

**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
A TERRA DA 25 MW IN IMMISSIONE, CON  
SISTEMA DI ACCUMULO - TIPO AD  
INSEGUIMENTO MONOASSIALE  
“MACCHIAREDDU 3”  
AREA INDUSTRIALE DI MACCHIAREDDU  
COMUNE DI UTA E ASSEMINI (CA)**

**Sintesi non tecnica**

**Committente:** ENERGMAC3 SRL

**Località:** Z.I Macchiareddu – ASSEMINI / UTA (CA)

CAGLIARI, 06/2022

**STUDIO ALCHEMIST**

Ing.Stefano Floris – Arch.Cinzia Nieddu

Via Isola San Pietro 3 - 09126 Cagliari (CA)

Via Semplicio Spano 10 - 07026 Olbia (OT)

[stefano.floris@studioalchemist.it](mailto:stefano.floris@studioalchemist.it)

[cinzia.nieddu@studioalchemist.it](mailto:cinzia.nieddu@studioalchemist.it)

[www.studioalchemist.it](http://www.studioalchemist.it)



## Sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 RICHIEDENTE .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 TIPOLOGIA DELL'OPERA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 LOCALIZZAZIONE DEL SITO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1 INDAGINE GEOLOGICA-GEOTECNICA .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2 INDAGINE BOTANICA.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.3 INDAGINE FAUNISTICA.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.4 INDAGINE ARCHEOLOGICA.....</b>	<b>27</b>
<b>1.3.5 QUADRO NORMATIVO .....</b>	<b>32</b>
<b>2. IMPIANTO.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 ALTERNATIVE PROGETTUALI .....</b>	<b>41</b>
<b>2.2 FASE DI CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>43</b>
<b>2.3 FASE DI ESERCIZIO .....</b>	<b>47</b>
<b>2.4 FASE DI DISMISSIONE .....</b>	<b>49</b>
<b>3. MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>55</b>
<b>4. ANALISI COSTI-BENEFICI .....</b>	<b>56</b>
<b>5. CONCLUSIONI .....</b>	<b>59</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione fa parte della documentazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA), facente parte a sua volta della raccolta di documentazioni ed analisi che compongono la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA). Quest'ultimo strumento, che è di supporto alla decisione pubblica di compatibilità dell'intervento con l'area in cui si insedierà, riguarderà la realizzazione dell'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 24,76 MWp ed un sistema di accumulo di capacità pari a 100MWh.

### 1.1 RICHIEDENTE

La società proponente del progetto è la ENERGYMAC3 SRL, con sede legale Via Semplicio Scano 10, Olbia (SS), Codice Fiscale: 02842130904, partner tramite lo Studio Alchemist di EGP per la progettazione dell'impianto.

### 1.2 TIPOLOGIA DELL'OPERA

Il presente studio ambientale è relativo al progetto di sviluppo e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile attraverso realizzazione di un **impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 24,76 MWp ed un sistema di accumulo di capacità pari a 100MWh** (25MW di potenza in immissione), da realizzarsi nei Comuni di Uta ed Assemini all'interno della Zona Industriale gestita dal Consorzio Industriale della Provincia di Cagliari (CACIP), in località Macchiareddu.

Nello specifico il progetto proposto denominato **"MACCHIAREDDU 3"**, verrà realizzato su una superficie complessiva di circa 45 ha per una potenza nominale in immissione in rete pari a 24.760,50 kW di picco, costituito da 58260 moduli fotovoltaici monocristallini da 425 Wp di tipo bifacciale, 10 Power Station da 1995 kVA posizionate in maniera baricentrica rispetto alle strutture fotovoltaiche che saranno del tipo tracker monoassiali, con interasse di 8metri ed un sistema di accumulo di seguito denominato BESS (Battery Energy Storage System) costituito da 5 sotto-campi da 5MWh cadauno per una capacità totale pari a 100MWh (25MW di potenza nominale in prelievo/immissione), funzionale alla regolazione di energia da immettere/prelevare dalla rete.

Le strutture saranno per cui orientate lungo l'asse nord/sud con i pannelli che si orienteranno rivolgendo la superficie captante di mattina verso est e di sera verso ovest.

La superficie captante dei pannelli fotovoltaici sarà pari a 131085 mq distribuiti su 450.000mq di area disponibile, per cui il rapporto di copertura dei terreni sarà circa pari al 29%.

Attualmente il sito di installazione si presenta frammentato in piccole proprietà, destinate prevalentemente all'utilizzo agricolo, con produzione di foraggio e qualche uliveto. La situazione è rimasta pressoché immutata dagli anni '40 fino ad oggi. Nel 1961 viene istituito il CACIP (Consorzio Provinciale Industriale di Cagliari) e il sito ne diventa parte. Il territorio circostante inizia così a subire delle modificazioni, attraverso la costruzione della Rumianca e della realizzazione del primo lotto dell'acquedotto industriale, lasciando però sempre l'area di progetto al margine, senza interventi che ne stravolgano la caratterizzazione. Anche le attività produttive che nel corso della seconda metà del Novecento si sono sviluppate nell'area di Macchiareddu, non hanno interessato il sito proposto.

La zona di Macchiareddu è inoltre segnalata come SIN (Sito di Interesse Nazionale) ed è quindi un'area contaminata estesa, che necessita di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque

superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari, per questo motivo, anche se i terreni risultano a vocazione agricola, l'utilizzo è condizionato dalla ridotta fertilità.

### 1.3 LOCALIZZAZIONE DEL SITO

L'area interessata dallo studio ricade nel territorio Comunale di Uta - Assemini, situata all'esterno del contesto urbanizzato, a sud in direzione del Rio Coccodi di cui l'omonima località, prospiciente a NE la VI strada Consortile.

Nel 1953 quando viene istituito il Comitato promotore per la zona industriale di Cagliari, si indicarono tre primari obiettivi:

individuare la località dove ubicare l'area industriale,  
predisporre per un PRG di massima,  
ottenere dalla Regione il riconoscimento di zona industriale.

La scelta della localizzazione dell'area ricade sulla zona orientale rispetto alla laguna di Santa Gilla, località San Paolo, essendo prossima alle maggiori direttrici del traffico marittimo, aereo e stradale (SS130/131).

Fu così che il 12 giugno del 1961 tramite DPR, ai sensi della L.634/1957 tramite cui si sarebbe dovuta favorire l'industria del Mezzogiorno, viene istituito il CASIC, nato come ente gestore di un'area destinata ad accogliere iniziative industriali. Nel 2008 viene istituito con la legge regionale n. 10 del 25 luglio 2008, il Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CACIP) che subentra al CASIC nella gestione dell'area industriale.

Il progetto dell'impianto fotovoltaico interessare un lotto ubicato a circa

- 4 km lineari dai centri urbani sia di Uta che di Assemini;
- 9 km lineari dal centro urbano di Capoterra;
- 12 km lineari dal centro urbano di Cagliari.

Per l'esattezza l'impianto fotovoltaico "MACCHIAREDDU 3" dovrebbe sorgere nei pressi della strada SP2 a nord, della Strada Consortile Macchiareddu a ovest e la VI<sup>a</sup> Strada Est a sud e della strada SP92 che costeggia la Foce Mereu a est.

L'intero impianto fotovoltaico di progetto sarà installato nel dettaglio:

- all'interno del comune di Assemini, nel foglio 49;
- all'interno del comune di Uta, nel foglio 36.

Il territorio di Uta ha una estensione di 134,46 Km<sup>2</sup> e confina con i territori dei Comuni di Decimomannu, Assemini, Capoterra, Santadi, Siliqua e Villaspeciosa; ha una popolazione residente di 6.692 abitanti, con una densità abitativa di 49 ab/km<sup>2</sup>; si trova ad un'altitudine di 6 metri sopra il livello del mare, con escursioni fino a 1000 m per via della presenza di numerosi rilievi montuosi. È uno dei pochi centri abitati situati ad Ovest del Flumini Mannu.

Il territorio di Assemini, confinante con il comune di Uta, sorge nella pianura del rio Cixerri, del Flumini Mannu e del rio Sa Nuxedda appena a nord dello stagno di Santa Gilla. Il territorio comunale è

abbastanza vasto in confronto alla dimensione del centro abitato in quanto comprende un'isola amministrativa distaccata.

L'area di impianto interessata dal progetto presenta una morfologia pianeggiante e si trova a circa un'altezza media sul livello del mare di 5 m.



Fig. 1: Perimetrazione dell'area di interesse su ortofoto



Fig. 2: Vista dell'area



Fig. 3: Vista dell'area



Fig. 4: Vista dell'area



Fig. 5: Vista dell'area

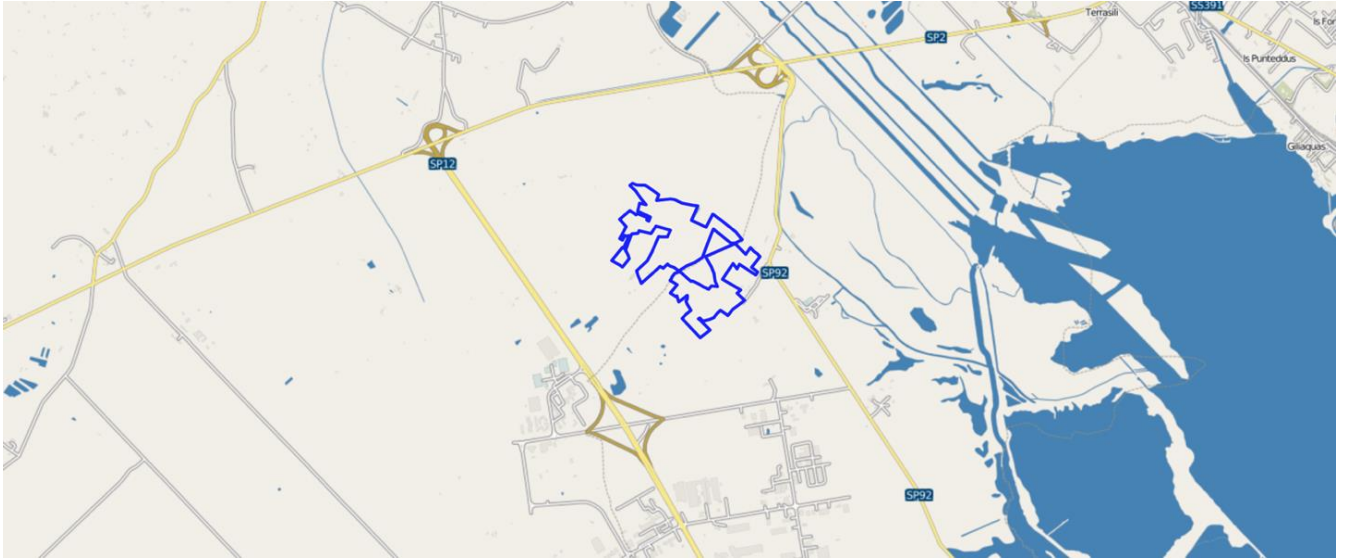


Fig. 6: Infrastrutture

### 1.3.1 INDAGINE GEOLOGICA-GEOTECNICA

L'area in esame ricade nel settore sud-occidentale della fossa tettonica del Campidano, una zona morfologicamente pianeggiante, che degrada dolcemente dalle pendici orientali dei rilievi paleozoici del Sulcis, verso lo Stagno di Cagliari a est, e verso il mare a sud. La caratteristica peculiare dell'area, estendentesi tra il limite geomorfologico della fossa tettonica del Cixerri, a sviluppo EW, e la fossa Campidanese, a sviluppo NW-SE, è data dalla presenza, di una pianura alluvionale deltizia, solcata a nord dal Rio Cixerri e a sud dal Rio Santa Lucia.

L'attuale configurazione geomorfologica complessiva evidenzia un prevalere dei processi endogeni, sia tettonici sia vulcanici, sui fenomeni esogeni di erosione e accumulo, che hanno modificato solo parzialmente l'aspetto originario del territorio, come testimonia la presenza di conoidi alluvionali e depositi pedemontani che raccordano i rilievi alla pianura. Il differente rapporto tra le componenti geologico-litologiche e tettoniche e la loro influenza nei processi geomorfici, ha permesso di suddividere l'area d'insieme in settori, ognuno dei quali è caratterizzato da forme di rilievo distintive. Nel settore Nord occidentale, collinare, predominano i piccoli horst bordati, nelle zone di raccordo morfologico, da faglie dirette al contatto tra le formazioni terziarie e il complesso scistoso-metamorfico paleozoico, ritenuto di età ordoviciana e comunemente noto nella letteratura geologica come Post-gotlandiano. Si tratta di una serie di colline, allineate in direzione NW-SE, costituenti una sorta di sbarramento naturale tra la piana del Cixerri e la pianura del Campidano denominato "*soglia di Siliqua*", caratterizzato da faglie dirette appartenenti a diversi sistemi. Il settore W-SW è caratterizzato da rilievi montuoso-collinari costituiti da rocce cristalline sia metamorfiche sia granitiche, rappresentanti la propaggine più orientale del M.te Arcosu, con forme differenziate, da accidentate sino ad arrotondate, in base ai tipi litologici affioranti. La piana di Capoterra-Uta, originata dalla colmata sedimentaria del Graben Campidanese formatosi nel Pliocene medio-superiore e sovrainposto al più grande Rift Sardo, è caratterizzato da depositi di alluvioni antiche terrazzate, ben costipate e ferrettizzate, delle grandi conoidi del Rio Cixerri e del Rio S. Lucia e da alluvioni recenti; è il risultato della continua azione geomorfica dei corsi d'acqua e degli agenti esogeni che hanno eroso i rilievi ai bordi del graben e allontanato dai versanti i materiali dando origine alla pianura alluvionale che si estende sino al Rio Cixerri. Depositi alluvio-colluviali, che ricoprono generalmente la Formazione del Cixerri e il contatto di quest'ultima con il Paleozoico, piccoli

coni alluvionali alternati alle falde di detrito al piede dei versanti, occupano le aree pedemontane, in particolare fungono da raccordo tra la propaggine montuoso-collinare di M.te Arcosu, le colline di P.ta De Su Ferru - P.ta De Sa Domu, P.ta de Parroccu, P.ta de Cristina. L'antica impostazione stratigrafico-strutturale del territorio, essendo situato dove la fossa del Cixerri s'innesta mediante la soglia di Siliqua alla fossa del Campidano, è dovuta principalmente alla tettonica terziaria distensiva Oligo-Miocenica e Plio-Pleistocenica ed ai relativi episodi vulcanici concomitanti l'orogenesi alpina. Sono comunque evidenti i segni della tettonica compressiva antecedente; infatti, l'intera area sarda è stata interessata da due grandi movimenti orogenetici: quello caledoniano (Cambrico-Silurico) e quello ercinico (Permo-Carbonifero), che hanno interessato potenti successioni terrigene preesistenti. All'orogenesi ercinica è dovuta inoltre la messa in un posto dei graniti. La formazione della serie Cambriana autoctona, la falda di ricoprimento scistoso-metamorfica ordoviciana, unitamente alla presenza di cornubianiti, nel settore sud occidentale testimonia gli effetti plicativi e il metamorfismo termico subito dai sedimenti arenaceo-argillosi ordoviciani, in seguito alla messa in posto dei graniti, durante l'orogenesi ercinica. In quest'area è evidente il contatto tra granito e/o sedimenti metamorfosati dell'ordoviciano e/o le metamorfite autoctone. Il versante occidentale della pianura alluvionale, è caratterizzato oltre che da una faglia d'importanza regionale, con direzione NW-SE, che determina una brusca rottura di pendio, tra i rilievi cristallini paleozoici e la piana, da diversi sistemi di faglie, originatisi dai movimenti tettonici distensivi oligo-miocenici, concomitanti al distacco del blocco Sardo-Corso dal margine provenzale europeo. Le faglie subverticali che mettono a contatto il basamento Paleozoico con la formazione del Cixerri o con le vulcaniti, esempi tipici di tettonica sovrimposta, hanno direzioni prevalentemente NW-SE e NE-SW e subordinatamente Ovest-Est Nord-Sud. Attualmente, non è stata verificata l'antecedenza di un sistema o di un reticolato sull'altro.

Nell'areale in esame, la situazione geologica in generale può essere sintetizzata come segue:

**Il paleozoico** è rappresentato da sedimenti terrigeni metamorfosati dell'Ordoviciano, meta-sedimenti singenetici autoctoni e graniti ercinici. La formazione paleozoica ordoviciana, la più antica fra le formazioni affioranti nell'area, può essere considerata come la struttura portante sopra la quale poggiano, in discordanza, i sedimenti eocenici, le vulcaniti terziarie e le alluvioni antiche e recenti quaternarie. Il basamento profondo affiora a NW della piana, frazionato in più parti, attraverso piccoli horst collinari, che si elevano nel paesaggio pianeggiante, bordati da faglie; mentre nel settore sud-occidentale, occupa la propaggine orientale del maestoso rilievo granitico-scistoso di M.te Arcosu. L'Horst sviluppatosi prevalentemente in direzione E-W, è separato centralmente dal complesso vulcanico terziario di "P.ta De su Ferru" - "Sa Frontera". Infatti, gli affioramenti a ovest di Sa Frontera indicano che l'affioramento Nord occidentale e la propaggine Nord di M.te Arcosu erano unite; è proprio in corrispondenza di tali affioramenti che è avvenuta la frattura attraverso la quale è fuoriuscita la lava costituente i rilievi andesitici suddetti. La litologia del settore NW, anche se smembrato in vari blocchi distinti, è piuttosto uniforme. Sono presenti rocce metamorfiche di origine sedimentaria: metarenarie micacee, quarziti, metasiltiti, con laminazioni piano parallele ed incrociate. I termini litologici più frequenti e ricorrenti sono rappresentati da quarziti e arenarie alle quali, seppur molto frequentemente, s'intercalano strati scistosi di debole spessore. Gli affioramenti paleozoici a S-W comprendono un blocco montuoso-collinare, con allineamento W-E, costituito dai versanti del M.te Arcosu, P.ta De Is Tuvaras, Su Concali, P.ta Bacumatzai, P.ta Fundavis. Il basamento Paleozoico, in cui si sono intrusi i graniti ercinici, è rappresentato da scisti cornubianitici, più o meno silicizzati a grana minuta, con scistosità poco marcata osservabili a S.ra Narboni, a P.ta Baccu Matzei e a P.ta Fundavis, argilloscisti scisti arenacei, quarziti. I leucograniti biotitici del Carbonifero superiore attribuibili alle ultime fasi intrusive dell'orogenesi



ercinica, responsabili dei fenomeni di termo-metamorfismo di contatto, che hanno portato alla genesi della formazione scistosa, affiorano limitatamente al settore sud occidentale dell'area in esame, più esattamente nel versante orientale di M.te Arcosu e lungo il Riu de Sa Spindula, nella valle tra S.ra Riu de Su Bentrusciu e Sa Sperrima. I litotipi delle intrusioni finali hanno carattere omogeneo, con distribuzione uniforme.

**Il terziario** è rappresentato dal complesso sedimentario paleogenico che si è iniettato nelle fratture del complesso scistoso metamorfico. Il complesso sedimentario della Formazione del Cixerri, caratterizzata da ambienti deposizionali con prevalenti facies fluvio-deltizie, mostra, entro la valle del Cixerri, caratteristiche giaciture e sedimentologiche tipiche ed ha anche il suo massimo sviluppo. Tale formazione, nella parte nord occidentale dell'area di studio, poggia con chiaro contatto tettonico sul basamento scistoso-metamorfico; occupa aree marginali della zona pedemontana attorno agli horst paleozoici, ma si presume sia per la maggior parte mascherata da alluvioni quaternarie o da coperture detritiche. E' costituita da arenarie quarzose, policrome spesso conglomeratiche, a ciottoli di rocce paleozoiche che si alternano con marne e argille siltose ben stratificate, violacee o giallo-rossastre, spesso contenenti noduli concrezionari giallastri, ferruginosi. La formazione generalmente presenta giacitura in banchi suborizzontali. Talvolta il contatto della Formazione del Cixerri sul basamento paleozoico è rappresentato da lembi di conglomerato basale; lo stesso affiora in località "*Sa Guardia*". Il Complesso andesitico terziario, che ha attraversato o ricoperto le formazioni sedimentarie, paleozoica e terziaria, è costituito principalmente dal caratteristico edificio di Sa Frontera - P.ta de Su Ferru - P.ta de Sa Domu. Lo stesso fa parte, assieme ai non lontani rilievi di M.te Truxionis, Castello dell'Acquafredda, M.te Exi, ecc., di un esteso complesso di vulcaniti, di tipo andesitico, allineato NW-SE secondo direttrici di frattura, che si inquadra in una più vasta associazione di rocce vulcaniche effusive di tipo alcali-calcico, ampiamente diffuse nella cosiddetta "*Fossa Sarda*" di età Oligo-Miocenica. Le vulcaniti di questi affioramenti, sono costituite da ammassi di lave in giacitura subvulcanica, a tessitura porfirica, con fenocristalli di plagioclasio, anfibolo, a composizione prevalentemente andesitica.

**I depositi quaternari** di facies continentale, occupano la quasi totalità della piana di Uta-Capoterra, comprendono depositi alluvionali antichi e recenti, e localmente depositi fluvio-lacustri; coltri alluvio-colluviali e detrito di falda, si distribuiscono alle pendici dei rilievi paleozoici, delle colline vulcaniche terziarie e ricoprono la formazione del Cixerri. Depositati fluvio-lagunari, palustri o marini recenti affiorano in prossimità della zona umida della laguna di Cagliari e della linea di costa. Alluvioni antiche: il complesso delle alluvioni antiche, costituite da sedimenti fluviali di sistema di conoide e di piana alluvionale, giace discordante sul complesso leggermente inclinato del Terziario. Essa è costituita di sedimenti clastici grossolani, per lo più ghiaie e conglomerati, di evidente trasporto fluviale, ben costipati e talora cementati, a matrice argilloso-sabbiosa bruno-rossastra per la presenza di ossidi di ferro. I ciottoli arrotondati ed eterometrici, sono costituiti da scisto, granito, quarziti, scarsi quelli andesitici e più rari quelli calcarei, i quali rappresentano tutti termini affioranti nel settore occidentale come anche in regioni limitrofe. Il deposito più antico, per alterazione molto spinta e grado di cementazione, è attribuito al Terziario superiore-Quaternario antico, mentre gli altri vengono inquadrati nel Quaternario antico e nel Quaternario medio e recente sulla base di correlazioni con le corrispondenti morfologie del Campidano, a loro volta datate tramite rapporti stratigrafici con i terrazzi costieri. La formazione delle alluvioni antiche terrazzate testimoniano il periodo di sovralluvionamento nel graben del Campidano e nella valle del Cixerri. Infatti, i sollevamenti tettonici plio-pleistocenici ai bordi del graben e l'abbassamento della fossa, produssero un ringiovanimento del paesaggio con relativa riattivazione dell'azione erosiva dei fiumi, che reincisero a più riprese le grandi conoidi alluvionali, terrazzandole e

talora riesumando, lungo le scarpate e sul fondo delle terrazze, i sottostanti terreni sedimentari terziari. L'età delle alluvioni antiche del Campidano, riferita al Plio-Pleistocene, è stata possibile sia dalla correlazione paleogeografica con formazioni analoghe, distribuite largamente in Sardegna, attribuite allo stesso periodo, caratterizzato in tutta l'isola da un eccezionale sviluppo dell'idrografia in relazione a particolari condizioni di continentalità, sia da considerazioni morfometriche sugli elementi ciottolosi costituenti le alluvioni terrazzate. La presenza di ciottoli poligenici, di forma sferica-ellissoidale, con un elevato indice di smussamento, in relazione diretta, con la maturità del sedimento clastico, ha permesso di stabilire un'origine antecedente al Quaternario ed un lungo processo di rimaneggiamento. Sono posti ai lati del rio Cixerri, rio S. Lucia e Flumini Mannu, gli alvei non sono interessati dalle dinamiche fluviali in atto nel letto ordinario; tratti di questa unità possono essere interessati da fenomeni alluvionali durante eventi idrometrici eccezionali. Gli stessi ricoprono parzialmente le alluvioni antiche terrazzate e occupano la parte a nord della area in studio, fino al Rio Cixerri e la parte a sud-est verso la laguna di Cagliari. Si tratta di alluvioni grossolane, sabbioso-ciottolose, per lo più incoerenti o moderatamente costipate, a matrice sabbioso-limosa grigio-bruna e solo localmente leggermente arrossata.

Litologicamente sono caratterizzate da ciottoli a elementi paleozoici, scisti arenacei più o meno metamorfici, arenarie quarzose, sicuramente provenienti dall'erosione degli horst paleozoici a ovest della fossa.

L'area in esame è situata nel settore sud occidentale del Campidano di Cagliari, conformato da ampie conoidi alluvionali e terrazzi, modellata da terreni la cui età va dal Terziario fino al Quaternario recente. Il territorio, prevalentemente pianeggiante, è costituito quasi totalmente da una copertura Quaternaria di facies alluvionale

terrazzata, con giacitura tabulare, appartenente al periodo "*Pleistocene-Olocene*". Le coltri alluvionali quaternarie poggiano discordanti sulla formazione continentale terziaria del Cixerri, sulle vulcaniti andesitiche e localmente sul basamento paleozoico, in particolare a ovest dell'area sensibile. Molti autori hanno riconosciuto entro questi depositi la presenza di più ordini di terrazzi, legati sia alla differente evoluzione tettonica plio-quaternaria, sia ai vari processi morfogenetici conseguenti le variazioni climatiche del Pleistocene-Olocene, che hanno visto l'alternarsi di fasi d'intensa erosione e fasi di accumulo dei sedimenti .

L'area sensibile collocandosi in un'area morfologicamente pianeggiante, è caratterizzata da un paesaggio uniforme e piatto, con forme evolute e spianate, la cui pendenza degrada dolcemente a E-SSE, verso l'area depressa dello Stagno di Cagliari e la linea di spiaggia verso il mare, mentre va aumentando a Ovest, verso la fascia detritica pedemontana di raccordo con le colline paleozoiche. L'estesa copertura alluvionale caratterizzante questa porzione di Campidano è costituita da sedimenti alluvionali derivati dall'appiattimento morfogenetico di grandi conoidi alluvionali deposte dai corsi d'acqua allo sbocco delle valli, che hanno inciso i rilievi del Sulcis orientale. In particolare l'area sensibile è impostata su depositi alluvionali antichi terrazzati risultanti dall'evoluzione della conoide alluvionale del Rio S. Lucia, reincisa e più volte plasmata dai processi di scorrimento delle acque superficiali, accentuati o mitigati dalle variazioni climatiche quaternarie. La stessa si estende in un ampio ventaglio, che dal punto di confluenza tra il rio Gutturu Mannu e il rio Guttureddu si apre fino allo stagno di Cagliari, costituendo la stessa piana deltizia. In conformità a criteri morfostratigrafici, pedostratigrafici e morfoclimatici sono distinte sostanzialmente due unità deposizionali, separate da una superficie

d'erosione corrispondente a una fase d'incisione e terrazzamento: alluvioni antiche terrazzate attribuite al "*Subsistema di Portoscuso*" del periodo Pleistocene e di alluvioni più recenti terrazzate.

Nell'area il numero dei pozzi esistenti è notevole, soprattutto nella parte W con direzione Capoterra. Da queste osservazioni si è ritenuto importante visionare la carta delle isofreatiche, elaborata sulla base di 64 pozzi.

Sono da evidenziare due acquiferi: la potenza del più superficiale si aggira intorno ai 30mt, quella del più profondo supera in alcuni punti i 150mt. Il complesso acquifero, è costituito principalmente da alternanze di ghiaie e sabbie con intercalazioni di sabbie argillose e argille che danno origine localmente a variazioni di permeabilità. Nella zona più orientale della pianura, i due acquiferi sono separati da uno strato lenticolare sabbioso-argilloso, a bassa permeabilità di potenza variabile tra i 10.0m e i 25.0m, che sostiene la falda freatica, mentre l'acquifero profondo poggia ad Est su un altro substrato argilloso e ad Ovest sul basamento cristallino. L'escursione del livello freatico risultante dalla media delle oscillazioni freatiche nei vari tipi litologici, è stata valutata in 2.20 m circa. Nelle alluvioni più antiche, risulta mediamente di m 2.25 con valori molto variabili nelle diverse zone, mentre nelle alluvioni più recenti assume un valore medio di m 1.80. Da un esame delle curve è evidente una notevole diminuzione della permeabilità passando dal bordo della laguna verso Ovest. Si può dedurre quindi, un aumento della permeabilità che coincide con la transizione tra le alluvioni più antiche e quelle relativamente più recenti. Secondo quanto indicato dallo sviluppo delle isoidropse il deflusso delle acque avverrebbe secondo la direzione preferenziale NE-SW verso lo stagno S. Gilla. L'area in esame, situata nel settore sud-occidentale del Campidano di Cagliari, fa parte dell'Unità Idrogeologica Omogenea (U.I.O.) del Flumini Mannu - Cixerri. La vasta area lagunare e stagnale di S. Gilla, è un elemento caratteristico dell'idrografia superficiale di questa U.I.O., in quanto come corpo idrico di transizione, rappresenta una delle più importanti aree umide protette d'Europa: è classificato come Zona di Protezione Speciale (ZPS) dall'Unione Europea e Zona umida di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar. Il bacino imbrifero che alimenta il deflusso di acque dolci verso la laguna è molto ampio e abbraccia una vasta regione che comprende il bacino del Flumini Mannu e quello del rio Cixerri, per una superficie totale di 2.242 kmq. La piana alluvionale di Assemini – Uta-Capoterra, delimitata a Ovest dalla zona pedemontana di raccordo con i rilievi del Sulcis orientale, a SE dal mare e dalla zona umida della laguna di Cagliari, a Nord dal rio Cixerri, è il risultato del deposito di potenti coltri di sedimenti fluviali trasportati dal rio S. Lucia e dal rio Cixerri. Il bacino idrografico del rio S. Lucia, che drena i deflussi dei versanti orientali dei Monti del Sulcis, interessa la piana del Campidano dopo la confluenza tra il rio Gutturu Mannu e il rio Gutturreddu sino a sfociare nell'area umida, nel corpo idrico denominato Saline di Capoterra. E' impostato in massima parte su litologie paleozoiche, caratterizzate dalle formazioni scistoso-metamorfiche e granitiche, subordinata la presenza di glaciai alluvionali e di alluvioni antiche e attuali. La rete idrografica è abbastanza gerarchizzata: i rii Gutturreddu e Gutturu Mannu ricevono innumerevoli affluenti, aventi delle portate molto limitate a carattere torrentizio temporaneo, caratterizzati da alvei prevalentemente impostati in roccia, entro valli molto strette con fondo a V. Il Rio Cixerri nasce a sud di Iglesias, sul Monte Croccoriga, scorre principalmente nella valle omonima in direzione ovest-est, parallelamente alla "*Soglia di Siliqua*", per poi congiungersi nella pianura del Campidano. La valle pressoché pianeggiante ha altitudini massime non superiori ai 150 m. Il Rio Cixerri, un tempo il più importante affluente del Flumini Mannu è diventato un corso d'acqua autonomo, a seguito dei lavori di bonifica dello stagno di Santa Gilla, infatti, il suo alveo è stato canalizzato e rettificato sfociando nella laguna con una foce indipendente. Nel tratto più a valle, che attraversa la fascia pedemontana e la pianura presenta un reticolo subparallelo, caratterizzato da una dinamica fluviale di

reincisione e terrazzamento di glacis e antiche conoidi alluvionali. La piana in esame è geologicamente dominata dal complesso alluvionale Quaternario distinto in “*alluvioni antiche pleistoceniche*” e “*in alluvioni più recenti oloceniche*”, rappresentato dal complesso idrogeologico dell’Unità Detritico Alluvionale Plio-Quaternaria del Campidano: si tratta di depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi, a permeabilità per porosità complessivamente medio-bassa nelle coltri ben costipate, localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana.

Il complesso alluvionale quaternario, caratterizzante l’assetto stratigrafico dell’area di studio, è una diretta conseguenza dei movimenti neotettonici distensivi plio-pleistocenici, che hanno condizionato, unitamente alle oscillazioni eustatiche e climatiche, l’evoluzione paleogeografica del graben campidanese, e soprattutto del sistema idrografico. Le numerose variazioni quaternarie del livello di base degli alvei dei corsi d’acqua principali, con una serie di innalzamenti e sprofondamenti, hanno determinato l’alternarsi di successive fasi morfogenetiche di accumulo, incisione e terrazzamento, rielaborando i sedimenti fluviali antichi dei glacis e delle grandi conoidi alluvionali del rio Cixerri e del rio S.Lucia, sino a definire una potente successione alluvionale distinta in alluvioni antiche pleistoceniche e in alluvioni più recenti oloceniche. L’alternanza di sedimenti a differente composizione granulometrica, grado d’addensamento e di consistenza, tipica dei sedimenti di bacino alluvionale, determina, localmente, variazioni di permeabilità. La permeabilità è una proprietà caratteristica delle terre/rocce ed esprime l’attitudine delle stesse a lasciarsi attraversare dall’acqua. Essa quindi si manifesta con la capacità di assorbire le acque piovane e di far defluire le acque sotterranee. Poiché il terreno non è un corpo omogeneo, è intuibile che all’interno dello stesso varino sia le caratteristiche chimico-fisiche, che le proprietà idrogeologiche. Vista la possibile disomogeneità dei depositi alluvionali, la permeabilità, non è rappresentata da un unico valore del coefficiente “K” m/s ma da un intervallo di questo. Geologicamente nell’area affiorano terreni quaternari di facies fluviale rappresentati da alluvioni antiche pleistoceniche e da alluvioni più recenti terrazzate, costituiti essenzialmente da alternanze di livelli conglomeratici poligenici ed eterometrici, ghiaie stratificate con intercalazioni di sabbie e limi/argille. La distinzione tra le due formazioni alluvionali è legata alle caratteristiche morfometriche della frazione grossolana, al grado di compattazione, al contenuto e alla ferrettizzazione della matrice fine.

Segue la classificazione di permeabilità dei terreni su cui si insedierà l’impianto FTV:

**Classe 1 → medio - alta permeabilità, localmente medio - bassa**

[Alluvioni recenti terrazzate dell’Olocene]. [ $10^{-2} > K > 10^{-5}$ ].

**Classe 2 → medio bassa permeabilità**

[Alluvioni antiche Pleistoceniche]. [ $10^{-4} > K > 10^{-7}$ ].

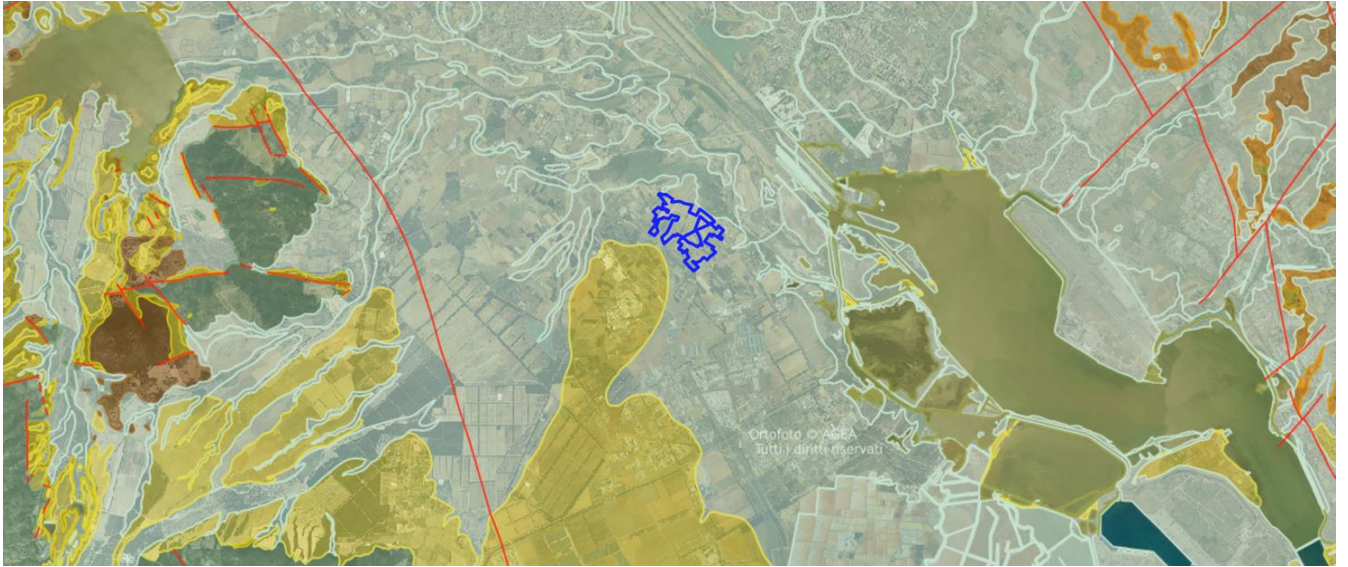


Fig. 7: Carta geologica

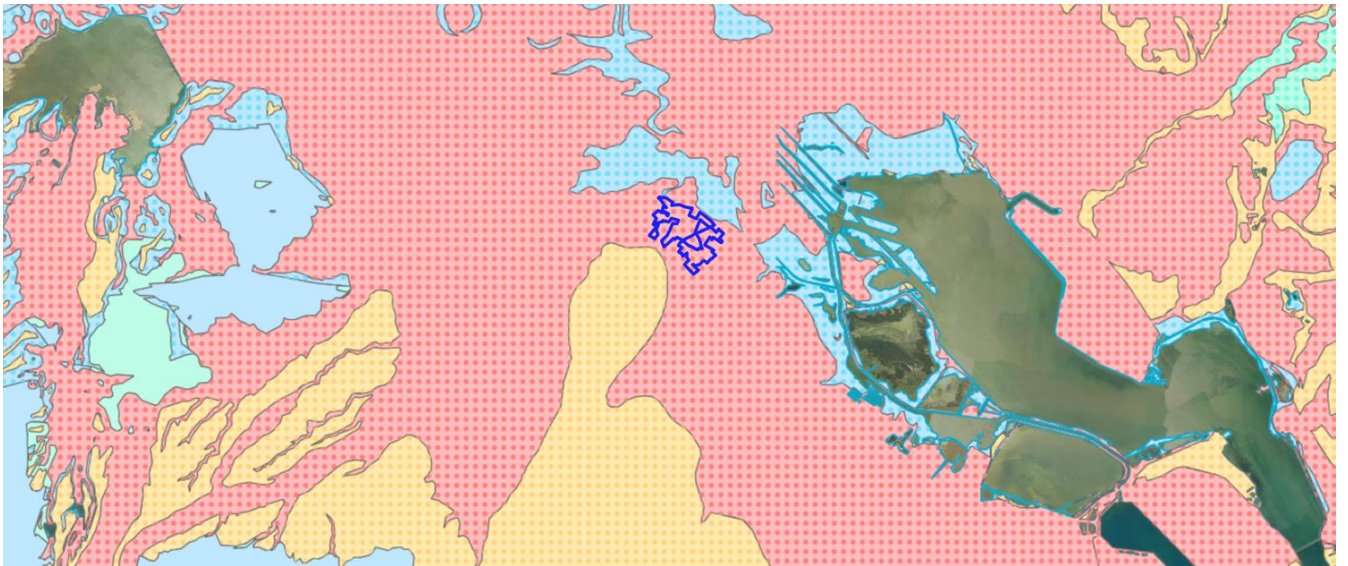


Fig. 8: Carta della permeabilità: l'area è caratterizzata da una alta permeabilità per porosità

### 1.3.2 INDAGINE BOTANICA

La superficie risultante complessiva oggetto di analisi è pari a circa 330 ettari, ossia un'area vasta rispetto al sito di interesse dell'impianto. Tale area ricade nella più ampia porzione geografiche del *Campidano* in località *Bingia Noas* e *Piscina Gravas* e risulta essere ubicata in un contesto morfologico di tipo pianeggiante; limitatamente alle superfici d'indagine faunistica l'altimetria varia debolmente tra i 2 e i 10 metri s.l.m. All'interno delle superfici oggetto di analisi non sono stati rilevati elementi idrici riconducibili a corsi d'acqua permanenti o di consistente portata; sono presenti unicamente piccoli compluvi a regime torrentizio, pertanto dipendenti dalla stagionalità e dalla consistenza delle piogge, uno dei quali, denominato *Riu Zinniga*, è ubicato a nord delle superfici oggetto d'intervento. Le caratteristiche dei suoli e alcune depressioni della superficie, alcune di origine artificiale, favoriscono l'accumulo di acque piovane generando così dei ristagni e piccole zone umide temporanee.

Nell'area si riscontra un'eterogeneità di tipologie ambientali ascrivibili all'agro-ecosistema, che costituisce circa l'82.00% dell'intera area d'indagine, mentre il restante comprende gli ecosistemi definiti seminaturali e naturali. La tipologia più rappresentativa in termini di estensione sono i seminativi semplici e colture orticole a pieno campo che da sola rappresenta il 46.20% dell'area indagata; valori notevolmente inferiori, ma comunque rappresentativi, per le paludi interne (14,53%) e i sistemi colturali e particellari complessi (12,70%) che insieme costituiscono il 27,23% dell'intera superficie oggetto di analisi. Poco rappresentative le restanti tipologie ambientali.

Tipologie UDS	sup. (ha)	% rispetto all'area d'indagine
SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	151,54	46,20
PALUDI INTERNE	47,66	14,53
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	41,64	12,70
VIGNETI	26,10	7,96
PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	17,33	5,28
PRATI ARTIFICIALI	15,29	4,66
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	8,52	2,60
GARIGA	6,39	1,95
FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	4,72	1,44
OLIVETTI	3,77	1,15
AREE AGROFORESTALI	2,17	0,66
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	2,11	0,64
FABBRICATI RURALI	1,53	0,47

Fig. 9: Uso del suolo

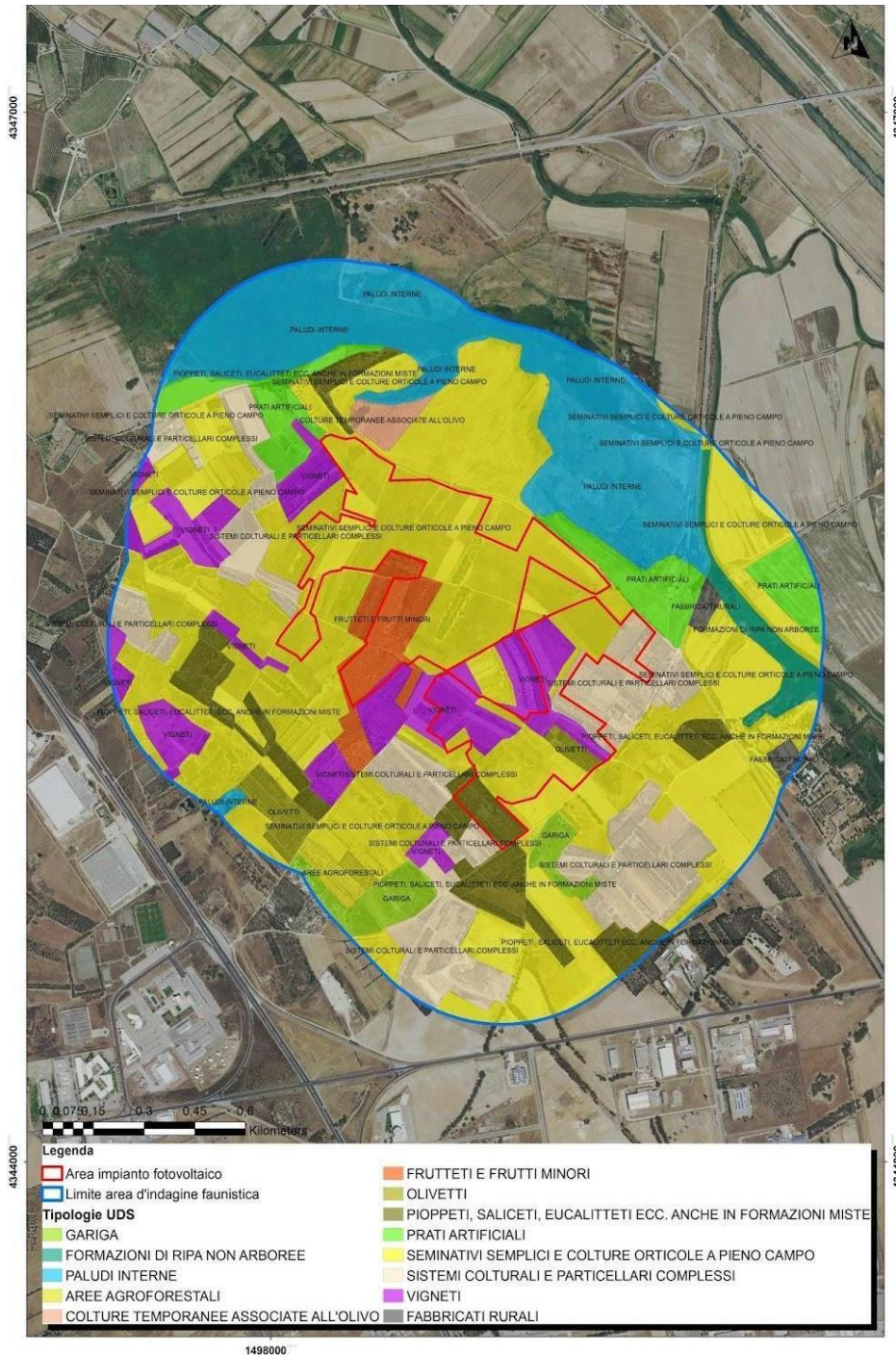


Fig. 10: Cartografia con tipologie per uso del suolo

Sulla base delle informazioni bibliografiche e di erbario reperite, per l'area vasta intesa come sopra sono note le seguenti entità endemiche:

*Ornithogalum corsicum* Jord. & Fourr. (Asparagaceae). Geofita bulbosa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta in pratelli ai margini della macchia e della gariga. Diffuso in Sardegna, è piuttosto raro nell'area di studio.

*Romulea requienii* Parl. (Iridaceae). Geofita bulbosa endemica i Sardegna e Corsica. Vegeta in pratelli sicilicoli, normalmente su substrati arenacei e argilloso arenacei stagionalmente zuppi o inondati, ai

margini delle zone umide. Molto rara nell'area di studio, sono note alcune stazioni in Comune di Assemini, a circa 1 Km dal perimetro sud-orientale dell'area di studio.

*Aristolochia navicularis* E. Nardi (Aristolochiaceae). Geofita rizomatosa endemica del Mediterraneo Centro-meridionale. Vegeta all'ombra di macchie e boscaglie, ma anche lungo siepi e presso radure e prati stabili, anche degradati. Comune in Sardegna e frequente in numerosi siti dell'area di studio.

*Urtica atrovirens* Req. ex Loisel. (Urticaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna, Corsica, Arcipelago Toscano e Baleari. Vegeta in ambiente sciafilo e ruderale/nitrofilo, spesso su suoli silicei poco profondi e ad alta pietrosità, ai margini della macchia mediterranea degradata da attività di pascolo. Comune in Sardegna ma poco frequente nell'area vasta.

*Delphinium longipes* Moris (Ranunculaceae). Terofita scaposa endemica di Sardegna o di Sardegna e Corsica. Vegeta in pratelli xerofili su suoli arenacei o argilloso-arenacei sub salsi, del litorale o ai margini delle zone umide salmastre. Presente in Sardegna in modo discontinuo lungo la linea di costa, nell'area vasta è in forte regresso e si rinviene raro ai margini della vegetazione dei fruticeti alofili e delle perticaie alo-nitrofile.

*Nigella arvensis* L. subsp. *glaucescens* (Guss.) Greuter et Burdet (Ranunculaceae). Terofita scaposa endemica del S-Italia (Basilicata, Calabria, Puglia), Sardegna e Sicilia. Presente in Sardegna in modo discontinuo lungo la linea di costa, nell'area vasta vegeta nei medesimi contesti di *D. longipes*, con il quale spesso partecipa alle stesse fitocenosi.

*Ranunculus cordiger* Viv. subsp. *diffusus* (Moris) Arrigoni (Ranunculaceae). Terofita scaposa endemica della Sardegna. Vegeta nelle zone umide ad acque dolci ed in particolare nelle zone umide minori, acquitrini, risorgive, rivoli, stagni temporanei mediterranei. In Sardegna è piuttosto comune presso gli ambienti idonei. Nell'area vasta è diffuso puntualmente nei settori settentrionali laddove l'ambiente si rivela schiettamente glicofilo. E' presente anche nella località acquitrinosa *Sa Tuerra* (Assemini, Uta) adiacente all'area interessata dagli interventi.

*Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna, Sicilia e Corsica. Vegeta nei prati e negli incolti, molto spesso in contesto ruderale e sub-nitrofilo. Ampiamente diffuso nell'Isola, in particolare negli ambienti pascolati, negli incolti e nei margini delle strade, anche falciati, all'interno dell'area vasta è molto frequente ovunque.

*Mentha suaveolens* subsp. *insularis* (Req.) Greuter (Lamiaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna, Corsica, Sicilia ed Arcipelago Toscano. Vegeta ai margini di torrenti, in particolar modo se a letto ciottoloso, sorgenti e risorgive, fossi e fontanili. Molto comune in Sardegna e piuttosto comune anche nell'area di studio ed in particolar modo lungo le sponde occidentali del sistema di zone umide Santa Gilla/Stagno di Cagliari, compresa la loc. *Sa Tuerra* / Assemini e Uta, adiacente all'area di studio.

*Stachys glutinosa* L. (Lamiaceae). Camefita fruticosa endemica di Sardegna e Corsica. Partecipa alla costituzione di garighe basse in ambiente roccioso e/o glareicolo, ma anche in suoli alluvionali stabilizzati ad alta pietrosità, quali i terrazzi alluvionali quaternari lungo i margini occidentali del sistema di zone umide Santa Gilla/Stagno di Cagliari.

*Limonium retirameum* Greuter & Burdet (Plumbaginaceae). Camefita endemica della Sardegna. Vegeta in ambiente costiero, su substrati rocciosi o arenacei del litorale. Presente presso le coste del Golfo di Cagliari, all'interno dell'area vasta è segnalato per il litorale La Plaia (Cagliari).

*Limonium dubium* (Guss.) Litard (Plumbaginaceae). Suffrutice pulvinato endemico del Mediterraneo centrale. Vegeta in ambiente alofilo, su substrati rocciosi, arenacei o argillosi lungo la linea di costa e ai margini delle zone umide ad acque di transizione. Piuttosto comune lungo la linea di costa della



Sardegna, nell'area vasta è piuttosto comune ai margini della Laguna di Santa Gilla e delle Saline di Macchiareddu, e più in generale presso tutti gli ambienti umidi ad acque da subsalse a salmastre.

*Polygonum scoparium* Req. ex Loisel (Polygonaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna, Corsica e isole vicine. Cresce negli alvei dei fiumi e negli incolti umidi, su suoli piuttosto freschi almeno in inverno e primavera, dal livello del mare a 300 m circa. Si rinviene sporadicamente nella fascia esterna degli stagni temporanei sardi. Molto comune in gran parte della Sardegna, nell'area vasta è molto frequente, soprattutto presso i margini degli alvei e dei terrazzi alluvionali. E' presente anche nella località acquitrinosa *Sa Tuerra* (Assemini, Uta) adiacente all'area interessata dagli interventi.

*Dipsacus ferox* Loisel (Dipsacaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna ed alcune regioni dell'Italia centrale. Vegeta su suoli umidi e temporaneamente zuppi o allagati presso vallate, aree depressionarie, margini di corsi d'acqua, fossati, spesso in ambiente subnitrofilo. Molto comune in Sardegna, è altresì ovunque frequente nell'area vasta.

*Arum pictum* L. f. (Araceae). Geofita rizomatosa endemica di Sardegna, Corsica ed Arcipelago toscano. Vegeta all'ombra di arbusti ed alberi della macchia mediterranea, lungo le siepi e presso pietraie, margini di torrenti, etc. Molto comune in Sardegna, presso l'area vasta è presente principalmente lungo le sponde occidentali del sistema di zone umide.

*Artemisia campestris* L. subsp. *variabilis* (Ten.) Greuter (Asteraceae). Camedita fruticosa endemica dell'Italia meridionale, Sardegna e Sicilia. Vegeta nelle praterie sub-alofile, alo-nitrofile e ruderali ai margini delle zone umide ad acque di transizione. Rara in Sardegna e nota per poche stazioni, presso l'area vasta è presente in agro di Assemini (compresa la loc. *Sa Tuerra* / Assemini adiacente all'area di studio) e di Cagliari.

*Helichrysum microphyllum* (Willd.) Camb. subsp. *tyrrhenicum* Bacch., Brullo et Giusso (Asteraceae). Camefita suffruticosa endemica del Mediterraneo centrale. Vegeta in ambienti di gariga e degradati, in ambiente rupicolo, presso ghiaioni, terrazzi alluvionali, discariche, comportandosi spesso come entità pioniera. Diffusa e comune in Sardegna, nell'area vasta è largamente presente.

*Scorzonoides muelleri* (Sch. Bip.) Greuter & Talavera (Asteraceae). Terofita scaposa endemica del Mediterraneo meridionale e in Italia nota solo per Puglia, Sardegna e Sicilia. Poco frequente in Sardegna, vegeta in pratelli ai margini delle zone umide salmastre. Nell'area vasta è presente ai margini degli ambienti lagunari.

*Plagius flosculosus* (L.) Alavi & Heywood (Asteraceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta ai margini delle zone umide ad acque dolci o subsalse, lungo i bordi degli acquitrini e di rigagnoli a regime temporaneo o effimero. Presente in Sardegna solo nei settori meridionali, nell'area vasta è comune ma in rarefazione presso le zone umide ad acque dolci. E' presente anche nella località acquitrinosa *Sa Tuerra* (Assemini, Uta) adiacente all'area interessata dagli interventi.

*Ptilostemon casabonae* (L.) Greuter (Asteraceae). Emicriptofita scaposa sub-endemica dell'area tirrenica. Vegeta essenzialmente in ambiente glareicolo e ruderale, presso ghiaioni, terrazzi alluvionali a matrice ciottolosa, discariche di cava o di minerale. Diffuso in Sardegna, nell'area vasta è piuttosto raro.

*Carex microcarpa* Bertol. ex Moris (Cyperaceae). Elofita/geofita rizomatosa endemica di Provenza, blocco Sardo-Corso ed alcune regioni dell'Italia centrale tirrenica. Vegeta in ambienti umidi glicofili quali corsi d'acqua a carattere torrentizio, sorgenti, risorgive ed acquitrini. Frequente in Sardegna soprattutto in ambito da basso collinare a pedemontano, nell'area vasta è raro ed è noto esclusivamente per il basso alveo dei rii Santa Lucia e del Cixerri.

Secondo il materiale bibliografico e di erbario consultato, nello specifico sito interessato dalle opere non è nota la presenza di emergenze floristiche quali specie di interesse comunitario (All. II Dir. 92/43/CEE),

endemismi puntiformi o ad areale ristretto e specie classificate come Vulnerabili (VU), In pericolo (EN) o In pericolo critico (CR) secondo le più recenti liste rosse nazionali, europee ed internazionali.

Un ulteriore aspetto da evidenziare riguarda la presenza della vasta area umida ad acque dolci distinta in loc. *Sa Tierra* (Comune di Assemini e Uta) e localizzata ad E-NE rispetto all'area di cantiere ed immediatamente confinante con essa. Si tratta di un sistema di paludi ed acquitrini vasto oltre 90 ettari, testimone nell'alveo originario del fiume Cixerri, modificato a seguito delle bonifiche, arginature e regimazioni del '900. L'area ospita quasi completamente ambienti glicofili e solo in parte ad acque subsalse (settori sud-orientali), chiari ed avvallamenti inondati per buona parte dell'anno, solchi di erosione, canali di erosione riattivabili e alvei abbandonati che costituiscono le tracce di antichi eventi alluvionali, riattivabili in caso di eventi di piena eccezionali e che quindi rappresentano un'importante fascia di protezione da eventi estremi per tutta l'area vasta. Il sito è di fatto un importante rifugio per la biodiversità, ospitando comunità vegetali e faunistiche di pregio e di interesse biogeografico e conservazionistico.

Per quanto riguarda gli aspetti floristici e vegetazionali, tra quelli maggiormente rappresentativi del sito e di pregio si menziona l'habitat 6420 *Mediterranean tall humid herb grasslands of the Molinio-Holoschoenion* caratterizzato dalle seguenti entità diagnostiche: *Phalaris coerulescens*, *Hordeum bulbosum*, *Anacamptis laxiflora*, *Ranunculus macrophyllus*, *Leucojum aestivum*, *Carex divisa*, *Carex otrubae*, *Anthoxanthum aristatum*, *Serapias spp.*, *Lythrum salicaria* (Fois et al., 2021), tutte presenti nell'area. A queste si aggiungono numerose altre entità rare e di grande interesse biogeografico, oltre che numerose endemiche. Tra questi taxa, molti sono di interesse conservazionistico come *Leucojum aestivum* L. subsp. *pulchellum* (Salisb.) Briq., considerato Vulnerabile (VU) per i criteri B2ab(iii) secondo la Lista Rossa della Flora Italiana.

Taxon	Forma biologica	Tipo corologico
<i>Allium vineale</i> L.	G bulb	Euro-Medit.
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	T scap	Circum-Medit.
<i>Anisantha diandra</i> (Roth) Tutin ex Tzvelev	T scap	Euri-Medit.
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski	T scap	Medit.-Turan.
<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski	T scap	Euri-Medit.
<i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	T scap	W-Medit.
<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz. subsp. <i>vulgare</i>	G rhiz	Steno-Medit.
<i>Arum pictum</i> L. f.	G rhiz.	Endem.
<i>Asparagus albus</i> L.	G rhiz	W-Medit.
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G rhiz	Steno-Medit.
<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	G rhiz	Steno-Medit.
<i>Astragalus pelecinus</i> (L.) Barneby	T scap	Circum-Medit.
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	T scap	Medit.-Turan.
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	T scap	Euri-Medit.
<i>Bellardia viscosa</i> (L.) Fisch. & C.A. Mey.	T scap	Medit-Atl.
<i>Bellis annua</i> L.	T caesp	Circum-Medit.
<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>	H scap	Euri-Medit.
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P. Beauv.	T scap	Medit.-Turan.
<i>Briza maxima</i> L.	T scap	Paleosubtrop.
<i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i>	T scap	Subcosmop.

<i>Taxon</i>	Forma biológica	Tipo corológico
<i>Bunias erucago</i> L.	T scap	Euri-Medit.
<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	T scap	Euri-Medit. Steno-Medit.
<i>Capsella rubella</i> Reut.	T scap	Cosmop.
<i>Carex flacca</i> subsp. <i>erythrostachys</i> (Hoppe) Holub	G rhiz.	Europ.
<i>Carduus argyrea</i> Biv.	T scap	Circum-Medit.
<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>pycnocephalus</i>	H bienn	Medit.-Turan. Steno-Medit.
<i>Carlina corymbosa</i> L.	H scap	Steno-Medit.
<i>Carlina lanata</i> L.	T scap	Steno-Medit.
<i>Carthamus lanatus</i> L.	T scap	Euri-Medit.
<i>Cerintho major</i> L.	T scap	Circum-Medit.
<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	H bienn	Euri-Medit. Subcosmop.
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	NP	Steno-Medit. Macarones.
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	P lian	Medit-Turan.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	G rhiz	Cosmop. Paleotemp.
<i>Crassula tillaea</i> Lest.-Garl.	T scap	Subatl.
<i>Crepis vesicaria</i> L. s.l.	H bienn	Subatl.
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G rhiz	Cosmop.
<i>Cynoglossum creticum</i> Mill.	H bienn	Euri-Medit.
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	T scap	Euri-Medit.
<i>Cytisus laniger</i> DC.	P caesp	Circum-Medit.
<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	H bienn	Paleotemp. Cosmop.
<i>Dipsacus ferox</i> Loisel	H scap	Endem.
<i>Dittrichia graveolens</i> (L.) Greuter	T scap	Medit.-Turan.
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter subsp. <i>viscosa</i>	H scap	Euri-Medit.
<i>Echium italicum</i> L.	H bienn	Euri-Medit.
<i>Echium plantagineum</i> L.	H bienn	Euri-Medit. Steno-Medit.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	T scap	N-Americ.
<i>Eryngium campestre</i> L.	H scap	Euri-Medit.
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	P caesp	Australia
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	T scap	Subcosmop.
<i>Euphorbia pithyusa</i> L. subsp. <i>cupanii</i> (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.	Ch suffr	Endem. Ital.
<i>Ficus carica</i> L.	P scap	Medit.-Turan.
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. subsp. <i>piperitum</i> (Ucria) Bég.	H scap	S-Medit. Steno-Medit.
<i>Galactites tomentosus</i> Moench	H bienn	Steno-Medit.
<i>Galium verrucosum</i> Huds.	T scap	Circum-Medit.
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	T scap	Euri-Medit.-Orient.
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.	T scap	Euri-Medit.
<i>Hypericum perforatum</i> L. subsp. <i>perforatum</i>	H caesp	Paleotrop. Cosmop.
<i>Hypochaeris achyrophorus</i> L.	T scap	T scap
<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench	T scap	Medit.-Turan.
<i>Lathyrus clymenum</i> L.	T scap	Circum-Medit.

<i>Taxon</i>	Forma biológica	Tipo corológico
<i>Lathyrus ochrus</i> (L.) DC	T scap	Circum-Medit.
<i>Lavandula stoechas</i> L.	NF	Circum-Medit.
<i>Lolium arundinaceum</i> (Schreb.) Darbysh.	H caesp	Euri-Medit.
<i>Lolium perenne</i> L.	H caesp	Circumbor. Eurasiat.
<i>Lycium europaeum</i> L.	NP	Circum-Medit.
<i>Malva olbia</i> (L.) Alef.	P caesp	Circum-Medit.
<i>Marrubium vulgare</i> L.	H scap	Euri-Medit. Sudsiber. Cosmop.
<i>Medicago polymorpha</i> L.	T scap	Euri-Medit. Subcosmop.
<i>Mercurialis annua</i> L.	T scap	Paleotemp.
<i>Myrtus communis</i> L.	P caesp	Steno-Medit.
<i>Notobasis syriaca</i> (L.) Cass.	T scap	Steno-Medit.
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i>	P caesp	Steno-Medit.
<i>Oloptum miliaceum</i> (L.) Röser & H.R.Hamasha	H caesp	Medit.-Turan.
<i>Onopordum illyricum</i> L.	H scap	Circum-Medit.
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	P succ	Neotrop.
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	G bulb	Africa
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass. subsp. <i>spinosa</i>	T scap	Euri-Medit. Steno-Medit.
<i>Papaver hybridum</i> L.	T scap	Medit.-Turan.
<i>Petrorhagia dubia</i> (Raf.) G. López & Romo	T scap	S-Medit.
<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC.	Ch suffr	S-Medit.
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	P caesp	Circum-Medit.
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	P caesp	S-Medit. Steno-Medit. Macarones.
<i>Plantago afra</i> L.	T scap	Steno-Medit.
<i>Plantago lagopus</i> L.	T scap	Steno-Medit.
<i>Plantago lanceolata</i> L.	H ros	Cosmop. Eurasiat.
<i>Poa annua</i> L.	T caesp	Cosmop.
<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	P scap	Eurasiat.
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	T scap	Euri-Medit.
<i>Rosa sempervirens</i> L.	NP	Steno-Medit.
<i>Rubia peregrina</i> L.	P lian	Steno-Medit. Macarones.
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	T scap.	Medit.
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	NP	Euri-Medit. Europ.
<i>Rumex crispus</i> L.	H scap	Subcosmop.
<i>Rumex pulcher</i> L. subsp. <i>pulcher</i>	H scap	Euri-Medit.
<i>Silene gallica</i> L.	T scap	Euri-Medit.
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	H bienn	Medit.-Turan.
<i>Sixalix atropurpurea</i> (L.) Greuter & Burdet	H bienn	Steno-Medit.
<i>Smyrniolus olusatrum</i> L.	H bienn	Medit.-Atl.(Euri-) Steno-Medit.
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	T scap	Eurasiat.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T scap	Cosmop. Eurasiat. Subcosmop.
<i>Spergula arvensis</i> L.	T scap.	Subcosmop.
<i>Stachys major</i> (L.) Bartolucci & Peruzzi	NP	Circum-Medit.
<i>Stipellula capensis</i> (Thunb.) Röser & H.R. Hamasha	T scap	Circum-Medit.

<i>Taxon</i>	Forma biologica	Tipo corologico
<i>Symphytotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom	T scap	Neotrop.
<i>Thapsia garganica</i> L. subsp. <i>garganica</i>	H scap	S-Medit.
<i>Tolpis virgata</i> (Desf.) Bertol.	H scap	Circum-Medit.
<i>Tordylium apulum</i> L.	T scap	Steno-Medit.
<i>Trifolium angustifolium</i> L. subsp. <i>angustifolium</i>	T scap	Euri-Medit.
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	T scap	Paleotemp.
<i>Vachellia karroo</i> (Hayne) Banfi & Galasso	P caesp	Africa
<i>Vicia benghalensis</i> L.	T scap	Circum-Medit.
<i>Vulpia</i> sp. pl.	T scap	

Fig. 11: Elenco dei principali *taxa* di flora vascolare riscontrati nel sito di realizzazione dell'opera.

### 1.3.3 INDAGINE FAUNISTICA

Per quanto riguarda l'*agro-ecosistema*, rappresentato da superfici occupate da coltivazioni destinate alla produzione agricole e pascoli, di seguito sono riportate le specie più rappresentative associate a tale habitat:

- PASCOLI Uccelli** (Accipitriformi: falco di palude, poiana Falconiformi:, gheppio – Pelecaniformi: airone guardabuoi – Galliformi: pernice sarda, quaglia – Caradriformi: occhione, gabbiano reale – Strigiformi: civetta, barbagianni – Apodiformi: rondone, rondone maggiore – Coraciformi: gruccione – Passeriformi: trottavilla, pispola, allodola, rondine, balestruccio, saltimpalo, cornacchia grigia, storno nero, passera sarda, strillozzo, trottavilla, fanello). Mammiferi (Carnivori: volpe sarda – Insettivori: Riccio — Lagomorfi: lepre sarda, coniglio selvatico) Rettili (Squamata: gecko comune, biacco, lucertola campestre, luscengola comune, gongilo) Anfibi (Anura: rospo smeraldino).
- FRUTTETI Uccelli** (Columbiformi: tortora selvatica, tortora dal collare orientale, colombaccio, – Strigiformi: civetta – Passeriformi: *cinciallegra*, *capinera*, *occhiocotto*, *fringuello*, *verdone*, *rondine*, *balestruccio*, *passera sarda*, *merlo*). Mammiferi (Carnivori: *volpe sarda*, *donnola* – Insettivori: *Riccio* — Lagomorfi: *lepre sarda*, *coniglio selvatico*) Rettili (Squamata: *gecko comune*, *biacco*, *lucertola campestre*,) Anfibi (Anura: *rospo smeraldino*).
- RIMBOSCHIMENTI ARTIFICIALI Uccelli** (Columbiformi: tortora dal collare orientale, colombaccio, – Cuculiformi: *cuculo* – Strigiformi: *civetta* – Passeriformi: *cornacchia grigia*, *cinciallegra*, *occhiocotto*, *fringuello*, *verdone*, *passera sarda*, *merlo*,). Mammiferi (Carnivori: *volpe sarda*, *donnola* – Insettivori: *Riccio*. Rettili (Squamata: *gecko comune*, *biacco*, *lucertola campestre*) Anfibi (Anura: *rospo smeraldino*).
- PALUDI, AQUISTRINI, ZONE UMIDE: Uccelli** (Anseriformi: *germano reale*, *alzavola*, *marzaiola* – Accipitriformi: *falco di palude* – Gruiformi: *gallinella d'acqua*, *folaga*, *porciglione* Falconiformi:, *gheppio* – Pelecaniformi: *airone guardabuoi*, *airone cenerino*, *garzetta* – Caradriformi: *gabbiano reale* – Apodiformi: *rondone*, *rondone maggiore* – Coraciformi: *gruccione* – Passeriformi: *rondine*, *balestruccio*, *usignolo di fiume*.

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
<b>GALLIFORMES</b>									
1. <i>Alectoris barbara</i>	Pernice sarda	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
2. <i>Coturnix coturnix</i>	Quaglia	C	M, B, W	II/2	3	LC	DD		
<b>PELECANIFORMES</b>									
3. <i>Bubulcus ibis</i>	Airone guardabuoi	A2	SB par			LC	LC	All*	no
<b>ACCIPITRIFORMES</b>									
4. <i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude	B	SB, M, W	I		LC	VU	All	PP
5. <i>Buteo buteo</i>	Poiana	I2	SB, M, W			LC	LC	All	PP
<b>CHARADRIFORMES</b>									
6. <i>Burhinus oedicephalus</i>	Occhione	E	SB, M, W	I	3	LC	VU	All*	PP
7. <i>Vanellus vanellus</i>	Pavoncella	I2	M, W	II/2	2	LC	LC		P
8. <i>Larus michahellis</i>	Gabbiano reale	I4	SB	II/2		LC	LC		P
<b>COLUMBIFORMES</b>									
9. <i>Columba palumbus</i>	Colombaccio	I4	SB, M, W	II/1		LC	LC		
10. <i>Columba livia</i>	Piccione selvatico	A1	SB	II/1		LC	VU		P
11. <i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare orientale	E	SB	II/2		LC	LC		no
12. <i>Streptopelia turtur</i>	Tortora	I4	M, B	II/2	3	LC	LC		
<b>CUCULIFORMES</b>									
13. <i>Cuculus canorus</i>	Cuculo	I1	M, B			LC	LC		P
<b>STRIGIFORMES</b>									
14. <i>Athene noctua</i>	Civetta	I4	SB		3	LC	LC		PP
15. <i>Tyto alba</i>	Barbagianni	A1	SB		3	LC	LC		PP

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
<b>CAPRIMULGIFORMES</b>									
16. <i>Caprimulgus europaeus</i>	Succiapapere	I4	M,B (W)	I	2	LC	LC		P
<b>APODIFORMES</b>									
17. <i>Apus apus</i>	Rondone comune	I1	M, B			LC	LC		P
<b>CORACIIFORMES</b>									
18. <i>Merops apiaster</i>	Gruccione	I6	M, W		3	LC	LC		P
<b>BUCEROTIFORMES</b>									
19. <i>Upupa epops</i>	Upupa	C	M, B, W		3	LC	LC		P
<b>FALCONIFORMES</b>									
20. <i>Falco tinnunculus</i>	Gheppio	C	SB, M		3	LC	LC	All	PP
<b>PASSERIFORMES</b>									
21. <i>Lanius senator</i>	Averla capirossa	M5	M, B (W)		2	LC	EN		P
22. <i>Oriolus oriolus</i>	Rigogolo	E	B occ., M, E			LC	LC		P
23. <i>Alauda arvensis</i>	Allodola	I1	SB, M, W	II/2	3	LC	VU		
24. <i>Lullula arborea</i>	Tottavilla	L1	SB, M, W	I	2	LC	LC		
25. <i>Hirundo rustica</i>	Rondine	F1	M, B, W?		3	LC	NT		
26. <i>Delichon urbica</i>	Balestruccio	E	M, B, W?		3	LC	NT		
27. <i>Cettia cettii</i>	Usignolo di fiume	I6	SB			LC	LC		no
28. <i>Phylloscopus collybita</i>	Luì piccolo	I1	W, M, B?			LC	LC		
29. <i>Phylloscopus trochilus</i>	Luì grosso	I3	M reg			LC	NE		
30. <i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	I1	M B		3	LC	LC		P

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
31. <i>Oenanthe oenanthe</i>	Culbianco	F	M, B, (W)		3	LC	NT	All	P
32. <i>Phoenicurus ochruros</i>	Codirosso spazzacaminino	I4	M, W			LC	LC		P
33. <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Codirosso	I2	M reg		2	LC			
34. <i>Erithacus rubecula</i>	Pettirosso	L1	SB, M, W			LC	LC		P
35. <i>Luscinia megarhynchos</i>	Usignolo	I6	M, B			LC	LC		P
36. <i>Saxicola torquatus</i>	Saltimpalo	C	SB, M, W?			LC	VU		P
37. <i>Saxicola rubetra</i>	Stiaccino	L1	M, B			LC	LC		
38. <i>Turdus merula</i>	Merlo	E	SB, M, W	II/2		LC	LC		
39. <i>Turdus philomelos</i>	Tordobottaccio		M, W, E	II/2		LC	LC		
40. <i>Cisticola juncidis</i>	Beccamoschino	C	SB, M?			LC	LC		no
41. <i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	M4	SB, M			LC	LC		
42. <i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera	I1	SB, M, W			LC	LC		P
43. <i>Sylvia cantillans</i>	Sterpazzolina	M5	M, B			LC	LC		
44. <i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	I1	M B		3	LC	LC		P
45. <i>Parus major</i>	Cinciallegra	E	SB, M?			LC	LC		P
46. <i>Corvus corone cornix</i>	Cornacchia grigia	I1	SB, M?	II/2		LC	LC		
47. <i>Sturnus unicolor</i>	Storno nero	M7	SB			LC	LC		



Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
48. <i>Sturnus vulgaris</i>	Storno	I2	M, W	II2	3	LC	LC		
49. <i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	M1	SB			LC	VU		
50. <i>Anthus campestris</i>	Calandro	I4	M, B	I	3	LC	LC		P
51. <i>Anthus pratensis</i>	Pispola	L1	M, W			LC	NA		P
52. <i>Motacilla cinerea</i>	Ballerina gialla	I1	S,B,M			LC	LC		P
53. <i>Motacilla alba</i>	Ballerina bianca	E	M, W			LC	LC		
54. <i>Fringilla coelebs</i>	Fringuella	I1	SB, M, W			LC	LC		P
55. <i>Chloris chloris</i>	Verdone	I6	SB, M, W			LC	NT		P
56. <i>Linaria cannabina</i>	Fanello	I4	SB, M, W		2	LC	NT		P
57. <i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino	I1	SB, M			LC	NT		P
58. <i>Serinus serinus</i>	Verzellino	L2	SB, M?			LC	LC		P
59. <i>Miliaria calandra</i>	Strillozzo	I6	SB, M,W?		2	LC	LC		P

Fig. 12: Elenco delle specie di avifauna presenti nell'area di indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
<b>CARNIVORI</b>					
1. <i>Vulpes vulpes ichnusae</i>	Volpe sarda		LC	LC	
2. <i>Mustela nivalis</i>	Donnola		LC	LC	
3. <i>Erinaceus europaeus italicus</i>	Riccio		LC	LC	
<b>LAGOMORFI</b>					
6. <i>Oryctolagus cuniculus huxleyi</i>	Coniglio selvatico		NT		
7. <i>Lepus capensis</i>	Lepre sarda		LC		

Fig. 13: Elenco delle specie di mammiferi presenti nell'area d'indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
<b>SQUAMATA</b>					
1. <i>Tarantola mauritanica</i>	Geco comune		LC	LC	
5. <i>Podarcis sicula</i>	Lucertola campestre	All. IV	LC	LC	
6. <i>Podarcis tiliguerta</i>	Lucertola tirrenica	All. IV	NT	LC	All. 1
7. <i>Chalcides chalcides</i>	Luscengola comune		LC	LC	
8. <i>Chalcides ocellatus</i>	Gongilo	All. IV	LC	-	
9. <i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	All. IV	LC	LC	All. 1

Fig. 14: Elenco delle specie di rettili presenti nell'area d'indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
<b>ANURA</b>					
1. <i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	All. IV	LC	LC	
2. <i>Hyla sarda</i>	Raganella tirrenica	All. IV	LC	LC	

Fig. 15: Elenco delle specie di anfibi presenti nell'area di indagine faunistica.

### 1.3.4 INDAGINE ARCHEOLOGICA

Il materiale edito è riferibile prevalentemente alla pubblicazione della Dott.ssa Maria Cristina Ciccone, presente in Soprintendenza Archeologica – Quaderni 17/2000 dal titolo: Emergenze archeologiche nel Comune di Uta-Cagliari. Nel censimento effettuato dalla Dott.ssa Ciccone sono stati segnalate 28 emergenze archeologiche, alcune delle quali a carattere pluristratificato:

- Is Arridelis, villaggio prenuragico
- S'appassiu, villaggio prenuragico
- Is Arridelis, villaggio nuragico
- San Leone, chiesa
- Santa Maria, chiesa
- Spolla Camisa, non definibile
- Sant'Ambrogio, chiesa
- San Tommaso, chiesa
- Su Mulinu, nuraghe
- San Nicola, menhirs
- Santa Maria Magramisci, chiesa
- Su Pranu de Porceddu, terme
- Mitza de s'acqua bella, villaggio
- Sa Mandara, villaggio
- S'Inzidu, nuraghe
- Su Niu de Su Pilloni, villaggio prenuragico
- Serra Taccori, villaggio nuragico
- Punta Su Ferru, nuraghe
- Bruncu Perdosu, nuraghe
- Madacoccu, nuraghe
- Pianu de Monte Arrexì 1, nuraghe
- Pianu de Monte Arrexì 2, nuraghe
- Sa Mitza Padentina, villaggio nuragico
- Pianu de Monte Arrexì 3, nuraghe
- Mitza Cabras, villaggio
- San Sebastiano, chiesa
- Santa Lucia, chiesa
- Perdu Melis, necropoli

Il materiale inedito consultato dal sottoscritto presso gli Archivi della Soprintendenza per i Beni Archeologici per le Province di Cagliari e Oristano riguarda una carta archeologica che coincide con i siti segnalati nella carta della Dott.ssa Ciccone.

Come per il territorio amministrativo di Uta numerosi siti archeologici dimostrano una frequentazione del territorio fin dalle epoche più remote. Vari rinvenimenti di materiale lapideo riconducibile a strumenti, frammenti di ceramica, ossidiana, hanno permesso di datare le diverse epoche storiche. Degno di nota è il sito prenuragico de Su Niu de Su Pilloni (tardo Neolitico ed età nuragica), in cui è possibile vedere i resti di strutture in blocchi di pietra, disposte in modo circolare, probabilmente riconducibili a capanne, oltre ai resti di una imponente cinta muraria a difesa del complesso posto sulla sommità di alcune colline rocciose dai fianchi piuttosto scoscesi. Sono stati anche trovati, orami divelti, anche diversi menhir in località San Nicola. Risalenti all'età del bronzo sono le numerose strutture nuragiche, alcune ben conservate, presenti nella località denominata Su Planu de Monti Arrexì e s'Inziru. Altri resti appena visibili sono sparsi nelle campagne. Nel territorio comunale, nel 1849, furono rinvenuti diversi bronzetti nuragici, ora custoditi nel museo archeologico di Cagliari, tra cui il famoso Capo Tribù alto oltre trenta centimetri. Le attestazioni di una frequentazione del territorio nel corso dell'età romana, seppur numerose, non trovano conforto nella presenza di strutture evidenti. In più aree si rivengono, infatti, frammenti ceramici, materiale da costruzione laterizi e tegulae, ma in nessun caso essi risultano in associazione ad elementi strutturali. Le notizie più interessanti di ritrovamenti effettuati in località "*Tanca de Porceddu*," custodite nell'archivio della soprintendenza, suggeriscono l'esistenza di una probabile struttura termale. L'età del basso medioevo è documentata dalla presenza dei ruderi di numerose chiese dedicate a Santa Maria Magramixi, San Tommaso, Sant'Ambrogio, San Leone. La Chiesa di Santa Maria, situata nell'immediata campagna a sud del paese, è uno di più belli e meglio conservati esempi di architettura romanica in Sardegna. Esternamente è realizzata in conci di pietra calcarea ben squadrate e tenuti insieme con pochissima malta secondo la tradizione antica. All'interno del recinto della chiesa è presente un pozzo profondo rivestito internamente con pietre squadrate. Alla fine degli anni novanta fu fatto un censimento dei beni archeologici presenti nel comune con la supervisione della Soprintendenza e dell'Archeologa Dott.ssa Maria Cristina Ciccone, che ha permesso di catalogare i vari siti.

Il Comune di Assemini manifesta in località Cuccuru Boi e Case Eredi Mameli le tracce più antiche tracce della frequentazione del territorio. I siti riferibili al periodo nuragico, (età del bronzo e età del ferro) sono ubicati sia nella zona attorno al moderno abitato di Assemini, nella pianura solcata dal Rio Cixerri, dal Flumini Mannu e dal Rio Sa Nuxedda, sia sulle sponde dello stagno di Santa Gilla, sia nell'area dell'Isola amministrativa, nelle vicinanze dell'importante via d'accesso costituito dalla valle del Gutturu Mannu, che permetteva il passaggio tra la pianura del Campidano e l'area montuosa del Sulcis (S.Andrea, Is Punteddus, Sa Narba, di Motroxu su Moru, presso Casa Eredi Mameli, Terramaini, C.se Matta, Truncu Is Follas, Casa Marras, Santa Maria e Sa Serra). Si tratta di siti in cui attualmente non compaiono resti di strutture murarie, per cui la perimetrazione è possibile solo attraverso l'individuazione delle aree di dispersione di materiali archeologici superficiali (frammenti ceramici e litici). Presso la zona montuosa del massiccio di Monte Arcosu, invece, si hanno i siti di Arcu de Perdu Secci e Nuraghe Fanebas, con villaggio e Cuccuru Ibba. Tracce dell'occupazione del territorio in età punica, unicamente attestata dalla dispersione di materiali archeologici mobili in superficie, si hanno nelle località Bruncu Cunillu, Sa Narba, Bau Deximu e presso la località Casa S. Antonio. Una importante necropoli di età punico-romana, quella di Cuccuru Boi/Cuccuru Macciorri, messa in luce alla periferia sud-orientale di Assemini, presso la Via Sacco, ha restituito oltre duecento tombe di varia tipologia (in fossa terragna, a cassone, a sarcofago,

alla “*cappuccina*”), che si sono succedute in un arco cronologico che va dal IV sec. a.C. al IV sec. d.C. In epoca romana si assiste ad una capillare occupazione del territorio, che permette la quasi completa romanizzazione di una zona così vicina alla Karalis romana. Si ha innanzitutto una frequentazione, per lo più riferibile ad età imperiale, di siti già utilizzati dalle popolazioni nuragiche e puniche, che conservavano evidentemente la loro importanza strategica od economica: Arcu de Perdu Secci, Santa Maria, Is Punteddus, Motroxu su Moru, Terramaini, C.se Matta, Casa Marras/Sa Nuxedda in fundu, Casa S. Antonio, Bruncu Cunillu, Sa Narba, Bau Deximu, Porcili Mannu, e Bidd’e Mores, Grogastiu e Sa Traia. Nell’area lagunare è noto l’insediamento di S. Inesu, di Cuccuru Mereu, e di Casa Ischiois. Tratti dell’acquedotto romano si ritrovano in località Luxia Rabiosa e Sa Cannada. Di età medievale sono alcuni insediamenti sparsi, forse pertinenti a fattorie o a piccole circoscrizioni territoriali rurali, spesso individuabili in siti già frequentati in epoche precedenti (S. Andrea, Bidd’e Mores, Casa Is Pauceris, Motroxu Su Moru, Case Matta e Bau Deximu). Sempre per quanto attiene invece il territorio comunale di Assemini, oltre la ricerca presso gli archivi della Soprintendenza e alcuni articoli editi, è stata fondamentale la consultazione del P.U.C. del territorio comunale di Assemini, curato dall’archeologo Prof. Riccardo Cicilloni. Da tale consultazione è emersa la presenza di due emergenze archeologiche a breve distanza dal sito: Necropoli di età romana “*Casa Cuccuru Mereu*” (area riutilizzata come *medau*) codice 95059525 e insediamento età romana “*Casa Ischiois*” codice 95059527, forse delle terme od una villa suburbana con porticato su cui insistono, come nel caso precedente, i resti di un altro *medau*. Si è consultato l’elenco dei beni archeologici sottoposti a vincolo nel sito [www.vincoliinrete.it](http://www.vincoliinrete.it). Da tale ricerca non sono emerse emergenze archeologiche entro 500 metri dall’area dei lavori. È stata effettuata la ricerca presso il sito <http://www.sardegna.beniculturali.it/it/466/beni-dichiarati-di-interesse-culturale> nel quale non sono presenti emergenze archeologiche entro un raggio di 500 metri dall’area dei lavori. Dalla ricerca presso il sito: <http://www.sardegna.geoportale.it/webgis2/sardegna-mappe/?map=repertorio2017>, nel quale non sono indicate emergenze archeologiche architettoniche entro 500 metri dall’area dei lavori.

#### **Emergenze archeologiche entro 500 metri di distanza dall’area dei lavori**

Si segnala la presenza di due emergenze archeologiche indicate nel P.U.C. di Assemini, situate a breve distanza dal sito:

1. Necropoli di età romana “*Casa Cuccuru Mereu*”
2. Insediamento età romana “*Casa Ischiois*”

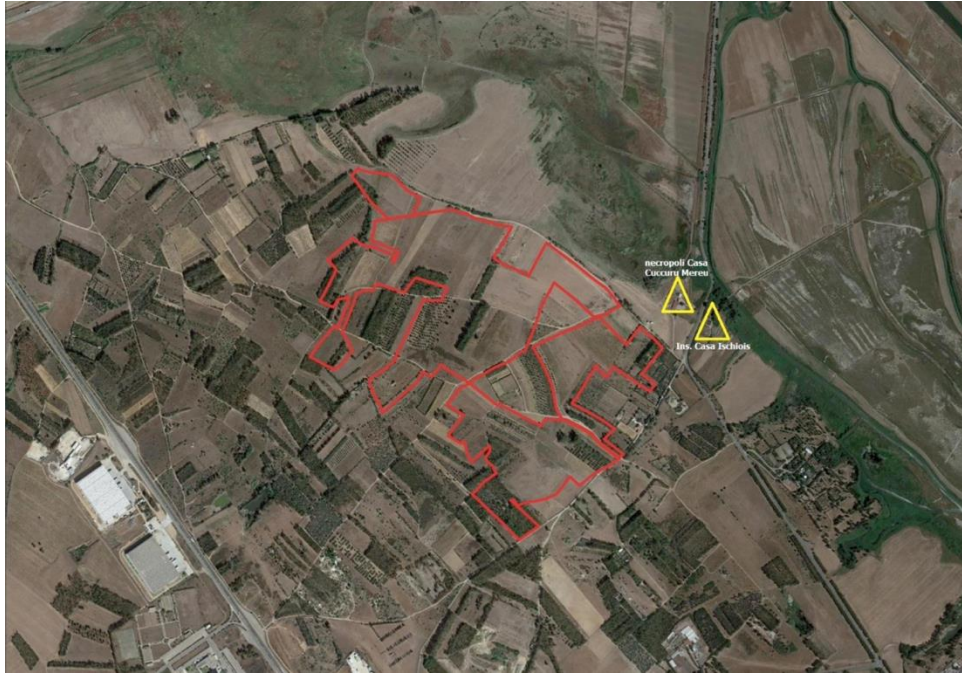


Fig. 16: Emergenze archeologiche

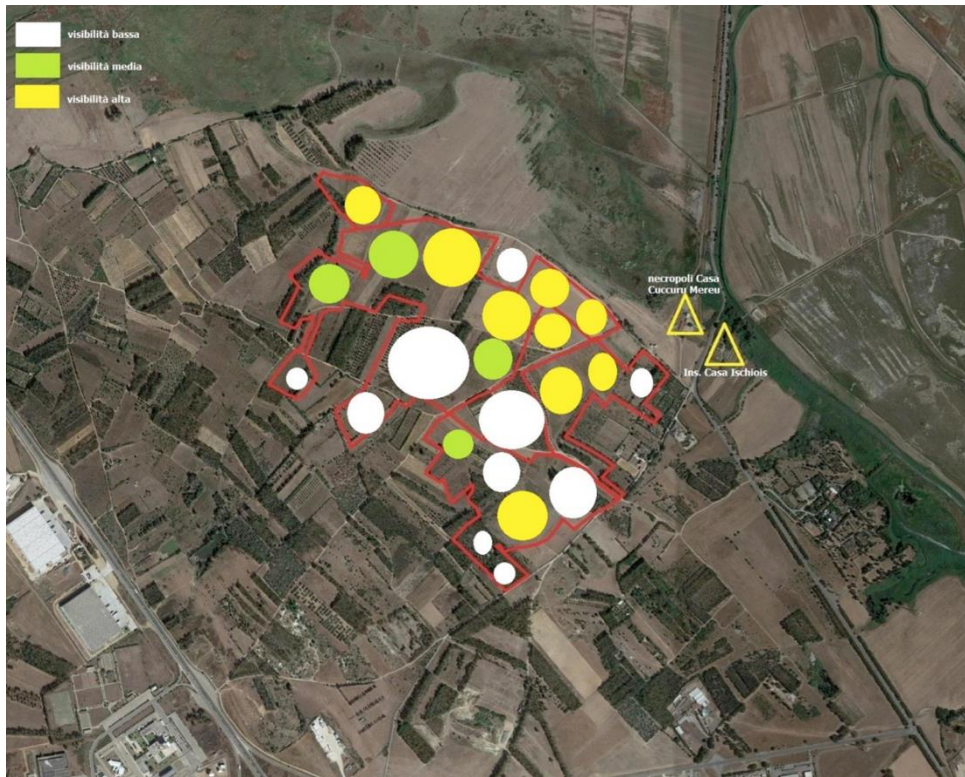


Fig. 17: Carta della visibilità archeologica

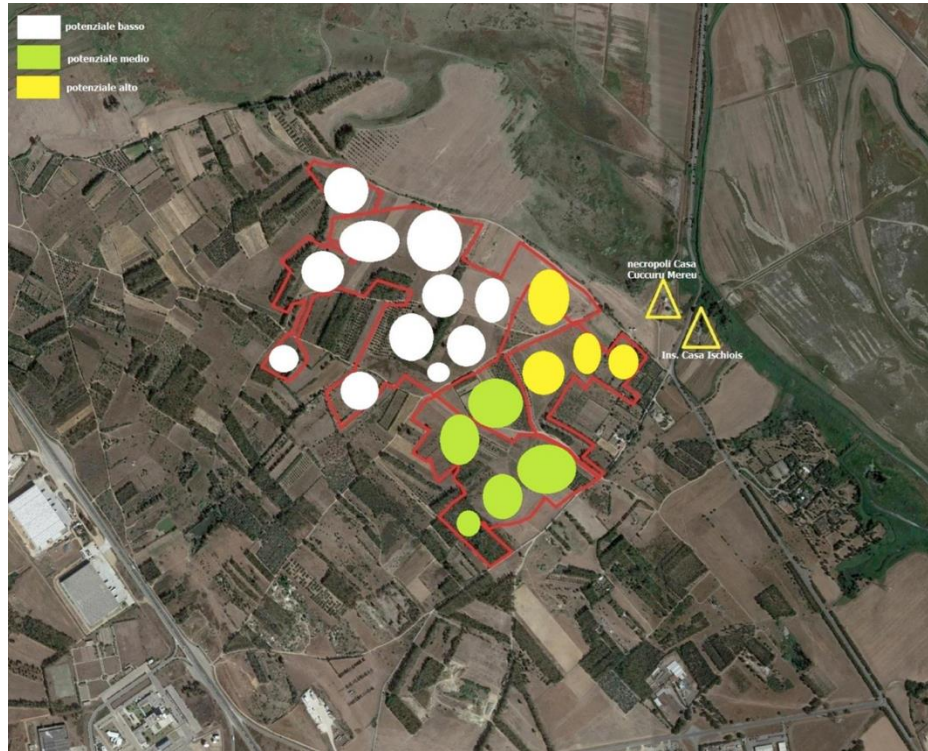


Fig. 18: Carta della potenzialità archeologica

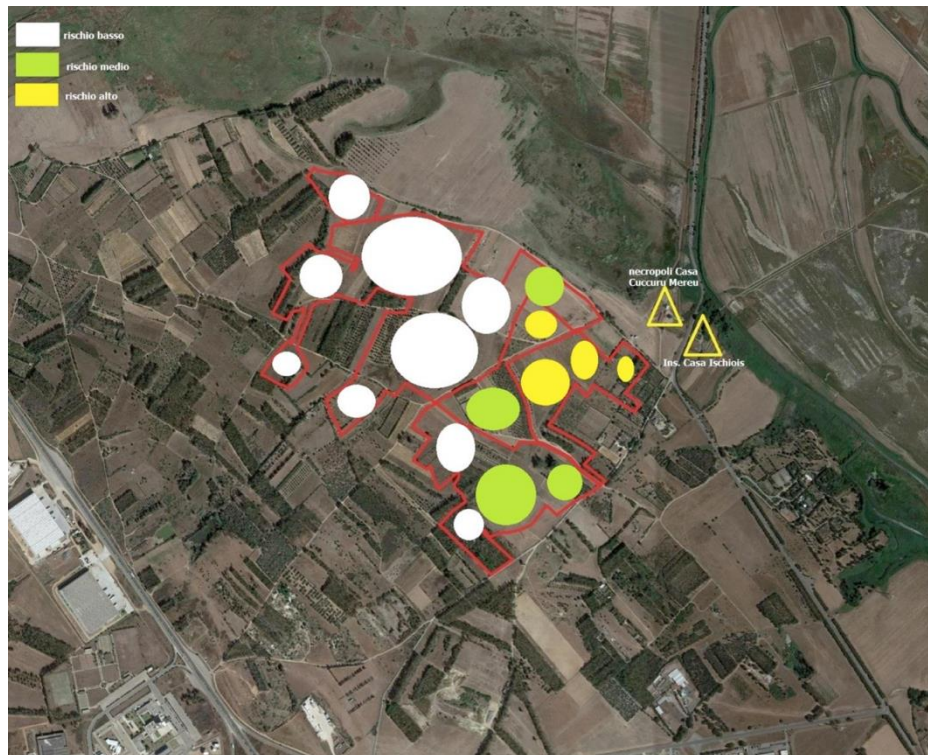


Fig. 19: Carta del rischio archeologico

I fattori di valutazione per la definizione del rischio sono stati, la valutazione degli ambiti geomorfologici, l'analisi dei siti noti, della loro distribuzione spazio-temporale e della toponomastica, il riconoscimento di eventuali persistenze abitative, l'analisi delle foto aeree, gli esiti della ricognizione archeologica di superficie e la valutazione della tipologia di lavorazioni prevista dalle opere in progetto. Nella valutazione

del livello di potenziale rischio archeologico è stata tenuta in conto la tipologia di opera da realizzare, e non da ultimo la profondità di scavo prevista dagli scavi progetto. Durante la fase di ricognizione sul campo non è stato rinvenuto nessun tipo di reperto archeologico in superficie o tracce che potessero essere messe in relazione con depositi archeologici sepolti inediti entro un raggio di 500 metri dall'area interessata. Allo stato attuale delle conoscenze, generalmente l'area dell'opera non risulta interferire direttamente con contesti archeologici. Non si può escludere che alcuni depositi archeologici giacciono a profondità superiori a quelle normalmente intercettate dai lavori agricoli e che pertanto la loro scoperta possa avvenire solo in occasione di significative operazioni di sterro. Complessivamente le ricognizioni effettuate hanno confermato la presenza di materiale ceramico di epoca antica nell'area meridionale nei pressi del già segnalato sito di "Casa Cuccuru Mereu". Nessuna struttura o materiale ceramico sono stati individuati più a sud nel sito indicato nel P.U.C. di Assemini come "Casa Ischiois". Oltre le ceramiche superficiali, venute alla luce con molta probabilità a causa delle numerose arature eseguite nel corso degli anni, non è stata individuata alcuna traccia di struttura antica o cumuli di materiale lapideo che ne potessero far presupporre un'originaria presenza poi cancellata dal passaggio di eventuali mezzi meccanici.

In conclusione le ricerche effettuate permettono di valutare l'area a medio rischio archeologico laddove sono stati individuati i frammenti ceramici e basso rischio archeologico nella parte nord-occidentale del progetto.

### **1.3.5 QUADRO NORMATIVO**

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non ricade all'interno di nessun Sito di Importanza Comunitaria (SIC) e/o Zona Speciale di Conservazione (ZSC). Il sito più vicino, denominato ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla", è distante circa 0,1 km.

#### **Zone di Protezione Speciale secondo la Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409)**

Il sito di intervento non ricade all'interno di nessuna Zona di Protezione Speciale (ZPS), la più vicina delle quali è denominata "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla", dista circa 1,6 km.

#### **Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82 (Aree Marine Protette, ecc...)**

Non sono presenti nell'area in esame ed in quella vasta tipologia di aree protette richiamate dalla L.N. 394/91.

#### **D.G.R. n.59/90 del 27.11.2020 – Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.**

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non ricade all'interno di aree non idonee sotto il profilo delle zone d'importanza faunistica.

#### **Localizzazione di Aree IBA (Important Bird Areas) quali siti d'importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna.**

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non ricade all'interno di Aree IBA, la più vicina delle quali è denominata "Stagni di Cagliari" i cui confini risultano essere distanti dall'area di intervento progettuale circa 0,1 km.



### **Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali, Monumenti Naturali ecc..) secondo la L.R. Quadro 31/89.**

Il sito d'intervento non ricade all'interno di zone protette secondo le tipologie richiamate dalla L.R. 31/89, la più vicina delle quali risulta essere una proposta di Riserva Naturale attualmente non istituita denominata Santa Gilla, i cui confini risultano essere distanti dall'area di intervento progettuale circa 0,1 km.

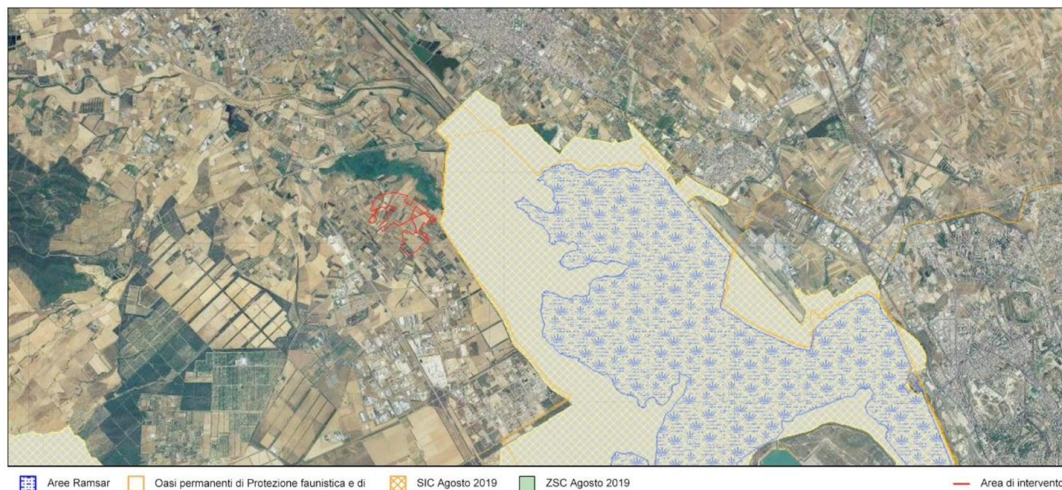


Fig. 20: Aree tutelate

Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 “Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria” (Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura) Nessuna delle superfici proposte per l'istallazione dell'impianto fotovoltaico in progetto ricade nell'ambito degli istituti richiamati dalla L.R. 23/98. Nell'area vasta prossima al sito proposto, è presente un'Oasi di Protezione Faunistica denominata Santa Gilla distante 0.1 km dal sito d'intervento progettuale.

Sono presenti inoltre due autogestite di caccia, la più vicina delle quali, denominata Parruccu, dista dal sito d'intervento progettuale proposto circa 5.0 km; quest'ultima tipologia di area, regolamentata dalla norma di cui sopra, pur non essendo un'area protetta in quanto al suo interno si svolge l'attività venatoria riservata ai soli soci, è comunque fonte di informazione a livello locale circa la presenza - assenza di specie di interesse venatorio e conservazionistico come la Pernice sarda e la Lepre sarda.

Attualmente la perimetrazione di tutti gli Istituti Faunistici è stata rielaborata a seguito della stesura del Piano Faunistico Venatorio Provinciale e si è in attesa dell'approvazione del Piano Faunistico Venatorio Regionale dal quale si dedurranno le scelte gestionali e di conservazione in materia di fauna selvatica.

La ricognizione non ha individuato beni tutelati ai sensi del D. Lgs. 42/2004 (Codice dei Beni Culturali). Solo dall'indagine archeologica si sono riscontrati due beni archeologici non dentro il perimetro del sito ma nell'area entro un raggio di 0,5 km.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I. L.183/1989), elaborato dalla Regione Sardegna ai sensi della L. 18.05.1989 n. 183 e dalla L. 03.08.1998 n. 267, approvato con D.P.G.R. n. 67 del 10.07.2006 e aggiornato con D.P.G.R. 148 del 26.10.2012.

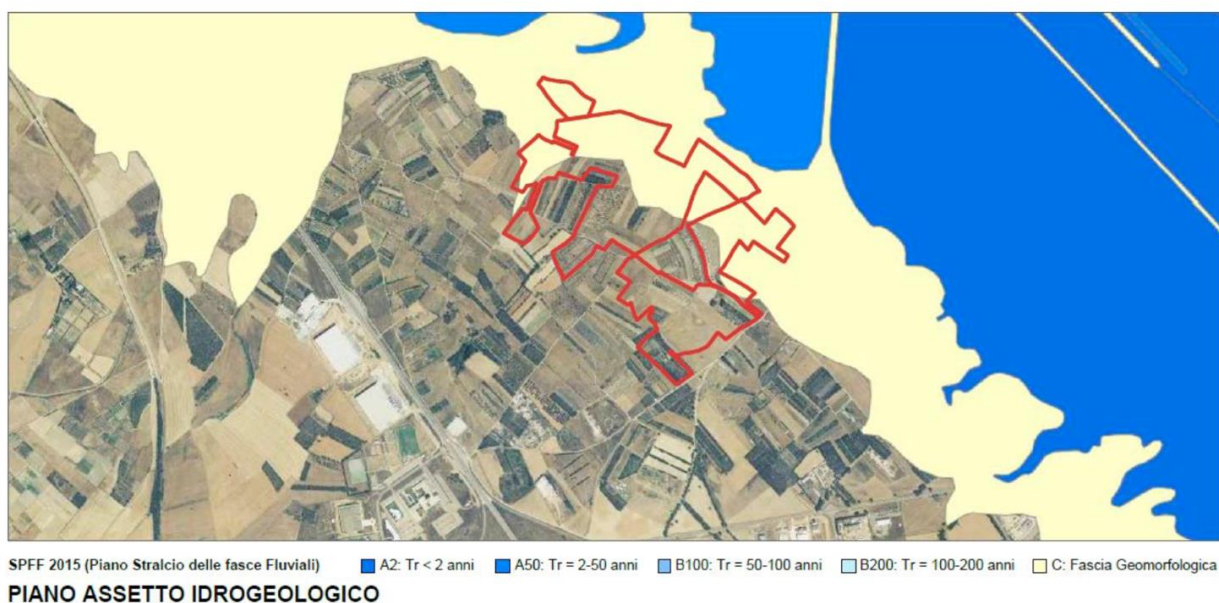


Fig. 21: Stralcio cartografia PAI

Il PAI disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrare nei territori dei Comuni. Parte dell'area è descritta come area con pericolosità idraulica di tipo Hi1 con assenza di pericolosità geomorfologia (Art. 8 - Rev. 42), quindi non si ritengono necessarie ulteriori indagini in quanto non costituisce vincolo.



Fig. 22: Pericolo alluvioni

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) approvato definitivamente dal Comitato istituzionale con Delibera n.2 del 17.12.2015, ha valore di Piano Territoriale di Settore. Da un'analisi del Piano Stralcio

delle Fasce Fluviali (PSFF) relativo al bacino Flumini Mannu - Cixerri, l'area di progetto risulta parzialmente inserita all'interno della perimetrazione della fascia C geomorfologica, e sono emersi per l'area esaminata (ZI Macchiareddu) rischi compatibili con i corsi d'acqua in funzione della sicurezza idraulica.

Il Piao Forestale Ambientale della Regione Sardegna, è stato redatto ai sensi del D.Lgs. 227/2001, approvato con Delibera 53/9 del 27.12.2007. Il PFAR rappresenta lo strumento quadro di indirizzo, finalizzato alla pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale, per il perseguimento degli obiettivi di tutela dell'ambiente e di sviluppo sostenibile dell'economia rurale della Sardegna. L'area di interesse ricade all'interno del 20° distretto – Campidano. L'area di progetto non risulta inclusa in aree di gestione forestale pubblica EFS.

Risultano citate all'interno del PFAR i parchi regionali, aree della rete Natura 2000 (SIC, ZPS), Oasi di Protezione Permanente e cattura OPP (L.R. 23/98 già citate. Sono indicati i seguenti dati inerenti l'area di Macchiareddu – Laguna di Santa Gilla, che possono essere utili nelle scelte inerenti le nuove piantumazioni, anche nella fase di dismissione dell'impianto stesso.

Con la legge n. 157 dell'11 febbraio 1992, e s.m.i. "*Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio*", lo Stato stabilisce che le Regioni debbano emanare norme relative alla gestione e alla tutela di tutte le specie della fauna selvatica in conformità a tale legge, alle convenzioni internazionali ed alle direttive comunitarie. Il piano faunistico venatorio regionale è conseguente alla redazione della Carta delle Vocazioni Faunistiche Regionale adottata con deliberazione della Giunta Regionale n° 42/15 del 4.10.2006 ed è formato dalla somma coordinata dei piani faunistico-venatori provinciali. Tenendo conto della pianificazione territoriale e della pianificazione faunistico venatoria in atto, si individuano così gli areali delle singole specie selvatiche, lo stato faunistico e vegetazionale degli habitat, si verifica la dinamica delle popolazioni faunistiche, si ripartisce il territorio secondo le diverse destinazioni e individua gli interventi volti al miglioramento della fauna e degli ambienti. La norma di riferimento è rappresentata dalla Direttiva 92/43/CEE concernente la "*Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche*" nota come Direttiva "*Habitat*", recepita a livello nazionale con il D.P.R. n. 357/97 e s.m.i. Il 2 febbraio del 1971 veniva siglata la Convenzione di Ramsar, un accordo sottoscritto oggi da 168 Stati che ha dato avvio alla tutela internazionale delle zone umide. In Italia, dopo la ratifica della Convenzione nel 1976 sono state istituite in Sardegna, l'anno seguente, le prime 3 aree: lo stagno di S'Ena Arrubia nel Comune di Arborea, lo stagno di Cagliari o di Santa Gilla comprese le sue saline note Conti Vecchi e lo stagno del Molentargius nell'area metropolitana di Cagliari.

Con la legge della RAS n° 14/2000 all'art. 2 si è dato l'incarico all'assessorato della difesa dell'ambiente di redigere il Piano di Tutela delle Acque, di cui all'Art. 44 del D. Lgs. 11 maggio 1999, n° 152 e s.m.i., con la partecipazione delle province e dell'Autorità d'Ambito. L'area di nostro interesse è denominata tra le unità idrografiche omogenee 1. Flumini Mannu-Cixerri. Il D.Lgs. 152/99 (art. 21) regola le aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. Per quanto riguarda per lo stagno di Santa Gilla "*l'obiettivo sarà dato dal controllo dei carichi di nutrienti, che non dovranno superare quelli rilevati nell'ambito dello studio sopra citato. In particolare, quando verrà completato lo schema fognario depurativo 276, dovrà garantirsi un adeguato apporto di acque dolci allo stagno che*

eviti un ulteriore incremento della salinità delle acque". Pertanto il nostro progetto risulta compatibile con gli obiettivi del piano.



Fig. 22: Fiumi e aree di tutela vincolare

La carta dell'uso del suolo del 2008, consultabile sul geoportale della regione Sardegna, è relativa all'uso reale del suolo ed è suddivisa in classi di legenda (corine land cover); essa fornisce uno sguardo di insieme sulla tipologia di terreno interessato dall'opera. I principali usi del suolo indicati dalla carta nell'area presa in esame sono colture semplici, vigneti ed uliveti, prati e vegetazione mediterranea. Come già sottolineato, l'area fa parte della grande area industriale di Macchiareddu. Pertanto si considera coerente con l'uso effettivo del suolo dell'area e del contesto, l'inserimento dell'impianto di produzione di energia da fonti rinnovabili.

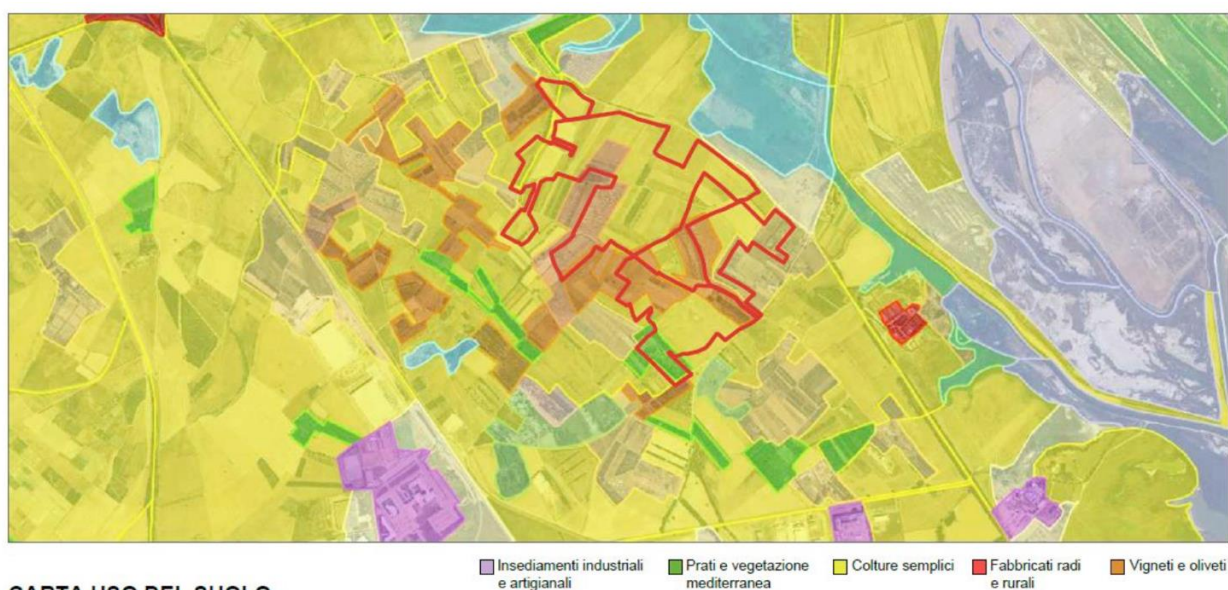


Fig. 23: Uso del suolo

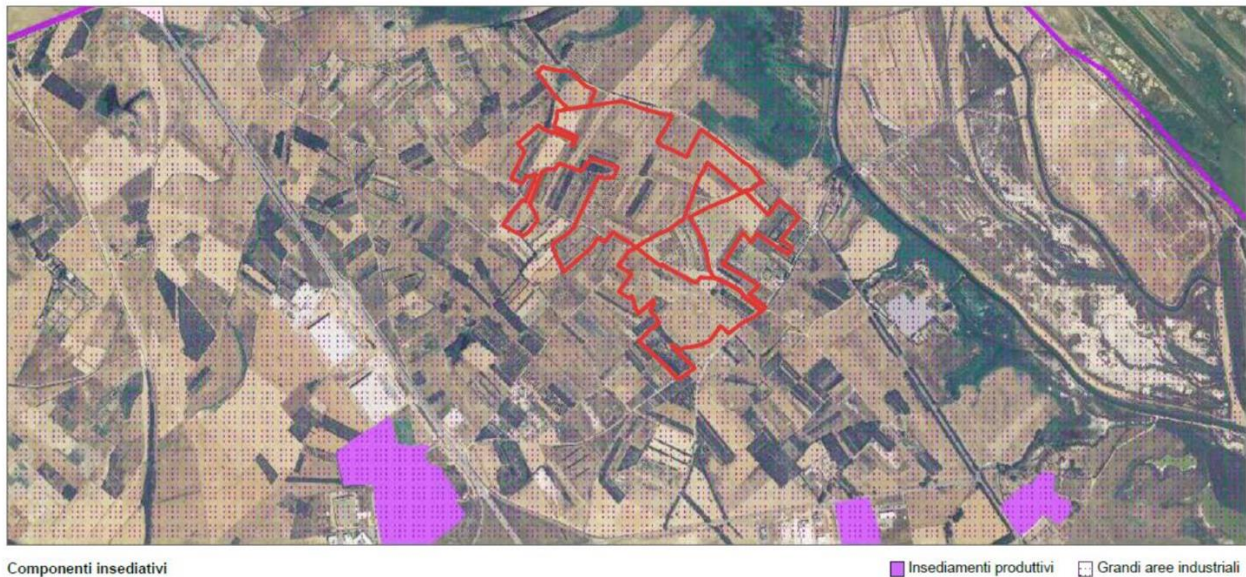


Fig. 24: “Macchiareddu 3” all’interno della perimetrazione Grandi Aree Industriali

Il piano regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2020-2022 aggiornato al 2021, è redatto in conformità a quanto sancito dalla legge quadro nazionale in materia di incendi boschivi - Legge n. 353 del 21 novembre 2000 - e alle relative linee guida emanate dal Ministro Delegato per il Coordinamento della Protezione Civile (D.M. 20 dicembre 2001), nonché a quanto stabilito dalla Legge regionale n. 8 del 27 aprile 2016 (BURAS n. 21 - Parte I e II del 28/04/2016 - cosiddetta Legge forestale). L’area di interesse non è incluso tra le aree tutelate e/o siti non idonei all’installazione degli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili in materia di incendio in quanto non si trattano di aree boschive. Risultano invece presenti all’interno dell’area di aree incendiate, ossia perimetrazioni e tipologie soprassuolo di aree percorso dal fuoco non di ricondotte a bosco/pascolo.



Fig. 25: Aree percorse da incendi e sovrapposizione perimetrazione “Macchiareddu3”

Dalla consultazione della Cartografia relativa al Piano Regione delle Attività Estrattive redatta dalla Regione Sardegna – Ufficio Attività Estrattive vi sono cave attive all’interno dell’area amministrativa del comune di Uta, il quale è risultato essere tra i primi dieci comuni per produzione di inerti (1 milione di tonnellate) da due cave, per al 7,5% della produzione regionale. In particolare risultano attive le cave di Mitza de fundalis, La guardia, Sa guardia iada-Bruncu arrubiu e Guardia prendi casu da cui si estraggono dalle prime due inerti per conglomerati e dalle ultime due materiali per laterizi. Nell’elenco delle cave dismesse o in fase di dismissione (inattive) risultano sei cave principalmente di inerti (Mitza fundalis, Serra is scabbias, Is cuccureddu, Barracca manna 2, Serra narbonis, Sa perdanesa). Il comune di Assemini conta una cava attiva denominata Argiolas Mannas da cui si estraggono materiali per laterizi, e due cave di granito chiuse (Monte picci e Is cardaxius).

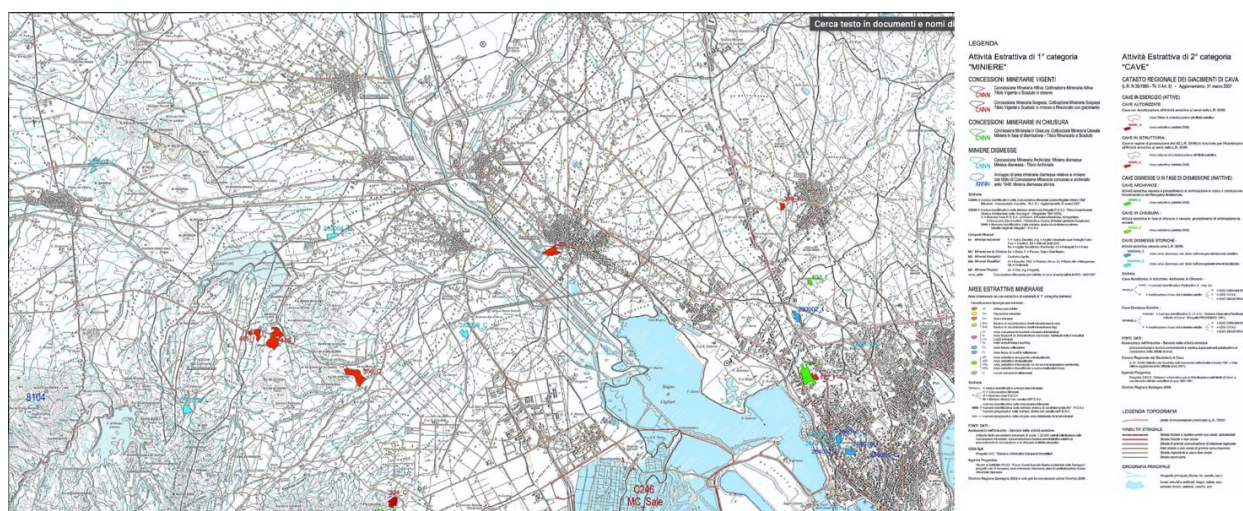


Fig. 26: Cartografia del PRAE con le cave attive e inattive dell’area di interesse limitrofa a “Macchiareddu3”

La Regione Sardegna con la recente legge regionale del 23 maggio 2008, n. 6, denominata “*Legge Quadro in materia di consorzi di bonifica*”, ha voluto apportare alcune modifiche ed innovazioni che hanno ridefinito radicalmente i compiti e funzioni dei consorzi di bonifica dell’isola, sminuendo però al contempo la vasta competenza dei consorzi in materia di bonifica sul territorio regionale, poiché ha attribuito a questi ultimi unicamente la fornitura di acqua per uso irriguo. L’area di intervento presa in esame rientra nel subcomprensorio di Cagliari. Oltre al settore agricolo, l’industria turistica, sviluppatasi prevalentemente lungo le coste, nonché quella manifatturiera e petrolchimica, sono gli altri settori trainanti dell’economia di questa area geografica. L’area ricade nei siti potenzialmente inquinanti, in particolare tra gli elementi areali del SIN, Area industriale di Assemini – Macchiareddu.

In fase di realizzazione e di esercizio dell’impianto si dovrà avere massimo riguardo nell’uso sostenibile delle risorse idriche, nonostante, in quanto si sta parlando della realizzazione e dell’esercizio di un impianto fotovoltaico, la necessità di fonti idriche risulta minima.

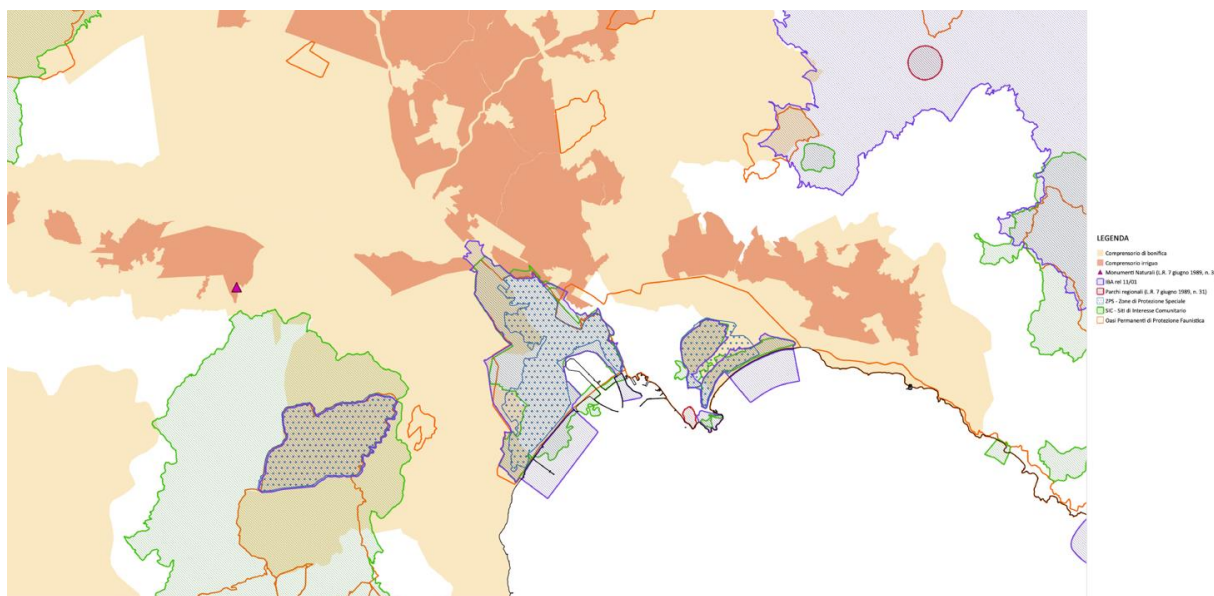


Fig. 27: Cartografia dei comprensori di bonifica e delle aree di interesse naturalistico del Consorzio di Bonifica

Il Piano Urbanistico Provinciale - Piano Territoriale di Coordinamento è definito dall'art.15 della legge 142/90, e successivi aggiornamenti dall'art.16 della legge regionale 45/89 "Norme per l'uso e la tutela del territorio".

Gli obiettivi del nostro progetto sono pertanto conformi a quelli individuati dal piano.

#### **Delibera 59/90 del 27.11.2020**

Con tale delibera, la Regione Autonoma della Sardegna ha individuato delle aree e dei siti non idonei all'installazione di specifiche tipologie di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile (solare, eolica, da bioenergie, geotermia e idraulica) in coerenza al DM 10.09.2010. Le aree non idonee individuate dalla Delibera 59/90 non riproducono l'assetto vincolistico, che pure esiste e opera nel momento autorizzativo-valutativo dei singoli progetti, ma fornisce un'indicazione ai promotori d'iniziativa d'installazione d'impianti alimentati da FER, riguardo la non idoneità di alcune aree che peraltro non comporta automaticamente un diniego autorizzativo ma una maggiore problematicità. L'area presa in esame non è inserita tra le aree non idonee.

Il Puc è adottato con Deliberazione n. 28 del 13 aprile 2011, approvato con Deliberazione del Commissario Straordinario n. 35 del 13 dicembre 2012, successivamente integrata con Delibera n. 2 del 11 febbraio 2013, avviando la verifica di coerenza presso la Direzione generale della pianificazione urbanistica della RAS. L'Amministrazione comunale ha provveduto poi alla revisione e aggiornamento del PUC, in recepimento alle osservazioni formulate dalla RAS, approvando con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 51 del 12 agosto 2014 il Completamento della Verifica di coerenza RAS del Piano Urbanistico Comunale. Con Determinazione n. 994/DG del 13/04/2015 il Piano Urbanistico del Comune di Assemini in adeguamento al PPR e al PAI, approvato con deliberazione del Consiglio comunale n. 64 del 19/12/2014, è risultato coerente con il quadro normativo e pianificatorio sovraordinato.

Come si evince dalle tavole grafiche, le aree interessate dal progetto in esame ricadono nella zona identificata come attività industriali dal CACIP nell'area industriale di Macchiareddu, all'esterno di ogni fascia di verde di rispetto.

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Uta è stato approvato definitivamente con deliberazione del Consiglio Comunale, n. 4 del 21 febbraio 1997, dichiarata esente vizi dal CO.RE.CO., ordinanza n. 1328/01/97 del 15 aprile 1997 e pubblicata nel BURAS, parte terza, n. 16 del 6 maggio 1997. Successivamente il PUC è stato adeguato al Piano Territoriale Paesistico (PTP). L'approvazione definitiva è avvenuta con deliberazione del Consiglio Comunale, n. 49 del 29 novembre 2002, dichiarata coerente col quadro normativo sovraordinato con determinazione n. 502/DG in data 9 settembre 2003 dal Direttore Generale dell'Assessorato Regionale degli EE.LL. Finanze ed Urbanistica. L'avviso è stato pubblicato nel BURAS, parte terza, n. 35 del 10 novembre 2003.

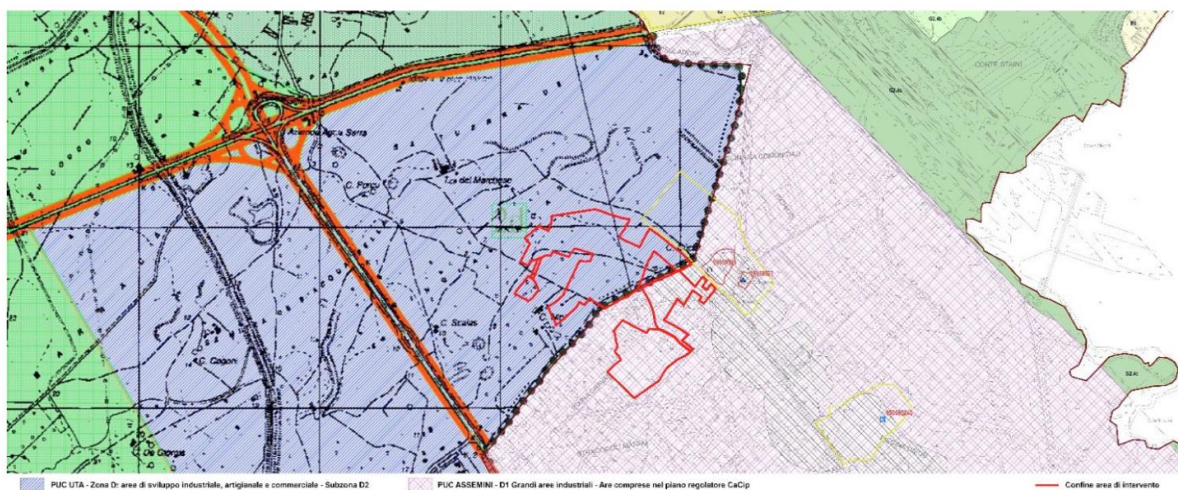


Fig. 28: PUC UTA-ASSEMINI

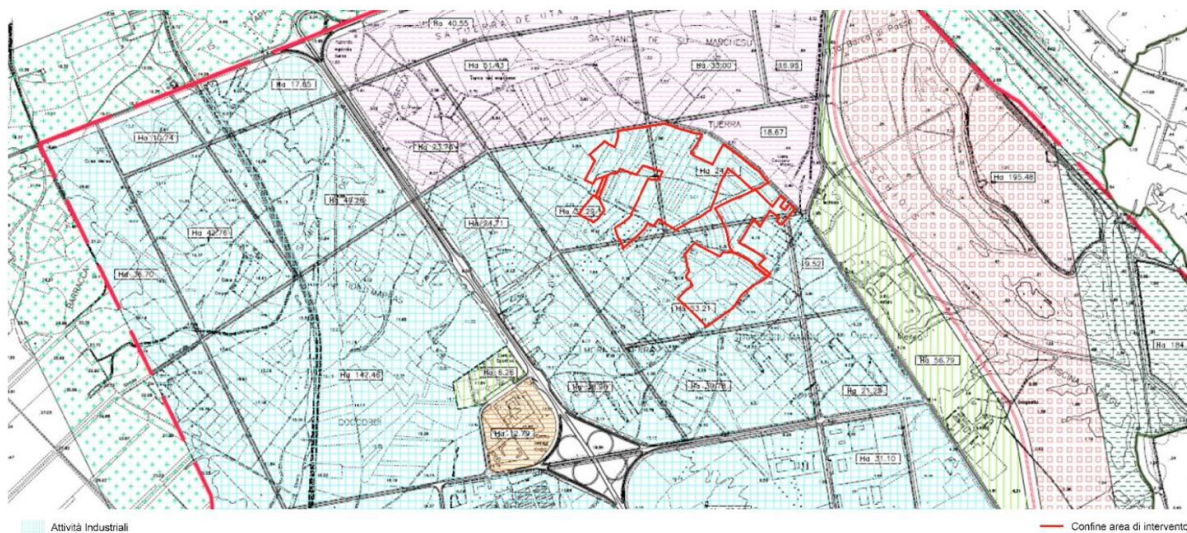


Fig. 29: CACIP UTA-ASSEMINI



## 2. IMPIANTO

### 2.1 ALTERNATIVE PROGETTUALI

La relazione allegata al presente progetto intitolato *Quadro di riferimento delle alternative progettuali* si è posta lo scopo di presentare e valutare le motivazioni che hanno portato alla scelta di localizzazione dell'area, del layout e della tecnologia dell'impianto ftv "Macchiareddu 3".

La scelta dell'area di intervento è stata supportata per i seguenti fattori:

- morfologia tendenzialmente piana del terreno nelle aree in cui è inserito l'impianto, che riduce notevolmente la movimentazione di terra e che favorisce una installazione dei pannelli in grado di assecondare e confermare quasi ovunque l'attuale andamento piano altimetrico;
- ottima esposizione per un rendimento efficiente dell'impianto;
- geomorfologia dei suoli che permette l'infissione di strutture in acciaio zincato evitando l'utilizzo di plinti di fondazione in calcestruzzo;
- l'accessibilità al sito è favorita dalla posizione rispetto alla strada che attraversa per metà l'area di impianto e ne migliora l'accessibilità.

L'individuazione delle aree di progetto è stata definita anche tramite sopralluoghi diretti in campo che hanno permesso di evitare l'interessamento di aree non idonee da parte degli elementi impiantistici (moduli fotovoltaici, cabine elettriche, connessioni elettriche) e da parte delle opere di viabilità interna previsti dal progetto. L'analisi localizzativa condotta sui punti precedentemente evidenziati e sugli aspetti di carattere tecnico (esposizione del sito, ombreggiamento, presenza di infrastrutture ecc.) ha portato a ritenere il sito prescelto, idoneo ad ospitare l'impianto.

#### **Alternativa progettuale rispetto al ftv**

Rispetto all'aspetto economico allo stato attuale la tecnologia fotovoltaica è quella più competitiva, in grado cioè di massimizzare la produzione di energia in rapporto ai costi di investimento con conseguente decremento dei costi di produzione di energia elettrica.

- Non si considera pertanto un raffronto con impianto eolico di uguale potenza, poiché non risulta una ragionevole alternativa tenuto conto dei costi di realizzazione.
- Non si considera ragionevole un raffronto con impianto su uno o più fabbricati da edificare ex novo, poiché modifica la natura dell'intervento.

#### **Alternativa progettuale rispetto alle soluzioni tecniche per l'impianto ftv**

L'impianto fotovoltaico in progetto massimizza la potenza d'impianto in relazione alla superficie disponibile. Per questo progetto la scelta tecnologica dei moduli è ricaduta sul tipo in silicio monocristallino e sul sistema di inseguimento solare monoassiale di azimut autoalimentato che grazie ad un algoritmo proprietario è in grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte fotovoltaica. Questa tecnologia permette di avere sostanziali incrementi di produttività tali da giustificare i costi di investimento iniziale superiori.

Le strutture sulle quali viene fissato il generatore fotovoltaico variano di geometria e tipologia, a seconda che l'impianto solare sia fisso o ad inseguimento. Un'alternativa progettuale è offerta dalle diverse possibilità di fissaggio dei moduli al terreno. L'ancoraggio al suolo è anche effettuato con pali infissi nel

terreno o viti; tale soluzione è diventata negli anni lo standard di riferimento per centrali fotovoltaiche multi-megawatt realizzate su terreni agricoli, nel rispetto delle prescrizioni inserite nei pareri ambientali rilasciati dagli enti preposti a legiferare e vigilare in materia di autorizzazioni ambientali all'interno del quadro legislativo e regolatore nazionale.

A parità di produzione di energia elettrica, si può affermare che un impianto con strutture di tipo fisso, posizionate sempre mediante battipalo, interagisce con i fattori ambientali - popolazione e salute umana, biodiversità, geologia ed acque sotterranee, atmosfera, sistema paesaggistico - al pari del sistema su tracker di cui al progetto; varia, generando un impatto negativo maggiore, l'interazione con la componente suolo per i seguenti motivi:

- occorre installare un maggior numero di pannelli e quindi un maggior numero di strutture di supporto e realizzare un numero maggiore di infissioni su suolo.
- le strutture fisse realizzano ombreggiamento sempre ed esclusivamente su stesse porzioni di suolo cosa che non avviene con strutture mobili che seguono l'andamento del sole; da considerare che l'aspetto dell'ombreggiamento è significativo per le modifiche che possono generarsi sul suolo e per i successivi utilizzi post dismissione.
- le strutture fisse favoriscono una scarsa ventilazione al suolo; l'aspetto della ventilazione è significativo per le modifiche che possono generarsi sul suolo.
- L'alterazione delle proprietà del suolo e maggiore probabilità l'interazione con la componente idrica superficiale per i seguenti motivi:
- la distanza dal suolo dei pannelli è inferiore rispetto al posizionamento su tracker nel momento di massima inclinazione.

Per queste motivazioni la scelta progettuale non è ricaduta sull'uso di strutture fotovoltaiche di tipo fisso.

Quando si decide di installare un impianto fotovoltaico ci si trova a dover effettuare la scelta tra diverse tecnologie tra quelle presenti in commercio:

1. pannelli in silicio monocristallino;
2. in silicio policristallino;
3. in silicio amorfo, detti anche "a film sottile".

I moduli mono e policristallini sono pannelli in silicio cristallino, e sono "alternativi" a quelli in silicio amorfo o a film sottile. Questi hanno una sostanziale differenza strutturale: non contengono cristalli in silicio perfettamente strutturati. Le principali differenze tra i pannelli fotovoltaici di questo tipo è l'efficienza che non è, però, un indicatore di qualità dei pannelli fotovoltaici, ma solo un rapporto tra produzione e superficie occupata. La scelta progettuale è ricaduta sui moduli bifacciali. Questi sono costituiti da celle attive su entrambi i lati, che catturano l'energia del sole sia frontalmente che posteriormente, convertendola poi in energia elettrica. Il valore aggiunto dei moduli fotovoltaici bifacciali riguarda, innanzitutto, le migliori performance lungo l'intera vita utile del sistema, dovute a una maggior produzione e resistenza del pannello.

I tre principali vantaggi sono:

- Migliori prestazioni: I moduli, catturando la luce riflessa sulla parte posteriore, garantiscono un incremento di produzione che può oscillare tra il 10 e il 25% in più rispetto a un modulo

monofacciale a seconda dell'albedo. Poiché anche il lato posteriore del modulo è in grado di catturare la luce solare, è possibile ottenere un notevole incremento nella produzione di energia lungo tutta la vita del sistema.

- **Maggior durabilità:** Spesso il lato posteriore di un modulo bifacciale è dotato di uno strato di vetro aggiuntivo, per consentire alla luce di essere raccolta anche dal retro della cella FV. Questo conferisce al modulo caratteristiche di maggior rigidità, fattore che riduce al minimo lo stress meccanico a carico delle celle, dovuto al trasporto e all'installazione o a fattori ambientali esterni.
- **Riduzione dei costi:** Grazie all'aumento delle capacità produttive, il prezzo del vetro è tornato a livelli stabili dopo mesi di forti rincari. Tenendo conto che il vetro pesa per circa il 15% sui costi di produzione poiché presente in quantità maggiore rispetto ai moduli monofacciali, la stabilità dei prezzi raggiunta da questo materiale lascia ben sperare che i listini dei moduli bifacciali restino stabili. La bifaccialità, incrementando notevolmente l'efficienza del modulo e facendo quindi aumentare la densità di potenza dell'impianto, rende possibile la riduzione dell'area di installazione dell'impianto stesso e, quindi, anche i costi relativi al montaggio e cablaggio del sistema (strutture, cavi, manodopera, etc.).

Sulla base di tali considerazioni sebbene il costo del prodotto sia superiore al modulo tradizionale per il progetto proposto la scelta è ricaduta su questa tipologia di componente anche in considerazione della maggiore produzione dell'impianto a parità di superficie utilizzata rispetto ai moduli tradizionali.

### **Alternativa zero**

Non realizzare e mettere in funzione tale impianto avrebbe delle ripercussioni su:

1. **Ambiente:** la produzione di energia è necessaria, se non si vuole investire sulle rinnovabili, ossia quelle più pulite e che assicurano una sicurezza energetica in questo momento storico, le alternative le fonti energetiche non rinnovabili, meno sicure sulla salute umana e più impattanti da un punto di vista ecologico e paesaggistico;
2. **Perseguimento di obiettivi nazionali, europei e come sicuro beneficio ambientale globale e locale** in termini di riduzione di emissioni climalteranti e di consumo di risorse non rinnovabili;
3. **L'uso effettivo di questi terreni:** l'attuale utilizzo agro-pastorale è stato messo in discussione dagli stessi utilizzatori attuali, poiché non ritengono più funzionale e conveniente la propria attività, cercando invece una coesistenza e/o parziale spostamento delle greggi e delle coltivazioni con la produzione energetica;
4. **Nuovi posti di lavoro possibili** tramite la progettazione, realizzazione, manutenzione e dismissione dell'impianto, con differenziazione dei settori;

## **2.2 FASE DI CANTIERIZZAZIONE**

Le prime indicazioni del piano di sicurezza, inserite nella relazione omonima *Prime indicazioni piano di sicurezza*, scandiscono la fase di canterizzazione in ulteriori quattro step:

FASE 1: Allestimento area di cantiere;

FASE 2: Preparazione aree di lavoro;

FASE 3: Realizzazione campi fotovoltaici;

FASE 4: Realizzazione opere di connessione;

FASE 5: Sgombero area di cantiere

### **FASE 1**

Nel dettaglio si prevede:

1. modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
2. servizi igienico-assistenziali;
3. viabilità principale di cantiere;
4. gli impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
5. gli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
6. le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 102 del D.Lgs. 81/2008 (Consultazione del RLS);
7. le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 92, comma 1, lettera c) (Cooperazione e coordinamento delle attività);
8. le eventuali modalità di accesso dei mezzi di fornitura dei materiali;
9. la dislocazione degli impianti di cantiere;
10. la dislocazione delle zone di carico e scarico;
11. le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio materiali e dei rifiuti;
12. le eventuali zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione.

## **FASE 2**

Nel dettaglio si prevede:

1. Rimozione vegetazione esistente con scoticamento delle zone peggiori;
2. Realizzazione della recinzione definitiva prevista a progetto di cantiere;
3. Livellamento e preparazione dei piani campagna per la successiva installazione dei pannelli fotovoltaici.

## **FASE 3**

In tale fase sono previste tutte le attività relative alla realizzazione dei campi fotovoltaici. Nel dettaglio si prevede:

1. Realizzazione di scotico superficiale per realizzazione zavorre di ancoraggio, in cemento armato gettato in opera, delle strutture di sostegno pannelli fotovoltaici;
2. Realizzazione zavorre in cemento armato gettato in opera di ancoraggio delle strutture di sostegno pannelli fotovoltaici;
3. Approvvigionamento delle strutture tracker di sostegno dei pannelli fotovoltaici e dei pannelli;
4. Montaggio strutture metalliche e fissaggio su di esse dei pannelli fotovoltaici;
5. Realizzazione linee aeree in apposite canaline a servizio degli impianti elettrici dei campi fotovoltaici;
6. Realizzazione piattaforme cabine di trasformazione;
7. Approvvigionamento cabine e di tutte le componenti di gestione, controllo e cablaggio dell'impianto (quadri, inverter, trafi, etc.);
8. Montaggio cabine di trasformazione;
9. Montaggio in cabina di tutte le apparecchiature di controllo e gestione dell'impianto e di tutte le apparecchiature di trasformazione e consegna della corrente elettrica;
10. Realizzazione cablaggi (posa cavi elettrici in cavidotti interrati e collegamento alle apparecchiature in cabina)
11. Collaudi.

Tali lavorazioni comportano rischi non solo per le attività di cantiere ma anche per le aree circostanti, rischi nel seguito descritti e che dovranno essere particolarmente sviluppati in occasione della redazione del PSC.

#### **FASE 4**

In tale fase sono previste tutte le attività relative alla connessione dei campi fotovoltaici alla rete elettrica nazionale. Nel dettaglio si prevede:

1. Realizzazione linee aeree in apposite canaline a servizio degli impianti elettrici dei campi fotovoltaici;
2. Realizzazione delle piattaforme per cabine di consegna;
3. Approvvigionamento cabina prefabbricata e di tutte le componenti di gestione e controllo [quadri, inverter, trafi, etc.];
4. Montaggio cabina di consegna e di tutte le apparecchiature elettriche in essa previste;
5. Realizzazione cablaggi [posa cavi elettrici in cavidotti interrati e collegamento alle apparecchiature in cabina];
6. Montaggio apparecchiature in alta tensione;
7. Collaudo con il gestore della rete nazionale;
8. Lo svolgimento di tali attività comporta l'insorgenza di rischi per i lavoratori del tutto simili a quelli analizzati per la fase 3: realizzazione campi fotovoltaici. Inoltre, in tutte le suddette fasi è presente il rischio di elettrocuzione, in quanto lavori in prossimità e/o in tensione. Pertanto, tutti i lavori in tensione, prove elettriche, ecc dovranno essere condotti secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-27 da personale opportunamente formato e con l'impiego di idonei DPI.

#### **FASE 5**

In tale fase sono previste tutte le attività necessarie alla rimozione dell'area di cantiere ed alla restituzione delle aree eventualmente occupate allo stabilimento. Si prevede quindi la rimozione delle baracche di cantiere, delle macchine e di tutti gli apprestamenti utilizzati durante lo svolgimento delle lavorazioni.

Lungo il perimetro dell'impianto a ridosso del lato esterno della recinzione è prevista la realizzazione di una schermatura verde costituita da specie tipiche delle comunità vegetanti di origine spontanea della zona.

A titolo di mitigazione nei confini dell'impianto verranno inserite in fase di realizzazione dell'impianto specie di macchia mediterranea, quali lentischio, rosmarino, mirto, ginepro.

Le essenze arboree della macchia mediterranea e gli ulivi presentano:

1. una buona funzione schermante;
2. un buon valore estetico;
3. una elevata integrazione con il contesto.

Massima attenzione verrà posta nella prevenzione e gestione dei rischi per i lavoratori, per l'ecosistema e per il corretto funzionamento dell'impianto.



Fig. 30: Render dell'impianto con le opere di mitigazione



Fig. 31: Render dell'impianto con le opere di mitigazione

## 2.3 FASE DI ESERCIZIO

Affinché sia possibile mantenere come da standard i livelli prestazionali descritti nelle schede tecniche delle componenti facenti parte dell'impianto è necessario prevedere un piano di manutenzione.

Per manutenzione si intende il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto. Si intende per funzionalità la loro idoneità ad adempiere le loro attività, ossia a fornire le prestazioni previste, mentre per efficienza la idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, della economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

**Definizione di manutenzione (Definizione Norma UNI 9910):** viene intesa manutenzione la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative. Sono quindi incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere ad a riportare un bene o un servizio nello stato in cui possa eseguire la funzione richiesta. Mantenere quindi nel tempo la funzionalità e superare i guasti che si presentano, con il minor onere.

**Manutenzione ordinaria:** viene intesa manutenzione ordinaria, l'insieme di tutti gli interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso, nonché il comportamento per far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso.

**Manutenzione Straordinaria:** viene intesa manutenzione straordinaria, l'insieme di tutti gli interventi, con rinnovo e/o sostituzione di sue parti, che non modifichino in modo sostanziale le prestazioni dell'impianto. In caso di sostituzione, le parti sostituite dovranno essere destinate a riportare l'impianto stesso in condizioni ordinarie di esercizio. Saranno richiesti in genere l'impiego di strumenti o di attrezzi particolari, di uso non corrente, e che comunque non rientreranno nelle classificazioni di ampliamento, trasformazione e realizzazione di impianti.

**Definizione di verifica:** viene intesa verifica l'insieme delle operazioni necessarie ad accertare la rispondenza di un impianto elettrico a requisiti prestabiliti.

La verifica sarà necessaria ai fini della constatazione che tutti i requisiti di sicurezza e della regola dell'arte accertati durante il collaudo siano ancora in essere, accertando rispettivamente se l'impianto possiede i requisiti necessari per ridurre il rischio elettrico al di sotto del limite accettabile, se l'impianto possiede le adeguate prestazioni, se l'impianto è conforme a quanto previsto prestazionalmente nel progetto del Committente.

### Altre definizioni importanti

Per *affidabilità* si intende l'attitudine di un apparecchio, o di un impianto, a conservare funzionalità ed efficienza per tutta la durata della sua vita utile, ossia per il periodo di tempo che intercorre tra la messa in funzione ed il momento in cui si verifica un deterioramento, od un guasto irreparabile, o per il quale la riparazione si presenta non conveniente.

*Vita presunta* è la vita utile che, in base all'esperienza, si può ragionevolmente attribuire ad un apparecchio, o ad un impianto.

Si parla inoltre di:

- deterioramento, quando un apparecchio, od un impianto, presentano una diminuzione di funzionalità e/o di efficienza;
- disservizio, quando un apparecchio, od un impianto, vanno fuori servizio;
- guasto, quando un apparecchio, od un impianto, non sono più in grado di adempiere alla loro

funzione;

- riparazione, quando si stabilisce la funzionalità e/o l'efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- ripristino, quando si ripristina un manufatto;
- controllo, quando si procede alla verifica della funzionalità e/o della efficienza di un apparecchio, o di un impianto;
- revisione, quando si effettua un controllo generale, di un apparecchio, o di un impianto, ciò che può implicare smontaggi, sostituzione di parti, rettifiche, aggiustaggi, lavaggi, ecc..
- manutenzione secondo necessità è quella che si attua in caso di guasto, disservizio o deterioramento;
- manutenzione preventiva è l'azione diretta a prevenire guasti e disservizi ed a limitare i deterioramenti;
- manutenzione programmata è la forma di manutenzione preventiva, in cui si prevedono operazioni eseguite periodicamente, secondo un programma prestabilito;
- manutenzione programmata preventiva, è un sistema di manutenzione in cui gli interventi vengono eseguiti in base ai controlli eseguiti periodicamente secondo un programma prestabilito.

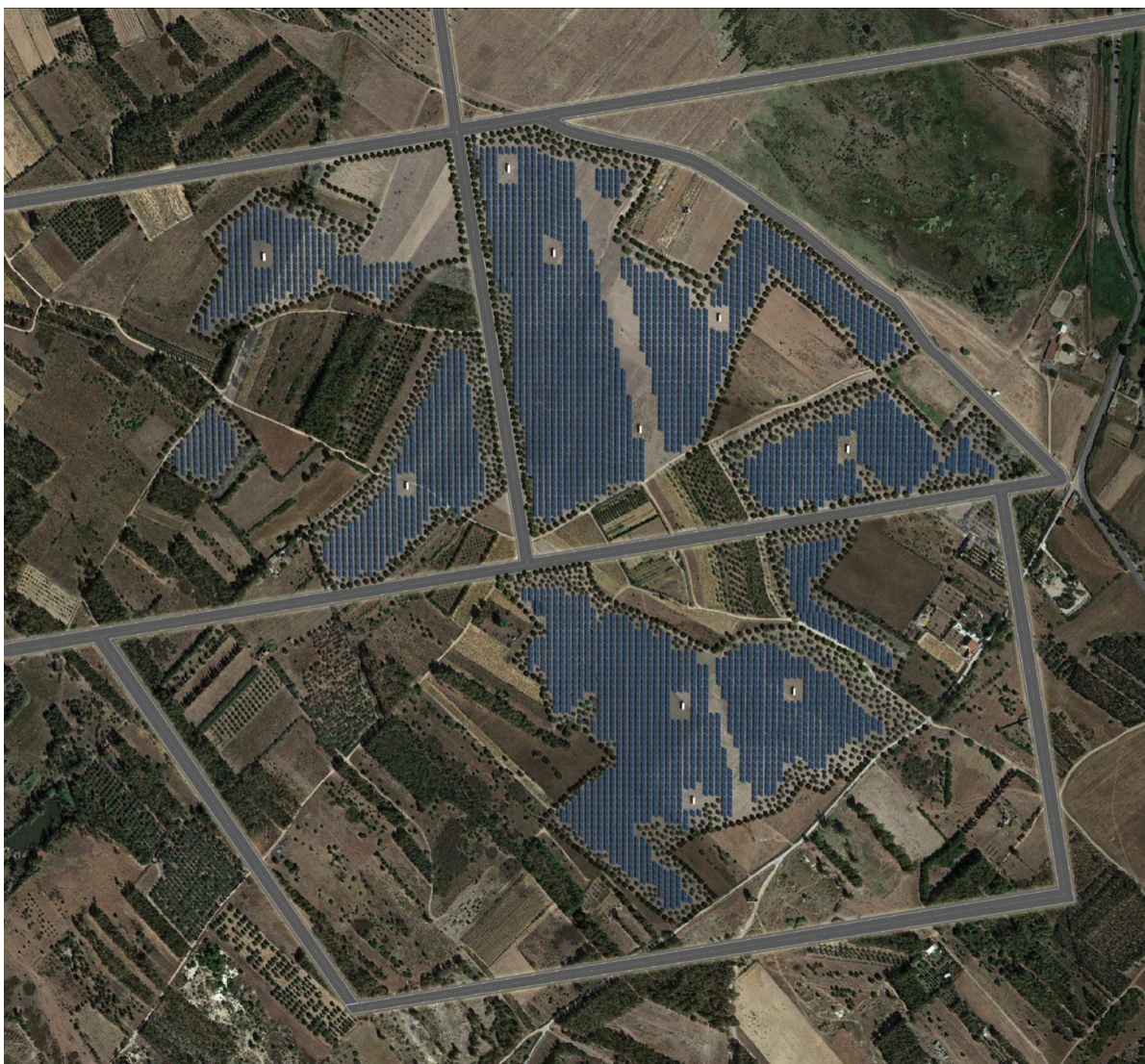


Fig. 32: Fase di esercizio



## 2.4 FASE DI DISMISSIONE

L'impianto sarà dismesso ipotizzando una vita di progetto di circa 25-30 anni dalla data di entrata in esercizio, secondo le prescrizioni normative in vigore al momento.

Le parti prefabbricate dell'impianto sono:

- la cabina di raccolta e successiva consegna (punto di connessione con la rete del Distributore di Rete Locale TERNA);
- le cabine di trasformazione MT/BT;
- la sottostazione AT/MT;
- impianto BESS (Battery Energy Storage System)

Al termine dell'esercizio dell'impianto, ci sarà la fase di dismissione e demolizione delle strutture, che restituirà le aree al loro stato originario, preesistente al progetto, come previsto anche nel comma 4 dell'art.12 del D.Lgs. 387/2003.

La dismissione di un impianto fotovoltaico è una operazione non entrata in uso comune data la capacità dell'impianto fotovoltaico di continuare nel proprio funzionamento di conversione dell'energia.

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

1. Sezionamento impianto lato DC e lato CA (Dispositivo di generatore);
2. Sezionamento in BT e MT (locale cabina di trasformazione);
3. Scollegamento serie moduli fotovoltaici mediante connettori tipo multicontact;
4. Scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.;
5. Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;
6. Impacchettamento moduli mediante contenitori di sostegno;
7. Smontaggio sistema di illuminazione;
8. Smontaggio sistema di videosorveglianza;
9. Rimozione cavi da canali interrati;
10. Rimozione pozzetti di ispezione;
11. Rimozione parti delle power station;
12. Smontaggio struttura metallica tracker;
13. Rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione;
14. Rimozione manufatti prefabbricati;
15. Consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento



Fig. 33: Fase di dismissione

I codici C.E.R. (o Catalogo Europeo dei Rifiuti) sono delle sequenze numeriche, composte da cifre riunite in coppie, volte ad identificare un rifiuto, di norma, in base al processo produttivo da cui è originato. I codici, in tutto 839, divisi in *'pericolosi'* e *'non pericolosi'* sono inseriti all'interno dell' *"Elenco dei rifiuti"* istituito dall'Unione Europea con la Decisione 2000/532/CE.

Il suddetto *"Elenco dei rifiuti della UE"* è stato recepito in Italia a partire dal 1° gennaio 2002 in sostituzione della precedente normativa.

L'elenco dei rifiuti riportato nella decisione 2000/532/CE è stato trasposto in Italia con 2 provvedimenti di riordino della normativa sui rifiuti:

- il D.lgs. 152/2006 (recante *"Norme in materia ambientale"*), allegato D, parte IV;
- il D.M. dell'Ambiente del 2 maggio 2006 (*"Istituzione dell'elenco dei rifiuti"*) emanato in attuazione del D.Lgs. 152/2006.

Sono poi state emanate:

- Legge 27 dicembre 2006, n. 296 all'art.1, comma 1116: stabilisce la realizzazione di un sistema integrato per il controllo e la tracciabilità dei rifiuti, in funzione ed in rapporto:
  - alla sicurezza nazionale;
  - alla prevenzione e repressione dei gravi fenomeni di criminalità organizzata in ambito di smaltimento illecito dei rifiuti.
  
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4 all'art.2, comma 24: stabilisce l'obbligo per alcune categorie di soggetti di installazione ed utilizzo di apparecchiature elettroniche, ai fini della trasmissione e raccolta di informazioni su produzione, detenzione, trasporto, recupero e smaltimento di rifiuti.
  
- Legge 3 agosto 2009, n. 102 all'art. 14-bis: affida al Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare la realizzazione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti speciali e di quelli urbani limitatamente alla Regione Campania, attraverso uno o più decreti che dovranno, tra l'altro, definirne:
  - a. tempi e modalità di attivazione;
  - b. data di operatività del sistema;
  - c. informazioni da fornire;
  - d. modalità di fornitura e di aggiornamento dei dati;
  - e. modalità di interconnessione ed interoperabilità con altri sistemi informativi;
  - f. modalità di elaborazione dei dati;
  - g. modalità con le quali le informazioni contenute nel sistema informatico dovranno essere detenute e messe a disposizione delle autorità di controllo;
  - h. entità dei contributi da porre a carico dei soggetti obbligati per la costituzione e funzionamento del sistema.
  
- Direttiva UE 2008/98/CE relativa ai rifiuti, attualmente in fase di recepimento, la quale, tra l'altro:
  - stabilisce l'obiettivo di ridurre al minimo le conseguenze della produzione e della gestione di rifiuti per la salute umana e per l'ambiente (art. 1);
  - riconosce il principio "*chi inquina paga*" (art.14);
  - obbliga gli Stati ad adottare misure affinché produzione, raccolta, trasporto, stoccaggio e trattamento dei rifiuti pericolosi siano eseguiti in condizioni da garantire protezione dell'ambiente e della salute umana; a tal fine prevede, tra l'altro, l'adozione di misure volte a garantire la tracciabilità dalla produzione alla destinazione finale ed il controllo dei rifiuti pericolosi, per soddisfare i requisiti informativi su quantità e qualità di rifiuti pericolosi prodotti o gestiti (art.17);
  - stabilisce che le sanzioni debbano essere efficaci, proporzionate e dissuasive (art.36).

Le strutture presenti nell'area che dovranno essere smaltite sono le seguenti:

	Codice C.E.R.	Descrizione
2.1	17 04 05	Parti strutturali in acciaio di sostegno dei pannelli
2.2	16 02 16	Pannelli fotovoltaici
2.3	17 04 05	Recinzione in metallo plastificato, PVC, paletti di sostegno in acciaio, cancelli sia carrabili che pedonali
2.4	17 09 04	Calcestruzzo prefabbricato dei locali cabine elettriche
2.5	17 04 11	Linee elettriche di collegamento dei vari pannelli fotovoltaici
2.6	16 02 16	Macchinari ed attrezzature elettromeccaniche, compreso il sistema di illuminazione e videosorveglianza
2.7	17 04 05	Infissi delle cabine elettriche
2.8	16 06 05	Battery Energy Storage System

La rimozione dei materiali, macchinari, attrezzature, edifici prefabbricati e quant'altro presente nel terreno seguirà una tempistica dettata dalla tipologia del materiale da rimuovere e, precisamente, dalla determinazione della riutilizzabilità di detti materiali (vedi recinzione, cancelli, infissi, cavi elettrici, ecc.) o del loro necessario smaltimento e/o recupero (vedi pannelli fotovoltaici, opere fondali in cls, ecc.).

In prima fase si procederà prima alla eliminazione di tutte le parti (apparecchiature, macchinari, cavidotti, ecc.) riutilizzabili, con loro allontanamento e collocamento in magazzino.

Successivamente si procederà alla demolizione delle altre parti non riutilizzabili.

Le operazioni previste per la demolizione e successivo recupero/smaltimento dei pannelli fotovoltaici consisteranno nello smontaggio dei moduli ed invio degli stessi ad idonea piattaforma che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:

- recupero cornice di alluminio;
- recupero vetro;
- recupero integrale della cella di silicio o recupero del solo wafer;
- invio a discarica delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella.

L'obiettivo è quello di riciclare pressochè totalmente i materiali impiegati, nella logica del *up-cycle* che prolunghi la vita di ogni componente tecnologico e non. Infatti circa il 90% del peso del solo modulo è composto da materiali che possono essere riciclati attraverso operazioni di separazione e lavaggio; i principali componenti di un pannello fotovoltaico sono infatti silicio, componenti elettrici, metalli e vetro.

La tecnologia per il recupero e riciclo dei materiali, valida per i pannelli a silicio cristallino è una realtà industriale che va consolidandosi sempre più.

Questa operazione avverrà tramite l'attività di operai specializzati: tale lavoro seguirà al distacco di tutto l'impianto dalla rete di distribuzione del Gestore di riferimento.

Tutte le lavorazioni saranno sviluppate nel rispetto delle normative al momento vigenti in materia di sicurezza dei lavoratori sul luogo di lavoro.

I mezzi che in questa fase della progettazione sono stati valutati al fine del loro probabile utilizzo nelle operazioni di dismissione dell'impianto possono essere i seguenti:

- Pala gommata - n. 1
- Escavatore - n. 1
- Bob-cat - n. 1
- Automezzo dotato di gru - n. 1
- Carrelloni trasporta mezzi meccanici - n. 1

Tutte le operazioni di dismissione potranno essere eseguite in un periodo presunto di circa 6 (sei) mesi dal distacco dell'impianto dalla linea elettrica, salvo eventi climatici sfavorevoli. I rifiuti derivanti dalle diverse fasi d'intervento verranno smaltiti attraverso ditte debitamente autorizzate nel rispetto della normativa vigente al momento. Per i necessari interventi per la viabilità interna al lotto, il sistema viario a sostegno della produttività dell'impianto non dovrà includere in alcun modo strade asfaltate, bensì strade bianche a servizio dell'impianto fotovoltaico. Queste opere, in fase di realizzazione, dovranno avere l'obiettivo di mantenere e garantire la stabilità dei luoghi, potenziando gli habitat, cercando di ottenere la massima diversità biologica e morfologica del contesto territoriale. In fase di dismissione, le opere previste al fine della riqualificazione ambientale vedrà il ripristino dell'area nel rispetto dell'orografia preesistente.

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS sarà in carico al fornitore dello stesso e verrà attuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti (tra le quali European Directive on batteries and accumulators 2006/66/EC), assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio.

Il fornitore del sistema BESS fornirà idonea documentazione nella quale verranno descritte le modalità gestionali e tecniche del processo di riciclaggio e smaltimento nonché le relative tempistiche e gli aspetti di sicurezza.

Dal 1° gennaio 2009, in virtù del D.Lgs. 188, datato 20 novembre 2008, è stato esteso in Italia l'obbligo di recupero alle pile e agli accumulatori non basati sull'uso di piombo bensì sull'impiego di altri metalli o composti.

Tale decreto recepisce e rende effettiva la direttiva europea 2006/66/CE.

A fine vita il sistema di accumulo sarà disassemblato e, in conformità alle leggi vigenti, trasportato verso un centro autorizzato di raccolta e riciclaggio.

In fase di dismissione bisognerà aver cura di mantenere alti i livelli di fertilità del suolo tramite nuove piantumazioni di essenze vegetali arbustive ed arboree che saranno sostenibilmente considerate dall'azienda agro-pastorale già pre-insediata.

Saranno da monitorare i vari impatti indicati nella relazione Piano di dismissione e ripristino ambientale.



Fig. 34: Fase di rinaturalizzazione post-dismissione

### 3. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio esame rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione dei parametri biologico-chimico-fisico e degli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio. Deve pertanto garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA, relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario *ante operam* e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (in corso d'opera e *post operam*).

Lo scopo è quello di esaminare le eventuali variazioni che potrebbero manifestarsi o si manifesteranno nell'ambiente a seguito della messa in opera dell'impianto, ricercandone le cause per capire se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per individuare opere correttive di mitigazione e neutralizzazione, al fine di ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio ambientale si pone primariamente i seguenti obiettivi:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per le fasi di cantierizzazione e di esercizio dell'impianto;
- correlare gli stati *ante operam*, in corso d'opera e *post operam*, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire in fase di costruzione il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione, in fase di cantiere posti in essere per ridurre gli impatti ambientali dovuti alle operazioni di costruzione dell'opera;
- effettuare nelle fasi di costruzione e di esercizio gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni;
- verificare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere in fase di esercizio dell'opera per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente;
- l'archiviazione, il controllo e la gestione dei dati per il controllo degli impatti sulle diverse componenti ambientali e per la diffusione dei risultati è un ulteriore obiettivo del piano.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale, redatto secondo le predisposizioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, si articola nelle seguenti fasi:

- **Monitoraggio Ante Operam (AO)**, per fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima;
- **Monitoraggio in Corso d'Opera (CO)**, per documentare l'evolversi della situazione ambientale presente *ante operam* coerentemente alle previsioni dello studio di impatto ambientale;
- **Monitoraggio Post Operam (PO)**, al fine di verificare la fase di dismissione e gli effetti ad essa successivi.

Per tali motivi si prevede che:

- il Monitoraggio *Ante Operam* (AO) verrà eseguito prima dell'avvio della fase di cantiere;
- il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) segnalerà la manifestazione di eventuali emergenze ambientali, garantendo la possibilità di intervento nei modi e nelle forme ritenute più opportune;
- il Monitoraggio *Post Operam* o in esercizio (PO) permette di constatare l'efficacia delle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate, ovvero di verificare la necessità di interventi aggiuntivi, e di stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali.

Per ciascuna componente/fattore ambientale sono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

1. Atmosfera e Clima (qualità dell'aria);
2. Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali);
3. Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
4. Paesaggio e beni culturali.
5. Ecosistemi e biodiversità (componente vegetazione, fauna);
6. Salute Pubblica (rumore).

Le modalità di esecuzione delle rilevazioni previste sono state definite sulla base delle indicazioni dello studio di VIA che della normativa vigente per ciascuna componente, allo scopo di individuare:

- parametri da monitorare;
- valori di soglia e di riferimento;
- criteri e durata di campionamento.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione Piano di Monitoraggio Ambientale.

#### **4. ANALISI COSTI-BENEFICI**

Il fotovoltaico risponde a numerosi benefici che verranno di seguito meglio descritti. L'energia elettrica prodotta dal sole sostituisce l'energia altrimenti prodotta attraverso fonti convenzionali non rinnovabili ed inquinanti e contribuisce alla diversificazione delle fonti, a favore della linea di sviluppo della generazione energetica distribuita. È necessario sottolineare fattori fondamentali per la ripresa economica del Paese quali l'incremento del prodotto interno lordo, l'aumento dell'occupazione, la diminuzione del picco giornaliero della domanda energetica e il miglioramento della bilancia commerciale. Tutto questo senza mai dimenticare i benefici sull'ambiente e sulla salute in termini di riduzione delle emissioni nocive ma anche in termini economici seguendo le direttive europee che devono essere rispettate pena sanzioni.

Attraverso un'analisi dei costi e dei benefici attesi, che possono essere sia interni che esterni al progetto, è possibile definire in via teorica un'analisi economica per avere una valutazione di progetto che definisca chiaramente se il progetto sia economicamente conveniente e se porti dei benefici anche a livello sociale.

I costi di esercizio di un impianto FTV possono comprendere una copertura assicurativa contro i danni provocati da eventi atmosferici, incendio, furto, guasti alle macchine, etc. Contrariamente a quanto ci si può aspettare il costo della manutenzione ordinaria è irrisorio: rispetto ad altre tecnologie i pannelli fotovoltaici sono in grado di produrre energia con un'usura dei componenti praticamente nulla. Gli unici interventi che potrebbero essere necessari sono la pulizia periodica dei moduli e l'eventuale sostituzione della scheda dell'inverter dopo una decina di anni, ma solo in caso di guasto.

I benefici del fotovoltaico non si limitano solo al settore industriale in sé stesso ma creano valore aggiunto anche nel cosiddetto indotto per banche e istituti di credito, compagnie assicurative, studi



legali, fiscali e notarili, imprese edili, trafilee, smaltitori amianto, coperturisti, prefabbricatori ecc. Lo sviluppo del settore fotovoltaico ha permesso a molte piccole e medie imprese di esplorare nuovi sbocchi tecnologici, riconvertendo la propria produzione, ha dato vita a nuove aziende e dipartimenti specializzati, svolgendo una funzione anticiclica per uscire dalla crisi economica.

Il principale ostacolo all'installazione di questo tipo di tecnologia è stato, per lungo tempo, l'alto costo degli impianti stessi, e di conseguenza dell'energia prodotta. Tali limiti sono stati fortemente ridotti negli ultimi anni dalla produzione in massa, conseguenza diretta dell'incentivazione offerta alla produzione di energia solare che ha portato ad un sostanziale abbattimento dei costi. Molte speranze si possono riporre nel fotovoltaico, se integrato con gli altri sistemi di energia rinnovabile (come energia eolica, energia delle maree e energia da biomassa), per la sostituzione delle energie a fonti fossili. Segnali di questo tipo provengono da diverse esperienze europee. In Italia è consentita l'installazione di impianti fotovoltaici anche sulle aree agricole solo se soddisfano i requisiti in merito alla compatibilità ambientale. L'affidabilità a lungo termine dei moduli fotovoltaici è fondamentale per garantire la fattibilità tecnica ed economica del fotovoltaico come fonte energetica di successo. L'analisi dei meccanismi di degrado dei moduli fotovoltaici è fondamentale per garantire una durata di vita attuale superiore a 25 anni.

I cambiamenti climatici, l'aumento del prezzo del petrolio e le elevate emissioni di CO<sub>2</sub> hanno acceso l'interesse per le fonti energetiche rinnovabili: allo stato attuale si rende necessario ridurre il consumo dei combustibili fossili. Le energie rinnovabili producono nel loro esercizio e smaltimento un impatto ambientale trascurabile.

È possibile stimare le quantità di energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico per generare la stessa energia prodotta da combustibili fossili e valutare quindi l'energia primaria risparmiata e le emissioni di gas serra evitate. L'impianto proposto consentirà un notevole risparmio di olio combustibile per la produzione di energia, evitando inoltre la produzione di CO<sub>2</sub>.

La tecnologia fotovoltaica converte, istantaneamente, l'energia solare in energia elettrica senza l'uso di combustibile grazie all'effetto fotoelettrico, cioè la capacità che hanno alcuni semiconduttori, opportunamente trattati, di generare elettricità se sottoposti alla luce. La componente base di un impianto fotovoltaico è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, ovvero quando si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1.000 W/m<sup>2</sup>.

È noto come, alla veloce crescita iniziale della creazione di impianti fotovoltaici, favorita dai meccanismi di incentivazione denominati Conto Energia segua, a partire dal 2013, si è affermata una fase di consolidamento caratterizzata da uno sviluppo più graduale. Gli impianti entrati in esercizio nel corso del 2020 hanno una potenza media di 13,5 kW; si tratta del dato più alto osservato dal 2013, legato principalmente all'installazione, nel corso dell'anno, di alcune centrali fotovoltaiche di dimensioni rilevanti. La taglia media cumulata degli impianti fotovoltaici nel 2020 conferma il trend decrescente, attestandosi a 23,1 kW.

La posizione geografica della Sardegna, come evidenziato anche dal Piano Energetico Ambientale Regionale, è particolarmente favorevole per lo sviluppo delle energie rinnovabili, se si considera il livello di insolazione che permette un rendimento ottimale del sistema fotovoltaico. Dall'applicazione della

norma si ottiene in Sardegna un irraggiamento globale annuo per una superficie inclinata di 30° pari a circa 1800 kWh/m<sup>2</sup>/anno. L'impianto fotovoltaico raggiunge i picchi di produzione durante gli intervalli temporali costituiti dalle ore centrali dei giorni del periodo estivo. All'interno di questi stessi intervalli temporali si verificano anche i picchi massimi di fabbisogno elettrico nazionale. La sovrapposizione temporale tra picchi di produzione dell'impianto fotovoltaico e picchi di fabbisogno nazionale comporta un effettivo smorzamento di questi ultimi. L'impianto quindi persegue pienamente i benefici energetici, in termini di investimenti su opere e infrastrutture. Un'altra informazione importante è che nessuna tecnologia per la produzione di energia ha avuto un tale calo dei prezzi nell'ultimo decennio. L'esempio più lampante è quello dei moduli di silicio multicristallino che nel 2010 costavano circa 2 dollari a watt mentre lo scorso anno hanno toccato gli 0,20, circa il 90% in meno. Contemporaneamente si è assistito a una straordinaria diffusione del fotovoltaico, cresciuto di circa 6 volte nel medesimo lasso temporale. La potenza solare globale infatti è passata da 16 Gigawatt nel 2010 a 105 Gigawatt nel 2019.

Nel caso dell'impianto fotovoltaico in progetto da un punto di vista socio-economico, le interferenze più rilevanti sono legate alla realizzazione e dismissione dell'opera.

Gli aspetti negativi che potrebbero avere un impatto significativo nel caso della realizzazione dell'opera considerata possono essere raggruppati in due categorie:

1. aspetti di natura ambientale e paesaggistica;
2. aspetti insediativi e infrastrutturali.

Vengono di seguito analizzate ma sono, in ogni caso, dettagliate all'interno del SIA.

Le principali interferenze sono da ricondurre a:

1. la produzione e la gestione di rifiuti, in fase di cantierizzazione si intendono rifiuti quali imballaggi, in fase di manutenzione la possibilità di sostituire e smaltire qualche pannello malfunzionante, in fase di dismissione lo smaltimento e il riciclo di tutte le componenti elettriche/elettroniche/metalliche che vanno a creare l'impianto.
2. Le emissioni gassose in atmosfera imputabili al traffico veicolare durante le fasi di cantiere per l'allestimento del parco fotovoltaico e di dismissione dello stesso, e prevedono l'utilizzo mezzi meccanici lungo tutta la durata del cantiere, per il trasporto delle strutture, dei moduli e di altre utilities. Il rumore prodotto è relativo alla preparazione del terreno, al montaggio delle strutture e ai mezzi meccanici utilizzati.
3. Il consumo del suolo. Le interferenze potranno interferire sia alla fauna che alla flora esistente nell'area in quanto viene occupato suolo agricolo. I disturbi alla fauna sono imputabili al disturbo generato in fase di cantiere e alla limitata sottrazione di aree non di pregio e poco abitate dalle specie animali selvatiche. L'occupazione del sito, modifica parzialmente le condizioni ecologiche, essendo il sito caratterizzato da vegetazione rada e disomogenea. Verranno piantate specie erbacee tipiche della macchia mediterranea sia all'interno dell'area che a confine per mitigare la visuale dell'impianto fotovoltaico.
4. Le radiazioni non ionizzanti prodotte dall'impianto saranno dovute ai soli campi elettromagnetici correlati alla trasmissione dell'energia elettrica, mediante: linee di bassa tensione continua che collegheranno i moduli ai quadri e all'inverter; il cavo di media tensione alternata che collega l'inverter alla cabina di consegna; l'elettrodotto AT con il cavo di collegamento alla Stazione. I campi elettromagnetici prodotti dai cavi in canaletta fuori terra e quelli prodotti dalle cabine di trasformazione sono da considerarsi poco significativi, in particolare questi ultimi si mantengono solo entro qualche metro di distanza dal perimetro della cabina stessa.

## 5. CONCLUSIONI

In conclusione si ritiene di avere adeguatamente riportato considerazioni sul presente progetto fotovoltaico riguardanti la tipologia dell'opera, la sua localizzazione tramite indagine geologica-geotecnica, agronomica, botanica, faunistica, archeologica, fornendo il quadro normativo col quale il progetto si deve relazionare. Sono state fornite inoltre motivazioni per cui il progetto ha motivo di essere costruito in quel sito considerando ulteriori alternative progettuali. Si sono approfondite le diverse fasi di vita dell'impianto, concludendo la relazione con una sintesi del piano di monitoraggio ambientale e dell'analisi costi-benefici.

Ing. Stefano Floris

