



Studio di Impatto Ambientale

IMPIANTO FOTOVOLTAICO 50,6 MW_p

Comuni di PORTO TORRES e SASSARI (SS)

Allegato 14

Relazione Pedologica



Questo documento rappresenta la Relazione Pedologica per la realizzazione di un Impianto Fotovoltaico di potenza pari a 50,6 MW_p e relative opere connesse, presso le aree denominate "Aree Sud" nei Comuni di Porto Torres e Sassari (SS).

28/07/2023	00	Emissione finale	Alessandro Battaglia Paola Bertolini 	GdL ENE/PERM ENE/BD EniPlenitude/ENGI	Resp. Permitting ENE/PERM Carlotta Martignoni Resp. Business Development ENE/BD Caterina Giorgio
------------	----	------------------	---	--	--

Agronomo: Dott. Candido Maoddi



Data	Revisione	Descrizione Revisione	Preparato	Controllato	Approvato
------	-----------	-----------------------	-----------	-------------	-----------

Indice

1	Premessa	2
2	Inquadramento Geopedologico	3
2.1	Linee guida generali	3
2.2	Carta dei suoli RAS	3
2.3	Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli	4
2.4	Suscettività	9
3	Verifiche di Campo	11
3.1	Profili pedologici	15
4	Capacità d'Uso dei Suoli (Land Capability Classification)	19
4.1	Suscettività d'uso dei suoli (Soil Suitability Evaluation)	19
5	Fase di Esercizio	21
6	Monitoraggio	22
7	Conclusioni	23

1 Premessa

Il presente studio si configura come la Relazione di analisi pedologica relativa al sito dove è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico ad inseguimento monoassiale ubicato in comune di Porto Torres, nell'ambito della zona industriale.

I terreni dove è prevista la realizzazione dell'impianto sono ubicati nella regione storica della Nurra, nei dintorni dello stabilimento della Versalis, adiacenti alla zona dei serbatoi in disuso predisposti in origine per lo stoccaggio del greggio.

Nell'insieme questi terreni hanno tutti giacitura sostanzialmente pianeggiante e sono prevalentemente interessati dalla presenza di specie prative legate ai cicli ed alle rotazioni di coltivazione.

Lo scopo di questa analisi è la determinazione delle caratteristiche pedologiche ed agronomiche dei suoli e le interazioni tra la realizzazione dell'impianto e la componente suolo. Lo studio è stato condotto in diverse fasi:

- 1) Inquadramento cartografico finalizzato alla predisposizione del piano di indagine;
- 2) Raccolta di dati di letteratura al fine di inserire l'area nel contesto di competenza;
- 3) Indagine sul campo;
- 4) Verifica ed assegnazione della classe di uso di appartenenza dei terreni esaminati, in riferimento alle caratteristiche rilevate.

Lo studio include anche un piano di verifica e monitoraggio, finalizzato alla valutazione della evoluzione pedoagronomica prevista.

2 Inquadramento Geopedologico

2.1 Linee guida generali

La Nurra costituisce un mosaico di pedopaesaggi estremamente complesso che si evolve su substrati che datano dal Paleozoico ad oggi, lasciando in questa regione testimoni di rocce e forme estremamente diversificate e composite.

Nell'area si alternano rilievi dolci e aspri, altopiani, pianure di origine alluvionale, eolica, deltizia e di retrospiaggia, falesie stagni e spiagge. A ciò si somma una grande variabilità delle associazioni vegetali naturali (gariga, macchia e rimboschimenti) e dell'attività agricola sia intensiva (vigneti DOC, oliveti, orti) che estensiva (seminativi).

I terreni hanno giacitura sostanzialmente pianeggiante: la caratterizzazione geologica e geologico-tecnica evidenzia che i litotipi presenti nel sito di riferimento sono raggruppabili come segue:

- Depositi antropici costituiti prevalentemente da discariche industriali;
- Depositi Olocenici costituiti da sabbie con subordinati limi e argille dell'area Continentale;
- Calcari e dolomie;
- Conglomerati a quarzo e liditi ed arenarie quarzose ben cementate;
- Bauxite e argille residuali e relativi depositi di versante;
- Marne, calcari marnosi e nodulari e relativi depositi di versante.

I depositi alluvionali affiorano specialmente lungo il corso di Fiume Santo e sono costituiti da sedimenti, per lo più sabbiosi. Sabbie più o meno grossolane caratterizzano le potenze maggiori in corrispondenza dei tratti più incisi, mentre ritroviamo sedimenti con caratterizzazione granulometriche più fini nelle zone di allagamento, lontano dal corso del fiume vero e proprio, dove dominano i limi sabbiosi e le argille limose.

I substrati calcarei sono più frequenti nell'intorno di Monte Rosè dove costituiscono la formazione prevalente in associazione a conglomerati a quarzo e aree con presenza di bauxite ed argille residuali. Le marne e calcari marnosi sono anch'esse frequenti nell'area e si ritrovano in particolare modo nel settore Est.

I litotipi caratterizzati da una maggiore estensione nell'area in esame e affioranti nei siti di stretto interesse per il progetto dell'impianto fotovoltaico sono quelli appartenenti al complesso delle arenarie e sabbie di ambiente transizionale (settore Nord) e al gruppo Marne, calcari marnosi e nodulari e relativi depositi di versante (settore Sud).

La situazione litostratigrafica locale è stata definita attraverso l'osservazione diretta dei litotipi affioranti e informazioni dedotte sia dalla letteratura che da precedenti studi in terreni simili.

2.2 Carta dei suoli RAS

La prima fase di analisi della componente pedologica si è basata sulla carta dei suoli della Regione Sardegna (Assessorato della Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio) elaborata dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Cagliari a cura di Aru e Baldaccini (**Tavola 1c**).

La sovrapposizione del perimetro delle aree di progetto sulla cartografia tematica consente di identificare che l'impianto è ricompreso in buona parte nell'ambito di terreni antropizzati e per la restante parte si suddivide tra l'unità delle Alluvioni su arenarie eoliche cementate del Pleistocene e l'unità dei Calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene e relativi depositi colluviali.

In riferimento alle alluvioni su arenarie, dalla legenda della carta pedologica si rileva che detta unità si è sviluppata a partire da arenarie eoliche ed interessa prevalentemente aree da subpianeggianti a pianeggianti.

In linea generale si tratta di suoli su morfologie da pianeggianti a ondulate. La rocciosità affiorante e la pietrosità superficiale sono presenti ma non limitanti. La copertura vegetale è costituita dal pascolo naturale, arborato o cespugliato e da colture cerealicole e foraggere. I suoli, spesso di colore rossastro, hanno profili di tipo Suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

Le potenze medie sono inferiori a 40 - 50 cm. Il contenuto in scheletro è variabile, la tessitura varia dalla franca alla franco-argillosa, la reazione è neutra. Il complesso di scambio è sempre saturo. I rischi di erosione, da moderati a severi, sono in funzione della morfologia e della copertura vegetale.

Le superfici interessate da questa unità sono marginali ad una agricoltura di tipo intensivo ed hanno nelle colture cerealicole e foraggere in rotazione al pascolo anche migliorato, nel rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, le destinazioni d'uso ottimali.

Secondo la Soil Taxonomy, in questa unità è presente un complesso di suoli classificabili come TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALFS, subordinatamente XEROFLUVENT, OCHRAQUALFS

La seconda unità censita è quella dei calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene e relativi depositi colluviali. Anche questa unità si sviluppa in prevalenza su aree da subpianeggianti a pianeggianti.

Si caratterizza per suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

Secondo soil taxonomy in questa unità è presente un complesso di suoli classificabili come TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALFS, subordinatamente XEROFLUVENT, OCHRAQUALFS

2.3 Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli

Lo studio è stato approfondito con i dati ricavati dal portale del suolo della Regione Sardegna ed in particolare con l'analisi della carta delle unità di terre a cura di Agris e Laore.

È un progetto che ha visto la collaborazione della Regione Sardegna, dell'Università di Sassari e dei dipartimenti di AGRIS e LAORE con la finalità di realizzare uno studio complessivo a scala di dettaglio dei suoli. In questa fase lo studio è limitato a quattro aree, di cui una è rappresentata dalla Nurra, e comprende anche i terreni oggetto di studio.

L'analisi della cartografia allegata allo studio e delle monografie ed atlanti ha portato a classificare i suoli in esame in due principali macrogruppi con caratteristiche abbastanza simili.

Il primo raccoglie suoli su arenarie e sabbie di ambiente transizionale identificati come gruppo litologico CD 0, rappresenta il 2% del totale dei suoli della Nurra (totale 91.200 Ha) e vede la consociazione di:

- suoli a profilo A-R, A-C, da poco profondi a mediamente profondi, tessitura FSA, FA, scheletro dell'orizzonte superficiale comune, reazione da subacida a neutra, saturazione in basi elevato, ben drenati;
- suoli a profilo A-Bt-Btk-C, profondi, tessitura FSA, Scheletro dell'orizzonte superficiale da comune ad abbondante, concrezioni di carbonati secondari, minute, da comuni ad abbondanti all'aumentare della profondità, reazione da neutra a subalcalina, saturazione in basi elevato, ben drenati;
- Inclusioni non limitanti di: suoli a profilo A-Bw-C, mediamente profondi, tessitura FS, scheletro dell'orizzonte superficiale comune, reazione da subacida a neutra, saturazione in basi elevato, ben drenati.

La classificazione secondo USDA SOIL DEPARTMENT è la seguente:

Consociazione di:

- Lithic Xerorthents.

Inclusioni non limitanti di:

- Lithic Haploxerepts e Calcic Haploxeralfs.

Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 Secondo livello

Consociazione di:

- Haplic Leptosols.

Inclusioni non limitanti di:

- Endoleptic Cambisols (Eutric) e Endoleptic Luvisols (Chromic, Eutric).

La classe d'uso individuata è la **Vle, Vls** **Sottoclassi incluse: IIs, IVs**.

L'atlante segnala come principali limitazioni Moderata profondità dei suoli, orizzonti con accumuli di carbonati secondari subsuperficiali, rischi di erosione laminare moderati.

Suoli da marginali ad adatti agli usi agricoli intensivi. Localmente adozione di misure per il controllo dei processi erosivi in atto o potenziali, limitazioni nella profondità delle lavorazioni.

La figura seguente illustra la distribuzione dei suoli dell'unità fisiografica individuata (Nurra). In particolare il sottotipo ATN 1 è quello maggiormente rappresentato tra i suoli che si sono evoluti a partire da arenarie. Tale sottounità è quella maggiormente rappresentata nei terreni oggetto dell'installazione dell'impianto fotovoltaico.

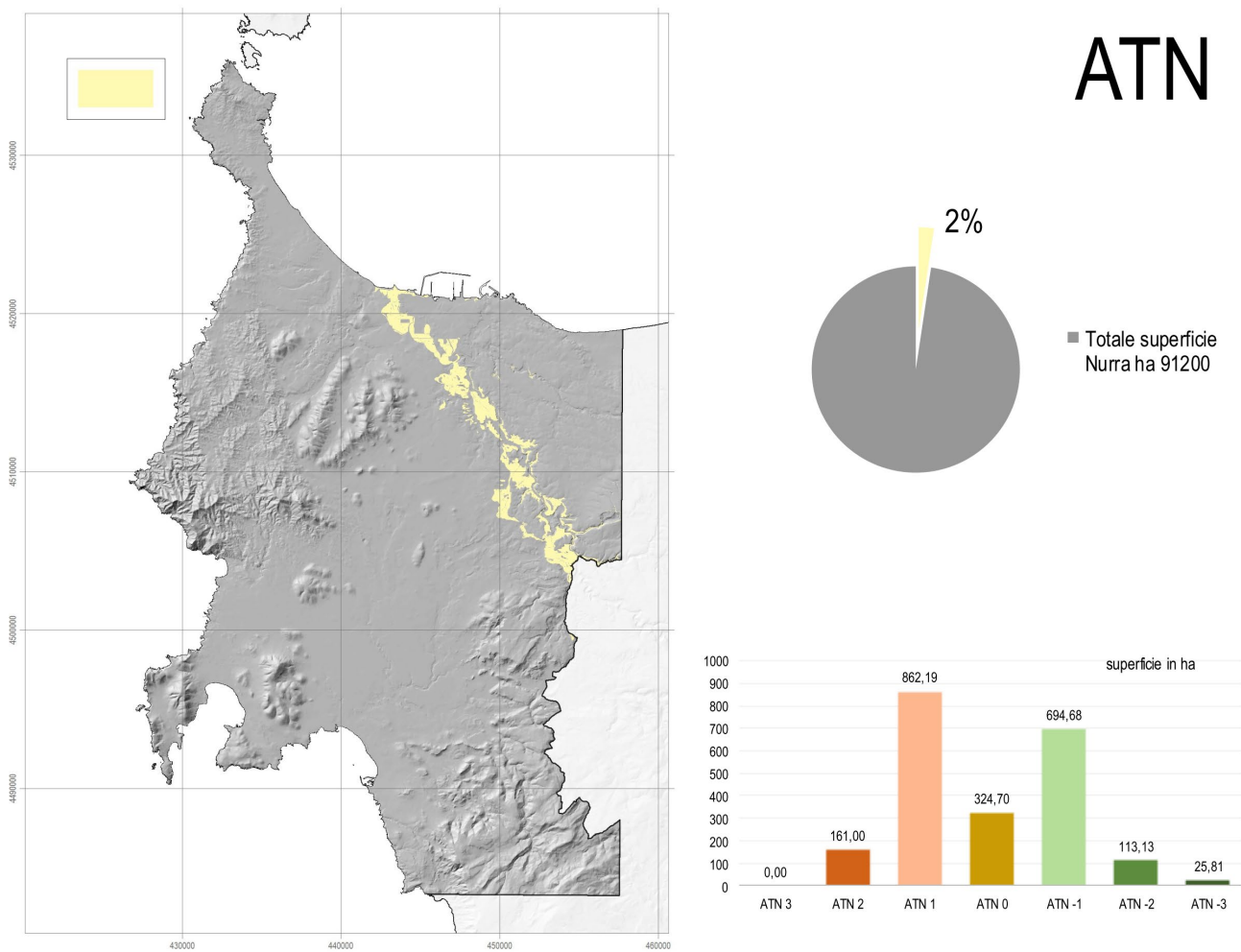


Figura 2.1 – Distribuzione dei suoli dell'unità fisiografica della Nurra – gruppo litologico ATN

Il secondo raccoglie i suoli su Marne, calcari marnosi e nodulari e relativi depositi di versante, identificati come gruppo litologico MRN, rappresenta il 2% del totale dei suoli della Nurra (totale 91.200 Ha) e vede la consociazione di:

- suoli a profilo A-Bt-Btk-C, A-Btk-R o A-Bk-C, da mediamente a molto profondi, tessitura FAS, FA, AS tendente ad A all'aumentare della profondità, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, concrezioni di carbonati secondari, minuti e medi, da comuni ad abbondanti, reazione subalcalina, saturazione in basi elevata, da ben drenati a moderatamente ben drenati.
- suoli a profilo A-C, mediamente profondi, tessitura FA, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, reazione subalcalina, saturazione in basi elevata, ben drenati (limitatamente ai depositi alluvionali di fondo valle).

Inclusioni limitanti di:

- suoli a profilo A-R o A-C, da poco a mediamente profondi, tessitura FA, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, reazione da neutra a subalcalina, saturazione in basi in basi elevata, ben drenati.

La classificazione secondo USDA SOIL DEPARTMENT è la seguente:

Consociazione di:

- Calcic Haploxeralfs e Typic Xerofluvents

Inclusioni limitanti di:

- Lithic Xerorthents.

La classe d'uso indicata è **Ils con Sottoclassi incluse: IVs, VI s, VIe s.**

MRN

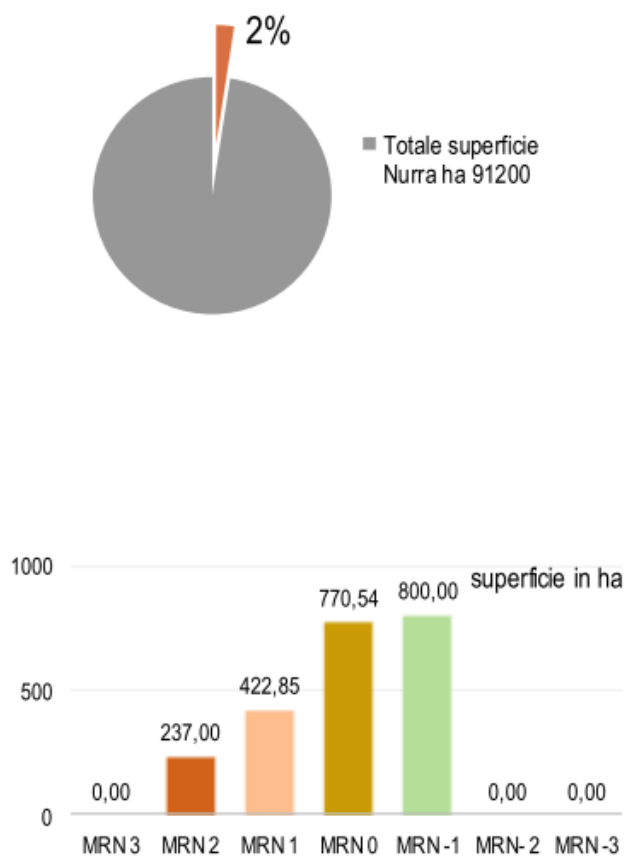


Figura 2.2 – Distribuzione dei suoli dell'unità fisiografica della Nurra – gruppo litologico Marne

Le principali limitazioni d'uso individuate dall'atlante sono legate alla ridotta profondità del suolo e al contenuto localmente elevato di concrezioni di carbonati secondari. Altro elemento è la presenza di erosione idrica laminare debole e localizzata.

Il terzo Gruppo interessa una porzione marginale del sito di studio e si riferisce ai suoli Piroclastiti non saldate o poco saldate con epiclastiti intercalate e relativi depositi di versante, identificati come gruppo litologico PRL, rappresenta il 7% del totale dei suoli della Nurra e vede la consociazione di:

- suoli a profilo A-Bw-C, A-Bw-R e A-Bk-R mediamente profondi, tessitura FS o A, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso o comune a localmente abbondante all'aumentare della profondità, reazione da subacida a neutra, saturazione in basi elevata, ben drenati;
- suoli a profilo A-Bt-BC-C, profondi, tessitura da FA ad A all'aumentare della profondità, scheletro

dell'orizzonte superficiale scarso, presenza di caratteri vertici poco pronunciati, reazione neutra, saturazione in basi elevata, moderatamente ben drenati;

- suoli a profilo A-C, da profondi a molto profondi, tessitura A, scheletro dell'orizzonte superficiale scarso, presenza di caratteri vertici ben pronunciati, reazione neutra, saturazione in basi elevata, moderatamente ben drenati.

Inclusioni limitanti:

- suoli a profilo A-R, da scarsamente profondi a localmente poco profondi, tessitura F, FS o più raramente FA, scheletro dell'orizzonte superficiale da comune a localmente abbondante, reazione da subacida a neutra, saturazione in basi elevata, ben drenati.

La classificazione secondo USDA SOIL DEPARTMENT è la seguente:

Consociazione di:

- Vertic Haploxerepts.

Inclusioni non limitanti di:

- Typic Haploxerepts e Lithic Haploxerepts.

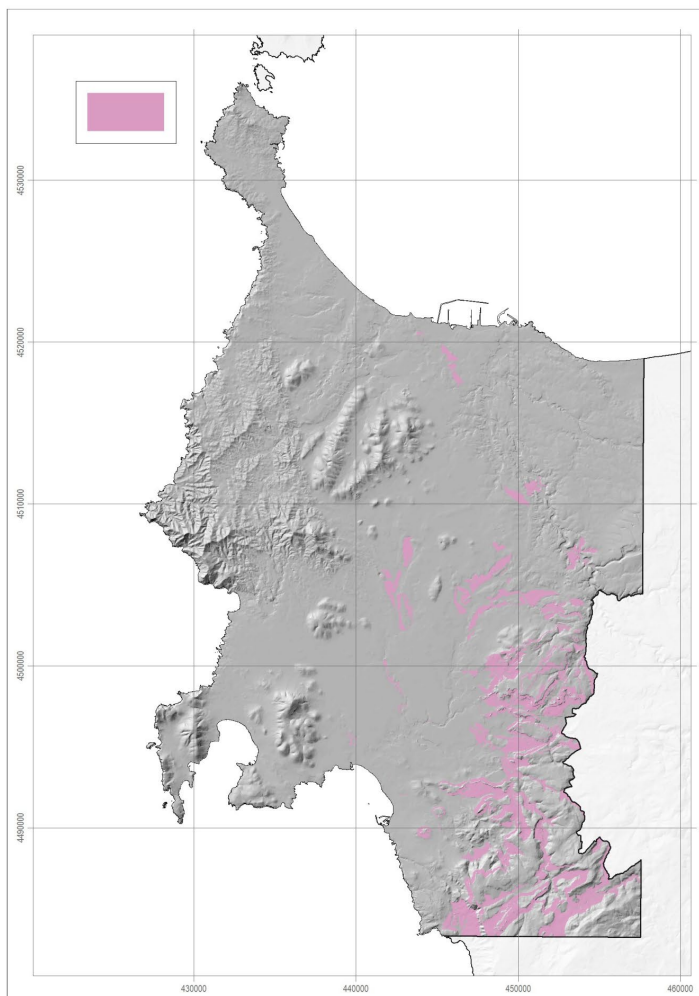
Inclusioni limitanti di:

- Lithic Xerorthents.

La classe d'uso indicata è **Vw Sottoclassi incluse: VIs, VIIs.**

Le principali limitazioni d'uso individuate sono: Drenaggio moderatamente lento, localmente moderata profondità dei suoli, elevata adesività e plasticità.

La figura seguente illustra la distribuzione dei suoli dell'unità fisiografica individuata (Nurra). In particolare il sottotipo PRN -1 è quello maggiormente rappresentato. Nei terreni oggetto dell'installazione dell'impianto fotovoltaico la sottounità maggiormente rappresentata è PRN 0.



PRL

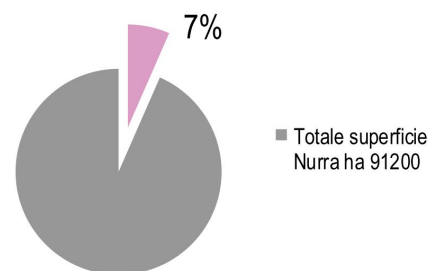


Figura 2.3 – Distribuzione dei suoli dell'unità fisiografica della Nurra – gruppo litologico Piroclastiti

2.4 Suscettività

La valutazione della capacità d'uso ai fini agricoli (Agricultural Land Capability Classification) è quella maggiormente utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi disponibili.

I risultati della valutazione con questa metodologia sono una gerarchia di territori dove quello con la valutazione di attitudine più alta è quello per il quale sono possibili il maggior numero di colture e di pratiche colturali.

Il sistema è articolato su diversi livelli di valutazione. Il livello superiore è la *classe di capacità d'uso*. La classe permette di evidenziare il grado delle limitazioni d'uso. Nel sistema classico sono riconosciute 8 (otto) classi di capacità indicate con i numeri romani da I a VIII.

Il livello successivo è la *sottoclasse di capacità d'uso*, che indica la natura della o delle principali limitazioni d'uso. Le sottoclassi sono indicate mediante una lettera minuscola suffisso.

Il sistema originale prevede l'uso delle seguenti lettere.

- e - rischi di erosione
- w - presenza di acque in eccesso
- s - limitazioni pedologiche all'interno dell'area esplorata dalle radici

c - limitazioni di carattere climatico.

L'ultimo livello, indicato da un numero suffisso alla sottoclasse, è l'*unità di capacità d'uso*, che permette di raggruppare le porzioni di territorio sufficientemente omogenee nelle possibilità di uso e nei fabbisogni gestionali.

In questo modo è possibile fornire un primo quadro relativo al livello di intensità di uso, alle possibilità di una destinazione ottimale rispetto a quella attuale e infine su una più corretta distribuzione delle riserve idriche presenti nel territorio.

La carta dei suoli della Sardegna attribuisce alla macroarea di indagine una classe d'uso di **II** con sottoclassi incluse: **IVs, VIs, Vie**. È uno studio a grande scala e inserisce una classe d'uso che indica presenza generica di suoli ad alta idoneità all'uso agricolo intensivo, evidenziando però la presenza di sottoclassi incluse che inseriscono porzioni del territorio in aree agricole marginali ed idonee all'utilizzo estensivo.

Lo studio a scala di dettaglio condotto dalla RAS in collaborazione con UNISS, AGRIS E LAORE differenzia le classi d'uso in funzione della unità fisiografica e delle rispettive sottounità per cui si passa dalla II per i substrati marnosi alla IV per i substrati calcarei, con presenza anche in questo caso di sottoclassi con limitazioni alla gestione intensiva del suolo a fini agricoli.

In sintesi, sono suoli che con opportune tecniche di coltivazione e gestione si prestano ad un utilizzo agricolo intensivo, ma non sono ascrivibili a suoli di elevato interesse quali quelli inseriti in classe I o II. **Allo stato attuale sono terreni adibiti a pascolo, limitrofi ad attività industriali che costituiscono una severa limitazione a utilizzi legati ad agricoltura intensiva.**

3 Verifiche di Campo

Completata la verifica di letteratura e l'inquadramento geografico e geopedologico del sito di interesse si è proceduto a effettuare le indagini di campo.

Su tutte le aree interessate dai lavori sono state condotte verifiche sulla tipologia dei suoli e sulle caratteristiche della copertura vegetale.

Le verifiche in situ hanno permesso di confermare i dati ricavati dall'atlante ecopedologico del portale del suolo. I dati sono stati verificati con osservazioni dirette e verifiche su sezioni di terreno legate a pregressi interventi di scavo e/o aratura e gestione agricola dei terreni.

Le superfici sono sostanzialmente pianeggianti o moderatamente declivi, interessate dalla coltivazione di foraggere da sfalciare o da utilizzare come pascolo diretto. Le porzioni più a nord hanno caratteristiche migliori, maggiore profondità e pietrosità limitata. Quelle a sud si caratterizzano per la ridotta profondità del suolo, pietrosità spesso elevata e scarsa lavorabilità.



Figura 3.1 – Vista delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto, zona Nord

Nella figura precedente è riportata una vista delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto nel settore nord: sono visibili i residui della coltivazione del cardo del progetto Matrica, che puntava a ottenere biomassa vegetale da processare per produrre polimeri. Molti dei terreni interessati dall'impianto presentano residui della coltivazione del cardo, che si è rivelata inadatta alla produzione dei polimeri ed è diventata fortemente infestante.



Figura 3.2 – Altra vista delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto, zona Nord

I terreni nel loro insieme sono coltivati a foraggiere autunno vernine, non è presente l'irrigazione consortile e le colture sono portate avanti in asciutta. Il foraggio, giunto a maturazione, viene sfalciato e condizionato in rotoballe, sui terreni post sfalcio vengono fatti pascolare greggi di ovini.

Nell'insieme i terreni interessati dal progetto possono essere suddivisi in due porzioni separate dalla strada provinciale: la parte a nord è sostanzialmente omogenea per caratteristiche pedologiche e colturali, quella a sud nella zona limitrofa alla provinciale ha caratteristiche simili a quella nord, per poi passare gradualmente a caratteristiche peggiori per la diminuzione dello strato attivo del suolo e il progressivo aumento della pietrosità.



Figura 3.3 – Vista delle aree interessate dalla realizzazione dell’impianto, inizio zona Sud

I terreni oltre la provinciale, in un primo tratto hanno caratteristiche meno idonee alla coltivazione, profondità minore, pietrosità maggiore. Queste caratteristiche limitative si accentuano spostandosi verso il limite sud dei terreni destinati all’impianto dove lo spessore del suolo e la pietrosità diventano elementi fortemente limitanti.



Figura 3.4 – Vista delle aree interessate dalla realizzazione dell’impianto, limite zona Sud

Nella precedente foto si riscontra la presenza di suoli a profondità molto ridotta e pietrosità elevata con presenza di roccia madre in superficie. Anche questa area è stata utilizzata per portare avanti la coltivazione del cardo, ma qui non è seguita la riconversione delle coltivazioni a foraggiere e i terreni sono interessati dalla prevalente presenza di infestanti.

Nell’immagine a seguire si riporta la vista verso l’impianto esistente posto a confine con l’impianto in progetto, in cui sono ben visibili le caratteristiche del terreno.



Figura 3.5 – Altra vista delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto, limite zona Sud

3.1 Profili pedologici

Sono state prese in esame una serie di analisi pedologiche effettuate negli immediati dintorni del sito oggetto di studio, nell'ambito della redazione dell'atlante pedologico della Nurra. I dati sono disponibili sul portale del suolo della regione Sardegna, si riportano i risultati delle analisi pedologiche più prossime al sito di progetto.



Figura 3.6 – Ubicazione dei punti di sondaggio presi in esame

L'immagine precedente riporta la vista aerea dell'area di studio con la sovrapposizione delle analisi pedologiche condotte nell'ambito del progetto di ricerca; sono stati selezionati i due pozzetti più prossimi al sito di interesse.

In riferimento al campionamento a sinistra, nella foto si riportano a seguire le caratteristiche ricavate dal database regionale; il codice identificativo del pozzetto è 3MRN1_T181.

Scheda 3MRN1_T181

Codice rilevamento:	CUT 1 Nurra Nord (Nuovi rilevamenti 1° Lotto)
Data descrizione:	13/11/2012
Coordinate UTM WGS84:	X = 444562; Y = 4518125
Comune e provincia:	Porto Torres (SS)
Quota:	41 m s.l.m.
Pendenza:	1%
Erosione:	assenza di erosione
Pietrosità superficiale totale:	3%
Rocciosità superficiale totale:	0%
Uso del suolo:	Agricolo non irrigato
Morfologia:	Versante
Substrato geologico:	Marne, calcari marnosi e nodulari
Substrato pedogenetico:	Calcari (spesso con subordinato materiale terrigeno)
Drenaggio esterno o runoff:	medio
Falda (limite sup. dal p.c.):	assente
AWC_mm/m:	
Classificazione tassonomica USDA:	Lithic Xerorthents
Classificazione tassonomica WRB:	Haplic Leptosols (Eutric)
Classe di Land Capability:	N/D

Orizzonti

Ap	0-30 cm	umido; tessitura argillosa; colore matrice da umido marrone scuro (10YR 3/3); 20% di scheletro costituito da 20% di ghiaia fine e med. (2-20 mm); fortemente calcareo; moderatamente ben drenato; limite chiaro.
C	30-40 cm	colore matrice da umido 10YR 7/470% di ghiaia fine e med. (2-20 mm); estremamente calcareo; piuttosto mal drenato; limite sconosciuto.

Analisi

Codice orizzonte	Ap	C
Profondità	cm 0-30	30-40

Il secondo pozzetto ha come codice identificativo 3PRL1_T174, a seguire si riportano i dati del portale del suolo

Scheda 3PRL1_T174

Codice rilevamento:	CUT 1 Nurra Nord (Nuovi rilevamenti 1° Lotto)
Data descrizione:	13/11/2012
Coordinate UTM WGS84:	X = 446003; Y = 4518061
Comune e provincia:	Sassari (SS)
Quota:	35 m s.l.m.
Pendenza:	0%
Erosione:	assenza di erosione
Pietrosità superficiale totale:	5%
Rocciosità superficiale totale:	0%
Uso del suolo:	Agricolo non irrigato
Morfologia:	Terrazzo fluviale
Substrato geologico:	Piroclastiti non saldate o poco saldate con epiclastiti intercalate
Substrato pedogenetico:	Depositi alluvionali recenti (senza distinzione litologica)
Drenaggio esterno o runoff:	basso
Falda (limite sup. dal p.c.):	assente
AWC_mm/m:	
Classificazione tassonomica USDA:	Lithic Xerofluvents
Classificazione tassonomica WRB:	Haplic Fluvisols (Clayic, Eutric)
Classe di Land Capability:	N/D

Orizzonti

Ap	0-40 cm	umido; tessitura argillosa; colore matrice da umido 10YR 3/3.5; 10% di scheletro costituito da 10% di ghiaia fine e med. (2-20 mm); fortemente calcareo; moderatamente ben drenato.
R		limite sconosciuto.

Analisi

Codice orizzonte	Ap	R
Profondità	cm	0-40 -

I dati di riscontro evidenziano una situazione che è quella definita per le aree oggetto di studio, terreni con modesta profondità, pietrosità apprezzabile, presenza di calcare significativa.

4 Capacità d'Uso dei Suoli (Land Capability Classification)

Per la determinazione della capacità d'uso dei suoli si è fatto riferimento alla carta elaborata dalla Regione e riportata sul portale regionale e alle osservazioni dirette effettuate in corso di verifica sul sito. La classe d'uso viene attribuita tramite una serie di parametri che si basano su una matrice di sintesi.

In particolare si utilizza come base la seguente tabella di sintesi, prodotta dagli studi di IPLA.

Tabella 4.1 – Tabella di sintesi utilizzata per la classe d'uso del suolo (Fonte: studi di IPLA)

Classe	Profondità utile (cm)	Pendenza (°)	Pietrosità (%)	Fertilità	Disp.O ₂	Inond.	Lavorabilità	Erosione franosità
1	>100	<5	<5	Buona	Buona	>6 anni	Buona	Assente
2	76-100	<5	<5	Moderata	Moderata	>6 anni	Moderata	Assente
3	51-75	5-10	5-15	Scarsa	Imperfetta	>6 anni	Scarsa	Lieve
4	26-50	11-20	16-35		Scarsa	>6 anni	Molto scarsa	Moderata
5			>35			=6 anni		
6		21-35						Forte
7	10-25	>35			Molto scarsa			
8	<10							

Incrociando i dati della matrice che si viene a generare ci si trova a classificare i terreni nella classe corrispondente per caratteristiche e destinazione d'uso.

Dalla analisi della carta regionale (**Tavola 1b**) si ricava che i terreni oggetto di studio sono inseriti in buona parte nella classe Vis- e con inclusione di piccole aree classificate come IIIs (area nord e buona parte della sud), questa attribuzione di LCC risulta coerente con quanto riscontrato nelle indagini di campo.

La porzione più a sud-ovest è classificata in classe II_s, classificazione che appare del tutto incoerente con le reali caratteristiche del sito, che proprio in questa zona vede una elevata pietrosità e ridotta profondità utile. L'area contermina è classificata come VIII_{s-e} classificazione che si ritiene coerente estendere anche a tutta la zona oggetto di studio nel settore sud ovest.

In riferimento alla attribuzione di una sottoclasse, nel caso in esame si concorda che la sottoclasse attribuibile è la "s" è per le limitazioni nella zona di approfondimento degli apparati radicali, come la scarsa profondità utile e pietrosità eccessiva.

4.1 Suscettività d'uso dei suoli (Soil Suitability Evaluation)

Oltre alla capacità d'uso, le indagini eseguite hanno lo scopo di valutare la suscettività d'uso del suolo attraverso dati relativi a specifici parametri (stazionali, fisici e chimici), al fine di ottenere il grado di idoneità all'uso considerato, secondo la seguente classificazione:

- **S1 suolo molto adatto** (S1 - Highly Suitable): territori senza significative limitazioni per l'applicazione dell'uso proposto o con limitazioni di poca importanza che non riducano significativamente la produttività e i benefici, o non aumentino i costi previsti. I benefici acquisiti con un determinato uso devono giustificare gli investimenti, senza rischi per le risorse;
- **S2 suolo moderatamente adatto** (S2 - Moderately Suitable): territori con limitazioni moderatamente severe per l'applicazione dell'uso proposto e tali comunque da ridurre la produttività e i benefici, e da incrementare i costi entro limiti accettabili. I territori avranno rese inferiori rispetto a quelle dei territori della classe precedente;
- **S3 suolo marginalmente adatto** (S3 - Marginally Suitable): territori con severe limitazioni per l'uso intensivo prescelto. La produttività e i benefici saranno così ridotti e gli investimenti richiesti incrementati a tal punto che questi costi saranno solo parzialmente giustificati;

- **N1 suolo temporaneamente non adatto** (N1 - Currently not Suitable): territori con limitazioni superabili nel tempo, ma che non possono essere corrette con le conoscenze attuali e con costi accettabili;
- **N2 suolo permanentemente non adatto** (N2 - Permanently not Suitable): territori con limitazioni così severe da precludere qualsiasi possibilità d'uso.

Il comportamento dei suoli, quando sottoposti a un determinato uso, può essere previsto con un certo grado di certezza, a seconda della qualità dei dati e in funzione della conoscenza del rapporto tra territorio e uso che di esso se ne fa, o l'idoneità del territorio per i vari usi (effettivi e di progetto). Può essere, di conseguenza, descritta e cartografata.

Alla base del metodo è posto il concetto di uso sostenibile, cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo e/o permanente delle qualità del suolo.

L'elaborazione della procedura ha seguito le seguenti fasi:

- a) definizione dell'attitudine all'irrigazione (LUT 1);
- b) definizione di alcuni usi agricoli specifici del territorio, scelti in base alle specializzazioni colturali già esistenti e/o potenziali, per un totale di sette LUT: frumento duro, mais, erba medica, patata, vite, olivo e mandorlo, colture ortive;
- c) definizione dei caratteri e delle qualità del territorio (misurabili o stimabili) in grado di influenzare gli usi proposti (es. profondità del suolo, drenaggio, profondità della falda, etc.);
- d) definizione dei requisiti d'uso per i differenti usi proposti (matching table).

In riferimento alla LUT 1 i parametri discriminanti che condizionano significativamente l'idoneità all'uso irriguo sono i seguenti:

- presenza di falda superficiale, bassa permeabilità e lento o molto lento drenaggio esterno (per le depressioni);
- scarso spessore del suolo, elevata pendenza e rischio attuale d'erosione (per le aree in rilievo).

Lo spessore del suolo è molto limitato per cui il suolo non risulta avere una buona attitudine alla irrigazione.

In riferimento agli usi agricoli, i fattori limitanti del suolo considerato consistono nella elevata pietrosità, bassa profondità e dominanza di litologie carbonatiche, per cui il territorio è comunque penalizzato dagli alti contenuti di calcare totale e dai conseguenti pH alcalini e, per tale motivo, la classe più diffusa è la N1 suolo temporaneamente non adatto (N1 - Currently not Suitable).

La conclusione della procedura vede, quindi, l'individuazione dell'**utilizzo delle aree a foraggiere o a pascolo nudo, escludendo le altre colture per le quali profondità del suolo e pietrosità sono fattori fortemente limitanti.**

5 Fase di Esercizio

Durante la fase di esercizio dell'impianto i terreni saranno inerbiti. La conduzione può prevedere periodicamente anche degli interventi di mulching ovvero il processo di sminuzzamento ripetuto dei frammenti d'erba che produce scarti finemente tagliati che, invece di essere raccolti e rimossi, vengono rilasciati sul prato.

I residui di erba, essendo molto, molto piccoli, si decompongono rapidamente, creando una piccola concimazione naturale e riportando acqua ed elementi minerali nel terreno.

Tra gli altri vantaggi del mulching c'è anche un'azione limitante della siccità. Infatti anche se non può risolvere il problema di carenza d'acqua, può fare in modo di limitarne l'evaporazione. L'erba è composta all'80% di H₂O, e lo sfalcio ne cederà buona parte al terreno. Inoltre è un intervento che oltre a fornire una fonte di sostanza organica e fertilizzare il terreno ha il pregio di favorire gli scambi gassosi.

L'altro elemento da considerare è la gestione delle acque conseguente alla presenza dei pannelli. La realizzazione dell'impianto non comporta l'insorgere di ristagni o accumuli idrici, inoltre le pendenze del terreno e la disposizione dell'impianto non causano ruscellamenti o fenomeni erosivi. Un elemento da considerare è la parziale protezione che il pannello offre al terreno dalla pioggia diretta, elemento che può determinare una minore forza d'impatto dell'acqua meteorica e conseguentemente una minore compattazione del suolo in conseguenza di piogge forti.

Da quanto esposto si può ritenere che la presenza dell'impianto non dovrebbe comportare problematiche a carico della componente suolo, ma potrebbe al più avere effetti positivi sulla struttura e sulla fertilità.

6 Monitoraggio

Al fine di valutare gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'impianto sulla fertilità dei suoli si prevede di porre in atto una campagna di monitoraggio finalizzata a definire l'impatto della realizzazione della struttura sulle caratteristiche dei suoli.

A questo scopo in fase di cantiere sarà realizzato un campionamento ogni 10 ha della frazione di suolo attiva e su questi campioni saranno determinati i parametri seguenti:

- granulometria,
- pH,
- salinità,
- calcare totale e attivo,
- capacità di scambio cationico (CSC),
- sostanza organica,
- azoto totale,
- fosforo assimilabile,
- potassio scambiabile,
- magnesio e calcio scambiabili,

Le determinazioni ottenute saranno utilizzate come base per valutare l'evoluzione pedologica delle aree interessate dall'impianto, a questo fine il monitoraggio prevede di eseguire analisi periodiche sugli stessi punti campionati in modo da valutare l'influenza del parco fotovoltaico sulla componente. La periodicità sarà quinquennale in funzione dei tempi della pedologia e servirà a valutare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità o eventuali variazioni positive o negative.

7 Conclusioni

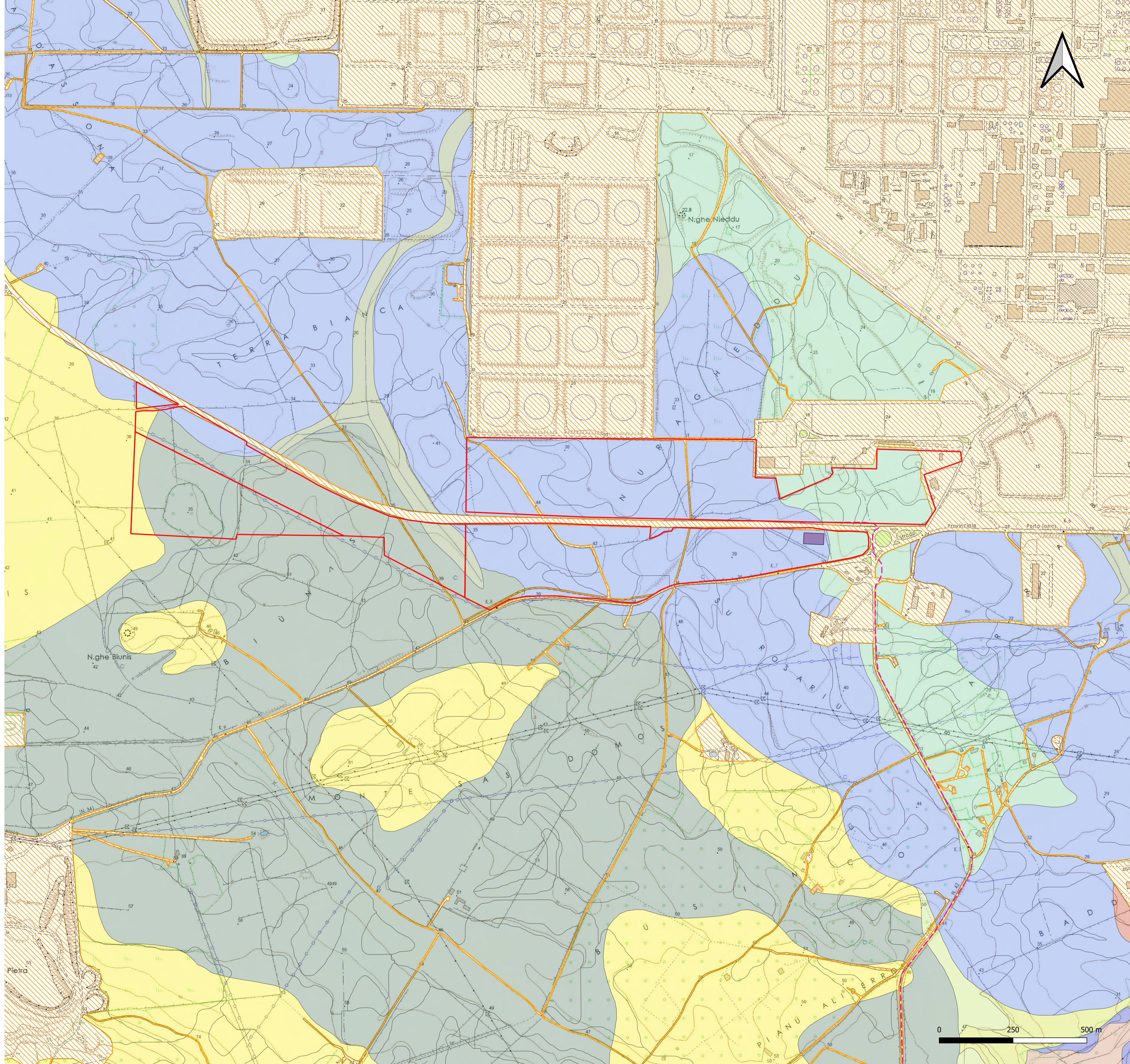
Questo studio ha riguardato l'esame sotto il profilo pedologico di quattro aree individuate per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Porto Torres.

Ad una fase di studio generale basata su dati di letteratura e cartografia tematica prodotta dalla Regione Sardegna e da enti collegati è seguita una verifica in situ.

Dalle verifiche effettuate sono derivate le attribuzioni di una o più specifiche classi di capacità d'uso dei suoli (Land Capability Classification) e una o più classi d'utilizzo (Soil Suitability Evaluation) per ciascuna area oggetto di studio rapportata alle effettive possibilità di utilizzo.

Oltre alla definizione di questi parametri viene proposto uno specifico percorso di monitoraggio con frequenza quinquennale finalizzato alla verifica della evoluzione della fertilità e della struttura dei suoli indagati.

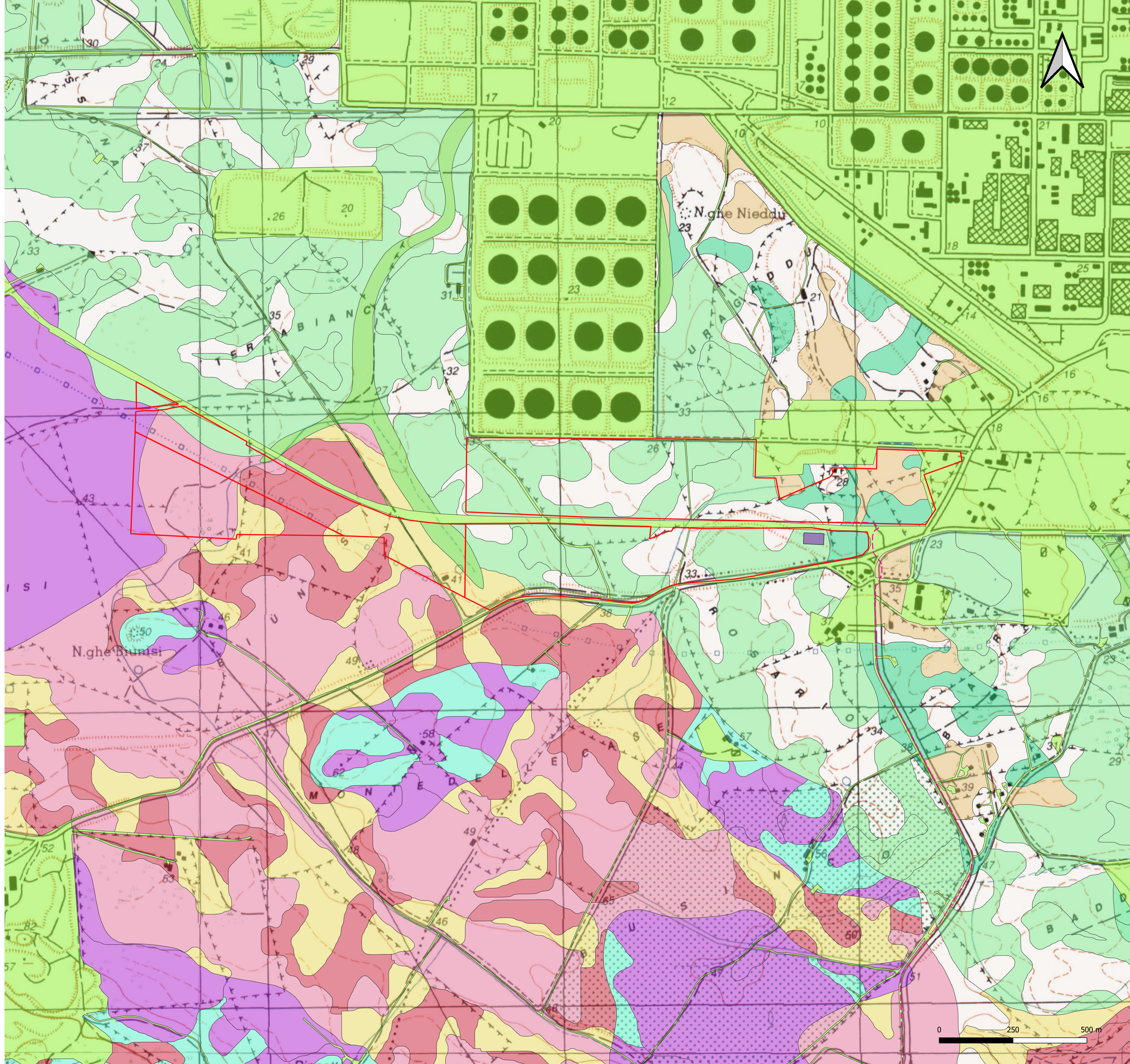
- Perimetro
- Connessione
- unità_terre
- Aree di non suolo, occupate da specchi d'acqua, aree edificate e infrastrutture, aree estrattive, reti di comunicazione stradale, depositi antropici di vario tipo, ecc.
- Arenarie e sabbie di ambiente transizionale (GRUPPO LITOLOGICO: ATN)
- Calcari (spesso con subordinato materiale terrigeno) (GRUPPO LITOLOGICO: CTN)
- Calcari e dolomie (GRUPPO LITOLOGICO: CDL). Conglomerati a quarzo e liditi ed arenarie quarzose ben cementate. (GRUPPO LITOLOGICO: CQL). Bauxite e argille residuali (GRUPPO LITOLOGICO: BTX) e relativi depositi di versante.
- Conglomerati poligenici con arenarie di ambiente costiero (GRUPPO LITOLOGICO: CPA)
- Conglomerati poligenici con arenarie di ambiente costiero. (GRUPPO LITOLOGICO: CPA)
- Depositi alluvionali sabbiosi recenti (GRUPPO LITOLOGICO: ASO)
- Flussi piroclastici da mediamente a molto saldati ed a composizione riolitica e relativi depositi di versante. (GRUPPO LITOLOGICO: IGN)
- Flussi piroclastici da mediamente a molto saldati ed a composizione riolitica e relativi depositi di versante. (GRUPPO LITOLOGICO: IGN)
- Marne, calcari marnosi e nodulari e relativi depositi di versante (GRUPPO LITOLOGICO: MRN)
- Piroclastiti non saldate o poco saldate con epiclastiti intercalate e relativi depositi di versante (GRUPPO LITOLOGICO: PRL)




Progetto: <i>Porto Torres Aree Sud (SS) - Fotovoltaico</i>		
Tavola: 1a	Titolo: CARTA UNITA' DELLE TERRE	
Scala:	Codice Progetto: 0671118	Preparato da:
Rev. 00	Data: Lug 2023	
Formato:	Layout -	File:

□ Perimetro
— Connessione
 land_capability
■ I
■ IIIs
■ IIIs,w
■ IIs
■ IVs
■ N.D.
■ VIIIs
■ VIIIs,e
■ VIIs
■ VIIs,e
■ Vs
■ Vs
■ Vv

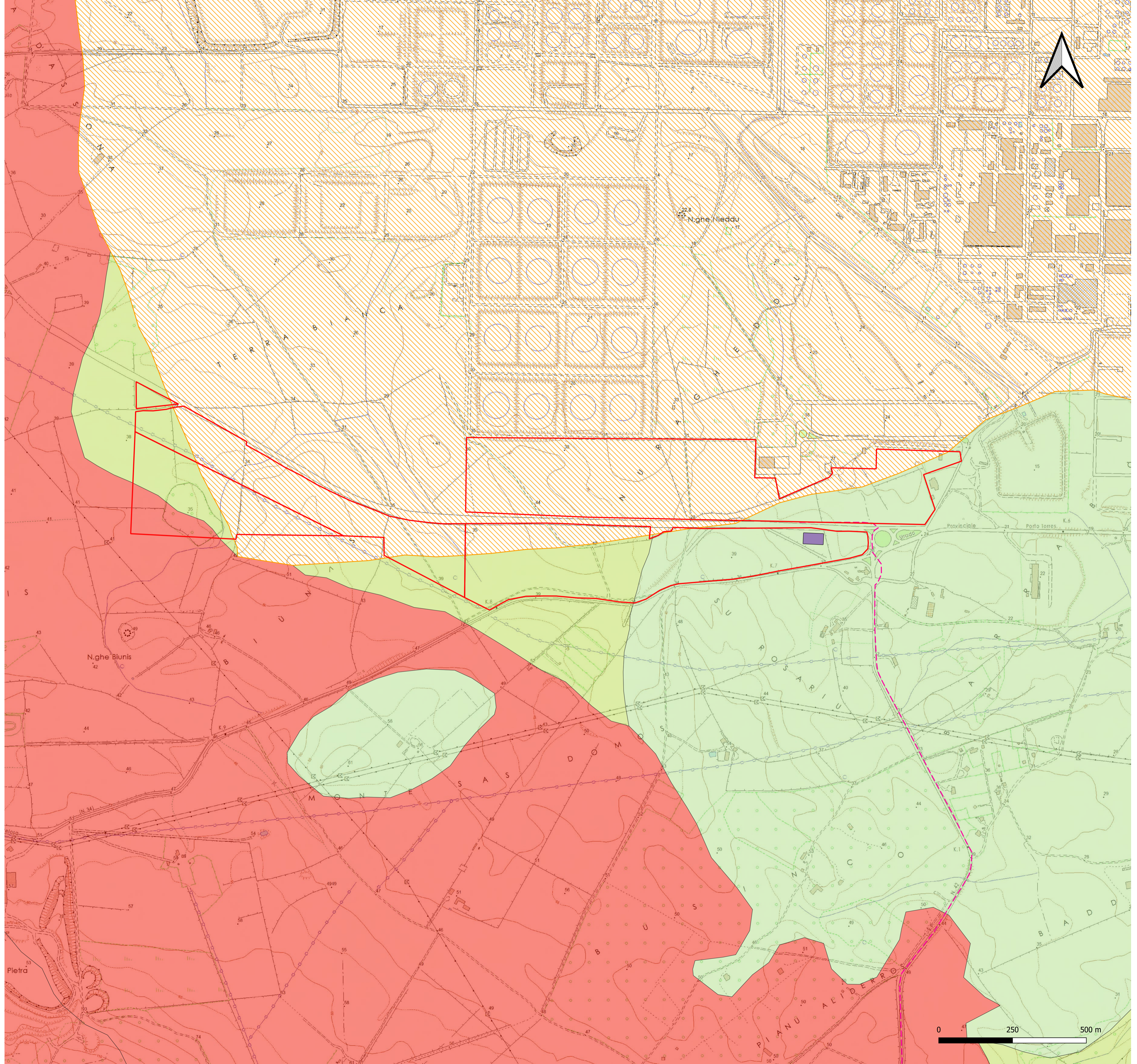
Copertura regioni zona WGS84
UTM32




 Eni New Energy S.p.A.		
Progetto: <i>Porto Torres Aree Sud (SS) – Fotovoltaico</i>		
Tavola: 1b	Titolo: LAND CAPABILITY	
Scala:	Codice Progetto: 0671118	Preparato da:
Rev. 00	Data: Lug 2023	
Formato:	Layout -	File:



▭ Perimetro
— Connessione
 carta_dei_suoli_sardegna
 Alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene.
 Calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene e relativi depositi colluviali.
 Calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante
 Paesaggi urbanizzati



		
Progetto: <i>Porto Torres Aree Sud (SS) - Fotovoltaico</i>		
Tavola: 1c	Titolo: STRALCIO CARTA PEDOLOGICA RAS	
Scala:	Codice Progetto: 0671118	Preparato da:
Rev. 00	Data: Lug 2023	
Formato:	Layout -	File:

