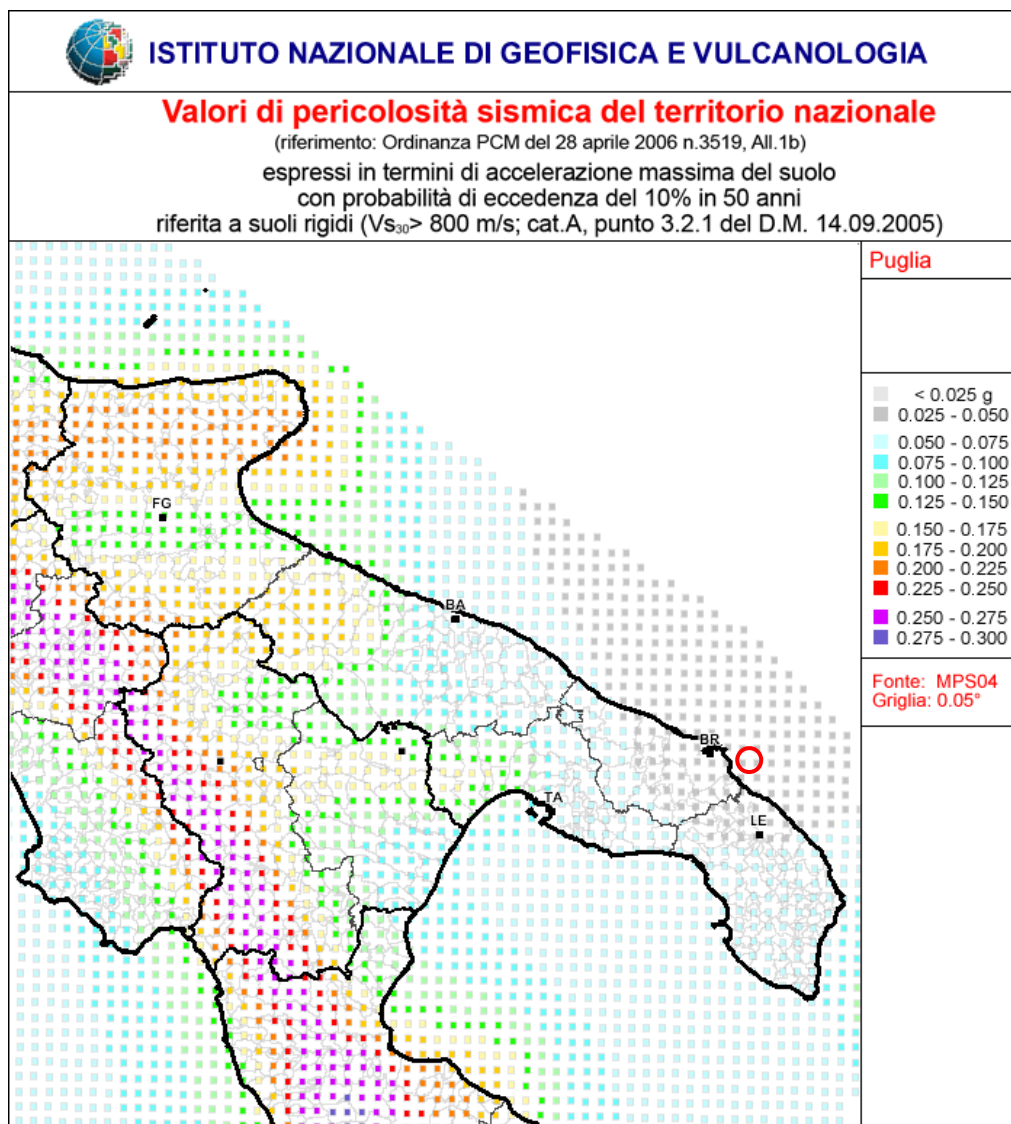


Figura 10: Valori di pericolosità sismica

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO

##### 4.1 Geologia del sito d'interesse

Come già detto l'area oggetto d'intervento ricade nel Foglio CARG n. 408 "Foggia". Le formazioni geologiche affioranti vengono raggruppate in alcune macro-unità distinte in base all'età, alla litologia e all'ambiente di sedimentazione ossia:

- ✓ Unità Carbonatiche mesozoiche della Piattaforma Apula;
- ✓ Unità mioceniche;
- ✓ Unità di Avanfossa;
- ✓ Supersintema del Tavoliere di Puglia

Nel sito di nostro interesse, affiorano esclusivamente termini formazionali appartenenti al Supersistema del Tavoliere di Puglia, mentre ad alcuni metri di profondità è possibile ritrovare le Argille subappennine della Unità di Avanfossa.

Nello specifico dal punto di vista stratigrafico l'area è caratterizzata da:

- *depositi sabbioso-limosi in superficie, a luoghi sormontati da spessori variabili di terreno vegetale e/o di riporto con materiale limoso di natura organica appartenenti al Sistema di Motta del Lupo (TLP) o al Sistema di Masseria la Motticella – Subsistema di Amendola (MLM1);*
- *un substrato limoso-argilloso che rappresenta la porzione più impermeabile ossia il letto della falda superficiale (Argille subappennine ASP).*

In generale i terreni sono ascrivibili alle unità quaternarie del Tavoliere delle Puglie, nel sistema di Motta del Lupo, caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati del VI ordine costituiti da sabbie fini alternate a peliti sottilmente stratificate. Sono riferibili ad aree di piana alluvionale o ad aree di esondazione. Poggia in erosione sulle argille subappenniniche della Fossa Bradanica, costituite da silt argillosi e marne siltose grigie a stratificazione poco evidente, con intercalazioni di argille siltose e, verso l'alto, di sottili strati di sabbia medio fine. Gli spessori osservabili variano da alcuni metri a circa 50m.

Secondo quanto riportato nel foglio 163 "Lucera" (1963) i terreni dell'area d'intervento sono ascrivibili alla Formazione delle Sabbie di Serra-capriola (Qc) costituite da sabbie giallastre, a grana più o meno grossa, più o meno cementate, a stratificazione spesso indistinta con intercalazioni lentiformi di conglomerati grossolani e di argille. La presenza di abbondante macrofauna a gasteropodi e lamellibranchi (*Ostrea*, *Pecten*), microfauna a *Bulimina marginata*, *Ammonia beccarii*, fa risalire il deposito al Calabriano - Pliocene superiore.

Per le finalità del presente lavoro ovvero per la ricostruzione stratigrafica del sito e caratterizzazione geotecnica dei sedimenti che condizioneranno le strutture, si fa riferimento allo studio geologico eseguito per la redazione del PUG di San Severo e alla campagna di indagini geognostiche svolte nell'ambito del "Progetto Esecutivo" della Centrale Termoelettrica.

In particolare, relativamente al PUG si è fatto riferimento al sondaggio n.7 realizzato in zona ASI e spinto fino alla profondità di 25m da p.c.; relativamente al progetto della Centrale si dispone di quattro perforazioni, del diametro di 110 mm, profonde 10 m dal piano campagna, adibite a piezometri e prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati in corso di perforazione.

Dall'analisi dei suddetti carotaggi è stato possibile ricostruire la stratigrafia caratteristica del sito di intervento, la quale, in linea di massima, è rappresentata da:

- ✓ **Terreno vegetale e/o materiale di riporto limo-argilloso ;**
- ✓ **Sabbia, sabbia limosa e limi.;**
- ✓ **Limo e limo argilloso**

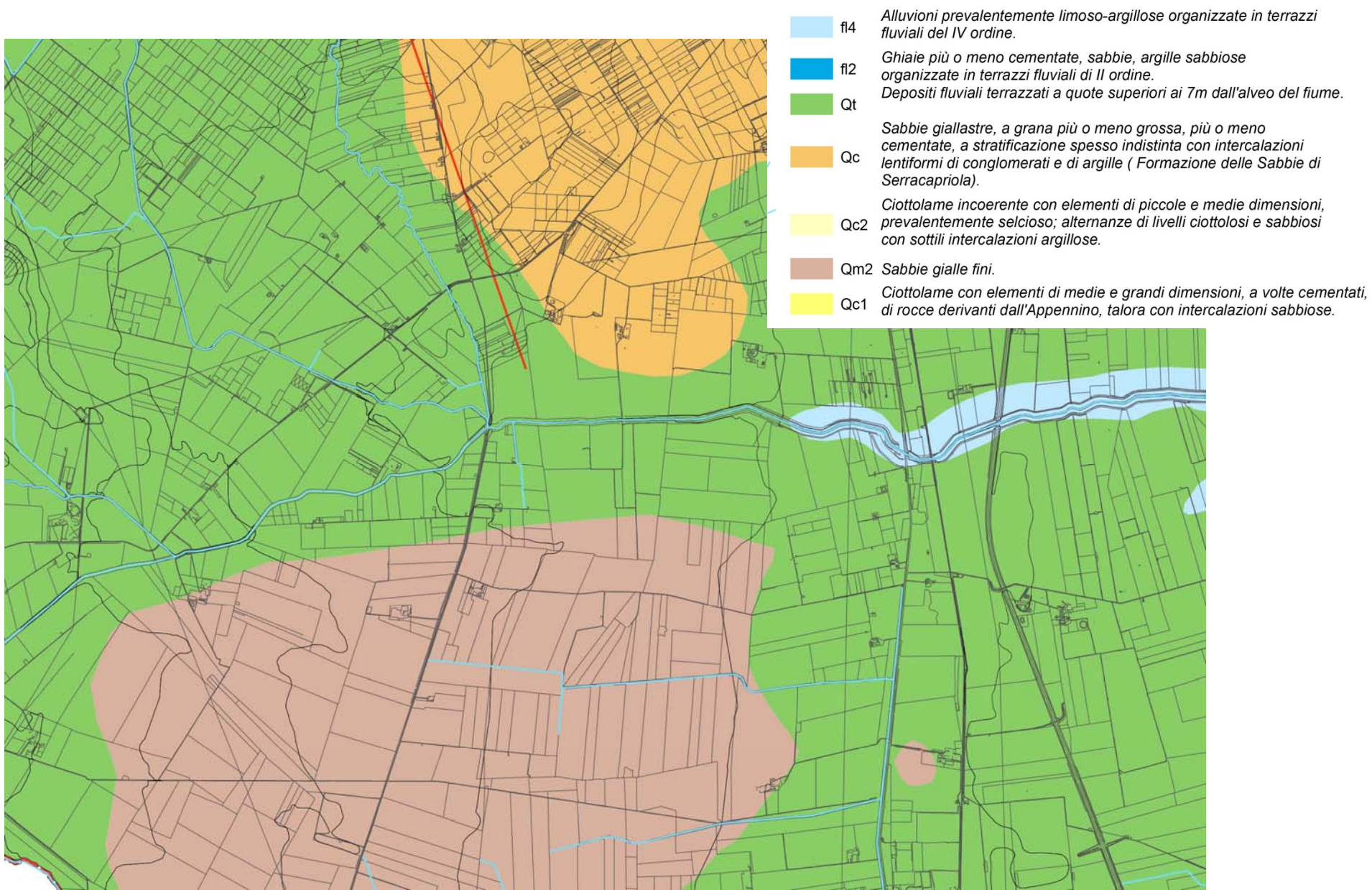


Figura 11: Stralcio della carta geologica "PUG di San Severo"

#### **4.1 Geomorfologia e Idrogeologia del sito d'interesse**

Dall'esame della cartografia risulta che l'area oggetto di interesse ricade morfologicamente nella porzione di territorio pianeggiante, nella parte settentrionale della pianura Tavoliere delle Puglie, a monte della confluenza "I Tre Canali" in cui confluiscono il Canale Triolo, il Canale S.Maria e il Canale Ferrante, così come rappresentato nella Carta Idrogeomorfologica della Puglia,

Dal punto di vista idrogeologico i seguenti terreni che si succedono in profondità sono rappresentati da: *un basamento **impermeabile** costituito da argille azzurre; il ciclo sedimentario pliocalabriano sormontato da sabbie gialle; una seconda serie di argille sabbiose grigioazzurre e sabbie, sempre del Calabriano; infine, rocce conglomeratiche che in molte zone si presentano senza soluzione di continuità con i depositi recenti del Tavoliere.*

Pertanto si configura la presenza di tre acquiferi principali:

- ✓ l'acquifero poroso superficiale, circolante nei depositi sabbioso- conglomerati marini ed alluvionali pleistocenici;
- ✓ l'acquifero poroso intermedio, impostato nelle lenti sabbiose contenute all'interno delle argille grigio-azzurre con circolazione idrica che si esplica in pressione a circa 150-200m da p.c. e il cui l.s. si attesta a circa 30-40 m da p.c.;
- ✓ l'acquifero profondo, circolante in profondità (circa 1000m da p.c.) nei calcari mesozoici nel basamento carbonatico, permeabile per fessurazione e carsismo con circolazione idrica che si esplica in pressione;

**Acquifero poroso superficiale** (livello freatico variabile da 1,5m da p.c. a max 6m)

I terreni in cui ha sede la falda freatica superficiale sono prevalentemente di natura sabbioso-limosa e, secondo il modello sviluppato mediante l'ausilio di software, presentano:

- Coefficiente di permeabilità  $K 5,32 \times 10^{-5}$  m/s
- Trasmissività  $T 2,7132 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s

**Acquifero poroso intermedio** (livello statico si attesta a circa 30-40 m da p.c.) )

Per l'acquifero poroso intermedio, dati di bibliografia indicano valori medi di trasmissività pari a  $1,38 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s e valori medi di permeabilità pari a  $3,9 \times 10^{-6}$  m/s.

**Il livello freatico dell'acquifero superficiale, nel sito interessato dal progetto oscilla fra 3 m - 4,5 m da p.c.**



## 5. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO

### 5.1 Pericolosità idrogeologica e geomorfologica

La consultazione della cartografia del PAI vigente per la verifica delle aree a pericolosità geomorfologica idraulica e a rischio idraulico ha evidenziato che il sito interessato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricade in area a pericolosità geomorfologica media PG1 e in piccola percentuale in area ad alta pericolosità (come evidenziato nella planimetria riportata in Fig. 12).

La pericolosità geomorfologica PG1 rimanda a quanto prescritto al comma 1 dell'articolo 15 "Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica PG1" delle NTA del PAI della Regione Puglia ossia: "Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

Il rilevamento di campagna, affiancato dall'indagine di fotogeologia ha permesso di verificare l'assenza di segnali o forme del rilievo che possano far presumere fenomeni di scorrimenti o casi di colamenti pertanto considerando la bassa acclività del piano campagna si suppone che il rischio di frane, voragini o instabilità dei versanti è assente o estremamente basso.

La pericolosità PG1 individuata dal PAI induce a ipotizzare che potrebbero innescarsi dissesti in considerazione delle scadenti caratteristiche litotecniche dei litotipi affioranti, pertanto si consiglia di porre in atto delle misure precauzionali che possono garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di pericolosità.

Inoltre, dovrà essere limitata al massimo l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio; L'intervento non deve costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità geomorfologica.

Per quanto concerne la presenza della pericolosità idraulica si fa riferimento a quanto prescritto dall'articolo 7 "Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica" delle NTA del PAI della Regione Puglia. Nelle aree ad alta probabilità di inondazione, oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

- a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla
- c) natura dell'intervento e al contesto territoriale; interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

**d)** interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell’Autorità di Bacino;

**e)** interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

**f)** interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell’art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

**g)** adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

**h)** ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

**i)** realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

**2.** Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l’AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell’area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h) e i).

Inoltre, considerata la vicinanza delle aree di intervento ai corsi d'acqua riportati nell'IGM e nella Carta Idrogeomorfologica si fa riferimento a quanto prescritto dall' art. 6 *“Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali”* delle NTA del PAI. In particolare, il *comma 1* dell'Art. 6, definisce che: *“Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.”*, al *comma 7* definisce che *“ Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.”*

Al fine di valutare la compatibilità idraulica a corredo degli interventi per la realizzazione di un impianto fotovoltaico, senza che si verifichi un aumento delle condizioni di rischio idraulico nel territorio circostante, in accordo con la normativa vigente, è stato redatto uno studio idraulico secondo le procedure previste nel Piano di Bacino, Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Puglia.

Lo studio, basato a monte su una modellazione afflussi – deflussi e quindi a valle su un modello idrodinamico bidimensionale di maggior dettaglio ha permesso di simulare al meglio la propagazione dei deflussi sul territorio utilizzando un modello digitale del terreno con cella di 1 m disponibile nella zona e rilevato con tecnica lidar (cfr. Studio di compatibilità idraulica allegato al progetto definitivo).

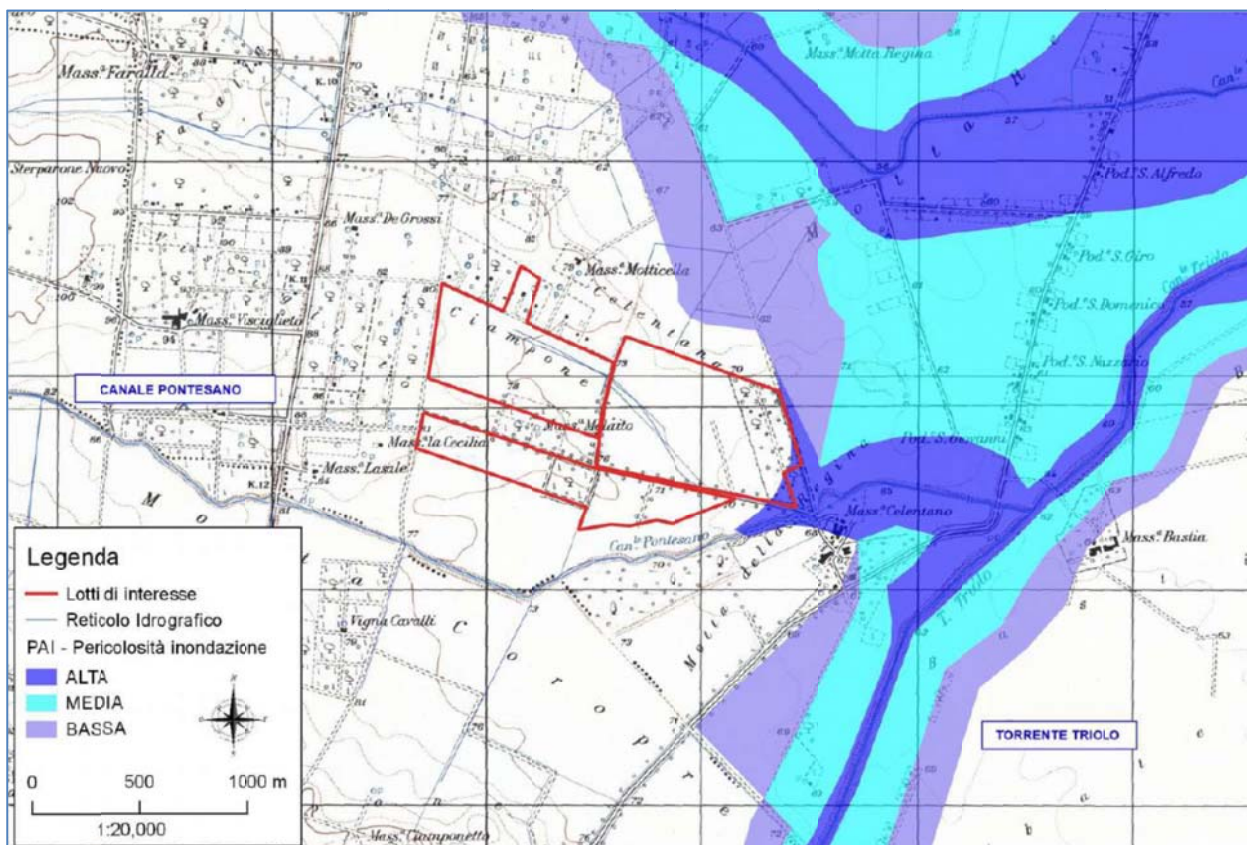


Figura 12: Inquadramento area oggetto di studio con aree perimetrare PAI e reticolo idrografico

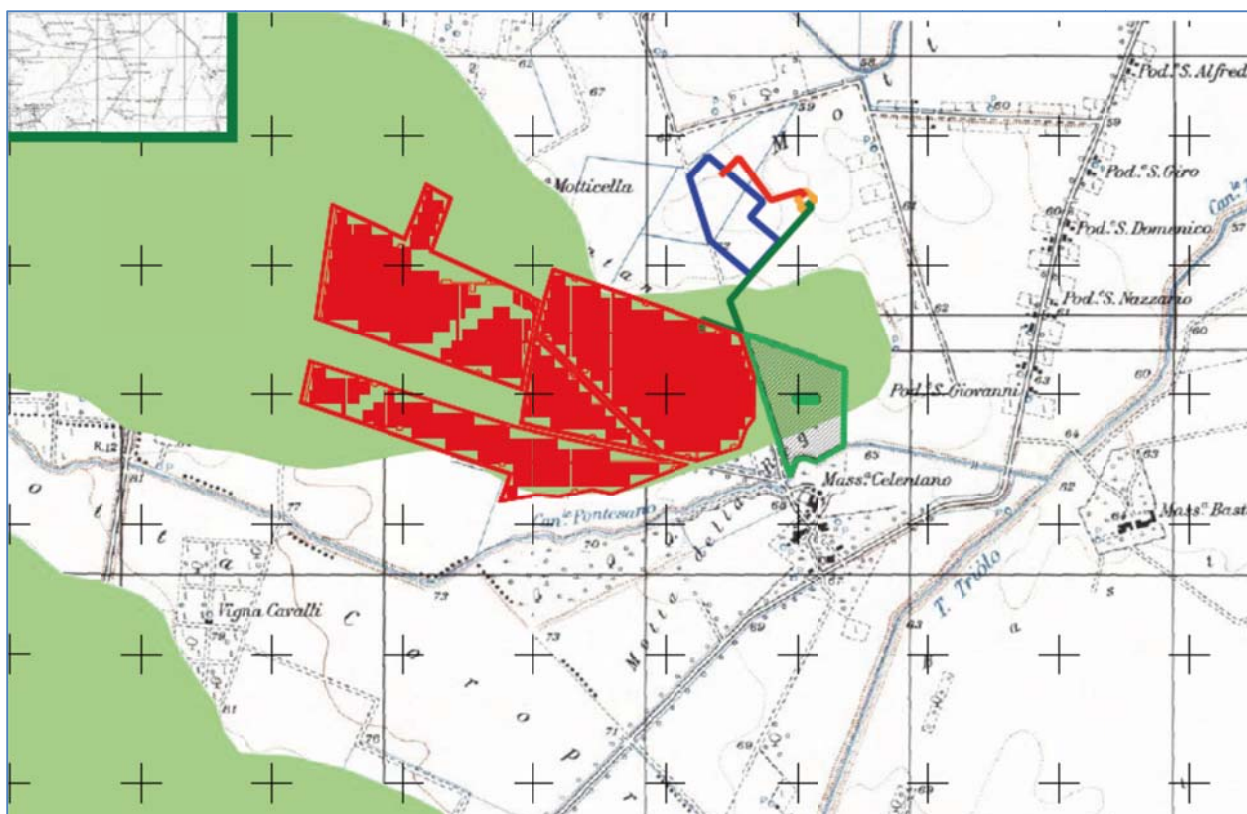


Figura 13: Inquadramento area oggetto di studio con aree perimetrare PAI a pericolosità geomorfologica PG1

## 5.1 Pericolosità sismica

Il comune di San Severo è pertanto il sito interessato dal progetto, dal punto di vista sismico, è classificato dall'OPCM3274 del 23.03.2003 come zona "2" che ribadiamo è caratterizzata da valori di accelerazione del suolo (ag) orizzontale compresa tra 0.05 e 0.15 m/s.

Con l'entrata in vigore delle N.T.C. 2008 aggiornate dal D.M. 17/01/2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

A tal fine si rende necessario la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

Per ogni categoria del suolo (A-B-C-D-E) è fissata una descrizione litostratigrafica, con ad essa associati i parametri di riferimento geotecnici e sismici. Grazie alla tecnica di Refraction Microtremor (ReMi) descritta precedentemente è stato possibile giungere all'individuazione della categoria del suolo per l'area indagata.

La Vs30 è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = 30 / \sum h_i / V_i$$

I valori restituiti dalle prove hanno permesso di verificare che il sito in esame ricade, quindi, nella categoria di sottosuolo "C" secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2018.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica  |
|-----------|---|
| A         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>   |
| B         | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>  |
| C         | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>   |
| D         | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i> |
| E         | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>  |

Figura 14: Tab. 3.2 II NTC 2018

### Stima della Pericolosità sismica di base

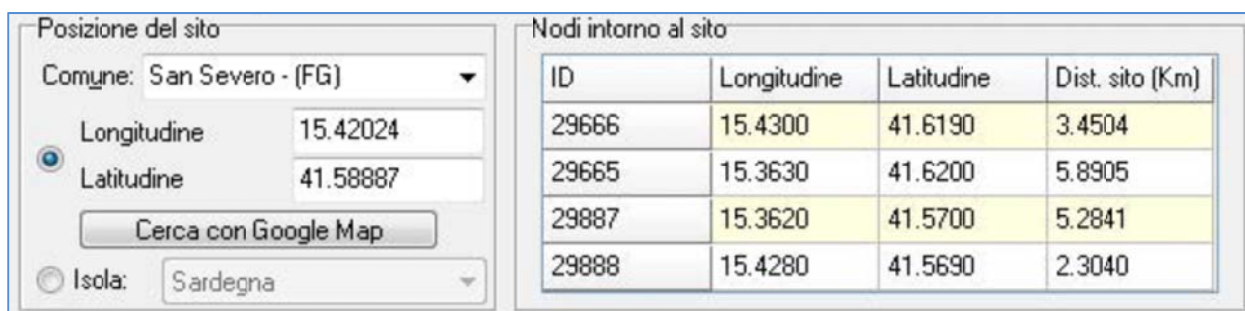
Le **azioni sismiche di progetto** si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento"

VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la **probabilità** è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PVR

La stima della pericolosità sismica è basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*C$  per nove distinti periodi, dove:

- **$a_g$**  accelerazione orizzontale massima al sito;
- **$F_o$**  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione Orizzontale;
- **$T^*C$**  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione Orizzontale.
- 

E' stata determinata, quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si sono determinati i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.



**Figura 15: nodi del reticolo di riferimento**

Le azioni sismiche su ciascuna opera vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di opera, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

Nel nostro caso il progetto è finalizzato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico (tipo di costruzione 2), pertanto supponendo :

- Tipo di costruzione (art. 2.4.1) **II**
- $V_N$  -Vita nominale dell'opera **>50 anni**
- $C_U$  -Coefficiente d'uso della costruzione(art. 2.4.2) **1,0**

Risulta un valore della  $V_R$  pari a **50 anni**

Per determinare la terna di valori  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*C$  relativa al progetto sono stati calcolati i periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica  $T_r$  (in anni) riportati in .

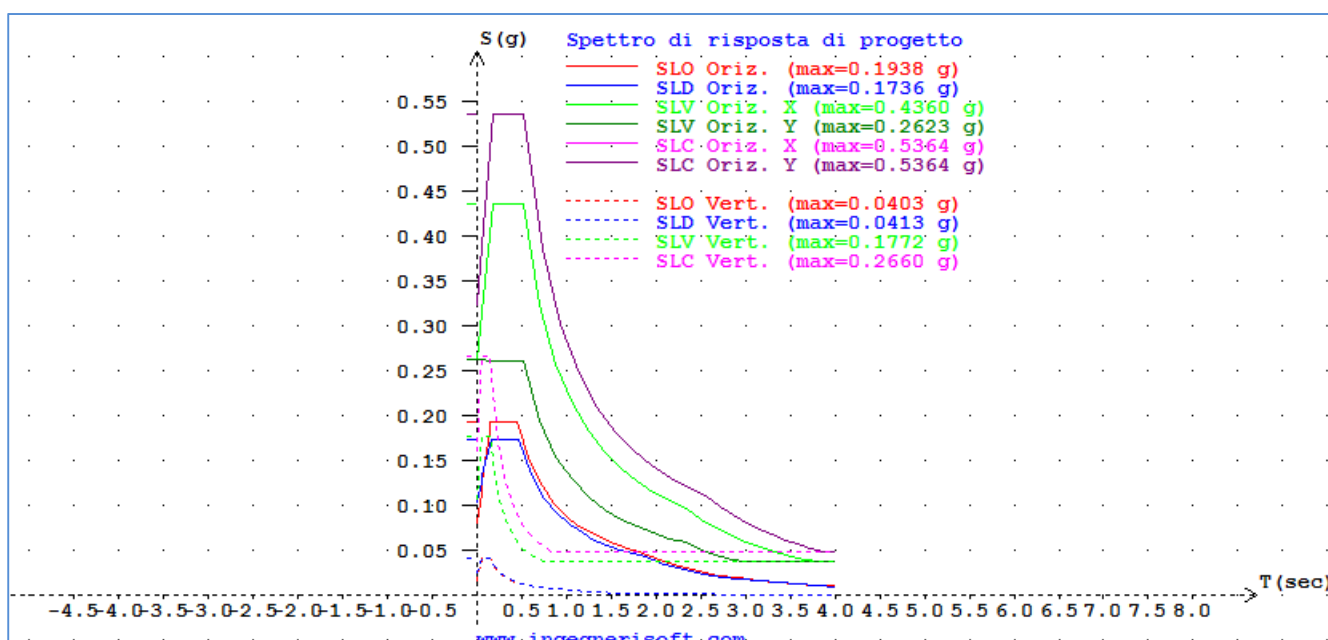
Successivamente sono stati determinati i valori  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*C$  per i periodi di ritorno associati a ciascuno Stato limite.

| Stati Limite                   | Probabilità di superamento | Tr (anni)  |
|--------------------------------|----------------------------|------------|
| SLO -Operativita'-             | 81%                        | <b>30</b>  |
| SLD – Danno-                   | 63%                        | <b>50</b>  |
| SLV – Salvaguardia della vita  | 10%                        | <b>475</b> |
| SLC – Prevenzione del collasso | 5%                         | <b>975</b> |

**Tabella 1**

| Stati Limite                   | Tr<br>(anni) | ag<br>(g/10) | Fo<br>(-)  | T*c<br>(s) |
|--------------------------------|--------------|--------------|------------|------------|
| SLO -Operativita'-             | 30           | 0,53250102   | 2,42674067 | 0,28575585 |
| SLD – Danno-                   | 50           | 0,69732637   | 2,49000000 | 0,29732359 |
| SLV – Salvaguardia della vita  | 475          | 1,84096099   | 2,49325933 | 0,35151169 |
| SLC – Prevenzione del collasso | 975          | 2,42004330   | 2,48302338 | 0,35575585 |

**Tabella 2: Parametri di pericolosità sismica**



**Figura 16: Spettri di risposta elastica ai diversi stati limite**

## 6. MODELLO GEOTECNICO PREVEDIBILE

### 6.1 Indagini eseguite nell'area

Al fine di procedere ad una caratterizzazione geologica e geotecnica, del sito interessato dall'intervento di cui all'oggetto, ci si è avvalsi di indagini dirette e indirette e prove di laboratorio fatte eseguire

dall'Amministrazione Comunale nell'ambito della redazione del PUG e di quelle eseguite nell'ambito del progetto di realizzazione della centrale termoelettrica.

In fase di progettazione esecutiva si procederà ad eseguire una campagna geognostica sul sito d'intervento.

In particolare, per la definizione delle successioni stratigrafiche e dei rapporti intercorrenti tra i vari litotipi che direttamente o indirettamente condizionano l'intervento oggetto della presente relazione, sono stati consultati i report delle seguenti indagini:

- *Log stratigrafico del sondaggio geognostico S7 (zona ASI del PUG);*
- *Log stratigrafico dei sondaggi (Centrale Termoelettrica);*
- *Prove di laboratorio eseguite sui campioni C1 e C2 prelevati in fase di perforazione del sondaggio S7;*
- *Indagine sismica MASW per la determinazione delle Vs30 (zona ASI del PUG);*

*Inoltre è stata eseguita la verifica della profondità della falda idrica superficiale nei pozzi esistenti nell'area;*

#### Perforazione a carotaggio continuo

La sottoscritta ha acquisito le risultanze delle suddette perforazioni a carotaggio continuo che si riassumono di seguito.

Il sondaggio S7 eseguito nei pressi del sito (zona ASI del PUG) è stato spinto fino alla profondità di 25 m da p.c.; Nel corso della perforazione sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati C1 e C2 rispettivamente alle profondità di 3,00 m da p.c. e 6,00 m da p.c.

#### Prove di laboratorio




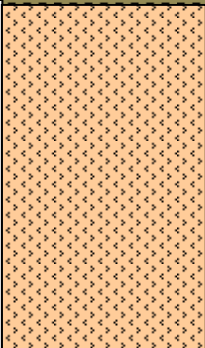
Nel corso della perforazione del sondaggio S7 sono stati prelevati dei campioni indisturbati successivamente oggetto di specifiche analisi di laboratorio ossia:

- *Determinazione del peso specifico dei granuli*
- *Determinazioni Delle Caratteristiche Fisiche Generali;*
- *Analisi Granulometriche e Densimetrie;*
- *Prove Di Taglio Diretto C.D.;*
- *Prove Di Compressione Edometriche con 7 fasi di carico*
- *Prove di compressione ad espansione laterale libera ELL.*

#### Prospezione sismica in foro -Down holl-



Al fine che caratterizzazione sismica sono state acquisite le risultanze (valori Vs30) della prospezione sismica eseguita nel foro del medesimo sondaggio S7 (zona ASI PUG).

| <b><i>Spessore strati (m)</i></b> |  | <b><i>Litologia</i></b>  |
|-----------------------------------|--|--|
| <b>00,00 a 1,00</b>               |   | <b><i>Terreno vegetale</i></b>   |
| <b>1,00 a 2,00</b>                |   | <b><i>Sabbie scarsamente addensate</i></b>   |
| <b>2,00 a 5,00</b>                |   | <b><i>Sabbie limose a luoghi limo-argillose con liste di gesso ed elementi carboniosi scarsamente addensate</i></b>      |
| <b>5,00 a 25,00</b>               |  | <b><i>Sabbie e sabbie limose di colore giallopaglierino con livelli e strati limo-argillosi mediamente addensati</i></b> |

## **5.2 Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni**

I parametri geotecnici dei terreni, in relazione alla progettazione dell'opera prevista, sono stati desunti dalle indagini geognostiche eseguite sia nell'ambito della redazione del PUG di San Severo che per la progettazione definitiva della vicina Centrale Termoelettrica.

La restituzione grafica ha permesso di individuare una sequenza di terreni data da una coltre di terreno vegetale e/o riporto dello spessore max di 1 m da p.c., al di sotto è stato individuato un deposito di sabbie e sabbie limose con grado di addensamento che varia con la profondità caratteristiche "Supersintema del Tavoliere di Puglia".

La presenza della falda superficiale, il cui livello statico è stato individuato a circa 3-3,5 m da p.c., porta a supporre la presenza di un livello argilloso al di sotto di tale quota.

La tabella, oltre alle caratteristiche fisiche generali, riporta i principali parametri geotecnici relativi al deposito "Sabbia, Sabbia limosa e limi" avente uno spessore variabile di 5-3 m individuato al di sotto del terreno vegetale.

| <b>N° Campioni relativi al sondaggio S7</b><br><b>Profondità di prelievo</b> | <b>C1</b><br><b>3 m - 3,5 m</b> | <b>C2</b><br><b>6 m - 6.5m</b> |
|--|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI</b>                                      |                                 |                                |
| Umidità Naturale <b>Wn % in peso</b>   | 30,92                           | 22,49                          |
| Peso di volume naturale <b><math>\gamma_n</math> KN/mc</b>                   | 18,55                           | 19,30                          |
| Peso di volume secco <b><math>\gamma_d</math> KN/mc</b>                      | 14,17                           | 15,75                          |
| Porosità <b>n%</b>   | 0,82                            | 0,64                           |
| Grado di saturazione <b>Sr%</b>  | 97,25                           | 91                             |
| Peso di volume saturo <b><math>\gamma_{sat}</math> KN/mc</b>                 | 18,68                           | 19,65                          |
| <b>ANALISI GRANULOMETRICA</b>  |                                 |                                |
| Ghiaia %   | 0,88                            | 1,27                           |
| Sabbia %   | 4,72                            | 25,49                          |
| Limo%  | 79,60                           | 57,92                          |
| Argilla e colloidali %   | 14,80                           | 15,32                          |
| <b>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</b>   |                                 |                                |
| Angolo di attrito interno <b><math>\phi</math></b>                           | 18°,6                           | 28°                            |
| Coesione <b>c' KN/mq</b>   | 16,25                           | 13,04                          |
| <b>PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA</b>                                      |                                 |                                |
| Indice di compressibilità<br>Cc 100-1000 kPa                                 | 0,139                           | 0,144                          |
| Modulo Edometrico <b>Ed KN/mq</b><br>(100-1000kPa)                           | 11111                           | 9892                           |
| <b>PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA</b>                   |                                 |                                |
| Pressione finale rottura <b>kPa</b>  | 64,65                           | 99,44                          |
| Coesione non drenata <b>Cu KN/mq</b>   | 32,33                           | 49,72                          |

**Tabella 3: Valori dei parametri geomeccanici e fisici**

## 7. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è finalizzato alla caratterizzazione del deposito che sarà interessato dal progetto, predisposto da My Sun de gruppo METKA EGN, di realizzazione di un parco fotovoltaico in un agro di San Severo (Foggia).

Il Testo unico "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008, aggiornato dal D.M. 17.01.2018, definisce le procedure per eseguire una modellazione geologica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce.

L'intervento in oggetto è considerato "costruzione di tipo 2 e di classe d'uso II" e sarà realizzato in un sito ricadente in zona 2 (Pericolosità sismica).

Le indagini geognostiche eseguite nei pressi del sito interessato lasciano ipotizzare che presumibilmente le strutture fondali delle opere in progetto saranno condizionate da una litologia moderatamente consistente riferibile alle sabbie e sabbie limose caratteristiche Sintema del Tavoliere della Puglia.

E' stata rilevata la presenza di acqua, sicuramente dovuta alla falda acquifera superficiale. Essa si attesta a circa -3,00 -3.5 m dal p.c.

Sono stati individuati i valori dei parametri geotecnici caratteristici dei diversi orizzonti individuati attraverso il carotaggio continuo riportati in tabella:

| <b>Litologia</b>   | <b>Profondità<br/>(m da p.c.)</b> | <b><math>\gamma</math><br/>(t/mc)</b> | <b><math>\varphi'</math><br/>(°)</b> | <b>cu<br/>(Kg/cmq)</b> | <b>Costante di<br/>Winkler<br/>(kg/cmq)</b> |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---|
| <b>Sabbie fini di natura calcarea a<br/>luoghi argillose</b> | <b>0,5-3,0</b>                    | <b>1,8</b>                            | <b>30 ÷ 35</b>                       | <b>0,15</b>            | <b>4 ÷ 8</b>                                |
| <b>Limi sabbiosi debolmente<br/>argillosi</b>                | <b>3,0 – 9,0</b>                  | <b>1,8</b>                            | <b>26 ÷ 30</b>                       | <b>0,2</b>             | <b>2,2</b>                                  |
| <b>Sabbie Fini</b>   | <b>9,0 - 12</b>                   | <b>1,8</b>                            | <b>33 ÷ 38</b>                       | <b>0,0</b>             |   |
| <b>Limi sabbiosi passanti ad<br/>argillosi</b>               | <b>12,0 – 15,0</b>                | <b>1,9</b>                            | <b>26 ÷ 28</b>                       | <b>0,35</b>            |   |

Al fine del dimensionamento strutturale si consiglia l'utilizzo dei seguenti valori individuati per deposito posto nell'intervallo 0,5 m -3 m da p.c.

- Peso di volume                    **1,8 t/mc**
- Angolo d'attrito interno        **27°**
- Coesione                            **0,05 Kg/cmq**

Il valore delle Vs emerso dalla prova sismica REMI eseguita è di 430 m/sec.

Pertanto il sito in esame ricade, quindi, nella categoria di sottosuolo "B secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2018.

" B- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi fra 360m/s e 800 m/s".

**San Pietro Vernotico Ottobre 2019**

**Il geologo**

**Dott. Luisiana SERRAVALLE**

