



COMUNE DI UGENTO
Provincia di Lecce

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".
Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW
Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

*Catasto Terreni: foglio 63 particella 21
foglio 64 particelle 5, 8, 11*

Società proponente: **SUNCO SUN GREEN S.R.L.** sede a Milano (MI) via Melchiorre Gioia n. 8 (p.iva: 12501100965)
legale rappresentante **SAEZ Bea Julia** nata a Tudela (Spagna) il 31/08/1975 (c.f.: SZB JLU 75M71 Z131P)

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Spazio per visti ed approvazioni:

I TECNICI

Luisiana SERRAVALLE

(n. 580 iscrizione ordine Geologi regiona Puglia)

ing. Gaspare QUARTA COLOSSO

(n. 4001 iscrizione ordine Ingegneri provincia di Lecce)



DATA luglio 2023	SCALA 1: _____	CODICE FILE ITA-169-23-B-2-4
----------------------------	--------------------------	----------------------------------------

M&G s.r.l.

Via Francesco Antonio Astore n. 2 - 73100 Lecce
cell.: 340 1444502 mail: ufficiotecnico.megsrl@gmail.com

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".
Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$
Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

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.....	9
3.1	Inquadramento stratigrafico	9
3.4	Inquadramento idrogeologico	13
3.5	Sismicità del territorio	15
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO	17
4.1	Geologia del sito d'interesse	17
5.	PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO	23
5.1	Pericolosità idrogeologica e geomorfologica	23
5.1	Pericolosità sismica	26
6.	MODELLO GEOTECNICO PREVEDIBILE	31
6.1	Indagini eseguite sul territorio.....	31
7.	CONCLUSIONI	39

1. PREMESSA

La scrivente Dott. Geol. Luisiana Serravalle ha ricevuto l'incarico per la redazione della relazione geologica nell'ambito del progetto, predisposto da SUNCO SUN GREEN S.R.L., per la realizzazione di un'iniziativa agrovoltaica per la realizzazione e messa in esercizio di un impianto produzione di energia elettrica da fonte solare di potenza pari a circa **8,17452 MW**, abbinato al recupero di terreni agricoli abbandonati e incolti per destinarli a produzioni agricole specifiche e ad apicoltura, nonché delle relative opere ed infrastrutture accessorie necessarie al collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per la consegna dell'energia elettrica prodotta, da ubicarsi all'interno dei limiti amministrativi dei comuni di Ugento (Lecce).

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.

In particolare l'indagine ha permesso la 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 eq/30;
- presenza o meno di falda d'acqua superficiale;
- le caratteristiche meccaniche del deposito interagente con le strutture;

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW

Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

Il sito oggetto d'intervento è posto agro di Ugento (Prov. di Lecce), a circa 1 km dal centro abitato di Ugento, ed in prossimità della SP 235; E' riportato dalla cartografia ufficiale nella tavoletta IGM "Gemini" IV SE del foglio 223 della Carta d'Italia, in scala 1:25000.

Di seguito si riportano i dati catastali dell'agrivoltaico denominato "OLEO2":

Foglio	Particella
64	5
64	8
64	11
63	21

L'altezza sul livello del mare dell'area in esame è compresa fra 92-93 m circa s.l.m.

il sito ove sarà realizzata l'iniziativa agrivoltaica occupa una superficie di circa 14,45 ha, quasi tutti già recintati da muretto a secco o muratura in tufo.

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

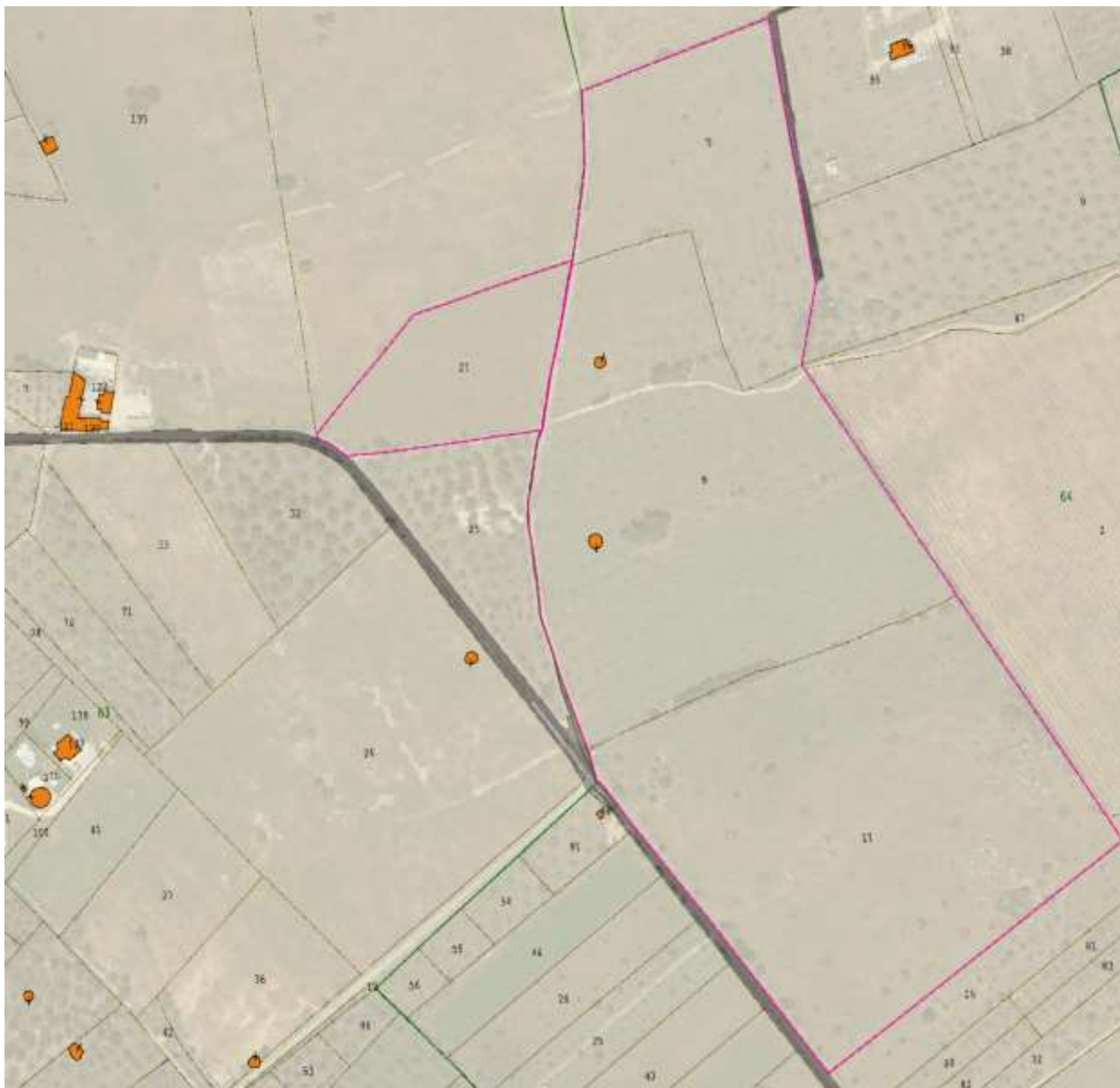


Figura 1: Inquadramento impianto "Oleo2" su Base Catastale da WMS "Agenzia delle entrate"

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

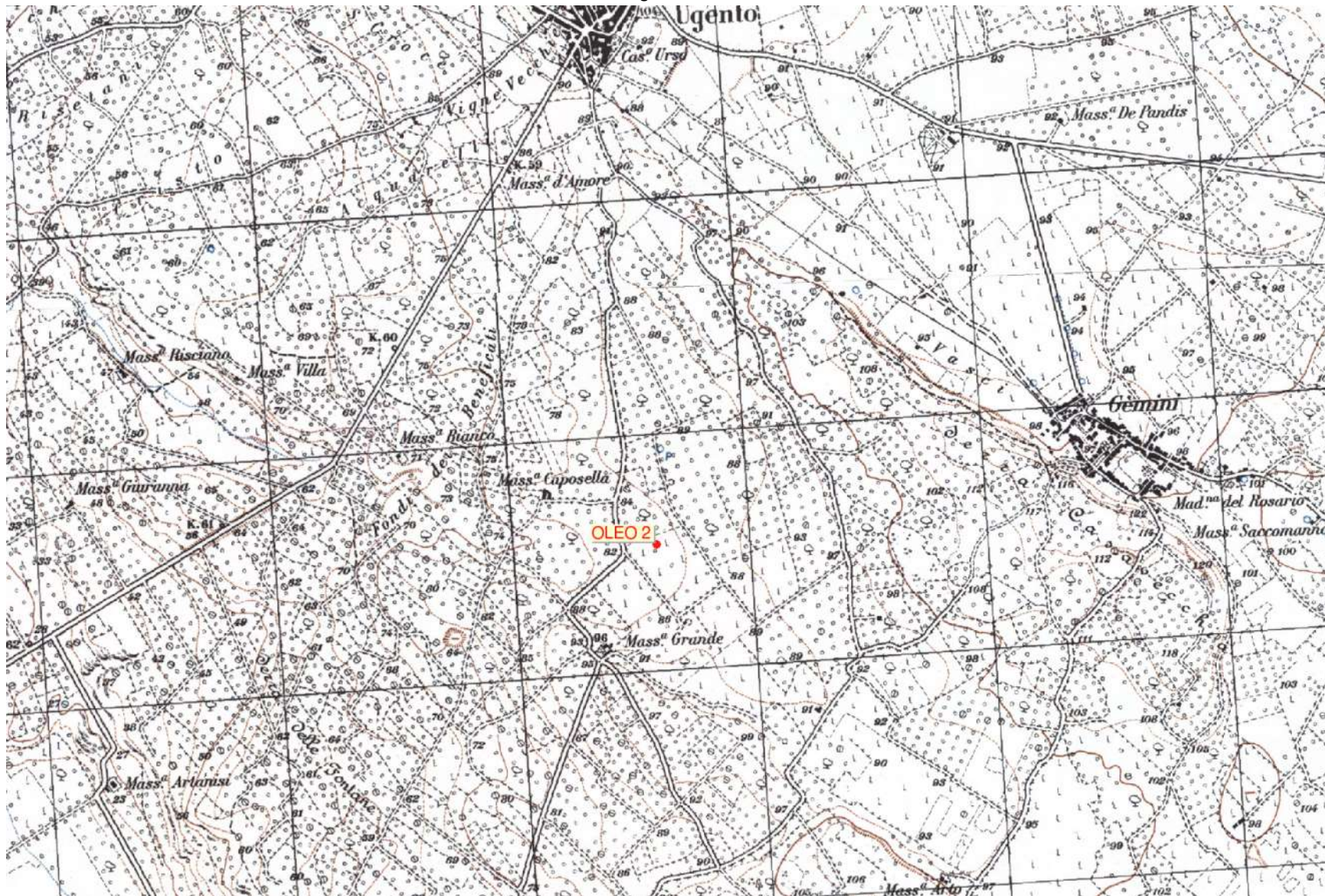


Figura 2: Ubicazione dell'area interessata su foglio 223 dell'IGM

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

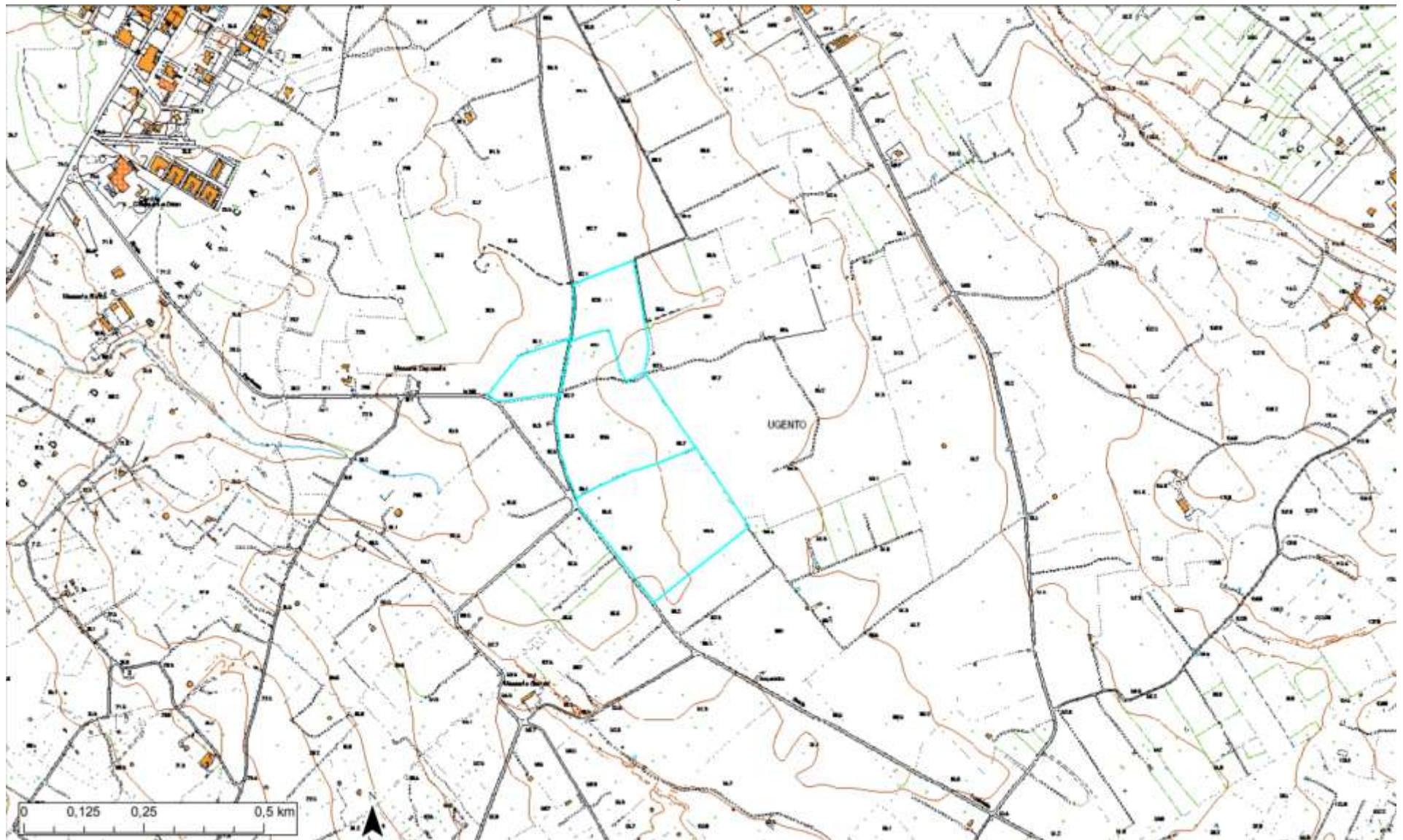


Figura 3: Ubicazione su CTR

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

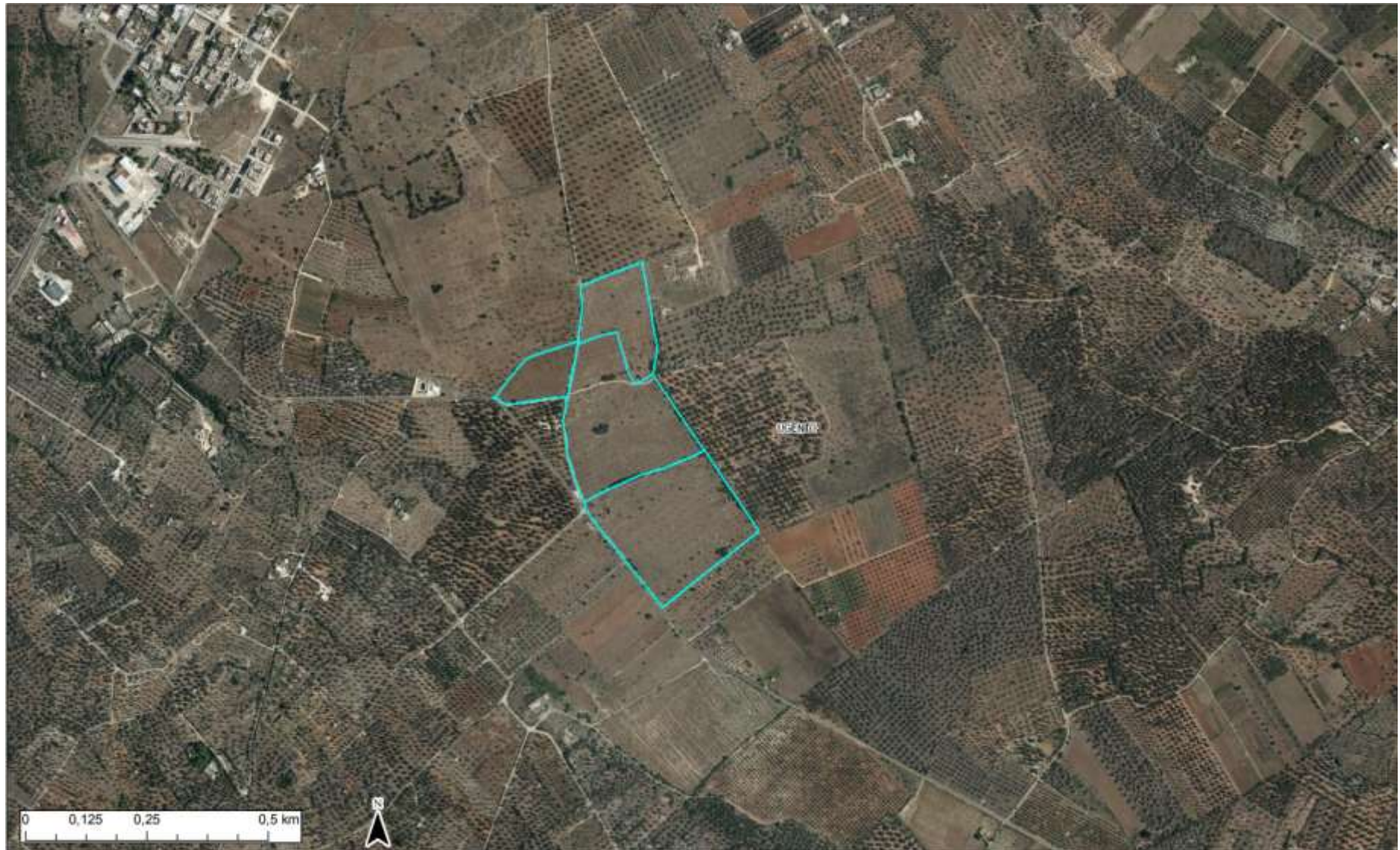


Figura 4: Ubicazione dell'area interessata dall'impianto fotovoltaico su ortofoto

3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DROGEOLOGICI GENERALI

3.1 *Inquadramento stratigrafico*

Il Salento leccese è il settore emerso più meridionale dell'avampaese apulo ed è costituito da un potente substrato carbonatico, rappresentato dalla successione calcareo-dolomitica mesozoica della Piattaforma Apula ricoperta discontinuamente da diverse unità carbonatiche neogeniche. Su questo substrato poggiano estese ma sottili coperture marine prevalentemente terrigene (sabbie, limi ed argille) riferibili al Pleistocene medio – superiore. Da un punto di vista strutturale la parte leccese della penisola è caratterizzata dalla presenza di basse dorsali, allungate in direzione NW-SE o NNW-SSE, corrispondenti ad “alti” morfostrutturali dove affiorano le rocce più antiche, che delimitano strette depressioni tettoniche e morfologiche dove invece affiorano le unità più recenti.

Il territorio di Ugento si presenta conformato in una serie di ripiani di diversa altezza ed estensione, con quote via via decrescenti verso il Mar Ionio e comprese intorno ai 92 metri, riscontrabili nelle zone più interne, sino al livello del mare. I diversi ripiani sono raccordati da scarpate, più o meno acclivi e parallele all'attuale linea di costa, interpretabili come antiche ripe costiere. Le scarpate che raccordano i vari ripiani, pur avendo in genere un modesto valore di inclinazione, sono da considerarsi abbastanza ripide in rapporto alla generale dolcezza del rilievo. Il loro andamento complessivo, pur articolato in sinuosità di ampiezza variabile, ha direzione SE-NW. La originaria orografia dei luoghi risulta a tutt'oggi significativamente modificata e dall'attività antropica praticata e dagli insediamenti civili ivi realizzati, con creazione di rilevati e trincee stradali, terrapieni, piazzali, ecc. Tale configurazione morfostrutturale deriva dagli eventi tettonici e paleogeografici che si sono susseguiti nella regione salentina a partire dal Mesozoico. A partire da tale periodo, infatti, il basamento carbonatico ha subito numerose emersioni e subsidenze accompagnate da ingressioni marine, durante le quali si sono sedimentate le formazioni mioceniche, plioceniche e pleistoceniche.

La geologia dell'area in esame è stata ricavata principalmente dall'analisi della Carta Geologica d'Italia 1:50.000 ossia dal recente foglio n. 536 “Ugento” Progetto CARG consultabile on line sul sito dell'ISPRA. Di seguito si riporta la ripartizione formazionale adottata per distinguere le singole unità stratigrafiche eseguita seguendo un criterio litostratigrafico.

- **Unità della Piattaforma Apula;**
- **Unità della dell'Avampaese Apulo;**
- **Unità dell'Avanfossa Appenninica-dinarica;**
- **Unità marine terrazzate;**

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

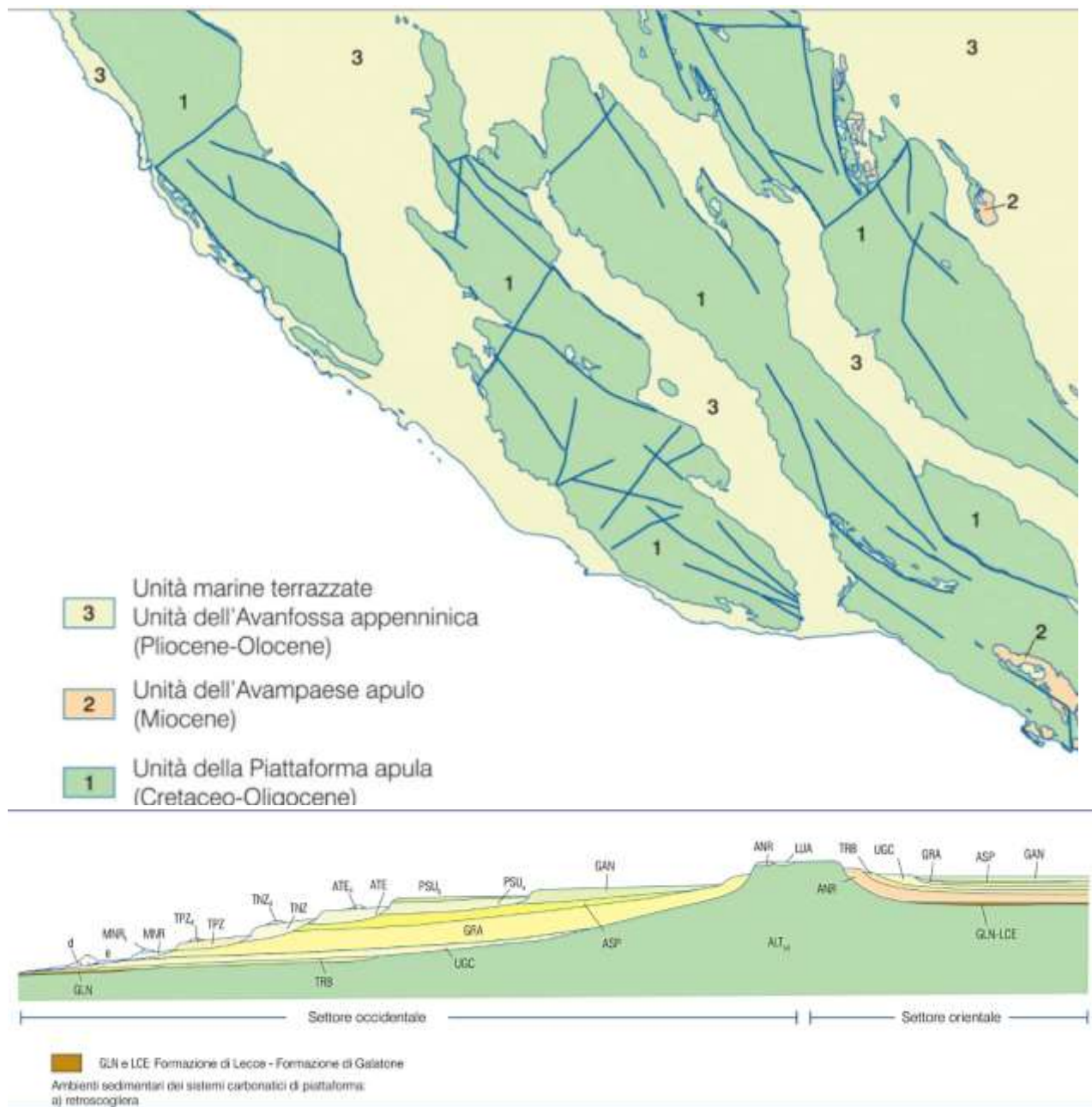


Figura 5: Schema tettonico e rapporti stratigrafici del foglio 536 Ugento

3.3 Inquadramento geomorfologico e idrografico

La morfologia del territorio del Salento leccese sud-occidentale, di cui il Comune di Ugento ne fa parte, è dettata principalmente dai morfotipi affioranti e dall'assetto geologico-strutturale. Rispetto alla parte settentrionale, a nord dell'asse Otranto, Maglie, Gallipoli, costituita prevalentemente da depositi quaternari e miocenici (come la pietra leccese) e da una morfologia pianeggiante, la parte meridionale del Salento è costituita da modesti rilievi collinari, in direzione NW-SE, chiamati localmente Serre, inframmezzati a depressioni pianeggianti, e connessi a ribassamenti strutturali. Le parti più rilevate sono perlopiù costituite da sedimenti carbonatici cretacei (più antichi), mentre quelle ribassate da sedimenti

oligo-miocenici, pliocenici e pleistocenici (più recenti). Le altezze delle Serre raggiungono altezze massime di circa 120 m sul livello del mare; i versanti occidentali sono meno acclivi rispetto a quelli orientali, costituiti da scarpate più ripide in alcuni casi in affaccio sulla costa. Queste scarpate sono spesso il risultato di fenomeni di arretramento erosivo di originari piani di faglia subverticali. Lungo i gradini morfologici si trovano a contatto laterale sedimenti di età diversa.

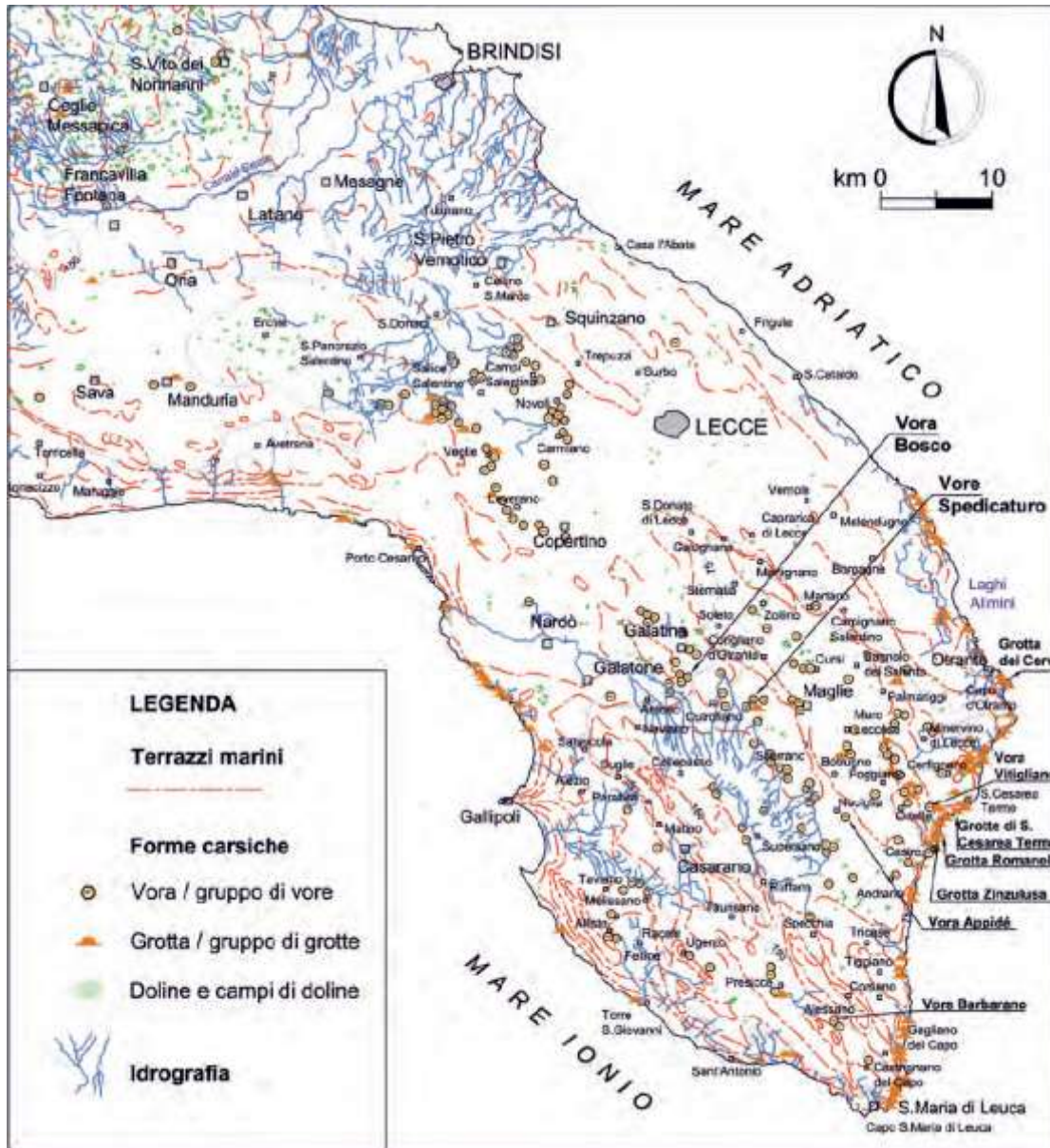


Figura 6: Stralcio della carta geomorfologica del Salento

Il territorio del Comune di Ugento, che si colloca nel Salento leccese sud-occidentale, è caratterizzato da una morfologia sub pianeggiante, interrotta da deboli ondulazioni del terreno che mostrano pochi rilievi più accentuati, lungo le dorsali cretache, orientate parallelamente alla linea di costa e all'allineamento degli abitati di Ugento e Gemini, in direzione NW-SE. Le quote sono digradanti verso la costa; i valori di

altitudine presenti variano da un massimo di circa 110 metri sul livello del mare nell'entroterra fino a circa 0 m s.l.m. lungo la costa. Le pendenze superano il 20% solo in alcuni tratti, in corrispondenza e non lontano da località "Specchia del Corno". I valori di pendenza maggiori sono localizzati anche in prossimità delle ripe di erosione fluviale nella valle dei canali e solchi naturali localmente chiamati "gravinelle".

Lungo i rilievi delle Serre, caratterizzati dall'affioramento di formazioni perlopiù cretache, sono molto diffuse le forme carsiche superficiali e profonde costituite da doline, riempite da terre rosse, inghiottitoi e grotte, con orientamenti preferenziali influenzati da direttrici tettoniche. Le doline censite dalla carta idrogeomorfologica della Regione Puglia sono presenti a sud della direttrice Ugento-Gemini.

Tra le varie forme morfologiche di superficie rilevati sono gli Orli di Terrazzo Morfologico, disposti per la maggior parte parallelamente all'attuale linea di costa e al limite dei rilievi cretacei; in molti casi rappresentano il risultato delle variazioni del livello marino a partire dal Pliocene.

Il Salento leccese è caratterizzato da pochissimi sistemi di reticoli idrografici tributari di un bacino principale. I reticoli sono poco gerarchizzati e, a causa dei caratteri di elevata permeabilità dei litotipi affioranti, il loro deflusso a mare è molto limitato. Essi infatti, scomparendo spesso all'imboccatura di un inghiottitoio carsico (denominato "voragine" o "vora"), contribuiscono all'alimentazione degli acquiferi. Si rinviene di conseguenza un cospicuo numero di bacini delimitati completamente da spartiacque di esigua altitudine: si tratta di bacini endoerici che, in molti casi, data la presenza di coperture argillose anche di discreto spessore, danno origine a zone di allagamento. Il reticolo idrografico esoreico è rappresentato da numerose, brevi e profonde incisioni che scorrono fra loro indipendenti. In queste incisioni si determinano deflussi caratterizzati da portate relativamente elevate, anche se di durata breve, solo in concomitanza di eventi meteorici di notevole intensità. Il reticolo idrografico naturale costiero, caratterizzato da solchi di erosione circa perpendicolari alla costa, è spesso ostruito verso la linea di costa dai cordoni dunari, che hanno favorito la formazione di zone paludose costiere anche molto estese, oggi in buona parte bonificate.

L'area litoranea del comune di Ugento infatti è caratterizzata dalla presenza di una serie di bacini collegati tra loro da canali, di origine antropica, con direzione prevalente Est-Ovest parallela alla costa. Il collegamento di tali canali con il mare si verifica in tre punti: il primo posto all'interno di Torre S. Giovanni, il secondo posto in corrispondenza di Torre Mozza ed il terzo a Punta Macolone. Questo reticolo idrografico è stato realizzato nel secolo scorso al fine di drenare verso mare le acque in eccesso che si depositavano lungo la fascia costiera. Tale drenaggio si realizza sfruttando le variazioni di livello marino in conseguenza delle maree consentendo durante la bassa marea lo sversamento in mare delle acque di falda.

3.4 Inquadramento idrogeologico

L'idrogeologia sotterranea dell'area in oggetto è rappresentata dall'esistenza di una ricca falda acquifera profonda (o falda di base, Cotecchia 1977) che circola nella formazione del Calcare di Altamura. La profondità di rinvenimento della falda è piuttosto variabile e dipende dalla presenza in profondità di eventuali strati di calcare compatto.

I calcari cretacei del Salento, interessati dalla falda profonda, sono permeabili per fratturazione e talora carsismo insieme. Essi sono infatti interessati da frequenti fratture di origine tettonica che, intersecandosi con i giunti di strato, determinano un vero e proprio sistema irregolare di fessure, entro cui si esplica la circolazione idrica sotterranea profonda. Sebbene il Salento faccia parte della piattaforma carbonatica appula, nella quale le acque sotterranee appartengano ad un'unica imponente falda, esso è caratterizzato da un ambiente idrogeologico differente dalla contigua Murgia.

Infatti, i calcari cretacei presentano una permeabilità molto elevata, ben superiore a quella delle altre aree idrogeologiche regionali.

La notevole diversità idrogeologica tra Murgia e Salento è giustificata essenzialmente dalla differenziata evoluzione tettonico-carsica. Infatti, mentre l'attuale ambiente idrogeologico della Murgia è espressione principalmente della neotettonica, nel Salento, invece, esso può considerarsi il risultato combinato di una tettonica antica e di un'altra recente. La Penisola Salentina, sin dal Paleogenico, ha subito infatti le conseguenze di una significativa tettonica disgiuntiva che, dislocando e disarticolando in blocchi l'ammasso carbonatico, ha creato le premesse per movimenti differenziali.

Acquifero profondo

Esso rappresentato dai calcari mesozoici costituiti da rocce carbonatiche cretache fessurate e carsificate; Questa falda acquifera è alimentata dalle piogge che cadono nelle aree ove vi è un giusto apporto di acqua meteorica, e che considerando il bilancio idrologico, rimane un'aliquota di acqua a disposizione della infiltrazione di acqua nel sottosuolo a rimpinguare le falde acquifere. L'alimentazione, generalmente, avviene sia tramite vorre e inghiottitoi che assorbono le acque di pioggia che si organizzano in modesti corsi d'acqua, sia in maniera diffusa, attraverso le numerose fratture che caratterizzano questa formazione geologica. Le aree di alimentazione di questa falda acquifera si ubicano là dove i terreni affioranti presentano permeabilità tale da rendere agevole l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche. Nel Salento sono, infatti, assenti corsi d'acqua superficiali degni di rilievo. un importante ruolo nel processo di alimentazione della falda profonda è svolto, nei massicci carsici, dall'epicarso, costituito dalla porzione più superficiale della zona vadosa, di spessore variabile, caratterizzata da calcare alterato ad elevata porosità secondaria, entro cui si esplica un'elevata capacità di accumulo idrico. La restante

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

parte della zona vadosa si comporta, invece, prevalentemente come zona di trasmissione dell'acqua verso il basso e presenta minore capacità di immagazzinamento.

In corrispondenza degli affioramenti cretacei, calcarei e dolomitici, la ricarica della falda profonda è notevole ed avviene in modo diffuso.

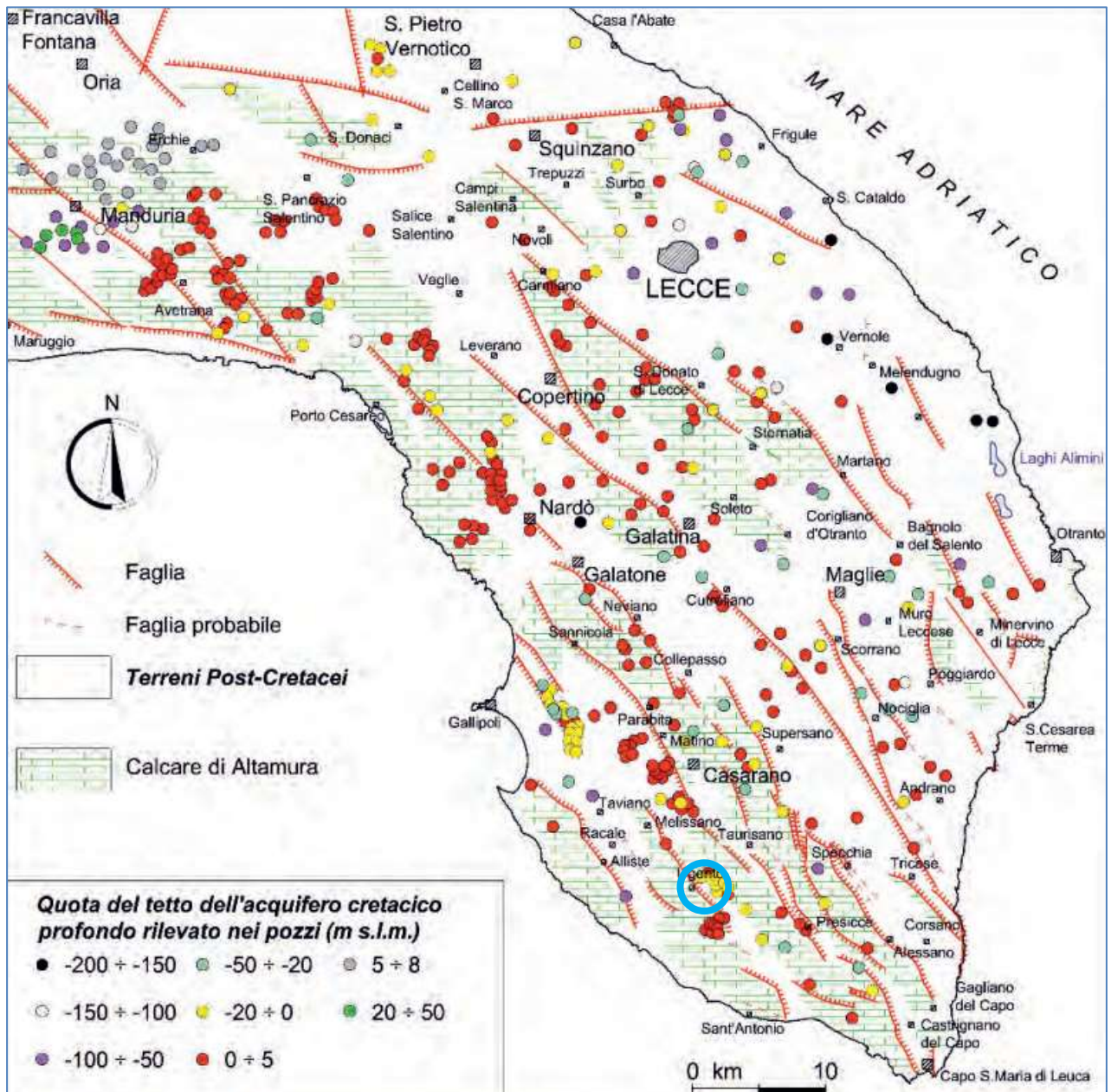


Figura 7: Carta geologico-strutturale semplificata del Salento con indicazione delle quote dell'acquifero cretaceo profondo rinvenuto da perforazioni.

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".
Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$
Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

3.5 Sismicità del territorio

Dal punto di vista sismico, Ugento, ricade in un distretto geografico che viene di norma considerata come una zona sostanzialmente asismica, poiché, da quando esiste la rete sismometrica nazionale, non sono mai stati rilevati epicentri di eventi sismici di apprezzabile entità sicuramente ricadenti in quest'area.

Tuttavia, il database dei rilievi strumentali dell'attuale rete sismografica copre un intervallo di tempo poco significativo dal punto di vista statistico, il che non consente di escludere in maniera categorica l'eventuale presenza, nel territorio salentino, di zone sismicamente attive. Il grado di pericolosità sismica del territorio salentino risulta in prevalenza legato alla presenza di numerose aree sismogenetiche situate in posizione geografica prossimale. L'incidenza di tale aspetto appare evidente consultando lo strumento cartografico DISS (Database of Individual Seismogenic Sources): infatti, come si può osservare nello stralcio del DISS riportato nella figura seguente, il Salento risulta letteralmente circondato da aree sismogenetiche caratterizzate da elevata densità di faglie attive.

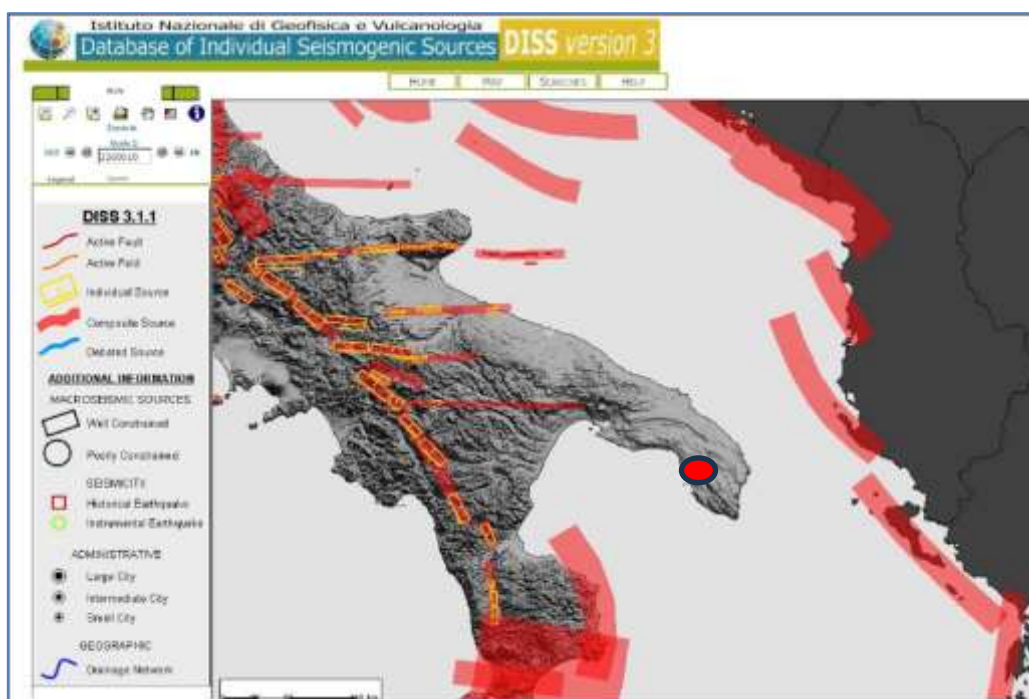


Figura 8: Mappa delle sorgenti sismogenetiche

Facendo espresso riferimento al vigente strumento di classificazione sismica del territorio italiano, redatto nel 2004 in recepimento delle disposizioni contenute nell'O.P.C.M. n.3274/2003, il territorio amministrativo del Comune di Ugento così come quelli limitrofi ricade in "Zona 4", ovvero in area con "molto basso" livello di rischio sismico.

Volendo invece esprimere la pericolosità sismica in termini di massima accelerazione sismica del suolo di probabilità statisticamente apprezzabile, si può fare riferimento alle indicazioni contenute nella "Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale" redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e pubblicata in allegato all'O.P.C.M. n. 3519/2006 sulla G.U. n. 108 dell'11 maggio 2006.

In base alla suddetta mappa, di cui è riportato uno stralcio in figura, il territorio in esame ricade in zona di pericolosità sismica ritenuta molto bassa, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (riferita a suoli rigidi di Categoria A così come definiti al punto 3.2.2 delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 14/01/2008) di 0,05 g, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

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.

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".
 Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$
 Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

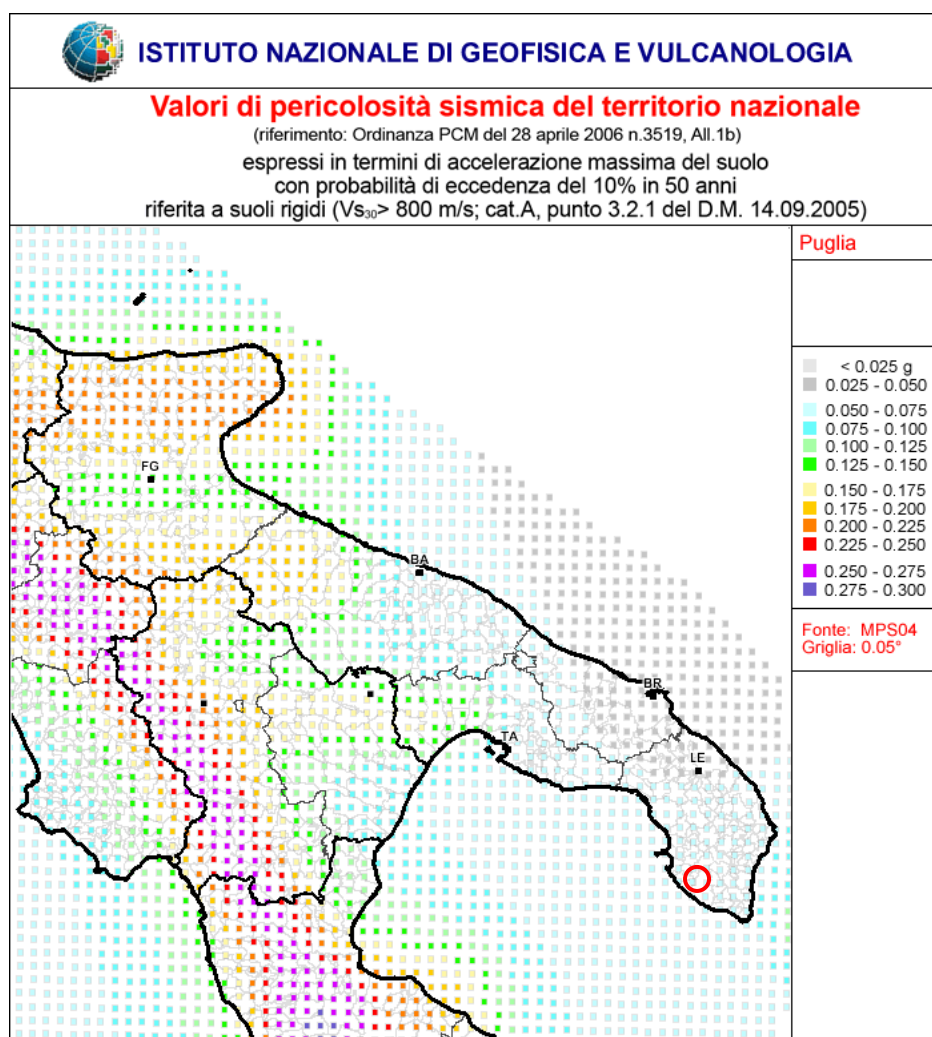


Figura 9: Valori di pericolosità sismica

4. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO

4.1 Geologia del sito d'interesse

Al fine di dettagliare la geologia di entrambi i siti interessati dall'iniziativa progettuale, è stato eseguito, un rilevamento geologico di campagna e un'analisi delle numerose indagini eseguite sul territorio.

Si premette che non si è ritenuto opportuno seguire le denominazioni formazionali convenzionali della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 dell'I.G.M., perché ormai superate. Tra le varie proposte di revisione delle ripartizioni formazionali, si è adottata quella di Ciaranfi et al nella quale vengono suggerite denominazioni unificanti per l'intero avampese apulo, giustificate dall'osservazione che lo schema stratigrafico murgiano è perfettamente applicabile anche all'intero territorio salentino e sintetizzate dalla nuova carta geologica d'Italia scala 1:50.000 dell'ISPRA.

Nell'area oggetto di rilevamento affiorano, o sono presenti nel sottosuolo, le seguenti formazioni sedimentarie marine che di seguito si descrivono:

Unità della Piattaforma Apula: *Calcere di altamura (ALT)*

Unità Marine Terrazzate: *Sintema di Alliste (ATE)*

E continentali:

Coltri eluvio colluviali

Unità di Piattaforma Apula: Calcare di Altamura (ALT)

Per motivi di priorità questa unità prevale su quello di Calcari di Melissano, unità informale adottata da "Martinis" 1970 nell'aggiornamento del foglio 223 Capo S. Maria di Leuca, attribuito a una successione sedimentaria affiorante nel territorio salentino con dichiarate analogie lito-stratigrafiche e cronologiche con il Calcare di Altamura; analogie convalidate successivamente da altri autori sia pure con qualche riserva di carattere paleoambientale.

Tale formazione costituisce i rilievi delle locali Serre. Il contatto con i litotipi adiacenti è di natura tettonica. La suddetta formazione è rappresentata litologicamente, da una successione carbonatica di età mesozoica costituita prevalentemente da un'alternanza di calcari compatti e tenaci, di dolomie e dolomie calcaree. Il limite inferiore di questa unità non è esposto nell'area compresa nel foglio "Ugento"; è stato individuato nel sottosuolo su base biostratigrafica alla profondità di 640 m dal piano campagna nella perforazione del pozzo "Ugento1" (eseguito negli anni 50 tra Ugento e Taurisano) senza alcuna indicazione sulla sua natura. Il limite superiore è erosivo e corrisponde alla superficie topografica delle Serre; il contatto con le coperture ceno-neozoiche è dovunque contrassegnato da superfici inconformi e da discordanze angolari ben evidenti. Nel suo complesso lo spessore massimo localmente affiorante del Calcare di Altamura può essere stimato intorno ai 150m.

I calcari sono in prevalenza micritici, di colore bianco giallastro, di natura bioclastica o detritica. Talora si rinvencono orizzonti a macrofossili. Le dolomie calcaree e le dolomie, generalmente di colore più scuro, dall'avana al grigio, sono di norma sub-saccaroidi e prevalentemente di origine secondaria.

Tutta la formazione si presenta notevolmente stratificata in strati e banchi di qualche decina di centimetri di spessore. E' presente una diffusa fratturazione ad opera delle vicissitudini tettoniche subite nel corso delle ere geologiche, cui si accompagna una più o meno intensa carsificazione.

Il Calcare di Altamura affiora in quasi tutta l'area rilevata ed è comunque presente nel sottosuolo, ricoperta dalle formazioni più recenti..

Sintema di Alliste

Nella II edizione del F°223 della Carta geologica d'Italia quest'unità è compresa nella composita formazione delle Calcarenti del Salento. Costituisce una sottile ma estesa copertura sedimentaria riferibile a un ulteriore breve ciclo sedimentario, trasgressivo con giacitura paraconcordante sulle unità del Pleistocene inferiore (Calcarenti di Graviano; argille subappennine) e del (Pleistocene medio) Sintema di Pescoluse) e in discordanza sui calcari cretacei. Il contatto è visibile in corrispondenza di alcune incisioni

naturali o di tagli artificiali presenti lungo il bordo inferiore dei rilievi carbonatici cretacei ed è generalmente contrassegnato dalla presenza di brecce e conglomerati in matrice calcarenitico-terrosa rossastra.

Le conoscenze paleontologiche della zona permettono di avanzare delle ipotesi per la ricostruzione dell'ambiente di sedimentazione. Esso sembrerebbe essere riferibile ad un basso fondale variabile da interditale (litofacies calcarenitiche lamianri e algali) a subtidali (cordoni litoranei e depositi con increspature di fondo) in relazione con le fasi ingressiva e regressiva dello stesso ciclo sedimentario. I sedimenti del sistema di Alliste non contengono associazioni fossilifere indicative dal punto di vista cronologico: sulla base dei rapporti stratigrafici con le unità sottogiacenti e sovrastanti sia dalla posizione altimetrica possono essere genericamente riferiti al Pleistocene superiore.

Coltri eluvio- colluviali.

Si tratta di depositi di terre rosse argillose, caratterizzate dalla presenza di lenti sabbiose e ciottoli, le quali sono frutto dell'alterazione del substrato carbonatico che ricoprono in modo discontinuo in corrispondenza di depressioni carsiche o altri fenomeni esoreici.

Si ribadisce che 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 a numerose indagini geognostiche eseguite sul territorio di Ugento.

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

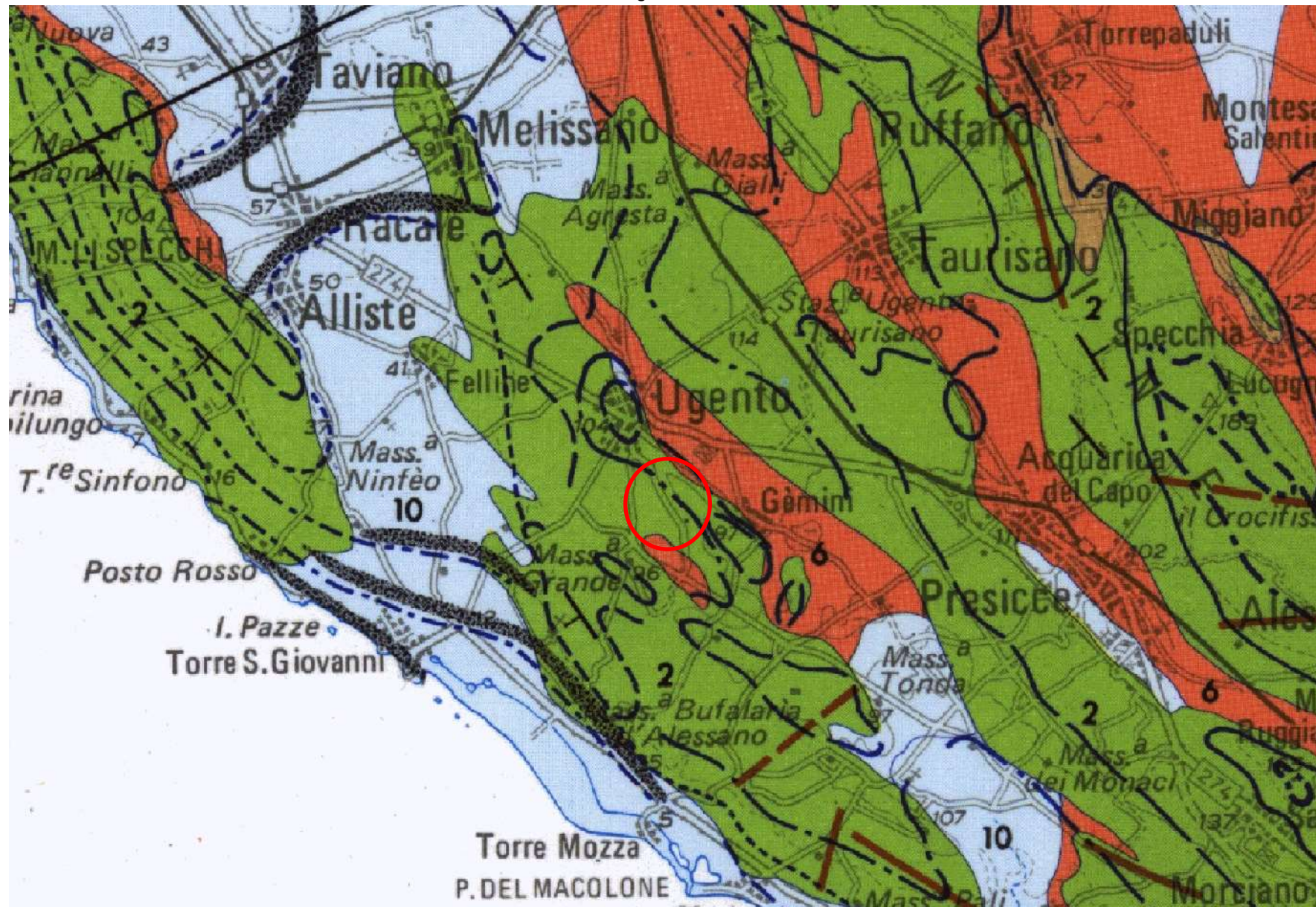
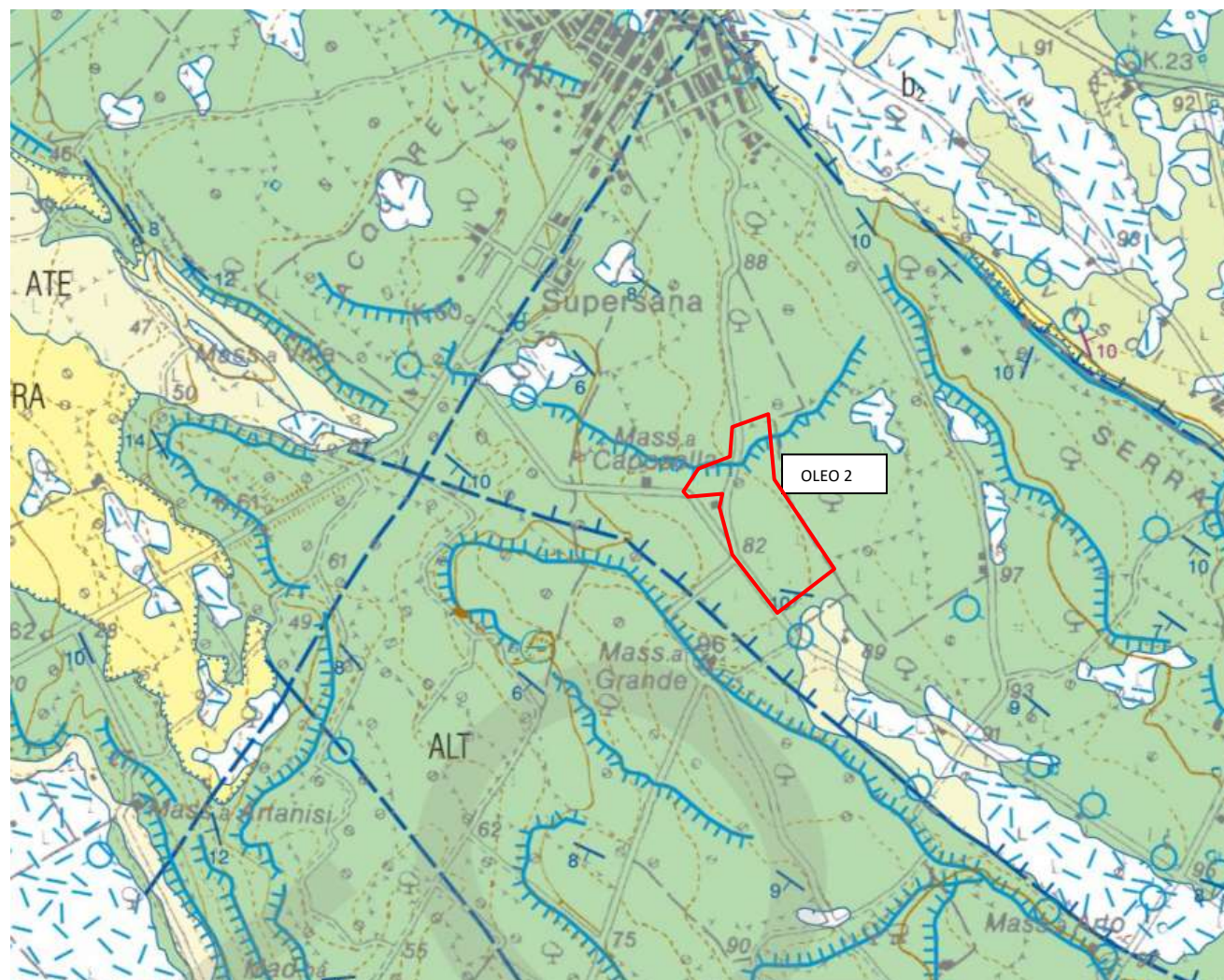


Figura 10: Stralcio Carta geologica delle Murge e del Salento (Ciaranfi-Pieri-Ricchietti)

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW

Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW



CALCARE DI ALTAMURA

Calcarei montati a grana fine e media, di colore bianco grigiastro, ben litificati e stratificati, a lami con struttura laminare, strutturalmente o sedimentaria, irregolarmente sfamata con strati e banchi di dolomiti grigio-nerastre, generalmente litate e subordinatamente con bande biotomietti a ridosso (Aporchya pachynaria SINA, Aporchya sp., Bouronia excavata (D'ORBIGNY), B. hemipachynaria ELIASHVILI, Bouronia sp., Brachioles sp., Zueria sp., Eoradules sp., Mopurdes sp., Jofia sp., Laperousia sp., Medea agnaria (PRONA), Radcliffea sp.), Asciolabroni microfossili con foraminiferi bentonici (Accordiella conica FARRACI, Cuneolina sp., Cycloina schumbergeri MUEHLER CHALMERS, Monchmella apernina DE CASTRO, Muricella cuvieri FURCADE, Nurtmolatella agula LUPERTO SINI, Nurtmolatella? irregularis DECHOUZ & RADICIC, Radzihoowia salentina (PAPETTI & TEDESCHI), Scandonea sp., Stensoleia aurentina TORRE, Tetamiroussa salentina LUPERTO SINI & REINA, Lafflesia mengaudi (= L. marisana) (STACHE) e Rhaphydonia flumica STACHE), alghe (Astartococcus kotzei RADICIC, Thaumasporella parvovesiculata (RANIERI), ostracodi e optalmididi. Strati litolitei (aspidorhynchiformi, benciformi, dupiformi, elapiformi, salmoniformi e serici) sono presenti in intervalli calcareo-dolomitici affioranti nei dintorni di Acquarica del Capo, di Alessano e di Tiviano-Fiscale. Ambiente intertidale di piattaforma interna.

SINTEMA DI ALLISTE

Calcarei da fini a grossolani di colore grigio giallastro, in strati e banchi discontinui, con struttura a lamine parallele alla stratificazione e gradazione diretta, scarsamente macrofossili (pettini, cardini). Calcare organogeno algale di colore grigio, massivo, contenente grossi gusci di gasteropodi arbori (Althea (Bohrer) sp., Trochus sp.), marginato a valle, in continuità di sedimentazione laterale, da sedimenti calcarentici a grana medio-fine di color bruno giallastro con evidenti impronte di inondature di fondo (Argoidea) ben diagenizzate (dintorni di Massa Serravalle). Microfauna a foraminiferi bentonici (Ammonia sp., Anghistegia sp., Cliticoides sp., Discorbis sp., Elphidium sp.). Depositi di piana tidale-intertidale. Limite inferiore inconformo, paraconcordante sulle formazioni pleistoceniche più antiche e discordante sul basamento cretaceo, superficie sommitale corrispondente a un terrazzo marino situato a quote intorno ai 50 metri, sormontato da due cordoni litoranei costituiti da calcareniti litificate con struttura festonata (ATE). Spessore affiorante non superiore a 10 metri.

PLEISTOCENE MEDIO

Colore eluvio-colluviale

Temi rosse argillose, depositi alluvionali e palustri, sabbioso-terrosi e subordinatamente ciottolosi di età via via più recente in relazione alla diminuzione di quota. Nei depositi più antichi sono frequenti resti scheletrici di mammalia (Elaphus sp., Rincoceros sp., Equus sp., Bos sp.). Spessore variabile tra qualche metro e una decina di metri.

PLEISTOCENE MEDIO-OLIGOCENE

Figura 11: Stralcio del Foglio 536 Ugento della Carta Geologica 1:50.000 –(fonte Ispra)

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

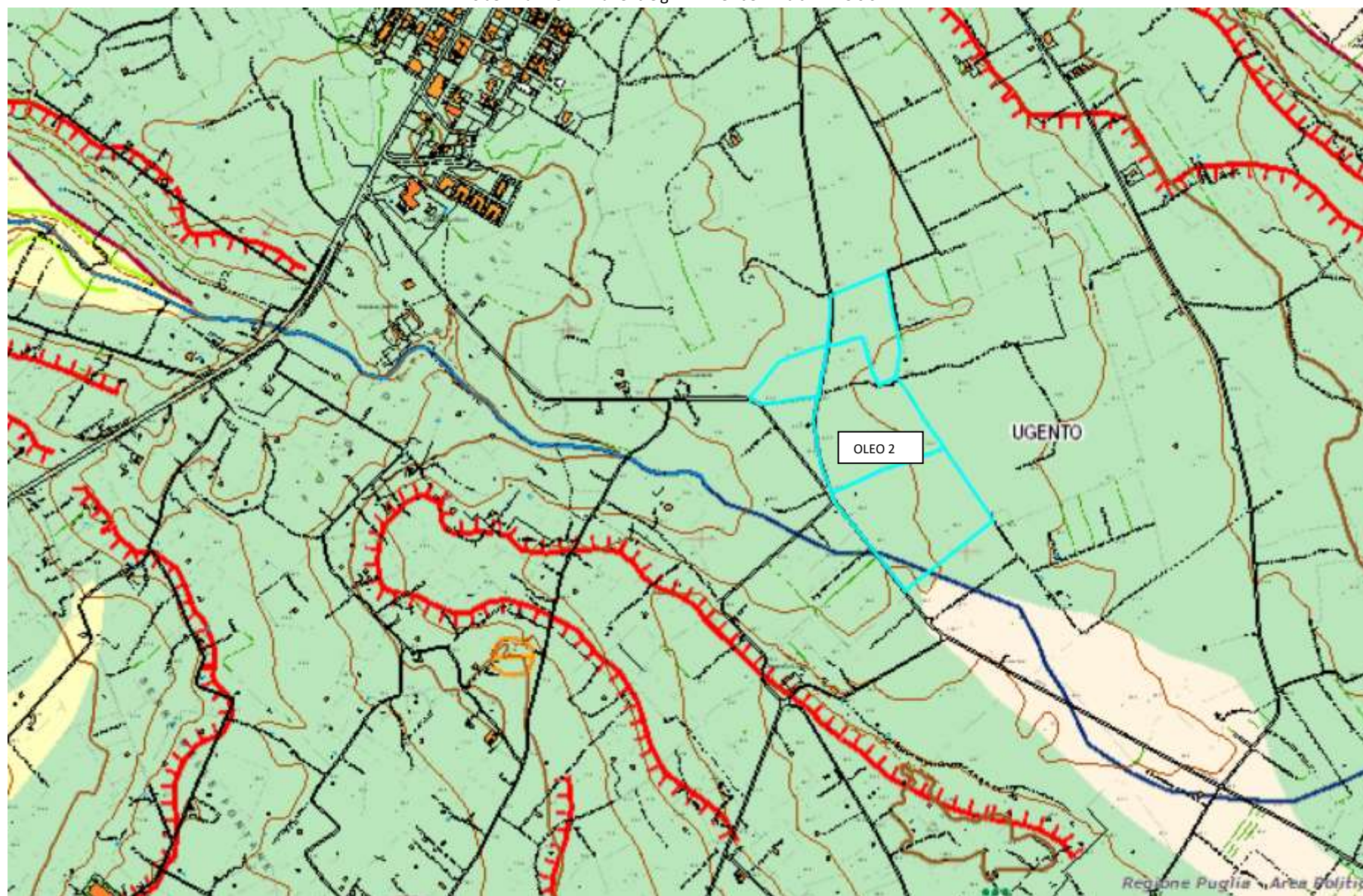


Figura 12: Stralcio Carta geomorfologica

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".
Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW
Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

4.2 Geomorfologia e idrogeologia del sito d'interesse

Il sito interessato dal progetto è inserito in un ambito caratterizzato da un alto morfologico-strutturale identificato come Serra Casa vecchia caratterizzato da quote topografiche di 91-92.

Tra le varie forme morfologiche di superficie rilevati sono gli Orli di Terrazzo Morfologico, disposti per la parallelamente all'attuale linea di costa e al limite dei rilievi cretacei essi rappresentano il risultato delle variazioni del livello marino a partire dal Pliocene.

Dall'esame della cartografia inoltre risulta che l'area in oggetto ricade in una zona caratterizzata da una pendenza verso Sud S-O e che è interessata da un reticolo idrografico con Est-W.N.W.

In merito alla presunta presenza di canali o incisioni fluviali, i rilievi effettuati sul campo hanno smentito quanto riportato dalla carta Idrogeomorfologica consultabile dal SIT Puglia e qui allegata. Infatti si conferma l'assenza, nella parte di territorio indagato di un reticolo idrografico permanente. Non si esclude che a causa della morfologia e delle naturali pendenze, su tale direttrice possa avvenire un convogliamento delle acque meteoriche e il loro naturale deflusso verso il canale posto a Ovest e Sud Ovest.

Dal punto di vista idrogeologico anche il sito in esame è caratterizzato dalla presenza di un solo acquifero ossia quello profondo.

5. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO

5.1 Pericolosità idrogeologica e geomorfologica

L'area di intervento ricade in una zona pianeggiante a Sud rispetto al centro abitato. Per quanto riguarda le aree a diversa pericolosità idraulica dal Piano di Bacino, Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Puglia, una piccola parte delle particelle n. **11 e 5** del foglio 64 incluse nel progetto intereferisce con aree perimetrate ad alta, a media e bassa pericolosità (cfr.Fig. 13 e14), ragion per cui tali porzioni non saranno interessate dall'inserimento dei pannelli fotovoltaici e di altre opere. Ciò nonostante è opportuno che gli interventi previsti siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in maniera tale che non subiscano danni in caso che la zona si allaghi e che la loro realizzazione non provochi comunque un aumento del rischio idraulico per i territori adiacenti.

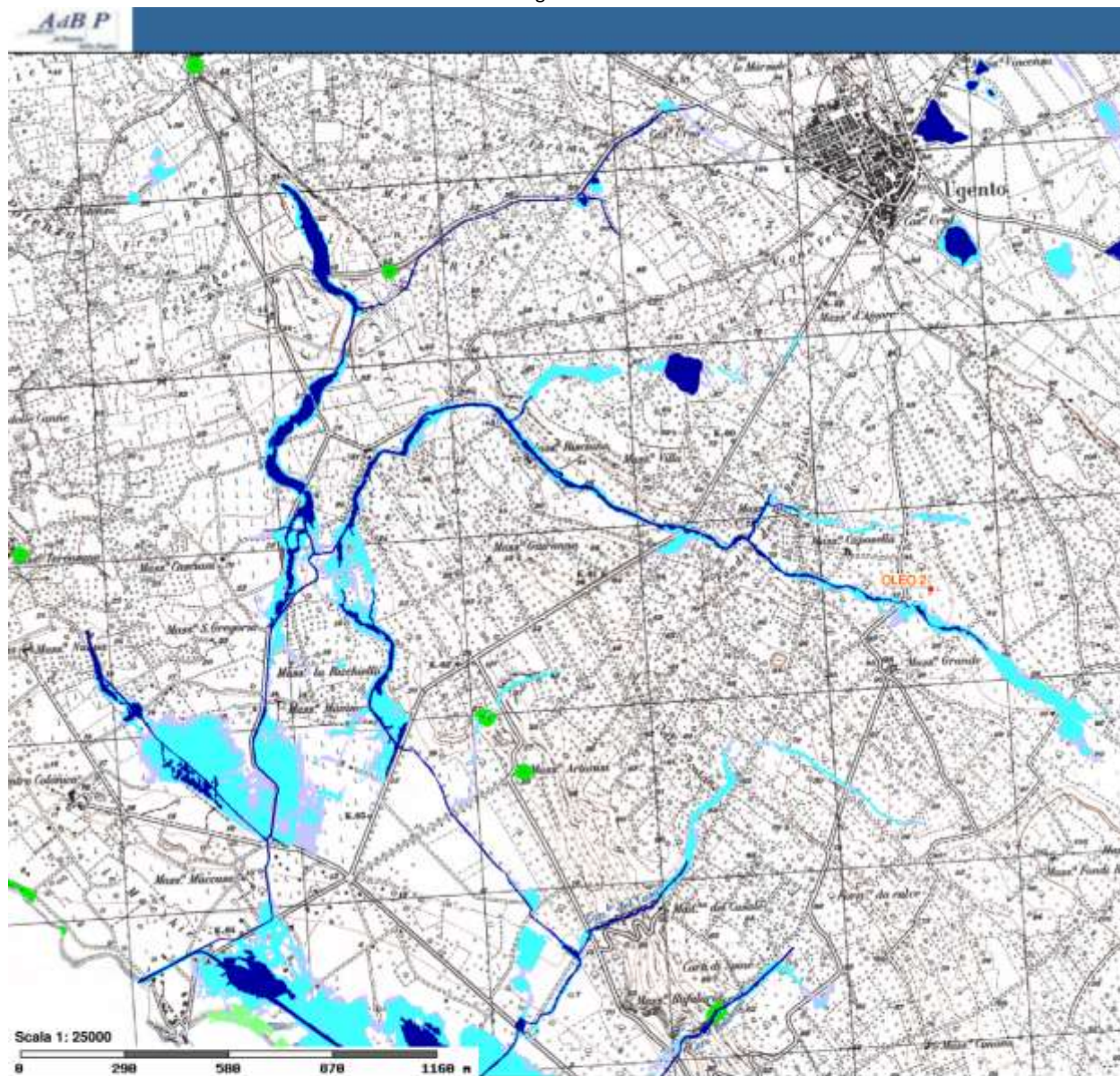
La bassa acclività del piano campagna e l'assenza di segnali o forme del rilievo correlate a dissesti portano a supporre che il rischio di frane ed instabilità dei versanti è assente;

Altresi non si esclude un rischio seppur molto basso d'instabilità causato da fenomeni di carsismo.

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$



Pericolosità e Rischio

Peric. Geomort.

media e moderata (PG1)

Peric. Idraulica AP

Peric. Idraulica MP

elevata (PG2)

elevata (PG3)

Figura 13: Inquadramento area oggetto di studio con aree perimetrate PAI

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

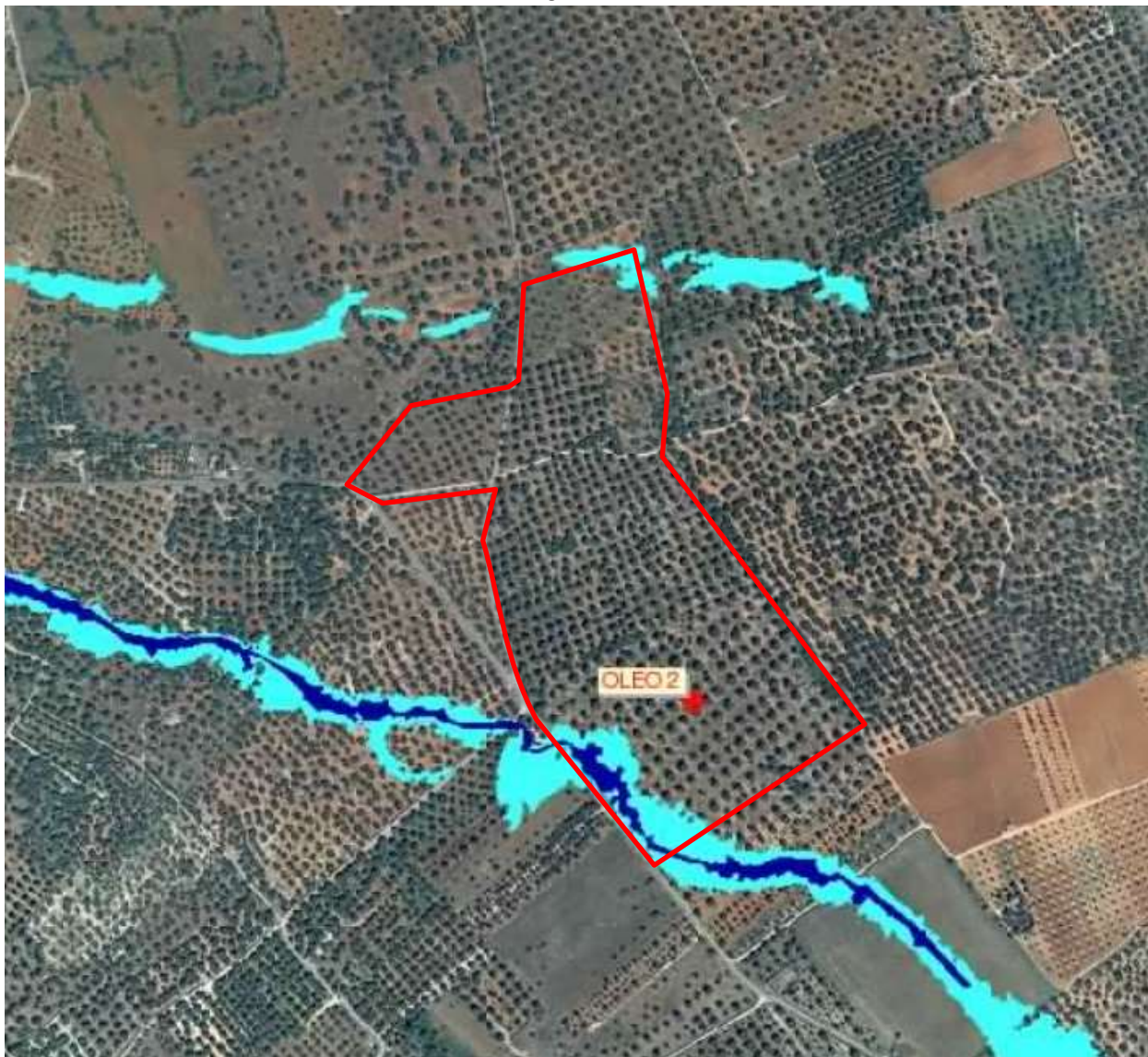


Figura 14: Parcolare Stralcio cartografia PAI

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

5.1 Pericolosità sismica

Il comune di Ugento e pertanto il sito interessato dal progetto, dal punto di vista sismico, è classificato dall'OPCM3274 del 23.03.2003 come zona "4" che ribadiamo è caratterizzata da valori di accelerazione del suolo (a_g) orizzontale inferiore a 0.055 m/s^2 .

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 seguito della pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale delle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17.01.2018 sono entrate in vigore alcune novità per la classificazione del sottosuolo in base ad indagini sismiche. L'approccio della normativa corrente è analogo alle NTC 2003 e 2008, ma ci sono dei cambiamenti, alcuni dei quali sono nel seguito evidenziati.

Probabilmente la prima novità è l'abbandono del parametro V_{s30} a favore di un simile parametro denominato "Velocità equivalente". Questa è calcolata in modo perfettamente analogo alla V_{s30} , ma invece di estendere la media pesata fino ai rigorosi 30 m di profondità, adesso viene portata fino ad una profondità H (che può essere pari a 30 m, ma anche ad un valore minore). A decretare il valore di questa profondità H è il raggiungimento del "substrato", caratterizzato da velocità superiori agli 800 m/s .

Per **velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio** si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità **dal piano di posa della fondazione**, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s .

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30 \text{ m}$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

E' interessante notare che per la categoria A non si parla di confrontare la velocità equivalente con la soglia di 800 m/s , ma di usare direttamente le velocità di taglio degli strati; questo perché altrimenti, con

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

questi tipi di terreno, sarebbe facile avere una profondità H pari a 0m , per cui non sarebbe possibile calcolare la "Velocità equivalente".

Pertanto quando il bedrock lo si rinviene già a partire dai primi metri, (**come nel caso in oggetto**) la categoria sismica che ne viene fuori è la "A" così definita *"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 ".*

Tuttavia da indagini sismiche MASW eseguite nei pressi ed in particolare la S11 (N: 4422982 E: 771977) individuata nel report di indagine allegato al DDP del PUG di Ugento scaturisce una categoria del suolo "B". Di seguito si riporta una sintesi delle varie indagini sismiche eseguite nell'intero territorio di Ugento nell'ambito di altri progetti e allegate al DDP del PUG di Ugento, i cui risultati portano a supporre che i siti in oggetto siano da classificare come categoria "A" e/o "B"

S10	$V_{s30} = 652 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 652 \text{ m/s}$	B
S11	$V_{s30} = 495 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 495 \text{ m/s}$	B
S12	$V_{s30} = 670 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 670 \text{ m/s}$	B
S15	$V_{s30} = 1356 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 1356 \text{ m/s}$	A
S23	$V_{s30} = 1045 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 1045 \text{ m/s}$	A
S30	$V_{s30} = 1224 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 1224 \text{ m/s}$	A
S36	$V_{s30} = 628 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 628 \text{ m/s}$	B
S39	$V_{s30} = 678 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 678 \text{ m/s}$	B
S41		$V_{seq} = 1061 \text{ m/s}$	A
S43		$V_{seq} = 680 \text{ m/s}$	B
S50	$V_{s30} = 451 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 451 \text{ m/s}$	B
S51		$V_{seq} = 460 \text{ m/s}$	B
S52	$V_{s30} = 330 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 330 \text{ m/s}$	C
S57	$V_{s30} = 632 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 632 \text{ m/s}$	B
S74	$V_{s30} = 759 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 759 \text{ m/s}$	B
S75	$V_{s30} = 462 \text{ m/s}$	$V_{seq} = 462 \text{ m/s}$	B

Figura 15: Sintesi di pregresse indagini sismiche effettuate sul territorio di Ugento (fonte DDP del PUG)

Pertanto in fase di progettazione esecutiva si consiglia l'esecuzione di indagini in situ per stabilire con maggiore dettaglio la categoria sismica di entrambi i siti.

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW

Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Annessi 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 16: 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 ag , Fo e T^*C per nove distinti periodi, dove:

- **ag** accelerazione orizzontale massima al suolo;
- **Fo** 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.

Comune: <input type="text" value="Ugento - (LE)"/>	ID	Longitudine	Latitudine	Dist. sito (Km)
Longitudine <input type="text" value="18.1640"/>	36813	18.1840	39.9360	1.8329
Latitudine <input type="text" value="39.9300"/>	36812	18.1190	39.9390	3.9689
<input type="button" value="Cerca con Google Map"/>	37034	18.1150	39.8890	6.1906
<input type="radio"/> Isola: <input type="text" value="Sardegna"/>	37035	18.1800	39.8860	5.0841

Figura 17: Reticolo nodi

Le azioni sismiche su ciascuna opera vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava per ciascun tipo di opera, moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d’uso Cu .

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

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**
- VN -Vita nominale dell'opera **50 anni**
- Cu -Coefficiente d'uso della costruzione(art. 2.4.2) **1,0**

Risulta un valore della VR pari a **50 anni**.

Premesso che che sullabase della classificazione topografica il sito in esame rientra nella categoria topografica T1, 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 tabella1.

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	T_r (anni)
SLO -Operativita'-	81%	30
SLD – Danno-	63%	50
SLV –Salvaguardia della vita	10%	475
SLC – Prevenzione del collasso	5%	975

Tabella 1

Stati Limite	T_r (anni)	a_g (g/10)	F_o (-)	T^*c (s)
SLO -Operativita'-	30	0.16195762	2.39847673	0.16038376
SLD – Danno-	50	0.21698922	2.36242856	0.25185502
SLV – Salvaguardia della vita	475	0.58472996	2.59585248	0.42708903
SLC – Prevenzione del collasso	975	0.77574932	2.64114176	0.48429228

Tabella 2: Parametri di pericolosità sismica

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

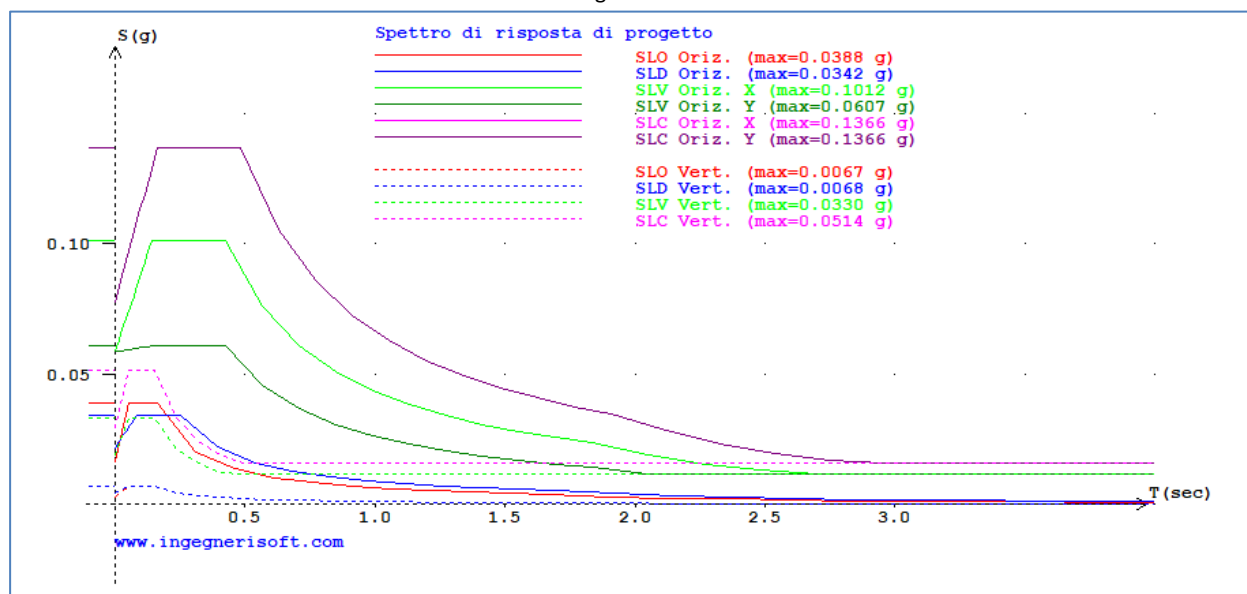


Figura 18: Spettri di risposta elastica ai diversi stati limite

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW

Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

6. MODELLO GEOTECNICO PREVEDIBILE

6.1 Indagini eseguite sul territorio

Al fine di procedere ad una caratterizzazione geologica e geotecnica, del sito interessato dall'intervento di cui all'oggetto, ci si è avvalsi del rilievo stratigrafico effettuato nell'area in oggetto e delle indagini geognostiche eseguite sul territorio riservandosi, in fase esecutiva, di approfondire l'indagine conoscitiva con prove da effettuare sul sito.

Nello specifico sono stati consultati i risultati del progetto degli ***Interventi Di Completamento Della Rete Idrica E Fognaria A Servizio Degli Abitati Di Ugento (Le) E Delle Frazioni Di Gemini E Di Torre San Giovanni.***

- Prospezioni sismiche a rifrazione;
- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

Indagine sismica a rifrazione

Il metodo dell'indagine sismica a rifrazione, consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (P ed S), al fine di determinare le velocità (Vp) e (Vs) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori. I dati, così ottenuti, sono dati riportati su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo, si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

Sono stati considerati i profili sismici più vicini ai siti in oggetto ed in particolare il n.15 e il n. 19 di seguito riportati.

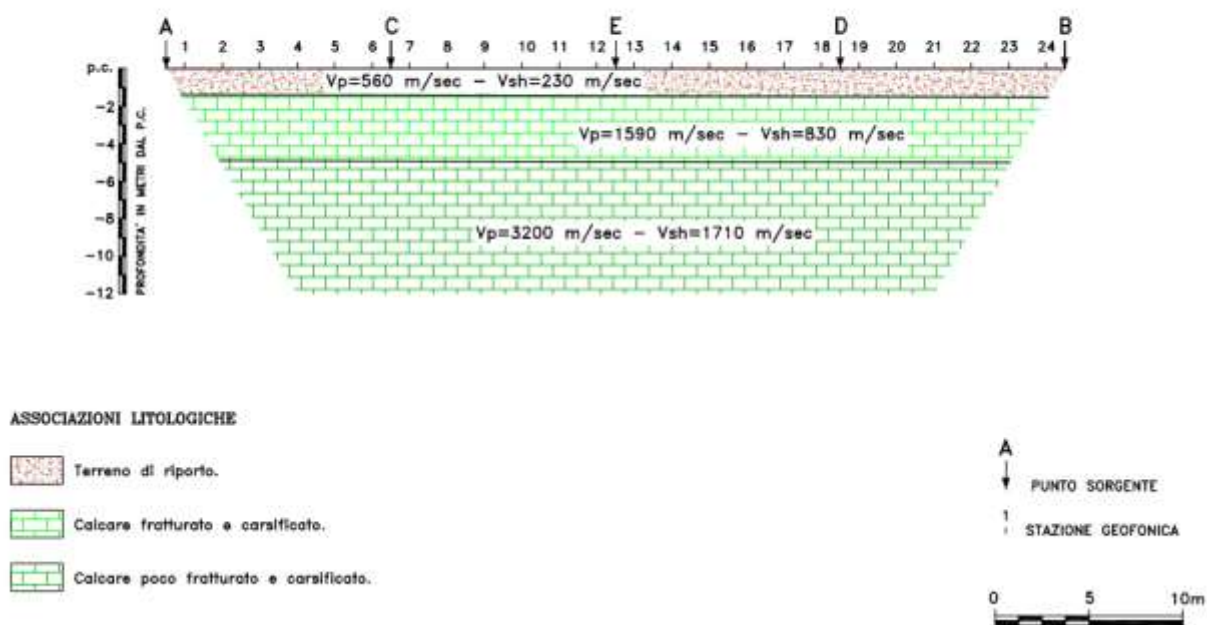
Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

Il **profilo sismico n° 15** ubicato in piazza Pertini ha evidenziato un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno di riporto e/o coltre colluviale che presenta una velocità di 300 m/sec ed uno spessore di circa 1 metro, segue il secondo sismostrato che con una velocità V_p pari a 1590 m/sec è assimilabile ad un calcare fratturato e carsificato. Infine il terzo sismostrato con un valore di V_p pari a 3200 m/s corrispondente ad un calcare più compatto.

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA PROFILO 15

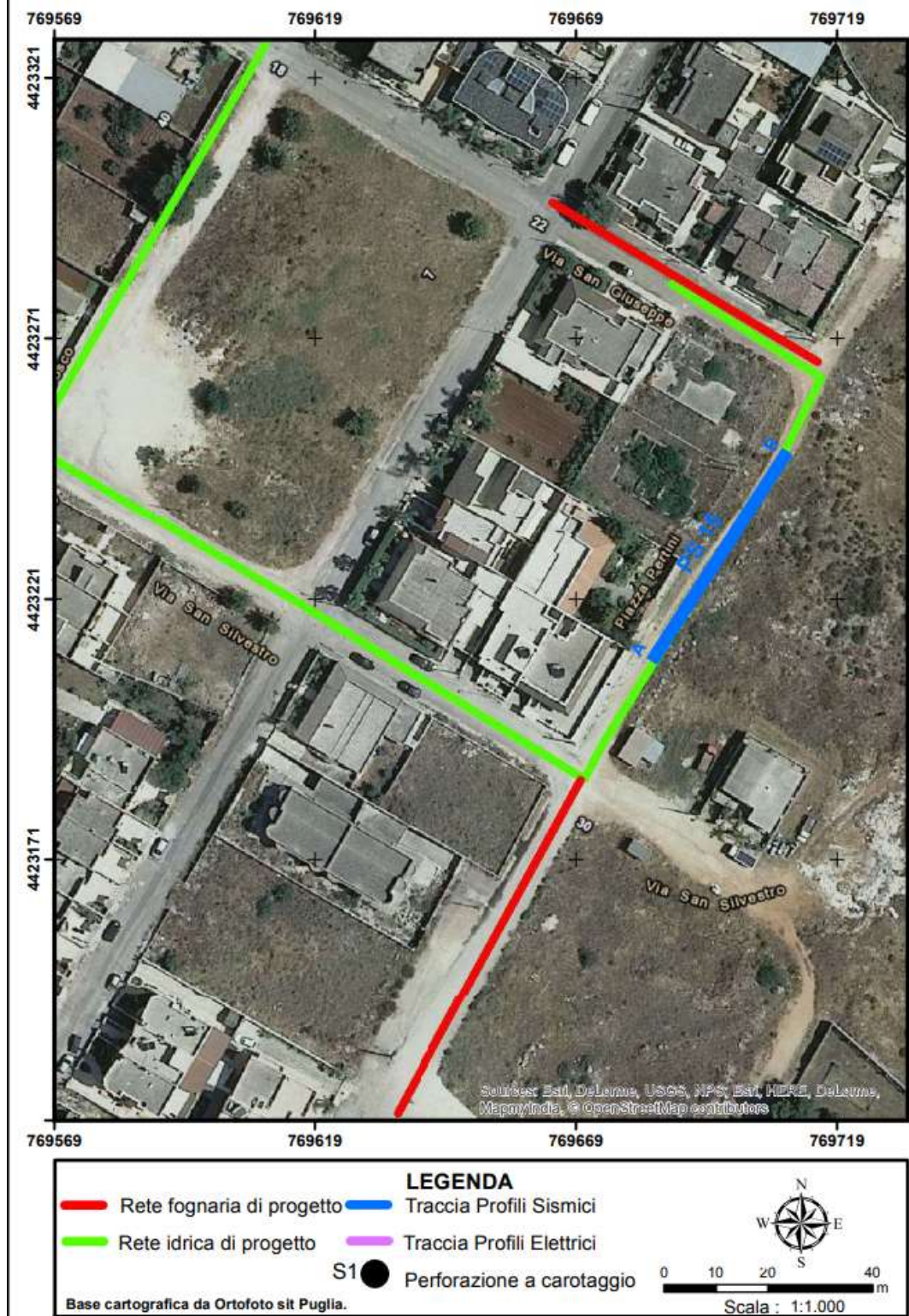


Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW

Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

Ubicazione profilo sismico 15



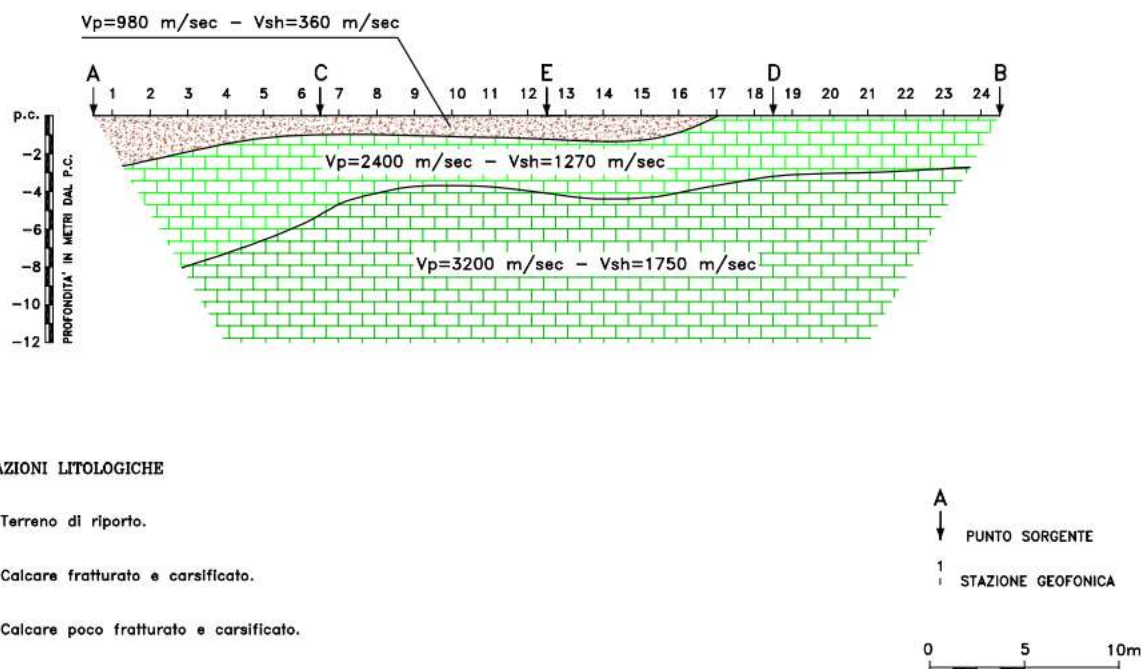
Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

Il profilo sismico n.19 ubicato in via Puglia, ha evidenziato un modello a tre sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta una velocità di 980 m/sec ed uno spessore variabile da 1 a 3 metri, segue il secondo sismostrato che con una velocità V_p pari a 2400 m/sec è assimilabile ad un calcare fratturato e carsificato. Infine il terzo sismostrato con un valore di V_p pari a 3200 m/s corrispondente ad un calcare più compatto.

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA PROFILO 19

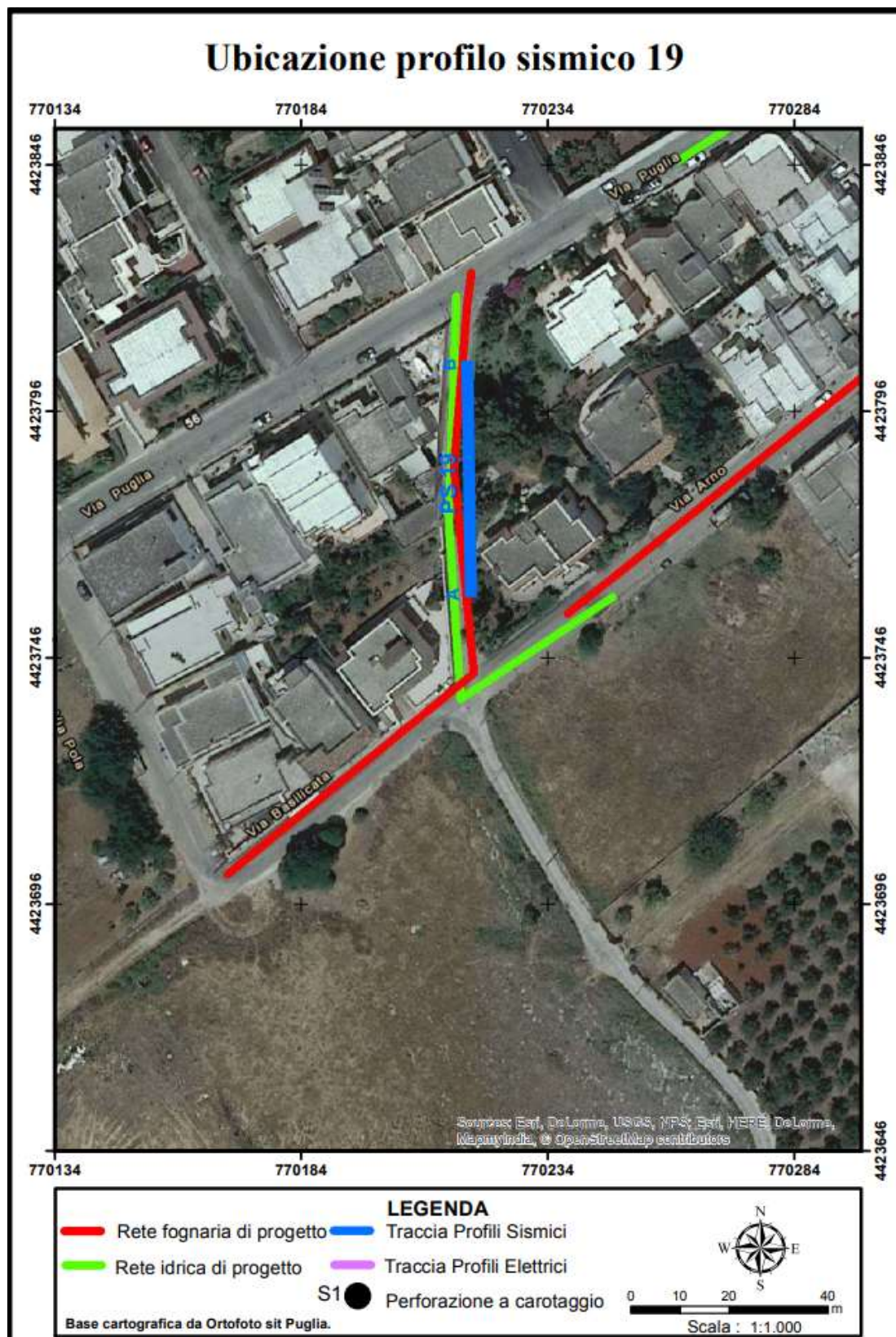


Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

Profilo 19



Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

Dalla misurazione delle velocità VP e Vs si è risaliti ai moduli elastici e meccanici del terreno fondale

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	γ (KN/mc)	RQD %	E (Kg/cm ²)	η
Terreno di riporto	500	-	-	--	-	-
Calcare fratturato	2400	1270	24	45	35700	0,30
Calcare poco fratturato	3200	1750	26	60	214200	0,30

Vp= Vel. Long.; Vs= Vel trasv; ϕ' =angolo d'attrito;; γ = peso unità di volume; E=modulo di elasticità; η =coefficiente di poisson;

Tabella 3

Successivamente dai moduli elastici dedotti dall'indagine sismica è stata eseguita la caratterizzazione meccanica dell'ammasso roccioso facendo ricorso a modelli che correlano, tramite opportuni coefficienti, le sollecitazioni dinamiche a quelle statiche che si sviluppano dopo la realizzazione del manufatto.

6.2 Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni

I parametri geotecnici dei terreni, in relazione alla progettazione dell'opera prevista, sono stati desunti sia dalle indagini geofisiche eseguite sui litotipi calcarei e calcarenitici, che prove di laboratorio su campioni prelevati in fase di perforazione di sondaggi geognostici realizzati nei pressi.

Il rilievo geologico ha permesso di verificare che i campi fotovoltaici, denominati Sud ed Est, sono interessati oltre che dall'affioramento dei litotipi calcarei (Calcare di Altamura) anche da depositi di depositi alluvionali e/o terre rosse riferibili alle "Coltri Elio-Colluviali" e da depositi calcarenitici appartenenti al Sintema di Alliste. Pertanto al fine di consentire alla progettazione di dimensionare le strutture di seguito vengono descritti gli aspetti geotecnici e le relative problematiche così come risultano dagli studi svolti, dai rilievi eseguiti e dalle prove realizzate in sito.

6.2.1 Calcari.

I suddetti valori dei parametri geotecnici rappresentano una media e le deviazioni standard sono talora molto elevate e, inoltre rappresentano dei valori significativi solo alla scala del provino di laboratorio.

Caratteristiche fisiche **Calcare poco fratturato**:

✓ **Peso specifico:** **26 KN/m³**

Caratteristiche meccaniche

✓ **Resistenza a compressione:** **1240 Kg/cm²**

✓ **Resistenza a flessione:** **112 Kg/cm²**

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

✓ **Modulo elastico**

35700 Kg/cm^2

Nell'esecuzione delle verifiche geotecniche, in linea generale valgono i seguenti parametri di resistenza, cautelativi ma in genere sufficienti per la maggior parte delle strutture:

$c' \text{ (coesione)} = 127 \text{ KN/mq}$

$\phi \text{ (angolo di attrito interno)} \approx 35^\circ$

Nel caso di calcare fratturato e carsificato i valori della coesione e dell'angolo di attrito si riducono

$c' \text{ (coesione)} = 5-10 \text{ KN/mq}$

$\phi \text{ (angolo di attrito interno)} \approx 27-30^\circ$

6.2.2 Calcareniti

Queste calcareniti hanno in genere buone proprietà geomeccaniche, specie nei livelli più superficiali laddove la cementazione tra i grani è esaltata dall'ulteriore apporto di cemento calcitico posto in essere all'evaporazione delle acque di risalita capillare e dagli effetti di essiccazione in generale. Più in profondità possono essere presenti situazioni di composizione eterogenea (irregolare cementazione). Secondo quanto riportato da: V. Cotecchia, G. Calò, G. Spilotro in "Caratterizzazione Geolitologica e Tecnica delle Calcareniti Pugliesi, 1985, esistono sostanziali differenze tra le caratteristiche tecniche del campione e quelle dell'ammasso roccioso dovute principalmente a variazioni, all'interno dello stesso ammasso, di:

- *grado di cementazione,*
- *grado di alterazione,*
- *granulometria,*
- *presenza di discontinuità sinsedimentarie e postsedimentarie,*

Di seguito si riportano i valori dei parametri geotecnici rimarcando che rappresentano una media e che le deviazioni standard sono talora molto elevate e, inoltre rappresentano dei valori significativi solo alla scala del provino di laboratorio.

- ✓ **Peso volume naturale : $21-22 \text{ KN/m}^3$**
- ✓ **Porosità: 42%**
- ✓ **Resistenza a compr.: 276 t/m^2**

Nell'esecuzione delle verifiche geotecniche, in linea generale si può affermare che, in presenza di un'irregolare cementazione, queste calcareniti si possono assimilare ad un terreno sabbioso; i parametri di resistenza, cautelativi ma in genere sufficienti per la maggior parte delle strutture, in questo caso valgono:

$c' \text{ (coesione)} = 0$

$\phi \text{ (angolo di attrito interno)} \approx 32^\circ \div 35^\circ$

Nel caso invece di una cementazione forte e regolare, si può considerare anche il termine relativo alla coesione dell'ordine di **$49-98 \text{ KN/m}^2$** .

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici $P_{dc} = 8174,52 \text{ kW}$

Potenza nominale degli inverter $P_{ac} = 7500 \text{ kW}$

Nella tabella seguente si riassumono i principali parametri degli orizzonti litologici che saranno interessati dall'intervento.

UNITA' LITOTECNICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PARAMETRI GEOTECNICI
A	COLTRE COLLUVIALE	Peso unità di volume (γ)= 21-22 KN/mc
		Angolo di Attrito $\phi' = 25^\circ$
		Coesione non drenata $C_u = 0,40 \text{ Kg/cm}^2$
		coefficiente di poisson (η) =0,33
B	SINTEMA DI ALLISTE CALCARENITI DA FINI A GROSSOLANE IN STRATI E BANCHI DISCONTINUI	Peso unità di volume (γ)= 21-22 KN/mc
		Angolo di Attrito $\phi' = 32^\circ \div 35^\circ$
		RQD= 90%
		coefficiente di poisson (η) =0,33
C	CALCARE DI ALTAMURA BANCHI FRATTURATI E CARSIFICATI	Peso unità di volume (γ)= 25 KN/mc
		Angolo di Attrito $\phi' = 27^\circ \div 30^\circ$
		RQD = 10-45%
		coefficiente di poisson (η) =0,34

Tabella 4

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW

Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

7. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è finalizzato alla caratterizzazione del deposito che sarà interessato dal progetto, predisposto da SUNCO SUN GREEN S.R.L., per la realizzazione di un'iniziativa agrovoltaica per la realizzazione e messa in esercizio di un impianto produzione di energia elettrica da fonte solare di potenza pari a circa **8,17452 MW**, abbinato al recupero di terreni agricoli abbandonati e incolti per destinarli a produzioni agricole specifiche e ad apicoltura, nonché delle relative opere ed infrastrutture accessorie necessarie al collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per la consegna dell'energia elettrica prodotta, da ubicarsi all'interno dei limiti amministrativi dei comuni di Ugento (Lecce).

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 2*" e sarà realizzato in un sito ricadente in zona 4 (Pericolosità sismica).

La falda acquifera superficiale è assente; risulta la presenza della sola falda profonda circolante nei calcari mesozoici

Il rilievo geologico di superficie unitamente alle indagini geognostiche eseguite sul territorio lasciano ipotizzare che presumibilmente le strutture fondali delle opere in progetto saranno condizionate da uno strato di terra rossa (Coltre Elio-colluviale) dai calcari poco fratturati appartenenti alla formazione dei "Calcari Di Altamura" e/o dalle calcareniti del "Sintema di Alliste".

Nella tabella seguente sono riportati, unicamente i campi di variabilità dei principali parametri fisici e di resistenza dei litotipi suddetti:

Progettazione di un impianto agrivoltaico denominato "Oleo2".

Potenza nominale dei moduli fotovoltaici Pdc = 8174,52 kW

Potenza nominale degli inverter Pac = 7500 kW

UNITA' LITOTECNICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PARAMETRI GEOTECNICI
A	COLTRE COLLUVIALE	Peso unità di volume (γ)= 21-22 KN/mc
		Angolo di Attrito (ϕ') = 25°
		Coesione non drenata Cu = 0,40 Kg/cm ²
		coefficiente di poisson (η) =0,33
B	SINTEMA DI ALLISTE CALCARENITI DA FINI A GROSSOLANE IN STRATI E BANCHI DISCONTINUI	Peso unità di volume (γ)= 21-22 KN/mc
		Angolo di Attrito (ϕ') = 32° ÷ 35°
		RQD= 90%
		coefficiente di poisson (η) =0,33
C	CALCARE DI ALTAMURA BANCHI FRATTURATI E CARSIFICATI	Peso unità di volume (γ)= 25+26 KN/mc
		Angolo di Attrito (ϕ') = 27° ÷ 30°
		RQD = 10-45%
		coefficiente di poisson (η) =0,34

Infine, per quanto concerne l'individuazione della categoria sismica dei suoli, i risultati di varie indagini sismiche (cfr. fig.15) eseguite nell'intero territorio di Ugento nell'ambito di altri progetti e allegate al DDP del PUG di Ugento, portano a supporre che i siti in oggetto siano da classificare come categoria "A" e/o "B".

Pertanto in fase di progettazione esecutiva si consiglia l'esecuzione di indagini in situ per stabilire con maggiore dettaglio la categoria sismica dell'intero sito.

San Pietro Vernotico Luglio 2023

Il geologo

Dott. Luisiana SERRAVALLE

