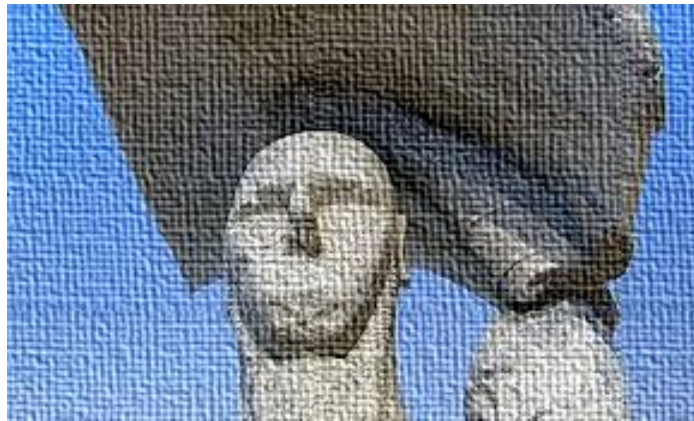




REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
 ASSESSORADU DE S'AGRICOLTURA E REFORMA AGRO-PASTORALE
 ASSESSORATO DELL'AGRICOLTURA E RIFORMA AGRO-PASTORALE

CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
 DPGRS N° 239 del 04.12.96
 Via Cagliari, 170 – 09170 ORISTANO

REALIZZAZIONE DELLA RETE IRRIGUA DEL DISTRETTO DI SINIS SUD (AREA A RISCHIO SALINIZZAZIONE)

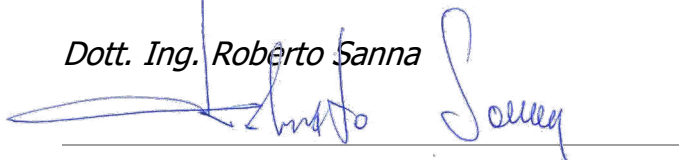


PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA CAT P0318

RELAZIONE AGRONOMICA

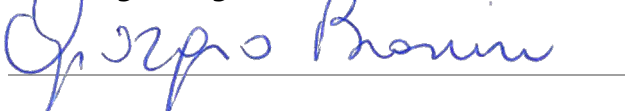
IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Roberto Sanna



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Giorgio Bravin




1 MAR. 2019

ALL.

4.1

DATA: gennaio 2019

REV:

REV:

REV:

REV:



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORADU DE S'AGRICOLTURA E REFORMA AGRO-PASTORALE
ASSESSORATO DELL'AGRICOLTURA E RIFORMA AGRO-PASTORALE



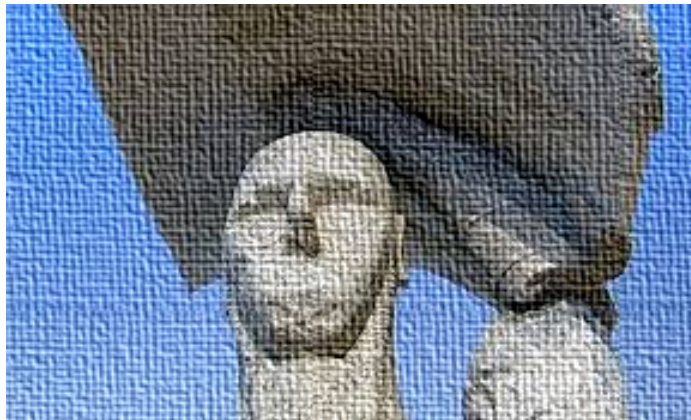
CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
DPGRS N° 239 del 04.12.96
Via Cagliari, 170 – 09170 ORISTANO

REALIZZAZIONE DELLA RETE IRRIGUA DEL DISTRETTO DI SINIS SUD (AREA A RISCHIO SALINIZZAZIONE)

PROGETTO

DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

CAT P0318



ELABORATO: RELAZIONE AGRONOMICA

IL RELATORE:

DOTT. AGR. IGNAZIO PORCU

Firmato digitalmente da

Ignazio Porcu

CN = Porcu Ignazio
O = Ordine Prov.le Dott. Agronomi Dott.
Forestali OR
T = Dottore Agronomo N. ISCR. 36
SerialNumber = IT:PRCGNZ56E22B354D

COLLABORATORI:

DOTT. FOR. CARLO PODDI

GEOL. DOTT GIOVANNI MELLE

Elab. R. 01

DATA: gennaio 2019

SCALA:

REV:

REV:

REV:

INDICE

1. PREMESSA
 2. CONTENUTI DELLA R. A.
 3. METODI E MATERIALI UTILIZZATI PER LO SVILUPPO DELLA R.A.
 4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED OROGRAFICO GENERALE
 5. LINEAMENTI GEOLOGICI
 6. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI
 7. CARATTERI IDROGEOLOGICI
 8. IL COMPENSORIO INTERESSATO
 - 8.1 Popolazione
 - 8.2 Le attività' economiche
 - 8.3 Regime fondiario
 - 8.4 Infrastrutture esistenti
 9. CLIMA
 - 9.1 Temperatura
 - 9.2 Precipitazioni
 - 9.3 Evapotraspirazione
 - 9.4 Igrometria
 - 9.5 Anemometria
 10. SUOLI
 - 10.1. Carta dei suoli della Sardegna
 - 10.2. Carta pedologica del piano urbanistico Provinciale
 - 10.3. Carta dei suoli delle aree irrigabili della Sardegna
 - 10.4. Valutazione dell'idoneità del territorio all'irrigazione (Land Classification)
 11. L'INTERVENTO PROPOSTO ED I RISULTATI
 12. STATO DI FATTO ATTUALE
 13. L'IRRIGAZIONE:
 - 13.1. Il volume di adattamento
 - 13.2. Calcolo dei fabbisogni idrici
 14. CONVENIENZA ALLA TRASFORMAZIONE
 15. IDROGRAFIA SOTTERRANEA
 - 15.1. Caratteri idraulici delle formazioni geologiche.
 - 15.2. Caratteri idrogeologici del territorio
 16. INDAGINE ATTUALE SULLE FALDE
 - 16.1. Caratteristiche idrogeologiche delle acque del Sinis
 - 16.2. Problematiche presenti
 17. CONCLUSIONI
- BIBLIOGRAFIA:

1. PREMESSA

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese, ha predisposto un progetto per la "Realizzazione della rete irrigua del distretto di Sinis Sud (area a rischio salinizzazione)". - C.A.T. P0318 - P0817. Il presente studio riguarda la redazione delle indagini agronomiche e la mappatura della dislocazione dei pozzi privati e indagini sulla salinità di falda, necessario alla completa definizione del progetto.

L'area interessata dall'infrastrutturazione irrigua è stata individuata nell'agro di tre comuni: Riola Sardo, Cabras e marginalmente San Vero Milis, rispettivamente per una superficie di 1.585 ha, di 985 ha, e di 190 ha, corrispondente al 57 %, al 36 %, al 7% dell'intera area rispettivamente per le tre comunità.

In particolare l'area interessata è compresa tra la località di "Pauli Crechi" in agro di Riola Sardo e la località di "Giuanni Nieddu" in agro di Cabras, seguendo le provinciali n. 7 e n. 6 e si estende seguendo le curve di livello tra le quote di m. 1,00 e m. 17,00 s.l.m..

Per la realizzazione dell'intervento in argomento è stato approntato dal Consorzio proponente un progetto di fattibilità tecnico economica relativo a un'area per circa 2400 ettari ed è in fase di redazione un Progetto Definitivo/Esecutivo per un primo lotto esteso per circa 500 ettari.

La progettazione prevede la sistemazione delle apparecchiature della esistente centrale di sollevamento ubicata in agro di Riola Sardo in località Pauli Crechi, da cui si distaccheranno una serie di condotte principali interrate che quindi vanno ad alimentare condotte di distribuzione dell'acqua irrigua anche loro interrate a profondità variabili ma con un minimo di un metro sulla generatrice superiore della tubazione. Per la realizzazione delle prese comiziali sono previste opere fuori terra costituite da bornes in acciaio del DN 200 e apparecchiature idrauliche connesse per un'altezza massima dal piano campagna di 2.00 metri, racchiuse da rete metallica di protezione. Non è prevista la costruzione di nuovi fabbricati.

La scelta è stata dettata dalla necessità di natura tecnica-economica per porre rimedio al rischio di salinizzazione delle falde idriche e del suolo.

L'importo complessivo stimato dell'intervento, di cui è oggetto il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica è pari a circa € 24.200.000 onnicomprensivo.

L'incarico per la redazione della relazione agronomica riguarda l'effettuazione, ai sensi delle vigenti disposizioni legislative in materia di opere pubbliche, delle seguenti incombenze e dei seguenti documenti ancorché indicati in modo non esaustivo:

- Studi agronomici;
- Mappatura dei pozzi privati utilizzati per scopo irriguo
- Indicazione della salinità della falda.

2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE AGRONOMICA.

La relazione agronomica richiesta dal Consorzio di Bonifica dell'Oristanese per la realizzazione della rete irrigua del distretto di Sinis Sud (area a rischio salinizzazione) è relativa al progetto predisposto dallo stesso consorzio. La richiesta è evidentemente legata alla ricerca di elementi che giustificano o invalidino l'intervento rispetto al contesto agricolo ed ambientale.

In particolare lo studio è stato improntato su seguenti aspetti:

- a) descrizione puntuale dell'area di intervento con riferimento all'inquadramento geografico, alle infrastrutture presenti alla morfologia del paesaggio;
- b) descrizione dell'andamento climatico della zona nei riguardi delle temperature, regime pluviometrico, umidità, evaporazione ed evapotraspirazione, ventosità;
- c) inquadramento dei suoli sulla base della classificazione riportata nella "Carta dei suoli della Sardegna" - RAS 1991 a cura di Aru A., Baldaccini P. e Vacca A., individuando le unità cartografiche;
- d) situazione socio-economica attuale, facendo riferimento a: popolazione, regime fondiario, economia attuale del territorio, le infrastrutture esistenti, l'assetto fondiario, stato attuale di accorpamento dei terreni;
- e) descrizione dell'intervento proposto sulla base delle indicazioni desumibili dagli elaborati del PFT e dei risultati attesi con la realizzazione del nuovo impianto irriguo;
- f) L'irrigazione: stesura dei calcoli agronomici con indicazioni dei valori evapotraspirativi e dei consumi ipotizzati in termini di volumi per ettari irrigato e territoriale, dotazione unitaria in l/sec/ha in portata continua e 16/24 ore;
- g) la convenienza della trasformazione: indicazione della produzione lorda vendibile in situazione ante e post operam e delle ricadute positive/negative della trasformazione irrigua.
- h) Indagine sulla salinità: analisi e studio della situazione della salinità della falda compromessa dagli emungimenti effettuati da pozzo con indicazione della mappatura dei pozzi in esercizio e, per ogni pozzo, dei parametri più rilevanti quali portata massima, livello di falda e salinità.

Oltre alla relazione agronomica sono allegati i seguenti Elaborati grafici:

- Carta dell'assetto fondiario attuale
- Carta della ripartizione colturale attuale
- Carta dei suoli irrigabili
- Indagine sulla salinità delle falde;

3. METODI E MATERIALI UTILIZZATI PER LO SVILUPPO DELLA R. A.

La redazione dello studio agronomico è stata articolata secondo l'indagine sotto riportate e con reperimento dei dati di base mediante ricerche bibliografiche, consultazione

di archivi di Argea, Provincia, dipartimento di agraria, Assessorato Agricoltura, Comuni, indagine con sopralluoghi in sito e colloqui con imprenditori agricoli.

- Il lavoro è stato suddiviso in due fasi operative:
- Ricognizione delle analisi statistiche;
- Ricognizione diretta e documentaria sugli ordinamenti colturali;
- Ricognizione diretta e documentaria sulla situazione economici e sociale,
- Bibliografia generale e di settore;
- Cartografia.

Lo studio effettuato ha richiesto le seguenti fasi di lavoro:

- Inquadramento geografico generale;
- ricerca dati;
- Inquadramento geologico generale;
- Lineamenti geologici
- Lineamenti geomorfologici
- Analisi dell'assetto idrogeologico.
- fotointerpretazione da foto aeree;
- verifiche di campagna;
- colloqui con gli operatori agricoli
- classificazione dei suoli;
- elaborazione della cartografia e della legenda finali Idrografia sotterranea
- Indagine attuale sulle falde;
- elaborazione della relazione finale.

Le basi topografiche di riferimento usate per il lavoro sono:

Sezioni in scala 1:25.000 della Carta Topografica d'Italia dall'IGM nel 1994:

- F° 528 Sez. I denominata Oristano nord
- F° 528 Sez. III denominata Capo San Marco
- F° 528 Sez. IV denominata San Salvatore
- F° 514 Sez. II denominata
- F° 514 Sez. III denominata Capo Mannu
-

Elementi in scala 1:5.000 - Carta dell'Italia Meridionale della CASMEZ nel 1976:

- Nuraghe Oru Simbula 528 – A2 - I
- Nuraghe Ziricottu 528 – A2 – II
- Nuraghe Cannevadosu 528 – A2 – III
- Matta Arbadas 528 – A2 – IV
- Stagno di Cabras 528 – B2 - I
- Peschiera di Mistras 528 – B2 – II
- San Salvatore 528 – B2 – III
- Nuraghe S'Argara 528 – B2 - IV

- Cabras 528 – B3 – IV
- Su Siccu 528 – C2 – I
- Capo San Marco 528 – C2 - III
- San Giovanni di Sinis 528 – C2 – IV

Le carte tecniche regionali scala 1:10.000

Carta dei suoli della Sardegna

Carta pedologica del piano urbanistico Provinciale

Carta dei suoli delle aree irrigabili della Sardegna

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED OROGRAFICO GENERALE

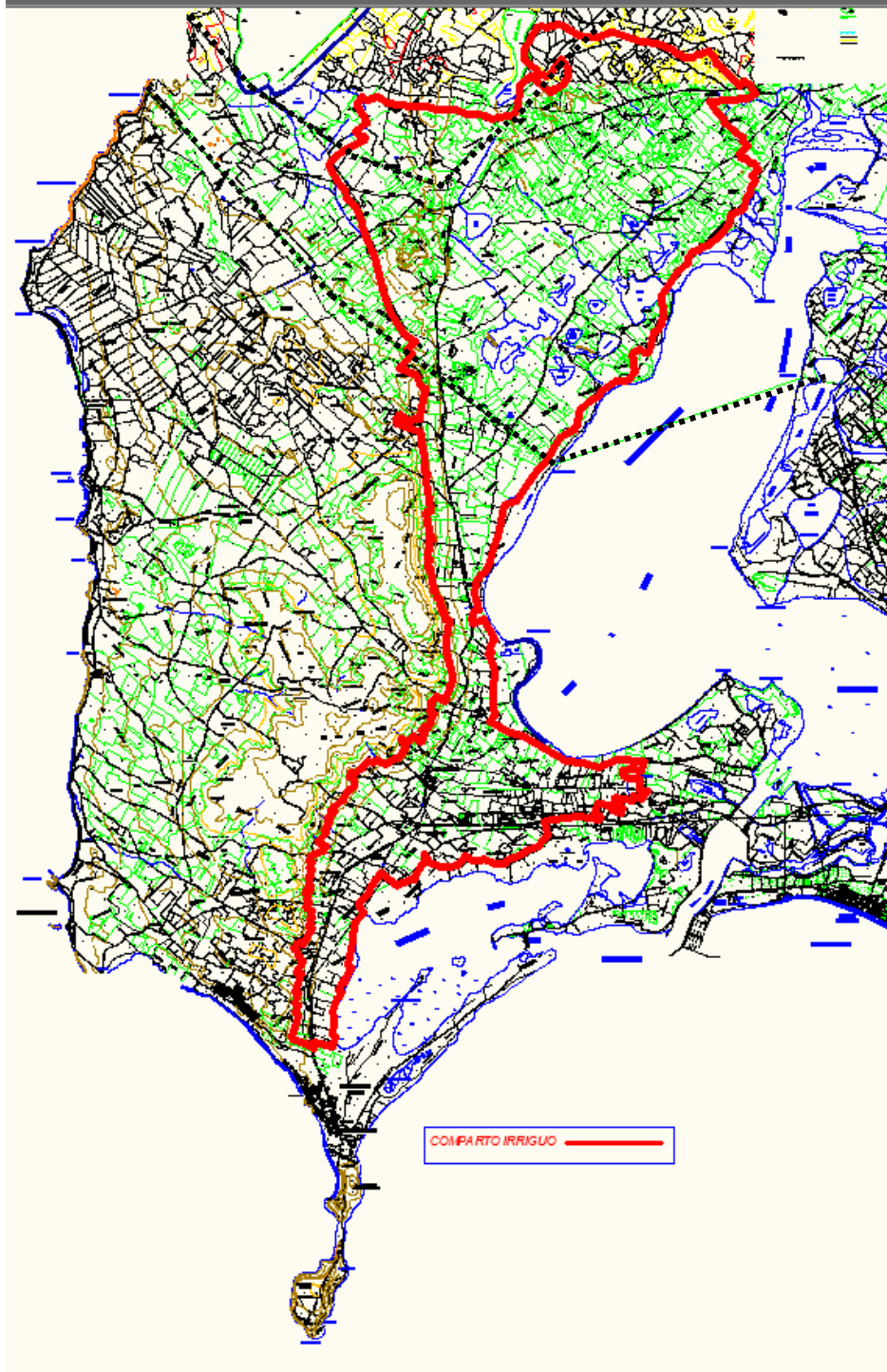
L'area in esame, interessata dall'intervento irriguo, ricade nella porzione centro-meridionale della penisola del Sinis con una superficie territoriale lorda è di ha 2.750 di cui ha 1.590 nell'agro del Comune di Riola Sardo, ha 970 nell'agro di Cabras e ha 190 nell'agro di San Vero Milis.

Dal Punto di vista morfologico il distretto si presenta pressoché uniforme e si estende da Nord in direzione Sud, percorrendo le S.P. N°7 e N°6.

Il Sinis, costituisce un'ampia penisola di circa 170 kmq, delimitata a nord dalla fascia pedemontana del Montiferru sudoccidentale, ad est dalla pianura del Campidano e dal mare del Golfo di Oristano e a sud ed ovest dal Mare di Sardegna, presenta una morfologia prevalentemente tabulare e subpianeggiante dalla quale spiccano l'altopiano centrale, di altezza modesta (altitudine massima 93 m slm), smembrato in piccoli pianori, ed i piccoli rilievi isolati modellati nelle rocce oligo-mioceniche, allineati prevalentemente in direzione meridiana.

Altro elemento caratteristico del Sinis è la presenza di stagni, lagune costiere e paludi, che si estendono da nord a sud, occupando buona parte della superficie della penisola.

Si riporta di seguito un stralcio cartografico atto ad inquadrare sulla Carta tecnica regionale il comparto irriguo oggetto della presente relazione



Il Sinis viene tradizionalmente diviso in Sinis di San Vero, di Riola e di Cabras.

Il Sinis di San Vero comprende il vasto campo dunare di Is Arenas, lo stagno di Is Benas, il promontorio di Capo Mannu, collegato dai tomboli sabbiosi, che isolano lo specchio salmastro di Sa Salina Manna, all'entroterra dove si trova lo stagno salmastro di Sale Porcus, un tempo collegato a Is Benas.

Nel complesso pianeggiante questo settore è caratterizzato dalle ondulazioni dei rilievi

miocenici ormai quasi totalmente spianati dall'erosione, tra i quali si possono ricordare le colline di Serra Araus , di Costa Atzori, e di Perda Martigiana, dove affiora il substrato andesitico.

Il Sinis di Riola è costituito da una vasta zona pianeggiante modellata nei sedimenti miocenici, delimitato dai rilievi residuali di Monte Palla e Monte Trigu e dalla dorsale di Costa Atzori e chiusa verso la costa dalle eolianiti fossili di Cuccuru Mannu e dalla falesia di Su Tingiosu. Nel settore prossimo allo Stagno di Cabras ed al Mare Foghe sono presenti numerose depressioni, dove si raccolgono le acque superficiali.

Il Sinis di Cabras, più vasto, è caratterizzato dalla presenza della dorsale basaltica che termina con una brusca scarpata ad est, mentre declina dolcemente fino al mare ad ovest, creando due ambienti assai differenti per forme e paesaggi: il versante occidentale e quello orientale.

Il versante occidentale, modellato nei sedimenti messiniani, è costituito da una superficie ondulata, debolmente sbandata verso ovest, che raccorda l'altopiano con il mare, lungo il quale la costa si presenta prevalentemente bassa e sabbiosa con sottili cordoni dunari che delimitano piccoli stagni di retrospiaggia. Non mancano tratti di costa rocciosa spesso conformata a falesie.

Il versante orientale, di contro, a pendenza accentuata, raccorda il pianoro centrale con la piana costiera sottostante, caratterizzata dalla presenza dello Stagno di Cabras e della laguna di Mistras.

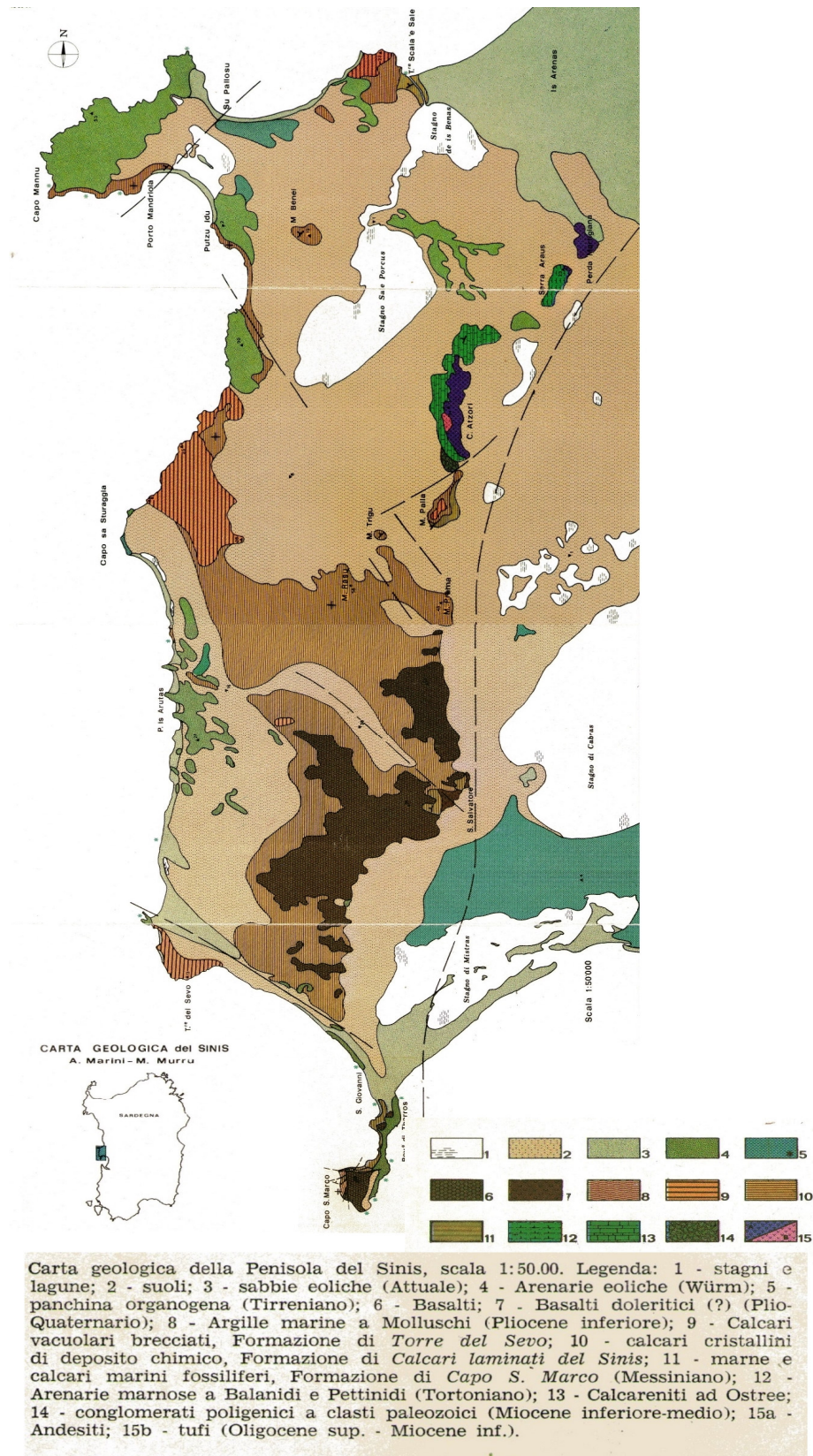
Nel Sinis le pendenze sono generalmente comprese tra il 0% ed il 10%, anche se non mancano tratti, come a capo San Marco o nel versante orientale della dorsale dove si supera il 30% di pendenza. L'altitudine varia fra il livello del mare e la quota massima di 93 m slm di Nuraghe S'Argara.

Il tratto costiero del territorio di Cabras ricade nell'Area Naturale - Marina protetta "Penisola del Sinis – Mal di Ventre, istituita con decreto ministeriale del 22.09.1997.

Il Sinis mostra nel complesso una serie di peculiarità geologiche, morfologiche, archeologiche, faunistiche e botaniche, ed una buona variabilità di forme e paesaggi, che ne fanno un'area di particolare interesse naturalistico. La ricchezza di siti archeologici di varie epoche, fra i quali città fenicio-punica-romana di Tharros e il sito di Monte Prama contribuiscono a rendere questo territorio fra i più suggestivi ed interessanti della provincia di Oristano e della Sardegna.

Inquadramento geologico generale

CARTA GEOLOGICA DEL SINIS



Per meglio definire i caratteri geologici del territorio in esame è necessario delineare un breve inquadramento geologico-strutturale della regione con particolare riguardo alla

genesi e stratigrafia della penisola del Sinis nonché alla genesi e stratigrafia della pianura del Campidano.

Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geostrutturale dell'area in esame si possono far iniziare nel Paleozoico durante il quale, nella fase tardo-tettonica dell'orogenesi ercinica, si sono intruse le masse magmatiche a chimismo granodioritico, testimoniate dalla loro culminazione topografica costituita dall'isola di Mal di Ventre.

La presenza di questo relitto di rocce paleozoiche, correlabile con gli altri affioramenti coevi presenti lungo la costa occidentale dell'Isola, conferma come un tempo, prima dell'apertura della "fossa sarda", quando ancora la Sardegna era parte integrante del Massiccio Centrale Francese, anche il settore occidentale dell'Isola, strutturalmente già definito, era costituito da rocce del basamento cristallino.

Presumibilmente, l'area costituiva un alto strutturale che fu interessato da lunghi periodi di continentalità nel Mesozoico, durante i quali si sviluppò un'intensa attività erosiva che ha smantellato e modellato lo zoccolo cristallino.

Successivamente, nell'Oligocene medio (Tapponier, 1977) quando per la collisione della placca africana con quella europea, si ebbe la rototraslazione del blocco sardo-corso con l'apertura del rift sardo (fossa sarda), il basamento cristallino paleozoico, strutturalmente già evoluto, venne suddiviso in due horst (pilastri), uno ad occidente e l'altro ad oriente della depressione strutturale centrale.

L'horst (pilastro) occidentale fu smembrato in blocchi, disposti in senso meridiano, rappresentati da: la Nurra, i Monti di Flumentorgiu, l'Arburese-Iglesiente ed il Sulcis di grandi dimensioni, ed altri come il sud-Algherese e l'isola di Mal di Ventre, di dimensioni assai ridotte, mentre quello orientale, almeno apparentemente più omogeneo, è costituito dal complesso granitico del nord Sardegna, dalla zona assiale della catena ercinica della Sardegna nord-orientale, dalla zona a falde della catena ercinica della Sardegna centrale, e dall'intrusione ercinica del Sarrabus.

L'apertura della fossa tettonica, che si sviluppava dal Golfo dell'Asinara al Golfo di Cagliari, con una larghezza di circa 40 km, fu seguita da un'intensa attività vulcanica sintettonica. I prodotti di questo ciclo vulcanico riempiono parzialmente la fossa, dando luogo alle estese coperture vulcaniche della Planargia, del Bosano, del Montiferru, quelle carotate nel Campidano, quelle affioranti nella Marmilla e che si rinvergono lungo i bordi orientali del Monte Arci ed i piccoli lembi affioranti nel Sinis.

Nella fossa la subsidenza fu attiva per un lungo periodo, cosicché nel Miocene il mare vi penetrò, lasciando come segni della sua permanenza i sedimenti marini miocenici presenti nel Meilogu-Logudoro, lungo i bordi della fossa campidanese, nella Marmilla, nella Trexenta, nella valle del Cixerri, a Funtanazza e nel sottosuolo del Sinis e del Campidano.

La ricostruzione della serie miocenica, che nel settore centrale della "fossa sarda", presenta spessori di circa 1500 m, di cui circa 300-400 m di ambiente continentale ed il restante di ambiente marino, è stata basata sulle indagini di superficie e sulle numerose perforazioni profonde eseguite in Campidano.

Le perforazioni non hanno mai raggiunto il basamento paleozoico.

La sequenza inizia con depositi continentali eocenici della formazione del Cixerri, formati prima dell'apertura della fossa (pre-rift). Seguono i prodotti del ciclo vulcanico

oligo-miocenico ad affinità calco-alcalina auct., i sedimenti continentali della formazione di Ussana, i sedimenti in facies marina delle Arenarie di Gesturi, in eteropia con i Calcari di Isili e con le Marne di Ales (Cattiano sup.) ed il successivo complesso vulcano-sedimentario della formazione della Marmilla (Aquitano) in eteropia con i Calcari di Villagreca, formati invece durante l'evoluzione tettonica della fossa (syn-rift). La successione prosegue con i sedimenti marini della formazione della Marmilla (Burdigaliano inf.), delle Marne di Gesturi (Burdigaliano medio e sup.-Langhiano sommitale), delle argille di Fangario (Langhiano sup.-Serravalliano inf.), delle arenarie di Pirri (Serravalliano) e dei Calcari di Cagliari (Serravalliano-Messiniani inf.), depositi quando, terminata l'attività tettonica responsabile della formazione della fossa, il mare miocenico entrò stabilmente nella stessa (post-rift).

Le tensioni tettoniche responsabili del sistema di rift, datate Oligocene medio-Aquitano, hanno lasciato testimonianza degli stress sia nel sedimentario che nel vulcanico con direzione prevalente N 80° E. Questa fase è stata seguita da una fase tettonica di età burdigaliana, probabilmente dovuta alla collisione fra il blocco sardo-corso e la placca Apuliana, testimoniata dalle lineazioni N 40° E.

Le lineazioni N 140°, riconoscibili in numerosi affioramenti, testimoniano la fase tettonica compressiva messiniana, responsabile anche dei contatti discordanti fra le facies del Miocene terminale e quelle del Pliocene marino, correlabile con i movimenti orogenetici alpini che determinarono la presunta chiusura dello Stretto di Gibilterra e della zona di Suez, seguita dall'evaporazione quasi completa del Mediterraneo.

In Sardegna l'effetto diretto del prosciugamento del Mediterraneo è rappresentato dalla fine dell'invasione marina miocenica. Il passaggio fra condizioni di mare franco a condizioni continentali nel Sinis è testimoniato dalla sequenza messiniana, dove le facies di ambiente marino franco lasciano il posto a facies evaporitiche. Le aree precedentemente sommerse diventano sede di un'intensa attività erosiva, evidenziata da una netta superficie di erosione che tronca la sequenza stratigrafica miocenica, con la formazione di depositi detritici continentali di spessore consistente.

Nel Plio-Quaternario una nuova fase tettonica, a carattere distensivo, testimoniata dal ringiovanimento, lungo i bordi paleozoici, di una serie di faglie parallele aventi direzione NNO-SSE, ha determinato la formazione del graben (fossa tettonica) campidanese, sovrapposto al settore centro-meridionale della fossa sarda.

Questa fase tettonica è stata seguita da una nuova fase vulcanica, a carattere alcalino, che ha dato luogo ai grossi edifici vulcanici della Sardegna (Montiferru e Monte Arci), ai piccoli edifici vulcanici del Meilogu-Logudoro ed agli espandimenti basaltici delle giare, dei golli, della dorsale del Sinis, e che sono stati carotati a diverse profondità nel sottosuolo del Campidano di Oristano.

La formazione della depressione tettonica campidanese da un nuovo impulso all'attività erosiva che, guidata dalle discontinuità strutturali, opera un'intensa azione di smantellamento dei rilievi circostanti. L'abbondante materiale prodotto, trasportato dalle acque incanalate, viene depositato nella fossa, fino a colmarla. La continua subsidenza e la mancanza di pendenze adeguate localmente consente il permanere di vaste zone depresse, come per esempio lo stagno di Sanluri e l'anello "lacustre" attorno al Golfo di Oristano e quello attorno a quello di Cagliari.

Durante Il Quaternario, le glaciazioni quaternarie, causate da mutamenti climatici importanti e rapidi, accompagnate da trasgressioni e regressioni marine, l'alternarsi di fasi in cui prevalgono i processi erosivi ad altre in cui prevalgono quelli deposizionali ha portato gradualmente all'attuale configurazione morfologica dell'area, caratterizzata da una vasta pianura delimitata da pilastri tettonici di varia natura litologica ed età, nella quale permangono alcune aree depresse.

In questo periodo lungo i corsi d'acqua principali sono stati deposte potenti coltri alluvionali, i versanti delle colline e dei massicci vulcanici sono stati ricoperti da depositi di pendio ed eluvio-colluviali, mentre nelle fasce costiere si sono formati depositi di spiaggia a diverse quote il mare, interessato da oscillazioni del livello del mare ha determinato la formazione di depositi marini, intercalati a depositi continentali.

L'area indagata, così come il resto della Sardegna, non è classificata come sismica, ma viene considerata una delle terre più stabili d'Italia. Anche l'attività vulcanica, presente ed importante in ere precedenti, risulta oggi del tutto assente.

5. LINEAMENTI GEOLOGICI

Il territorio del Sinis è costituito da terreni sedimentari e vulcanici di età terziaria e quaternaria, e quindi relativamente giovani. Fa eccezione l'Isola di Mal di Ventre, costituita invece da terreni del basamento cristallino paleozoico.

In dettaglio viene descritto il Sinis vero e proprio e in particolare l'area interessata dai previsti lavori.

La penisola del sinis

Il territorio del Sinis, compreso tra l'horst granitico dell'isolotto di Mal di Ventre ad ovest e la fossa del Campidano di Oristano ad est, dal quale è separata da una serie di faglie quaternarie di notevole rigetto dirette circa N-S, è costituito interamente da terreni vulcanici e sedimentari che si sono formati nel lasso di tempo che va dall'Oligocene all'Attuale.

Le formazioni geologiche possono essere raggruppate in 4 unità principali per significato paleogeografico e strutturale:

- Basamento oligo-miocenico;
- Miocene superiore;
- Pliocene marino e continentale;
- Vulcaniti e terreni di copertura quaternari.

Basamento oligo miocenico

Il basamento oligo-miocenico, costituito da vulcaniti di tipo andesitico, del ciclo vulcanico oligo-miocenico, seguite da sedimenti marini, attribuibili al Miocene inferiore e medio, affiora nell'area di Costa Atzori, in comune di San Vero Milis.



La dorsale di Costa Atzori

Il basamento, già tettonizzato prima della deposizione dei terreni tardo-miocenici, è stato ribassato anche nel tratto centro meridionale del Sinis, così come è avvenuto nel Campidano, dove, una perforazione profonda 1700 m, eseguita dalla SAIS nell'anno 1962 per indagini petrolifere in prossimità dell'abitato di Riola, ha incontrato le vulcaniti andesitiche, correlabili con quelle affioranti nel Sinis settentrionale, dalla profondità di 856 m fino alla fine del sondaggio, con intercalato un unico livello sedimentario marino di età miocenica tra le profondità 1298 e 1308.

I termini più antichi della sequenza stratigrafica del Sinis rappresentati da vulcaniti oligoceniche di tipo andesitico e da depositi calcarei e conglomeratici del Miocene medio, affiorano in una fascia stretta ed allungata di superficie limitata, nel settore nord-orientale della penisola.

Le vulcaniti, rappresentate da lave e breccie piroclastiche andesitiche, costituiscono i piccoli rilievi collinari di Perda Martigiana, Costa Atzori e Serra Araus. Esse sono collegate geneticamente al ciclo vulcanico "*calco-alcalino*" auct., ben rappresentato nel vicino Montiferru.

Le lave, ricche di anfibolo, di colore grigio-grigio-verdastro, si presentano compatte e dure e solo localmente alterate. Le facies piroclastiche sono costituite da frammenti della stessa andesite anfibolica fortemente cementati da una matrice cineritica grigia. Queste piroclastiti sono spesso debolmente caolinizzate per cui solo raramente si presentano dure e compatte. Sembra che le andesiti si sovrappongano alle piroclastiti e che solo localmente, come nel settore meridionale di Costa Atzori, le attraversino verticalmente.

I termini sedimentari sono rappresentati da conglomerati poligenici trasgressivi ad esclusivi clasti paleozoici, ricoperti da calcari organogeni ad Ostree.



Fossili nella formazione di Costa Atzori

I conglomerati sono formati da ciottoli di quarzo, granito e scisti silicizzati e metamorfici del Paleozoico, con diametro compreso fra 5 e 10 cm, che passano inferiormente ad arenarie quarzose più o meno cementate.

Queste due litofacies affiorano, in banchi debolmente inclinati verso ovest, nel versante occidentale della collina di Costa Atzori, dove mostrano spessore di una ventina di metri. I conglomerati poligenici si rinvencono anche fra Conca 'e S'Omini e Pauli Benatzu su Moru, dove sono ricoperti dai calcari organogeni ad Ostree, e sono messi in contatto per faglia con i terreni del Miocene superiore.

Sempre presso Serra Araus si rinvencono anche arenarie a Balanidi e Pectinidi e marne arenacee a *Globorotalia acostaensis acostaensis Blow*, *Globorotalia menardii (D'Orbigny)* e *Globorotalia merotumida Blow & Banner*, indicative dell'appartenenza al Tortoniano.

Miocene superiore

Il terreni appartenenti al Miocene superiore, formato da sedimenti marini del Tortoniano terminale e del Messiniano inferiore e da sedimenti in facies lagunare e continentali sempre del Messiniano, si rinvengono con continuità nel Sinis.

Nella successione stratigrafica si rinvengono dall'alto in basso: calcari, calcari marnosi ed argille, per uno spessore complessivo di circa un centinaio di metri, con stratificazione regolare e giacitura generalmente suborizzontale debolmente inclinata verso il mare.

La base della successione è costituita da argille grigio-scuro, fossilifere, con frequenti cristalli di pirite cubica e piccole lenti sapropelitiche, indicatori di un ambiente riducente e condizioni di mare ristretto. La macrofauna è rappresentata da balanidi e lamellibranchi, mentre la microfauna è costituita da foraminiferi, in prevalenza planctonici. Questo deposito è stato attribuito, su base micropaleontologica, al Tortoniano superiore (Cherchi et altri, 1978).

Questi terreni hanno uno sviluppo areale decisamente subordinato a quello dei messiniani, affiorando alla base della falesia occidentale di Capo San Marco, con potenza massima di 2 metri per uno sviluppo longitudinale di 10-15 metri, anche se la presenza di dislocazioni nel basamento oligo-miocenico e delle vaste coperture detritiche quaternarie, fa presupporre che essi costituiscano, insieme alle argille messiniane, il sottosuolo profondo del Sinis.

Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile verificare se la sedimentazione marina responsabile dei depositi tortoniani di Serra Arais è proseguita ininterrottamente fino al Tortoniano sommitale, responsabile dei depositi di Capo San Marco.

Il passaggio fra i depositi del Tortoniano superiore e quelli del Messiniano inferiore avviene in continuità.

I terreni messiniani del Sinis hanno una particolare importanza paleogeografica perché testimoniano, con le loro facies evaporitiche, il presunto abbassamento del livello del Mar Mediterraneo.

La serie messiniana è stata suddivisa da Cherchi et altri (1978) in tre unità litostratigrafiche, che dal basso in alto sono:

- Formazione di Capo San Marco;
- Calcari laminati del Sinis;
- Formazione dei Calcari di Torre del Sevo;

Formazione di Capo San Marco

La formazione di Capo San Marco, potente una ventina di metri dove visibile, costituisce l'ossatura di Capo San Marco, dove è bene rappresentata in tutte le sue diverse facies e dal quale prende il nome.

La formazione è formata da una sequenza di argille marnoso-siltose con intercalati orizzonti di calcari organogeni, che si sono formati in un ambiente marino sublitorale euralino, alla base, che passa ad un ambiente lagunare mixoalino, alla sommità.

Questa formazione è molto eterogenea da un punto di vista litologico. Al suo interno si trovano banchi di calcari duri e compatti che si alternano a livelli di marne calcaree e marne argillose, compatte e ben steatificate, e banchi, anche piuttosto potenti, di argille siltose, meno consistenti delle altre facies che mostrano consistenza variabile in funzione del contenuto d'acqua. Queste argille-siltose, costituite da una buona percentuale di minerali delle argille a reticolo espandibile nei periodi secchi, quando il contenuto d'acqua è minimo, diventano pulverulente in superficie e tendono a spaccarsi secondo un sistema di fessure poligonali. I cicli alterni di disseccamento ed imbibimento dell'ammasso roccioso portano alla lunga all'allargamento e all'approfondimento di queste fessure di disseccamento, modificando l'originale consistenza della roccia.

La formazione è riccamente fossilifera. Fra le macrofaune abbondano i lamellibranchi, in particolare ostree e pectinidie subordinatamente brachiopodi, mentre fra le microfaune prevalgono i foraminiferi.

I livelli più francamente argillo-siltosi, di colore grigio-giallastro, inglobano cristalli di gesso, piccoli noduli di pirite e tubicini ferruginosi, residuo di forme algali questi ultimi. Essi affiorano nella zona dell'istmo, dove formano la falesia di retrospiaggia, nella parte medio-basale del rilievo della Torre di San Giovanni, nella zona ad ovest del rilievo di Murru Mannu. Essi sono inoltre presenti con continuità anche lungo la costa orientale del promontorio, dove però sono spesso sepolti sotto le coperture detritiche quaternarie.

Gli orizzonti marnoso-argillosi, marnoso-calcarei ed i calcari organogeni trovano invece la loro miglior esposizione nella paleofalesia che si rinviene a nord di Nuraghe Babboe Cabitza.

Altri affioramenti, sempre di limitata estensione si rinvengono alla base di Nuraghe S'Argarara, alla base del versante orientale di Monte Palla, ed ancora a Scab'e Sai nella zona dove è stato scavato il canale che mette in comunicazione lo stagno di Is Benas con il mare.

Il tratto sommitale della formazione è caratterizzato dalla presenza di depositi di ambiente continentale rappresentati da paleosuoli montmorillonitici e sabbie fluviali.

La presenza di questo periodo di continentalità è evidenziata anche da una netta superficie di erosione, che sovrasta questi depositi continentali e che separa la formazione di Capo San Marco, termine basale del Messiniano, dai soprastanti Calcari Laminati del Sinis.

La formazione è stata rinvenuta in trivellazioni profonde sotto tutto i Sinis, del quale dovrebbe quindi rappresentare l'ossatura.

Calcari laminati del Sinis

La formazione dei calcari laminati del Sinis è costituita da calcari bianchi, microcristallini, quasi sterili, costituiti per il 96% di carbonati di deposito chimico per evaporazione da acque ipersaline.

Si tratta di rocce compatte ma tenere, in giacitura generalmente sub-orizzontale, che possono essere disgregate facilmente dall'azione erosiva degli atmosferici.

I calcari laminati rappresentano il primo orizzonte di facies evaporitica del Miocene terminale.

Essi prendono il nome dalla penisola del Sinis dove, costituendo la parte basale della dorsale, affiorando frequentemente.

Dall'entroterra di Funtana Meiga fino alla falesia di Su Tingiosu, nel settore di Monte Rasu e Monte Prama, nell'area di Monte Trigu e Monte Palla, questi depositi, localmente nascosti dai suoli agrari e dalle coperture quaternarie, si rinvencono quasi in continuità.

Altri affioramenti si rinvencono poco ad NE della spiaggia di Is Aruttas e lungo il tratto meridionale della spiaggia di Mari Ermi.

L'affioramento più meridionale è quello di Capo San Marco dove sono ben visibili i rapporti con la sottostante formazione di Capo San Marco.

La miglior esposizione si rinviene nella falesia di Su Tingiosu, che rappresenta anche la sezione tipo.

Costituiscono inoltre la costa meridionale di Capo Mannu, la falesia di S'Arena Scoada - Putzu Idu, Monte Palla, Monte Trigu e Monte Benei ed ancora la zona di Torre Scab'e Sai.

Di particolare interesse sono gli affioramenti delle ex-cava di Cannevadosu, la dorsale di Monti Prama e Monte Rasu, il versante di Is Perdas de sa Marchesa, e i rilievi relitti di Monte Trigu e Monte Palla.



Calcari laminati del Sinis e rilievo residuo di Monte Trigu

La sequenza messiniana è chiusa da calcari e calcari dolomitici residuali, brecciati, più o meno intensamente, di colore bianco-grigiastro, con modelli interni di bivalvi, che costituiscono la Formazione dei Calcari di Torre del Sevo.

Calcari di Torre del Sevo.

Questi calcari, costituiti da oospariti e microspatiti a noduli di anidrite, parzialmente sciolti e/o conservati in strutture tipo chickenwire (Cherchi et altri, o.c.) , depositatisi in ambiente iperialino-sopratidale, mostrano tracce di dissoluzione, operata da acque circolanti dolci o salmastre in ambiente subaereo, in forma di vacuoli rivestiti da minuti cristalli aciculari di calcite.

Questa formazione poggia trasgressiva sui Calcari laminati del Sinis e termina con una superficie di erosione che la separa dai terreni di copertura quaternari.



Contatto tra i Calcari di Torre dello Svevo e i sottostanti Calcari laminati del Sinis nel rilievo di Monte Palla

Per posizione stratigrafica, viene attribuita al Messiniano, del quale costituisce il secondo orizzonte carbonatico di facies evaporitica.

Gli affioramenti più estesi sono quelli di Torre del Sevo, quelli del settore a nord di Capo Sa Sturaggia e quelli di Torre di Scab'e Sai, mentre piccoli lembi si rinvengono presso Monte Palla e nell'entroterra di Is Arutas, dove in passato è stata aperta una cava.

Questa formazione ha dato luogo ad erratici o trovanti che spesso si rinvengono sparsi nelle zone pianeggianti come intorno a Monte Chibuddas ed in località Perdas de sa Marchesa e Maillonis. Essi inoltre si trovano spesso inglobati nei crostoni quaternari.

I calcari di Torre del Sevo sono duri e compatti dislocati da faglie dirette, oggi parzialmente obliterate, sono stati intensamente erosi prima della sedimentazione della serie marina pliocenica, che poggia trasgressiva su di essi.

Essi sono caratterizzati dalla presenza di sacche di terre rosse residuali, risultato dei processi carsici che interessano l'ammasso roccioso.

Pliocene marino e continentale

La serie pliocenica marina, potente una trentina di metri, è costituita da una breccia, a prevalenti blocchi e clasti di elementi messiniani, alla base, che evolve in arenarie ed argille siltoso-calcaree, fossilifere, verso il tetto. Tipico di questo deposito è la presenza di livelli ricchi di spicole di spongiari.

L'unico affioramento è rappresentato dalla sezione esposta nella falesia occidentale di Capo San Marco, dove il contatto Pliocene inferiore-Miocene è evidenziato da una notevole discordanza angolare. I sedimenti messiniani della formazione di Capo San Marco sono inclinati di 40-45° ed immergono verso nord mentre quelli pliocenici sono inclinati di 15° ed immergono verso sud.

La fase marina pliocenica è seguita da un periodo continentale testimoniato da paleosuoli fortemente arrossati e da sabbie-ciottolose localmente cementate, costituite da elementi paleozoici e quarzo, che si rinvengono alla base dei tavolati basaltici, che costituiscono la dorsale del Sinis. Questi depositi, riferiti al Pliocene medio per posizione stratigrafica, di ambiente fluviale, contengono resti di gasteropodi pulmonati. Essi affiorano lungo il versante occidentale della dorsale, dove spesso sono rimaneggiati dall'aratura ed in parte ricoperti dal suolo attuale.

Questi depositi possono essere ricollegati ad una paleoidrografia del Sinis, fossilizzata poi dall'espansione basaltica. Problematica è però la ricostruzione della paleogeografia pre-basaltica e quindi l'andamento del paleo-fiume, che potrebbe essere stato alimentato dall'entroterra o da una terra emersa ad occidente, che ha come suo ultimo testimone l'isola di Mal di Ventre.

A Capo San Marco, fra i sedimenti marini pliocenici e le colate basaltiche plio-pleistoceniche, si rinviene, sempre nella falesia occidentale, un paleosuolo, dello spessore di un metro, piuttosto arrossato e francamente argilloso, con abbondanti resti di ossi e denti di animali nella sua parte più alta (Passiu, 1982).

Il potente complesso di arenarie eoliche e paleosuoli intercalati, che costituisce il promontorio di Capo Mannu, viene considerato da Pecorini (1973), una facies dunare della formazione di Samassi (Pliocene), molto diffusa nel sottosuolo campidanese. Alla

base della formazione eolica, presso Mandriola, lo stesso Autore segnala un giacimento di resti fossili di mammiferi lageomorfi e roditori.

Vulcaniti plio-pleistoceniche

Nella successione stratigrafica seguono le vulcaniti plio-pleistoceniche rappresentate da espandimenti basaltici e da un piccolo "laccolite" di basalto doleritico.

A Nuraghe S'Argara, alla base del versante, si rinviene un basalto in evidente giacitura laccolitica, in quanto sembra aver sollevato i terreni miocenici sovrastanti, tanto che Nuraghe S'Argara, con i suoi 93 m slm di quota, costituisce il punto altimetricamente più alto di tutto il Sinis.

Si ipotizza che la messa in posto di queste lave, potenti almeno 12 m, come mostrano le pareti di una grande cava, sia avvenuta posteriormente al Messiniano inferiore. Si tratta di una roccia dura e compatta, a pasta olocristallina feldspatico-pirossenica verdastra o grigio scuro, usata, negli anni 50-70 come materiale da costruzione.

Più recenti sono i basalti, legati geneticamente al vulcanismo sviluppatosi in seguito alla fase tettonica disgiuntiva plio-quadernaria, responsabile anche della messa in posto degli espandimenti basaltici del Montiferru e delle lave basaltiche rinvenute nel sottosuolo del Campidano presso Riola e Sassu.

Non esistono datazioni assolute ma, se si correlano con quelli rinvenuti nel sottosuolo campidanese, che ricoprono la successione di Samassi (Pliocene medio), i basalti del Sinis possono essere collocati alla fine del Pliocene-inizio Pleistocene, o come ipotizzato da Pomesano Cherchi (1971) possono essere riferiti al Villafranchiano.

I basalti, di colore grigio-nerastro, molto duri e compatti, sono caratterizzati da una fitta rete regolare di giunti di raffreddamento.

Petrograficamente presentano struttura porfirica per fenocristalli di palgioclasti ed olivina e tessitura intersertale. Il feldspato, del tipo andesinico-labradoritico, talora zonato, mostra geminazione albite, mentre i microliti della pasta di fondo sono rappresentati da termini aciculari a maggior acidità (oligoclasio). L'olivina, in piccoli cristalli è frequentemente alterata.

Essi giacciono sui calcari laminati del Sinis, sui sedimenti pliocenici marini e continentali, caratterizzando la parte centrale delle colline del Sinis, con il tipico paesaggio tabulare.

L'espandimento, esteso nel settore centrale della penisola, è stato smembrato dall'erosione in pianori, fra i quali i più estesi sono quelli di Pranu Nuragheddu e di Roia Sa Murta, mentre quelli di Matta Tremontis, di Nuraghe Giovanni Nieddu, della Torre di San Giovanni, di Murru Mannu e di Capo San Marco, sono di dimensioni più piccole.

Le lave basaltiche mostrano spessori generalmente non superiori ai 15 m nel settore centrale della penisola, dove in genere si riconoscono due colate sovrapposte. A Capo San Marco essi, in affioramento raggiungono lo spessore di 45 m, nella falesia meridionale del capo. Qui alla base della falesia i basalti mostrano la tipica struttura

colonnare, mentre nella parte medio alta si riconoscono almeno quattro colate sovrapposte.

Le colate successive, talora debolmente alterate nella parte più superficiale, sono riconoscibili per la presenza di lave scoriacee al letto ed al tetto di ogni singola colata, caratterizzate da un colore bruno-rossastro ed altamente bollose.

Le lave sono venute a giorno attraverso centri di emissione lineari, ubicati lungo una lineazione diretta circa N-S, mancano infatti evidenze morfologiche riconducibili a centri di emissione puntiformi, se si esclude il piccolo rilievo presso Nuraghe Babboi Cabitza a Capo San Marco e quello sul quale insiste la Torre di San Giovanni.

Esse si riversarono nelle aree topograficamente più depresse, presumibilmente una valle fluviale, poco profonda, modellata nei terreni neogenici, colmandola. L'azione erosiva degli atmosferici, attiva durante il Quaternario, guidata dalle discontinuità strutturali e litologiche, ha smantellato buona parte del complesso miocenico, più facilmente erodibile, che lambiva la valle suddetta, mentre ha lasciato quasi integre le coperture basaltiche, molto più resistenti all'erosione, isolando l'originale basso morfologico, che oggi costituisce l'area altimetricamente più elevata del Sinis.

Formazioni quaternarie

La sequenza stratigrafica è completata dall'insieme delle formazioni quaternarie, molto diffuse nella penisola e rappresentate da facies continentali alternate a facies marine o di ambienti di transizione.

Durante il Quaternario, caratterizzato da frequenti variazioni climatiche, accompagnate da oscillazioni del livello del mare, nella penisola si alternano periodi di avanzamento delle acque marine sulla terra ferma e periodi di regressione marina, tali da provocare un'importante azione di modellamento delle terre emerse. Testimonianze di questo succedersi di eventi sono le coperture sedimentarie quaternarie, costituite da depositi alluvionali, conglomerati trasgressivi, arenarie marine e di spiaggia, depositi palustri, arenarie eoliche, colluvi, paleosuoli, limi e depositi argillosi di ambiente palustre, sabbie eoliche e di spiaggia e suoli, che si rinvengono diffusi nella penisola, spesso separati da nette superfici di erosione.

L'affioramento più significativo della sequenza stratigrafica quaternaria si rinviene nel tratto di costa compreso tra San Giovanni - Funtana Meiga - Turr'e Seu, dove si rinviene la successione più completa.

In questo tratto di costa, la falesia retrostante la spiaggia attuale ed i tratti di costa rocciosa sono modellati nei depositi quaternari.

A San Giovanni di Sinis la sequenza stratigrafica quaternaria inizia con un livello marino costituito da depositi di spiaggia che, con giacitura debolmente inclinata verso SE, poggia discordante sul basamento pre-quaternario, rappresentato dalle argille-siltose della formazione di Capo San Marco. Il contatto è evidenziato da una netta superficie di erosione, modellata sui terreni messiniani.

La base del deposito è costituita a un livello conglomeratico fossilifero, poligenico ed etometrico (30-40 cm di spessore). I clasti, spesso grossolani, di calcare e marne

fossilifere messiniane di arenarie marine, probabilmente quaternarie, basalto e quarzo, sono immersi in matrice arenacea grossolana con frammenti di conchiglie ed orizzonti a minerali pesanti di ferro e manganese.

Lateralmente il conglomerato è sostituito da arenarie marine conglomeratiche, stratificate e ben cementate, con sacche di arenarie quarzose fini, che sempre lateralmente (verso sud) passano a delle arenarie marnose quarzose, di colore grigio bianco, ad abbondanti frammenti di ostriche e bivalvi.

In continuità seguono arenarie di spiaggia a stratificazione parallela, con frammenti di gusci di bivalvi, seguite da arenarie di retrospiaggia non stratificate, con struttura a *canneleurs*, ed arenarie eoliche, anch'esse non stratificate e struttura a *canneleur*, troncate sommitalmente da una netta superficie di erosione.

Questo complesso marino, che è stato attribuito dubbitativamente da Pecorini (1954) al paleo-Tirreniano (interglaciale Mindel-Riss), mentre altri Autori ipotizzano l'appartenenza ad un ultimo stadio del Riss (Ulzega & Ozer, 1982) o ancora che lo stesso si sia formato durante l'interglaciale Riss-Wurm.

Questo complesso è correlabile con quello che si rinviene a Capo San Marco, nella parte sud-orientale della falesia meridionale, dove, in mare tra -15 m e - 5 m di profondità si rinviene una scarpata costituita interamente da blocchi e ciottoli di basalto ben arrotondati in matrice arenacea, che raccorda la piana sabbiosa ad hamat di posidonie posta a -15 m, con una superficie di abrasione, con canaloni e marmitte, modellata su un'arenaria, localmente microconglomeratica e frammenti di fossili, che si rinviene a circa - 5 m.

La successione è troncata da una netta superficie di erosione, sulla quale poggia, in giacitura debolmente inclinata verso ESE, un complesso continentale costituito da una sequenza di arenarie e colluvi con sabbie e paleosuoli intercalati, chiuso superiormente da crostoni carbonatici. Questo deposito, per il quale è stata proposta la denominazione di Formazione di San Giovanni (Ulzega & Ozer, 1982), indica un lungo permanere delle condizioni regressive. In esso è stata segnalata la presenza di molari di Elefante nano (Maxia & Pecorini, 1968) e frammenti ossei di Mammiferi (cervidi).

Questo complesso continentale si rinviene anche nella punta sud-orientale di Capo San Marco, dove è costituito da un potente banco di arenarie, talora microconglomeratiche a resti di *Helix* e frammenti ossei di mammiferi, a stratificazione regolare alla base e giacitura massiva nella parte sommitale. Questa arenarie continua anche sottacqua, dove costituisce la vasta superficie di abrasione, con marmitte e canaloni, che ricopre il conglomerato trasgressivo paleotirreniano, sopra menzionato.

Sulla superficie di erosione del complesso continentale a resti di elefante e cervidi si sovrappone, in netta discordanza un complesso marino, costituito da un livello conglomeratico basale che si evolve in arenaria marina grossolana ben stratificata con bivalvi interi o in frammenti, sul quale poggia, para-concordante, un banco caratterizzato dalla presenza di mitili (*Mytulus galloprovincialis* Lamarck) in posizione stratigrafica fisiologica, in matrice arenacea, localmente microconglomeratica.

Sul livello a mitili si rinviene un'arenaria marnoso-argillosa fossilifera, con fauna omposta prevalentemente da ostracodi e *Cardium edulis*, che indica un ambiente lagunare ipoalino.

Segue un livello di arenarie-siltoso-argillose con resti di ostracosi, placche di tartarughe di ambiente palustre e denti di cervidi (Caloi et alii, 1980), ricoperto da arenarie quarzose ben cementate a resti ossei di mammiferi e frammenti minuti di mitili, che evolvono in marne-arenacee ben cementate, a modelli interni di gasteropodi pulmonati e tracce di limnivori.

Una netta superficie di erosione, evidenziata da un crostone carbonatico, separa questo complesso da un successivo deposito marino trasgressivo. La parte basale è costituita da un lumachella a *Pinna nobilis* e da un sottile strato di conglomerato fossilifero a *Lithothamnium*, *Conus testudianarius*, *Patella patellastra ferruginea*, la parte sommiatale e costituita da arenaria di spiaggia, caratterizzata da stratificazione suborizzantale e forte laminazione (inclinazione 45°), con frammenti di mitili e cardium rimaneggiati, che evolve in arenaria eolica.

Il deposito marino viene attribuito al Neotirreniano.

I depositi marini della sequenza di San Giovanni costituiscono la cosiddetta “panchina tirreniana” auct.

Le arenarie eoliche che chiudono il deposito indicano l’inizio della regressione wurmiana.

Segue un ultimo complesso continentale, attribuito al Wurm, costituito da una sequenza di colluvi, talvolta conglomeratici, paleosuoli ed arenarie eoliche, dentro i quali si rinvencono resti di pasti, frammenti di terracotta e carbone vegetale. Nelle arenarie eoliche di questa formazione è stata scavata la necropoli di Tharros, a San Giovanni e la cava che si rinviene in località La Sala da Ballo.

Gli ultimi due depositi marini e le arenarie eoliche wurmiane, si rinvencono con continuità nella costa orientale di Capo San Marco, dalla Caletta a Torre Vecchia, ed ancora da Torre Vecchia fino a Murru Mannu. Le arenarie wurmiane hanno rivestito quasi totalmente il versante orientale della penisola e la zona dell’istmo. In esse è stata scavata la necropoli di Tharros. Anche a Tharros, alcune costruzioni, e parte delle fognature sono scavate in queste nelle arenarie eoliche. In alcuni tagli è visibile la caratteristica stratificazione incrociata.

Sotto Torre Vecchia, nel tratto Meridionale della Caletta ed a Murru Mannu, la trasgressione basale è costituita da un potente conglomerato a blocchi e ciottoli di basalto prevalenti, ben arrotondati in matrice arenacea con frammenti di conchiglie rimaneggiati.

La sequenza superiore della sezione di San Giovanni si riviene anche a Capo Sa Sturaggia, Porto S’Uedda, Punta Su Bardoni, Is Aruttas, Su Stricauru, Punta Maimone, Is Caugheddas, Funtana Meiga e a Mandriola e a Sa Mesa Longa .

A Funtana Meiga il conglomerato trasgressivo è ricoperto da un complesso continentale costituito prevalentemente da un paleosuolo fortemente arrossato e sottili lembi di arenarie eoliche.

Nella piana di San Salvatore affiora con continuità l’arenaria fossilifera, la cosiddetta “panchina tirreniana” auct., caratterizzata da una fauna a *Cardium*, tipica di un ambiente lagunare o di mare ristretto.

Questo deposito, caratterizzato da una netta superficie di erosione, evidenziata da un crostone carbonatico, ricopre, insieme a crostoni calcareo-arenacei, un paleosuolo

argilloso fortemente arrossato, correlabile con quelli che si rinvergono nella Formazione di San Giovanni. Attualmente il paleo-suolo affiora diffusamente ad oriente della dorsale, in quanto i crostoni e la panchina tirreniana spesso, poco potenti, sono stati frantumati e scalzati dai moderni macchinari agricoli ed accantonati ai bordi dei campi.

In corrispondenza dello svincolo per San Salvatore si riviene un affioramento di arenaria eolica nel quale sono state scavate delle cisterne per la raccolta delle acque meteoriche. Oggi questo affioramento è parzialmente nascosto da materiale di riporto proveniente dagli scavi per la realizzazione dell'insediamento turistico di Funtana Meiga.

Punta Maimone e punta Su Bardoni sono costituite dalle arenarie eoliche wurmiane, interessate in tempi antichi da attività di cava. In queste località come anche nella cava presso San Giovanni i lavori di cava si interrompono quando alla base della formazione eolica si incontra un'arenaria grossolana, presumibilmente di spiaggia, con inclusi ciottolotti di quarzo bianco ben arrotondati.

Anche le arenarie wurmiane che si rinvergono nell'entroterra di Is Arutas e presso Monte Corriglias, spesso tafonate fino a formare delle grotticelle, sono state utilizzate come materiale da costruzione. Si tratta di antiche dune litoranee, potenti fino a 10 metri, che mostrano ancora la stratificazione incrociata.

Queste arenarie eoliche, più meno cementate, sono molto diffuse in tutto il Sinis, sia nella pianura litoranea che nel versante orientale della dorsale, dove passano gradualmente a paleosuoli molto arrossati, a colluvi ed a crostoni calcarei di piccole paludi interdunari e d'incrostazione nei pendii miocenici. Questi crostoni calcarei sono molto diffusi e derivano ora a precipitazione di carbonato di calcio da acque palustri, ora a fenomeni pedogenetici in clima semi-arido, con forte evaporazione, che si sono ripetuti nel tempo, contemporaneamente alla deposizione di apporti eolici.

Il settore centro-settentrionale del Sinis, in comune di Riola e di San Vero, è invece rivestito con continuità da un suolo arenaceo-calcareo, formatosi per pedogenesi dei depositi calcarei messiniani, dei crostoni calcareo-arenacei e delle arenarie eoliche.

Lungo la provinciale che da San Salvatore porta Riola, si incontrano alcuni tagli dove si vede il substrato composto da arenarie eoliche che sfuma nei suoli suddetti.

Nella parte nord-orientale della penisola si rinvergono depositi alluvionali, costituiti da ghiaie e sabbie, assenti invece nella parte centrale e meridionale della stessa per l'assenza di un reticolo idrografico sviluppato.

Limi ed argille di ambiente palustre caratterizzano le aree depresse paludose, costituendo il fondo delle stesse e le aree limitrofe. Questi depositi sono pertanto localizzati lungo la sponda nord-occidentale dello Stagno di Cabras, dove sono numerose le aree paludose e piccoli stagni. Gli stessi caratterizzano le aree dove insistono gli stagni di Sale Porcus, di Is Benas, di Sa Salina Manna e Sa Marigosa.

Nel territorio di Cabras orlano la sponda meridionale ed occidentale dello stagno di Cabras, con la creazione di piccole aree paludose, rivestono il fondo degli stagni di retrospiaggia come per esempio quello di Mari Ermi e si rinvergono lungo le sponde della Laguna di Mistras, dove spesso sono interdigitati a depositi sabbiosi e presumibilmente ricoprono arenarie conglomeratiche marine.

Nel settore compreso la laguna e Capo San Marco sono presenti piccole depressioni impermeabilizzate da questi depositi, che costituiscono dei piccoli bacini endoreici, dove nel periodo estivo, in seguito alla forte evaporazione si formano crostoni di sale.

I depositi quaternari più recenti sono rappresentati dal detrito di falda, dalle sabbie eoliche e dai depositi di spiaggia.

I detriti di falda non sono molto diffusi nella penisola. Essi si trovano localizzati lungo i bordi dei pianori basaltici e sono costituiti da blocchi e clasti di basalti talora frammisti alle sabbie eoliche, incrostazioni calcaree e ad argille.

Le sabbie eoliche sub-attuali ed attuali sono invece molto più diffuse.

I campi dunari subattuali ed attuali caratterizzano il settore settentrionale della penisola con la vasta distesa di dune di Is Arenas. Le dune, di tipo longitudinale, sono disposte parallelamente alla direzione del maestrale, vento dominante. Negli anni '50 per arginare il fenomeno dello spostamento delle sabbie eoliche nell'entroterra, ad Is Arenas è stata impiantata una pineta artificiale, che oggi costituisce uno dei pochi polmoni verdi ad alberi d'alto fusto del Sinis.

Altri campi dunari si rinvengono a punta Maimone, a Funtana Meiga e a San Giovanni, tutti caratterizzati da dune di tipo longitudinale disposte parallelamente alla direzione del vento.

6. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'assetto geomorfologico del territorio in esame è dovuto all'interazione degli aspetti geostrutturali dell'area con i processi esogeni, intendendo con il termine geostrutturali: la tettonica, i processi vulcanici, i caratteri litologici, ossia le caratteristiche chimico-fisiche che condizionano la resistenza dei materiali nei confronti dei processi di demolizione (composizione, coerenza, alterabilità, resistenza, fragilità, etc.), e quelli giaciturali; e con il termine processi esogeni: alterazione, erosione, trasporto e deposizione.

Giocano un ruolo attivo anche le condizioni climatiche, la presenza e lo stato di copertura vegetale e non ultima l'attività antropica.

Il territorio per quanto in un primo momento possa sembrare omogeneo e monotono, mostra invece una considerevole variabilità di forme e processi morfogenetici, che creano paesaggi morfologici assai vari, di interesse didattico-scientifico e paesaggistico.

In esso si possono riconoscere i seguenti principali domini geomorfologici che caratterizzano il comparto oggetto di studio:

- il Sinis
- La zona umida dello stagno di Cabras

Ognuna di queste aree presenta caratteri morfologici tipici molto diversi dalle altre, come conseguenza diretta della natura geostrutturale e dei processi morfogenetici in essa prevalenti.

Il Sinis

Dalla forma allungata in direzione meridiana, la penisola del Sinis è caratterizzata da una morfologia prevalentemente tabulare e subpianeggiante nella quale spiccano la dorsale basaltica, smembrata in piccoli pianori ed i piccoli rilievi isolati, modellati nelle rocce oligo-mioceniche.

L'assenza di una rete idrografica ben sviluppata, con fiumi o torrenti a regime perenne, costituisce una delle peculiarità della penisola. Sono presenti solo solchi di ruscellamento a regime occasionale.

Le piccole incisioni, per quanto poco evidenti, in periodi caratterizzati da condizioni climatiche differenti, hanno avuto un ruolo importante, insieme alle variazioni del livello del mare, nel modellamento della regione e nel trasporto del materiale eroso.

La conseguenza più evidente della capacità erosiva di tali ruscelli è l'inversione di rilievo dell'espandimento basaltico. Le lingue di lava effuse entro una paleovalle modellata nei sedimenti neogenici, ora costituiscono la parte più elevata del Sinis, con quota media intorno ai 50 m slm.

I rilievi miocenici, che contornavano il tavolato, molto più erodibili dei basalti sono stati smantellati quasi completamente. Questo processo ha portato a giorno le testate delle colate basaltiche, che formano un bordo netto ed aggettante, mettendo a nudo le testate delle colate successive.

I pianori sono caratterizzati da bordi con cornici nette ed aggettanti dove, le testate delle colate esposte sono soggette ad arretramento, che si manifesta con frane di crollo, per erosione differenziale.

Il materiale detritico così formatosi, arricchito da materiale fino lisciviato dai suoli, costituisce il detrito di falda che si rinviene alla base delle scarpate basaltiche e che spesso raccorda più dolcemente le testate basaltiche con i terreni sottostanti.

I bordi della dorsale si presentano piuttosto frastagliati, sia per l'erosione regressiva operata dai torrenti in epoche più piovose, sia per lo scalzamento operato dai lavori agricoli.

La dorsale appare inoltre nettamente spezzata in due dall'ampia vallata di Matta e Canna, percorsa dalla strada che porta a Is Aruttas.

Tra le incisioni più evidenti si possono ricordare quelle di Sa Gora de sa Scaffa nel versante Ovest e quella di Rio Fenosu in quello Est.

Il Sinis è suddiviso dalla dorsale basaltica, che si sviluppa in senso meridiano, in due ambienti morfologici differenti: il versante occidentale, modellato nei sedimenti messiniani degrada dolcemente fino al mare, mentre quello orientale più ripido, per la presenza di una faglia alla base o lungo il versante, raccorda il pianoro sommitale con la piana costiera sottostante, dalla quale poi si passa al graben campidanese.

La tettonica di graben è all'origine delle lagune e paludi costiere che si rinvengono nel Sinis orientale. Qui una subsidenza più accentuata, dovuta ad un sistema di faglie a gradini rivolte verso il golfo di Oristano, ha ribassato questa zona che poi è stata parzialmente ricolmata dai sedimenti quaternari. Sottili cordoni dunari e frecce di sabbia hanno successivamente suddiviso in diversi bracci, comunicanti e non, le aree depresse residue, invase dalle acque marine.

Le coste del Sinis sono alternativamente alte e rocciose e basse sabbiose. Ambedue le forme di costa sono in arretramento sul versante occidentale, molto esposto ai venti dominanti. Nel versante orientale invece la situazione è più stabile. Solo nel promontorio roccioso di Capo San Marco si manifesta un lento e continuo arretramento della linea di costa per scalzamento alla base.

L'assetto morfologico attuale della penisola del Sinis è il risultato di processi di erosione e sedimentazione che, guidati dai principali lineamenti strutturali, si sono sviluppati nel Quaternario in condizioni climatiche differenti dalle attuali. I tipi morfologici sono numerosi e strettamente legati alla variabilità litologica e giacitura delle rocce.

Le principali unità geomorfologiche del Sinis sono:

- Lo stagno di Cabras
- Lo stagno di Mistras

Lo Stagno di Cabras, che si sviluppa con forma allungata nord-sud, perpendicolare alla costa del golfo di Oristano, costituisce l'esempio più importante di laguna costiera del Sinis. Esso può essere suddiviso in due parti principali, la prima va dai canali emissari fino al restringimento presso Capo Nurachi, l'altra da questo punto al canale di Mare Foghe. La profondità della laguna varia dai 40 cm lungo le sponde ai 3 m nel settore centrale. I fondali sono prevalentemente fangosi. La morfologia del settore meridionale risulta più complessa per la presenza di due diversi cordoni litorali, il più antico dei quali, l'attuale bordo meridionale dello stagno, era attraversato da 4 stretti canali che si riunivano poi in un unico collettore che confluiva nello stagno di Sa Mardini, mentre il più recente costituisce l'attuale cordone litorale che separa lo stagno o meglio la laguna di Sa Mardini dal mare. Il bordo del settore nord occidentale si presenta dolce e l'area immediatamente attigua, pianeggiante, è caratterizzata da piccole depressioni che nel periodo delle piogge vengono colmate d'acqua. Queste depressioni in origine le aree infradunari, sono l'unica testimonianza morfologica di un vasto campo dunare, oramai spianato dall'erosione. Le acque dello stagno per i continui apporti acquadulcicoli da parte del Rio Cispiri-Mare Foghe può essere considerata più dolce che salmastra, anche se la salinità varia da luogo a luogo in funzione del tipo degli interscambi con il mare, oggi resi più semplici e continui dal canale scolmatore che permette la facile risalita di un cuneo salino anche verso l'emissario. La parte meridionale dello stagno risente maggiormente della comunicazione con il mare e le acque presentano il grado di salinità maggiore; la seconda parte, larga 2 km e lunga 5 km risente invece degli apporti dolci del Mare Foghe, e le acque diventano pressoché dolci nel tratto prospiciente la foce del fiume. Lo stagno di Cabras, un tempo il più pescoso della Sardegna, attualmente mostra un notevole decremento della produttività imputabile alla mancanza di una regolamentazione della pesca e di un'adeguata manutenzione.

Lo stagno di Mistras

La laguna di Mistras, impropriamente denominato stagno, si sviluppa lungo la costa orientale del Sinis di Cabras, ed è delimitato dalla piana costiera e dal mare del Golfo di Oristano. Questa laguna comunicava con lo "stagno" di Sa Mardini fino a quando negli anni '20 fu costruita una dighetta in muratura nel canale di collegamento. La laguna ha una forma allungata e stretta, parallela alla costa, ed è delimitata verso il mare dal

cordone litorale a freccia della spiaggia di Su Siccu verso sud e da uno più interno verso nord, separati da un'apertura verso mare di circa 300 m. Internamente e parallelo alla linea di costa è presente una freccia di sabbia, depositata dall'azione contigua del mare e del vento, che suddivide la laguna in due parti, una occidentale, con rive rettilinee e fondali fangoso-sabbiosi regolari che raggiungono il metro e mezzo di profondità, ed una orientale, con rive più frastagliate, numerosi affioramenti sabbiosi e fondali profondi mediamente 30-40 cm. La superficie complessiva è di circa 450 ettari ma solo 250 ha sono coperti permanentemente dall'acqua. Gli apporti dolci sono costituiti dai soli apporti meteorici. La laguna è adibita a peschiera.

Le lagune e paludi minori

Le lagune e paludi salmastre minori, caratterizzate da profondità minime, si rinvengono un pò in tutto il Sinis. Particolarmente interessanti sono le lagune e gli stagni costieri, di retrospiaggia, separati dalla spiaggia dal cordone dunare, che nei periodi secchi per l'elevata evaporazione si seccano e danno luogo a concentrazioni e precipitazioni di sali che rivestono il fondo delle depressioni. Si tratta di piccoli bacini evaporanti tipo sebka. Altri sono invece di origine infradunare. Si tratta delle depressioni che si formano tra una duna e l'altra e dove il vento deposita gli elementi più fini che tendono ad impermeabilizzarne il fondo. Queste paludi sono particolarmente presenti nel Sinis di Riola, nell'area grosso modo compresa tra i nuraghi Ziricottu e Oru Simbula. Si possono citare Pauli Trottas, Pauli Cuccuru Sperrau, Pauli Istai e Oru Simbula. Più spostate verso l'interno abbiamo Pauli Civas e Pauli Banatzu su Mori, ormai bonificata. In territorio di San Vero Pauli Murtas, Pauli Bidda Maiori e lo stagno di Sale Porcus.

La piana costiera orientale

Alla base del versante orientale della dorsale del Sinis, ai lati della strada San Giovanni-San Salvatore- Riola, si sviluppa una piana costiera di origine tettonica, raccordata con l'alto strutturale da una scarpata ad accentuata acclività, probabilmente di faglia. La piana è stata modellata successivamente dal mare, che ha lasciato tracce del suo passaggio con i depositi tirreniani, spesso in facies lagunare. Questi depositi ricoprono paleosuoli rossastri e sono ricoperti da sabbie eoliche e da crostoni carbonatici. Attualmente l'assetto morfologico della piana è stato pesantemente modificato ed uniformato dai lavori agricoli. In buona parte del territorio le spalmature di arenarie e di crostoni carbonatici sono stati asportati per portare a giorno i sottostanti paleosuoli.

Il versante occidentale

Questo versante raccorda dolcemente la dorsale centrale con la linea di costa, caratterizzata nel settore sino a Porto Suedda dalle famose spiagge di quarzo bianco di Maimone, Su Zinnibiri, Su Crastu Biancu, Is Aruttas e Mari Ermi, separate da piccoli promontori di panchina tirreniana ed arenarie eoliche. La seconda parte, impostata sui calcari laminati del Sinis termina sulla costa con l'alta falesia di Su Tingiosu, nella quale è evidente l'azione erosiva del mare che sta determinando un relativamente veloce arretramento della costa. Nell'alta falesia di Su Tingiosu si rinviene un arco di erosione, evoluzione di una grotta costiera. Questo settore caratterizzato da forme prevalentemente di erosione e subordinatamente di accumulo è separato dal Sinis

settentrionale dalla valle tettonica di Serra Mattarbadas dalla quale si elevano i rilievi residuali di Monte Trigu e Monte Palla dalla tipica forma a cono.

Il Sinis di Riola, confinante e naturale proseguo di quello di Cabras è costituito da una vasta zona pianeggiante modellata nei sedimenti miocenici sui quali si sono sviluppati processi pedogenetici che hanno dato luogo ad un suolo generalmente poco potente.

Quest'area è delimitata dai rilievi residuali di Monte Palla e monte Trigu, ed chiusa verso la costa dalle eolianiti fossili di Cuccuru Mannu e dalla falesia di Su Tingiosu.

La costa, in questo tratto rocciosa ed alta, è in lento arretramento, per fenomeni di crollo provocati da erosione al piede.

Le spiagge che si rinvergono lungo la costa occidentale del Sinis, tutte molto esposte ai venti e mari dominanti, sono in continua modificazione. La spiaggia di San Giovanni di Sinis, che all'inizio del secolo aveva una profondità superiore al centinaio di metri, di anno in anno risulta sempre meno profonda. Questa tendenza evolutiva porta a pensare ad un arenile in erosione. L'assenza di misurazioni regolari e di informazioni sulla morfologia della spiaggia sommersa, che dopo ogni mareggiata subisce intense modificazioni nel profilo, e dove spesso si formano barre sabbiose, fa ipotizzare che la spiaggia sia in lenta erosione ma che il materiale asportato dalla spiaggia emersa venga ridistribuito nella spiaggia sommersa.

Le forme di erosione sono costituite da ripe di erosione attive, da piattaforme di abrasione marina, da solchi di battente anche fossili e grotte ed archi di erosione.

I principali processi morfogenetici

La fase morfogenetica principale responsabile dell'assetto morfologico dell'area in esame è certamente legata a fattori strutturali. Sotto questa voce si intendono le evidenze morfologiche legate sia alla natura litologica e giacitura dei diversi affioramenti sia alle deformazioni tettoniche che li hanno interessati

I due principali sistemi di lineazioni tettoniche, che hanno originato il sistema di horst e graben della pianura e del Sinis, e che hanno condizionato l'assetto morfostrutturale di tale area sono orientate rispettivamente secondo le direttrici NO-SE e N-S.

La naturale messa in posto dei prodotti vulcanici e le dislocazioni tettoniche hanno guidato la successiva erosione ed il modellamento del Sinis e la colmata della pianura da parte dei fiumi gravitanti nell'area.

Le acque meteoriche producono effetti legati sia all'azione diretta di impatto della pioggia sul terreno sia quelli dovuti allo scorrimento superficiale delle stesse.

L'erosione pluviale in senso stretto produce spostamento delle particelle più fini del terreno, progressivo spostamento verso valle degli elementi e la messa in movimento dei detriti. Questo processo è particolarmente attivo in seguito alle piogge autunnali che trovano i terreni preparati dalla disgregazione fisica e dal disseccamento del periodo estivo e nelle aree dove la copertura vegetale è scarsa o assente. Esso provoca nel tempo un impoverimento dei suoli, l'occlusione dei pori del terreno e la diminuzione della permeabilità dello stesso, tutti fattori che favoriscono l'instaurarsi di processi di erosione areale.

Di particolare importanza sono gli eventi verificatisi nel presente autunno. Specialmente lungo la strada che da San Salvatore porta a Riola, si sono avuti estesi colamenti di fango provenienti dalle alture circostanti che hanno persino causato la chiusura della strada.

Nella pianura i processi fluviali sono poco attivi e solo in seguito ad abbondanti precipitazioni si possono manifestare fenomeni di locale approfondimento del talweg e accentuazione delle piccole ripe di erosione.

Fenomeni di deflazione e corrasione espliciti da parte del vento sono frequenti lungo la fascia costiera e nell'immediato retroterra. Essi inoltre hanno avuto un ruolo non trascurabile nel modellamento delle morfosculture presenti e nell'evoluzione dei frequenti tafoni.

Lungo tutta la fascia costiera l'azione del vento ha dato luogo a vasti campi dunari, alcuni ancora attivi, come Torregrande, sono stati rimboschiti per cercare di stabilizzare le dune.

I campi dunari non protetti dalla vegetazione subiscono frequenti modificazioni ad opera del vento.

L'area come già detto è caratterizzata da tratti alterni di costa alta e rocciosa e costa bassa e sabbiosa.

Particolarmente significativa è inoltre l'azione morfogenetica esplicita dall'uomo. Tra i processi antropici ricadono tutte le modificazioni del rilievo dovute all'attività umana, siano esse determinate deliberatamente dall'uomo, come costruzioni, strade, laghi artificiali, o siano conseguenze morfologiche non previste di tali attività, come certi tipi di frane, dissesti, etc..

7. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Per definire i caratteri idrogeologici del territorio sono stati analizzati gli aspetti riguardanti l'idrografia superficiale, sono stati descritti i caratteri idraulici delle formazioni rocciose presenti, e su questa base sono state identificate e descritte le principali unità idrogeologiche.

Idrografia superficiale

L'idrografia superficiale del territorio è caratterizzata dalla presenza del sistema di lagune comunemente conosciute come Stagno di Cabras e di numerosi stagni, lagune e paludi e da un reticolo idrografico non sempre ben sviluppato e definito.

La zona pianeggiante ad Est dello stagno, che ricade nel Campidano, è costituita da alluvioni antiche in profondità, passanti ad alluvioni medie e recenti in superficie, con depositi quaternari recenti di vario tipo.

In questo settore si trovano gli unici corsi d'acqua naturali che ricadono nel territorio di Cabras e che sono il Tirso e il Rio Tanui.

La zona più prossima allo stagno di Cabras, piuttosto depressa, era in origine caratterizzata dalla presenza di numerose paludi in parte collegate allo stagno ma anche a una certa distanza da esso.

La circolazione superficiale naturale era rappresentata da modeste incisioni che scaricavano nello stagno il troppo pieno delle paludi, senza un reticolo ben definito, data l'alta permeabilità di terreni.

Queste paludi sono state bonificate e si è costruita una fitta rete artificiale di canali di colò cui si sovrappone quella delle rete irrigua.

Il Sinis è caratterizzato da un reticolo idrografico poco sviluppato e non sempre ben definito.

Sono assenti i fiumi ed i torrenti a regime perenne, ma a causa delle scarse precipitazioni, che ne fanno una delle aree più aride della Sardegna, della permeabilità dei terreni superficiali e dell'assenza di situazioni morfologiche favorevoli, sono presenti solo solchi di ruscellamento a regime occasionale.

La penisola del Sinis, allungata in direzione nord-sud è costituita da una dorsale debolmente inclinata verso ovest, di altezza modesta, ricoperta da lave basaltiche. I suoi fianchi si presentano asimmetrici. Quello occidentale declina dolcemente fino al Mare di Sardegna, mentre quello orientale è costituito da una ripida scarpata, di raccordo con la pianura costiera. Questa asimmetria comporta lo spostamento dello spartiacque verso il settore orientale della penisola.

Il versante orientale piuttosto acclive, sfuma velocemente nella piccola pianura costiera sottostante e, solo in occasione di grosse precipitazioni, nelle rientranze della dorsale, come in regione Riu Fenosu e Su Monte de Mesu, i solchi di ruscellamento diventano piccoli torrenti con discrete portate ma di durata effimera.

Nel versante verso il mare aperto, date le maggiori distanze dal mare e le pendenze più dolci, il reticolo idrografico, sempre precario, mostra maggiore incisività.

Nello slargo di Matta Sa Canna, percorso dalla provinciale per Is Aruttas è talvolta attivo il Rio Grisanti, mentre dall'incisione di Sa Gora de sa Scafa proviene il rio omonimo che raramente arriva sino al mare presso Monte Corriglias.

Nel Sinis non sono presenti sorgenti perenni, solo a Capo San Marco esiste una sorgente a carattere temporaneo.

L'area che si sviluppa subito a sud della laguna di Mistras è caratterizzata dalla presenza dei piccoli Pauli di Su Pizzinnu Mortu e S'Argiolas, dove le acque meteoriche, raccolte durante la stagione delle piogge, evaporando nella stagione secca, danno luogo a crostoni di sale.

Elementi caratteristici dell'idrografia del Sinis sono i piccoli stagni, generalmente asciutti nel periodo estivo, che si rinvergono lungo la costa occidentale della penisola nella zona di retrospiaggia, alimentati dalle acque meteoriche e talvolta raggiunti dagli spruzzi delle onde durante le forti mareggiate di maestrale. Fra questi il più importante è quello di Mari Ermi, che copre una superficie di circa 15 ha, nella zona retrostante la spiaggia omonima. Questi stagni costieri sono salmastri.

Fra la penisola del Sinis ed il Campidano si sviluppa il complesso di lagune conosciuto come Stagno di Cabras, che influisce in maniera determinante sullo sviluppo ed

impostazione dell'idrografia superficiale e che costituisce l'elemento più caratteristico dell'area.

Questo complesso di stagni e lagune costituisce una delle zone umide più importanti del Mediterraneo.

Il corpo idrico principale è rappresentato dalla laguna di Cabras, impropriamente detto Stagno, che viene alimentata dal Rio Marefoghe, a sua volta originato dalla confluenza presso Zeddiani del Mannu di Milis e del Cispiri, che drenano il settore meridionale del Montiferru.

Il Marefoghe è stato oggetto di sistemazione idraulica e si presenta come un vasto canale. All'altezza di Torre Piscaredda è stato sbarrato con una tura per evitare la risalita di acque saline dallo stagno verso l'interno, specialmente in periodi di prolungata siccità.

Lo stagno di Cabras, (2228 ha) è il più esteso fra i bacini salmastri dell'Isola. Di forma allungata in direzione N-S, può essere suddiviso in due parti principali, la prima si sviluppa dalla zona dei canali emissari fino a Capo Nurachi, l'altra da capo Nurachi fino all'estremità settentrionale dove si immette il Rio Mare Foghe.

La prima parte è quella che risente maggiormente della comunicazione con il mare. Le acque mostrano infatti un grado di salinità maggiore. La seconda risente maggiormente degli apporti d'acqua dolce, provenienti dal Rio Mare Foghe. Le acque di questo settore mostrano un grado di salinità molto basso che si riduce quasi totalmente in prossimità della foce del riu suddetto.

Il collegamento con il mare avviene attualmente con il Canale Scolmatore, lungo circa 2 km, recentemente costruito per ovviare lo straripamento delle acque dello stagno nell'abitato durante i periodi di piena. In origine lo stagno comunicava con il mare attraverso quattro canali che si riunivano per confluire nello "stagno" di Sa Mardini .

Nel lato Est dello stesso si hanno le importanti paludi di Mari e Pauli e di Pauli e Sali.

Il lato Ovest è invece caratterizzato da una zona adiacente allo stagno vero e proprio costituita da paludi semipermanenti, in parte bonificate per essere utilizzate come terreni agricoli.

8. IL COMPENSORIO INTERESSATO

8.1 Popolazione

L'area interessata dall'infrastrutturazione irrigua è compresa nell'agro di tre comuni: Riola Sardo, Cabras e marginalmente San Vero Milis, rispettivamente per una superficie di ha 1.585, ha 985 e di ha 190, corrispondente al 57 % al 36 %, al 7% dell'intero territorio rispettivamente per le tre comunità.

Nelle tabelle n. 1,2, 3 4 e i grafici n. 1, 2 e 3 sono riportati dati relativi alla popolazione delle tre comunità.

Comune	Popolazione residenti	Superficie km ²	Densità abitanti/km ²	Altitudine m s.l.m.
Cabras	9.278	102,26	91	6
Riola Sardo	2.143	48,11	45	9
San Vero Milis	2.493	72,48	34	10

Andamento demografico storico dei censimenti della popolazione di Cabras dal 1861 al 2011. Variazioni percentuali della popolazione, grafici e statistiche su dati ISTAT.

Grafico 1



Andamento demografico storico dei censimenti della popolazione di Riola Sardo dal 1861 al 2011. Variazioni percentuali della popolazione, grafici e statistiche su dati ISTAT.

Grafico 2



Andamento demografico storico dei censimenti della popolazione di San Vero Milis dal 1861 al 2011. Variazioni percentuali della popolazione, grafici e statistiche su dati ISTAT.

Grafico 3



Tab. 2

Tavola 2 - Popolazione residente per comune (a). Anni 1991, 2001, 2011 (valori assoluti)

Fonte: Istat - 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni

Codice Istat	Territorio	1991	2001	2011
095018	Cabras	8.994	8.804	9.032
095043	Riola Sardo	2.143	2.137	2.146
095050	San Vero Milis	2.419	2.403	2.526

Grado di istruzione della popolazione residente di 6 anni e più per provincia, regione e ripartizione geografica. Anno 2011 (valori assoluti)

Tab. 3

Fonte: Istat - 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni

Codice Istat	Territorio	Popolazione di 6 anni e più							Titoli universitari	Totale
		Analfabeta	Alfabeta privo di titolo di studio	Licenza di scuola elementare	Licenza di scuola media inferiore o di avviamento professionale	Diploma di scuola secondaria superiore	Diploma triennale non universitario del vecchio ordinamento e diplomi A.F.-A.M.			
095018	Cabras	127	800	2.222	3.245	1.741	25	484	8.644	
095043	Riola Sardo	27	164	571	768	433	4	97	2.064	
095050	San Vero Milis	26	181	584	957	528	3	149	2.428	

Tab. 4

2018 Sesso maschi femmine totale

Cabras	4 722	4 556	9 278
Riola Sardo	1 102	1 041	2 143
San Vero Milis	1 267	1 226	2 493

8.2 Le attività' economiche

Le attività economiche attuali sono principalmente rappresentate per il territorio da: agricoltura, pesca, turismo, edilizia e terziario. Pesca e turismo rappresentano settori in evoluzione e l'agricoltura, attualmente in crisi, sta subendo un lento processo di trasformazione, dove lo sviluppo è rappresentato da aziende che si rinnovano dal punto di vista tecnico con obiettivi di un miglioramento qualitativo dei prodotti, riduzione dei costi ed incremento del reddito netto, da non sottovalutare la fusione con il turismo, che si manifesta attraverso l'attività agrituristica.

Nella tabella n. 5 sono indicate il numero di imprese e addetti per settore di attività economica e comune (a) (b). Anno 2011 (valori assoluti e percentuali)

Tavola 5 -									
Numero di imprese e addetti per settore di attività economica									
Codice Istat	Territorio	Agricoltura, caccia e pesca		Industria		Servizi		Totale	
		Imprese	Addetti	Imprese	Addetti	Imprese	Addetti	Imprese	Addetti
		valori assoluti							
095018	Cabras	19	301	134	403	358	748	511	1.452
095043	Riola Sardo	5	36	28	45	68	129	101	210
095050	San Vero Milis	2	14	43	94	98	150	143	258

Settore agricolo

Il sistema agricolo dei tre comuni risulta omogeneo, perché l'intera area ha come base produttiva prevalentemente un ordinamento cerealicolo-orticolo e frutticolo.

Numero di persone che lavorano nelle aziende agricole ripartito per categoria di manodopera agricola e comune è indicato nella tabella n. 6.

Tavola 6 Manodopera aziendale per categoria di manodopera agricola e comune. Anno 2010 (valori assoluti)									
Fonte: Istat - 6° Censimento generale dell'agricoltura									
Territorio	Manodopera aziendale familiare					Manodopera aziendale non familiare			
	Conduttore	Coniuge che lavora in azienda	Altri familiari del conduttore che lavorano in azienda	Parenti del conduttore che lavorano in azienda	Totale manodopera aziendale familiare	Altra manodopera aziendale in forma continuativa	Altra manodopera aziendale in forma saltuaria	Lavoratori non assunti direttamente dall'azienda	Totale manodopera aziendale non familiare
Cabras	450	89	113	220	872	62	77	9	148
Riola Sardo	377	78	36	156	647	21	65	-	86
San Vero Milis	280	60	56	90	486	31	70	-	101

Le aziende a conduzione esclusivamente familiare sono prevalenti mentre le aziende che occupano manodopera non familiare e personale avventizio sono relativamente in numero inferiore.

Gli indirizzi produttivi presenti sono: cerealicolo, orticolo, cerealicolo, foraggero, zootecnico, viticolo e olivicolo –

L'indirizzo cerealicolo, con la coltivazione di grano duro, orzo e avena, è senza dubbio quello più diffuso su tutto il territorio, dove rappresenta l'indirizzo di tipo estensivo con risultati economici spesso negativi. Il settore ha visto per diversi anni il contrarsi delle superfici investite.

L'indirizzo cerealicolo va ad integrarsi con quello orticolo, cerealicolo-foraggero e con quello zootecnico; ciò per effetto di evidenti esigenze di carattere agronomico e strutturale delle aziende. Non potendo essere ripetuta continuamente sullo stesso terreno, in quanto sfruttante, la coltura dei cereali viene infatti avvicinata con quella delle foraggere o più spesso con il riposo colturale.

L'indirizzo orticolo assume attualmente importanza per le buone prospettive di sviluppo nell'area d'interesse. E' evidente come un'ulteriore espansione del settore debba in futuro tenere presente per il suo sviluppo, oltre quello di mercato e delle "quote di produzione", anche del fatto che non possa avvenire con uno sfruttamento ancora più intenso delle acque di falda (rischio salinizzazione).

Il settore viticolo e quello olivicolo, occupano alcune zone preferenziali, tradizionalmente vocate per caratteristiche pedoclimatiche per la coltivazione, che possono rappresentare un'opportunità per l'area.

Nella tavola n. 1 (allegata) si riporta l'assetto colturale attuale dell'area interessata.

L'indirizzo zootecnico, è basato essenzialmente, sull'allevamento degli ovini di razza Sarda. Di misura assai meno consistente la presenza di bovini essendo limitato a pochissime aziende. Trascurabili il numero di allevamenti e il numero di capi appartenenti alle altre specie allevate.

Numero di aziende agricole che possiedono allevamenti suddiviso per tipo di allevamento e per comune è rappresentato nella Tabella n. 7

Tabella 7									
- Aziende con allevamenti per tipo di allevamento e comune. Anno 2010 (valori assoluti)									
Territorio	Tipo di allevamento								
	Bovini	Bufalini	Equini	Ovini	Caprini	Suini	Avicoli	Conigli	Tutte le voci
Cabras	2	-	3	27	2	6	-	-	33
Riola Sardo	2	-	6	30	3	1	-	-	35
San Vero Milis	13	-	9	32	-	7	2	1	47

Numero di capi allevati nelle aziende agricole che possiedono allevamenti, suddiviso per tipo di allevamento e per comune nella tabella n. 8

Tavola 8 -		Tipo di allevamento								
Codice Istat	Territorio	Bovini	Bufalini	Equini	Ovini	Caprini	Suini	Avicoli	Conigli	Tutte le voci tranne api e altri allevamenti
095018	Cabras	4	-	24	6.513	123	95	-	-	6.759
095043	Riola Sardo	5	-	14	8.665	370	6	-	-	9.060
095050	San Vero Milis	1.599	-	56	13.560	-	129	40	10	15.394

Il numero di aziende per classe di UBA - livello comunale è rappresentato dalla tabella n. 9

Tab. 9		Numero di aziende per classe di UBA - livello comunale									
		fino a 1,99	2-4,99	5-9,99	10-14,99	15-19,99	20-49,99	50-99,99	100-499,99	500 e più	totale
Cabras		2	3	5	4	7	7	3	1	..	32
Riola Sardo		2	2	4	3	5	14	5	35
San Vero Milis		4	3	8	4	5	17	3	1	2	47

Macchine agricole

La dotazione di macchine agricole costituisce una componente assai significativa della struttura aziendale. Le La maggior parte delle imprese agricole, nei territori interessati, dispongono di sufficiente capacità di innovazione e hanno una dotazione di macchine e attrezzi agricoli, per potenza, per numero e per tecnologia adeguata per le coltivazioni sia in asciutto che irriguo.

8.3. Regime fondiario

Considerata l'importanza del settore agrario, viene svolta di seguito una breve esposizione dei dati più rilevanti della struttura del settore.

La più autorevole fonte di riferimento per l'agricoltura è rappresentata dal Censimento generale dell'Agricoltura dell'ISTAT del 2010.

Il regime fondiario per le tre comunità è pressappoco simile. Essa è caratterizzata da aziende agricole dove la frammentazione e polverizzazione è la norma, anche se in tempi recenti si sono fatti degli sforzi per effettuare degli accorpamenti fondiari ed in diversi casi si sono raggiunti risultati soddisfacenti.

Il centro aziendale coincide con la residenza del titolare, sia essa localizzata in un centro abitato, ovvero sui terreni. Più corpi di terreno costituiscano una unità produttiva e formano un'unica azienda.

Il modello sardo tradizionale, con il centro aziendale nell'abitato e con terreni di diversa qualità ed idoneità dispersi nell'agro, rispondeva all'esigenza di disporre di terreni con diversa vocazione produttiva, al fine di sopperire ai consumi della popolazione rurale coprendo la massima parte delle esigenze alimentari delle famiglie, nonché allo scopo di distribuire l'occupazione del potenziale di lavoro disponibile.

Il fenomeno della polverizzazione aziendale, assai diffuso e soprattutto sui terreni con maggiori opportunità di utilizzazione agricola, è dannoso per gli effetti negativi che provoca sulla conduzione delle aziende, sui costi di produzione, sugli impedimenti che impone all'evoluzione tecnologica.

La struttura delle aziende agricole

Il numero di aziende e la superficie agricola totale è rappresentata dalla seguente tavola n. 10, in cui si nota che vi sono significative differenze per quanto riguarda il numero e la superficie totale aziendale a partire dal 1982 al 2010.

Fonte: Istat - 6° Censimento generale dell'agricoltura									
Codice Istat	Territorio	Numero di aziende				Superficie Agricola Totale - SAT			
		1982	1990	2000	2010	1982	1990	2000	2010
095018	Cabras	557	514	550	453	7.654,6	7.033,1	6.622,8	5.281,2
095043	Riola Sardo	404	372	444	382	3.396,0	3.232,9	2.828,8	3.698,8
095050	San Vero Milis	394	415	376	285	6.152,6	5.375,0	4.758,3	4.540,3

Per quanto riguarda la SAU e le giornate di lavoro nella tabella successiva si riscontra un regresso nel periodo considerato, dal 1982 al 2010, come si nota nella tabella n. 11

La superficie agricola utilizzata (SAU), espressa in ettari e numero di giornate di lavoro per comune. Anni 1982, 1991, 2000, 2010 (*valori assoluti*)

Territorio	Superficie Agricola Utilizzata - SAU				Giornate di lavoro			
	1982	1990	2000	2010	1982	1990	2000	2010
Cabras	7.404,8	6.505,1	5.912,4	4.957,4	113.762	94.816	88.830	70.928
Riola Sardo	3.299,5	3.103,9	2.600,4	3.355,5	77.681	54.339	46.184	46.910
San Vero Milis	5.140,5	5.153,2	4.508,0	4.100,2	77.708	71.310	53.558	50.321

La dimensione delle aziende agricole viene interpretata nella seguente tabella n. 12, in cui si nota, che nei tre comuni interessati dallo studio, il numero di aziende con un'estensione fino a 10 ettari sono 792 (pari al 71%), di cui 332 con una superficie inferiore all'ettaro, su un totale di 1120 aziende, il numero di aziende con estensione compresa tra i 10 e i 50 ettari sono 285 (pari al 25%) e 43, le aziende che hanno una superficie di oltre 50 ettari, rappresentano il 4% del totale.

Tab 12 -										
Numero di aziende agricole suddiviso per classe di superficie agricola utilizzata espressa in ettari (SAU) e comune. Anno 2010 (valori assoluti)										
Fonte: Istat - 6° Censimento generale dell'agricoltura										
Codice Istat	Territorio	Classe di SAU								
		Fino a 0,99	1 - 1,99	2 - 4,99	5 - 9,99	10 - 19,99	20 - 49,99	50 - 99,99	100 e oltre	Totale
095018	Cabras	139	76	58	38	48	75	17	2	453
095043	Riola Sardo	133	83	57	27	33	38	8	3	382
095050	San Vero Milis	60	46	47	28	38	53	9	4	285

Con riferimento alla superficie che costituiscono le aziende: le aziende con una estensione compresa tra 1 e 5 ettari rappresenta poco più del 9% della superficie, le aziende con una estensione compresa tra 5 e 20 ettari rappresenta il 19% delle superficie, le aziende con una estensione compresa tra 20 e 50 ettari rappresentano il 44% della superficie, le aziende con un estensione superiore a 50 ettari rappresentano il 28%. Ciò implica, dunque, che la gran parte della superficie agricola è a disposizione di aziende agricole concrete, con una base terriera sufficiente.

La maggior parte delle aziende agricole sono frammentate in corpi fondiari sparsi nel territorio comunale in cui ricade la sede legale. La dimensione dei corpi fondiari è compresa tra una superficie di poche are a qualche decina di ha. Il numero di corpi appartenenti alla stessa azienda varia da un minimo di 1 a un massimo di 50.

La Superficie agricola utilizzata delle aziende agricole per forma di conduzione è indicata nella seguente tabella n. 13.

Tab. 13 -					
Superficie agricola utilizzata (SAU) per forma di conduzione delle aziende e comune. Anno 2010 (in ettari)					
Fonte: Istat - 6° Censimento generale dell'agricoltura					
Codice Istat	Territorio	Forma di conduzione			Totale
		Conduzione diretta del coltivatore	Conduzione con salariati	Altra forma di conduzione	
095018	Cabras	4.719,9	237,5	-	4.957,4
095043	Riola Sardo	2.700,4	355,1	300,0	3.355,5
095050	San Vero Milis	3.587,8	62,9	449,5	4.100,2

La superficie agricola utilizzata delle aziende agricole ripartita per titolo di possesso come da tabella n. 14

Tavola 14 -

Superficie agricola utilizzata (SAU) per titolo di possesso dei terreni e comune. Anno 2010 <i>(in ettari)</i>									
Fonte: Istat - 6° Censimento generale dell'agricoltura									
Codice Istat	Territorio	Titolo di possesso dei terreni							Totale
		Proprietà	Affitto	Uso gratuito	Parte in proprietà e parte in affitto	Parte in proprietà e parte in uso gratuito	Parte in affitto e parte in uso gratuito	Parte in proprietà, parte in affitto e parte in uso gratuito	
095018	Cabras	1.094,6	749,1	94,1	2.031,5	88,8	416,5	482,9	4.957,4
095043	Riola Sardo	1.514,8	235,7	93,9	1.186,3	73,3	15,8	235,8	3.355,5
095050	San Vero Milis	1.818,1	288,2	117,7	1.228,6	198,2	91,9	357,6	4.100,2

La superficie agricola delle aziende in base all'utilizzazione dei terreni è indicata nella tabella n. 15

Tab. 15								
Superficie agricola delle aziende rilevate al 6° Censimento dell'agricoltura, espressa in ettari, suddivisa in base all'utilizzazione dei terreni e comune								
Fonte: Istat - 6° Censimento generale dell'agricoltura								
Codice Istat	Territorio	Superfici e Agricola Totale - SAT	Superfici e Agricola Utilizzata - SAU	Utilizzo della SAU			Superficie Agricola Non Utilizzata - SANU	Altra superficie
				Seminativi	Coltivazioni legnose agrarie	Prati permanenti e pascoli		
095018	Cabras	5.281,2	4.957,4	4.029,4	441,5	478,3	143,3	75,9
095043	Riola Sardo	3.698,8	3.355,5	2.295,0	473,5	577,8	44,1	186,9
095050	San Vero Milis	4.540,3	4.100,2	3.334,2	325,7	431,3	126,0	90,8

Dalle considerazioni statistiche sopra accennate, deriva un territorio extraurbano fortemente legato all'attività agricola. Le aziende presentano una discreta superficie agricola di circa 12,00 ettari di media,.

Il quadro d'insieme fornito dai dati sopra illustrati delinea per i tre comuni una situazione di parcellizzazione delle superfici agricole. Il territori agricoli delle tre comunità sono parzialmente irrigati e riguardano i territori ad est e a nord dello stagno di Cabras, mentre l'irrigazione consortile non è presente nella zona del Sinis sud, al momento presenta una disponibilità irrigua per la diffusa presenza di numerosi pozzi aziendali.

Suddividendo il territorio agricolo per le diverse coltivazioni osserviamo che circa il 40% della superficie agricola comunale è impegnata in coltivazioni di seminativi in aree non irrigue prevalentemente lungo il versante occidentale della penisola del Sinis.

Sono superfici coltivate generalmente a cereali e secondariamente a orticole e con utilizzate successivo per il pascolamento delle stoppie degli ovini.

Dalle osservazioni dirette sul territorio si è potuto constatare che una discreta superficie al momento risulta non coltivata e mantenuta inerbita durante tutto l'anno, in funzione delle difficoltose dinamiche di mercato dei cereali che hanno ridotto le superfici seminate.

Nella tabella n. 16 sono illustrate le modalità di utilizzo delle superfici agrarie, per tutto il territorio di Riola Sardo e Cabras, i comuni più interessati dalla infrastrutturazione irrigua.

Tab. 16		
COLTURE	SUPERFICIE Ha	% su la SAT
Frumento	2.306	26%
Altri Cereali	1.430	16%
Foraggere	482	5%
Pascolo	502	6%
Ortive Avvicendate	1.353	15%
Oliveto	657	5%
Vigneti	464	7%
Fruttiferi	23	0%
Boschi	93	1%
Totale SAU	7.310	83%
Incolti e Tare	1.482	17%
Totale Complessivo	8.792	100%

Le aree irrigue insistono su circa il 35% della superficie totale agraria comunale. Si tratta delle aree agricole ricomprese nei distretti irrigui consortili, e di aree agricole poste nel Sinis sud, queste ultime dotate di approvvigionamento irriguo da pozzi scavati e trivellati.

Per quanto riguarda le superfici irrigue del Sini sud, queste superfici vengono impiegate prevalentemente per la produzione di ortive in pieno campo, in primo luogo carciofi e meloni, in rotazione con cereali autunno - vernini.

La bassa redditività delle aziende è determinata, tra gli altri fattori, anche da elementi strutturali quali la mancanza d'acqua. Questo limita fortemente la gamma delle possibili coltivazioni e obbliga all'adozione di colture in asciutto, come i cereali, che, per generare redditi sufficienti, hanno necessità di ampie dimensioni.

Nella tavola n. 2 (allegata) si riporta l'assetto fondiario attuale dell'area interessata in cui si indicano le dimensioni delle unità colturali.

8.4 Infrastrutture e strutture produttive esistenti

La presenza di efficienti strutture interaziendali riveste importanza fondamentale per lo sviluppo agricolo di un territorio. Una delle infrastrutture più importanti presenti nella zona, è costituita dalla viabilità provinciale. Inoltre è possibile per le singole aziende l'allaccio alla rete elettrica.

Di numero assai modesto sono le iniziative imprenditoriali di trasformazione intraprese da imprenditori locali. Nel settore ortofrutticolo il sistema di trasformazione agro-alimentare

sono allo stato attuale assai limitate. Una delle principali aziende di trasformazione presente nel territorio è la società Sa Marigosa, nata come O.P. è inserita nei mercati nazionali. Il suo settore specifico è quello del fresco e dei sott'oli o con liquido di governo, realizzati con l'impiego di prodotti provenienti dal sistema agricolo degli associati.

Il comparto olivicolo, basato su numerose piccole aziende, le cui produzioni vengono destinate quasi totalmente al consumo familiare. E' interessante notare la presenza frantoi, efficienti e moderni che coprono ampiamente le esigenze locali.

Il settore zootecnico è attualmente, il meno attrezzato di strutture di trasformazione, nell'ambito dell'area d'interesse, ma rivestono una importanza rilevante per il settore La Cooperativa Allevatori Ovini (CAO) ed altri caseifici presenti nel territorio provinciale.

E' necessario innovare e modernizzare le infrastrutture nel comparto della filiera agricola, al fine di realizzare un più razionale utilizzo delle risorse e delle potenzialità del territorio.

All'interno delle aree agricole sono ricompresi numerosi fabbricati connessi alle attività produttive, rappresentati in maggior parte da magazzini, stalle e piccoli vani appoggio.

Da quanto esposto sull'uso del suolo, e dalle considerazioni statistiche sopra accennate, deriva un territorio extraurbano fortemente legato all'attività agricola.

Le coltivazioni sono legate principalmente a seminativi in aree irrigue e non irrigue e secondariamente colture arboree.

Le dinamiche di mercato dei cereali negli ultimi anni, le politiche agricole europee e la chiusura di alcune industrie agroalimentari (barbabietola da zucchero) hanno ridisegnato le scelte produttive delle aziende agricole, con un crescente indirizzamento verso la produzione di ortive in pieno campo, principalmente carciofo e meloni.

L'imprenditore agricolo dispone di sufficiente capacità di innovazione, che necessita di continui investimenti infrastrutturali per il mantenimento di standard produttivi efficienti.

La carenza di risorsa irrigua nella penisola del Sinis rappresenta il maggior ostacolo alla crescita della specializzazione orticola del territorio, solo in parte compensata dalla realizzazione di numerosi pozzi aziendali privati, si presenta però, in questo caso, il problema della salinità elevata delle falde idriche.

9. CLIMA

9.1. Temperatura

La conoscenza dei caratteri climatici è fondamentale in quanto essi hanno una notevole rilevanza per il settore agricolo. I parametri importanti per caratterizzare un ambiente, soprattutto ai fini agrometeorologici, sono dati relativi alle temperature, agli apporti pluviometrici, all'umidità dell'aria, alle radiazioni ed ai venti.

Per esaminare l'area di indagine dal punto di vista climatico si è fatto riferimento alle stazioni di rilevamento termo-pluviometrico di Oristano, di Santa Lucia e di Riola Sardo, ritenute rappresentative.

I dati necessari sono stati ricavati dalle pubblicazioni degli Annali Idrologici dell'autorità di bacino regionale della Sardegna, dai dati forniti dall'università di Sassari - Dipartimento di Agronomia, coltivazioni erbacee e genetica e dai dati forniti dall'Agenzia Regionale Laore.

Nelle tabelle n.17 e n. 18 sono riportati i dati dalla temperatura max e min. assoluti.

Tab. 17

TEMPERATURA max e min assolute in °C - Stazione di Oristano												
Anno	GENNAIO		FEBBRAIO		MARZO		APRILE		MAGGIO		GIUGNO	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2001	23	2	22	-1	30	5	30	3	34	9	35	10
2002	18	-2	20	3	28	1	28	5	31	8	35	11
2003	22	0	17	-2	23	2	32	3	33	9	36	16
2004	16	-1	22	2	22	-1	23	4	26	8	33	10
2005	16	-2	16	-1	24	-2	27	6	31	9	38	12
2006	19	-1	16	0	25	0	27	6	34	7	39	10
2007	20	2	20	2	25	1	29	6	35	9	40	10
2008	19	0	22	0	25	2	28	3	34	9	37	11
2009	19	0	22	0			23	8	36	9	35	12
2010	21		20	1	24	1	27	4	31	7	32	10
2011	21	-2	16		21	2	27	3	0	0	37	11
Med.	19,5	-0,4	19,4	0,4	24,7	1,1	27,4	4,6	29,5	7,6	36,1	11,2

AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - Del 08/07/2011

Tab. 18

TEMPERATURA max e min assolute in °C - Stazione di Oristano												
Anno Mese	LUGLIO		AGOSTO		SETTEMBRE		OTTOBRE		NOVEMBRE		DICEMBRE	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2001	35	13	37	16	31	8	33	11	25	3	20	-1
2002	37	15	40	15	33	9	29	9	25	5	20	4
2003	39	16	40	18	32	13	31	7	25	7	21	0,1
2004	37	11	37	16	36	11	33	11	26	5	22	2
2005	38	15	35	14	32	13	28	11	25	-1	18	1
2006	37	18	34	14	33	14	33	12	26	5	22	4
2007	38	12	41	13	36	10	34	3	24	4	19	1
2008												
2009	38	14	35	14	33	12	31	6	26	7	18	2
2010	37	15	39	12	35	9	33	7	25	5	20	-1
2011	42	12	41	13	41	11	33	8	26	8	24	3
Med.	37,8	14,1	37,9	14,5	34,2	11	31,8	8,5	25,3	4,8	20,4	1,51

AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - Del 08/07/2011

Dall'analisi dei dati si può osservare come i mesi più freddi siano Gennaio, Febbraio e Marzo (con una minima assoluta di -2°C registrata nel Gennaio), mentre quelli più caldi sono Luglio, Agosto e Settembre durante i quali la temperatura massima giornaliera supera i 40°C.

Nelle tabelle n.19 e n. 20 sono riportati i dati dalla temperatura max e min. medi.

Tab. 19												
TEMPERATURA max e min medie in °C - Stazione di Oristano												
Anno Mese	GENNAIO		FEBBRAIO		MARZO		APRILE		MAGGIO		GIUGNO	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2001	16,2	7,4	16,8	6,0	20,4	9,7	20,0	8,3	25,1	14,3	28,7	15,8
2002	14,8	4,1	16,8	6,6	20,1	7,4	20,7	10,5	24,3	12,4	29,5	16,4
2003	13,7	6,0	13,2	3,7	17,9	6,0	20,5	9,3	24,9	14,0	32,2	19,0
2004	13,3	5,4	14,7	6,3	16,1	6,9	18,1	9,6	21,6	11,5	27,4	15,2
2005	12,5	3,4	11,8	3,5	16,0	6,2	19,0	9,7	24,7	13,2	29,5	17,3
2006	13,5	5,1	13,9	5,1	15,5	7,2	20,4	10,6	24,7	12,3	29,6	16,5
2007	16,5	6,4	16,6	6,4	17,5	7,1	22,8	10,6	32,6	12,9	30,3	18,8
2008	16,5	4,7	18,0	5,2	17,5	6,8	21,4	9,0	26,6	13,4	28,7	16,3
2009									28,7	15,3		
2010	12,9	5,8	14,8	6,9	17,5	6,8	20,6	9,4	22,6	11,8	27,1	15,6
2011	14,5	3,9	14,3	3,7	17,8	6,4	21,8	9,2	26,2	11,6	29,0	15,0
Med.	14,4	5,2	15,1	5,3	17,6	7,1	20,5	9,6	25,6	13,0	29,2	16,6
AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA- Del 08/07/2011												

Tab. 20												
TEMPERATURA max e min medie in °C - Stazione di Oristano												
Anno Mese	LUGLIO		AGOSTO		SETTEMBRE		OTTOBRE		NOVEMBRE		DICEMBRE	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2001	31,6	18,5	32,4	19,2	26,4	15,2	27,8	16,1	19,5	9,9	15,2	5,5
2002	30,2	18,6	29,8	19,3	26,9	16,3	23,5	12,7	20,1	10,8	16,5	7,2
2003	32,5	20,1	35,1	21,3	27,7	17,0	23,3	15,1	19,9	11,2		
2004	30,1	17,9	30,7	19,3	27,8	17,3	26,0	14,4	17,6	9,6	15,5	8,4
2005	30,3	18,9	28,1	18,9	26,4	16,6	24,6	14,3	17,9	9,2	13,7	5,8
2006	32,6	20,5	29,3	17,9	29,0	17,2	27,1	15,0	22,5	10,2	17,4	8,3
2007	32,7	17,1	32,6	17,2	28,7	14,5	25,2	11,7	18,7	9,2	15,4	5,3
2008												
2009	31,9	19,6	31,5	19,4	25,7	16,7	22,8	13,6	20,5	10,3	14,0	6,3
2010	31,8	19,2	30,6	16,9	27,9	14,9	23,5	12,4	18,7	9,8	13,5	5,5
2011	32,2	16,7	34,7	19,0	32,6	17,8	26,4	12,1	21,6	11,7	17,2	7,8
Med.	31,6	18,7	31,5	18,8	27,9	16,4	25,0	13,7	19,7	10,2	15,4	6,7
AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA- Del 08/07/2011												

I valori confermano la stagionalità delle temperature con escursioni termiche importanti tra i mesi invernali e quelli estivi, in particolare queste escursioni sono accentuate, nel periodo primaverile estivo, da venti provenienti dal secondo e terzo quadrante e in inverno da venti provenienti da nord, tale carattere climatico rappresenta un fatto stressante per le coltivazioni, tra l'altro, queste condizioni stressanti sono coadiuvate dal carattere pluviometrico sardo.

9.2. Precipitazioni

Le precipitazioni medie annue, nei 55 anni con riferimento al periodo 1921 - 1975, utilizzati dal Cao-Pinna per la stima delle precipitazioni nell'Isola nell'ambito degli studi previsti dal Piano Acque Regionale, sono pari a 570 mm.. Le medie mensili massime si registrano a novembre, 84 mm, e dicembre 95 mm., che corrispondono al 31% circa delle precipitazioni medie annue, i valori minimi registrati nei mesi di luglio e agosto, con 3 e 7 mm rispettivamente.

Valori questi ultimi non si discostano dai dati delle tabella n. 21 e 22 per la stazione di Oristano, e Riola Sardo dati messi a disposizione dell'istituto Idrografico di Cagliari riferimento al periodo 2001 – 2011

Le precipitazioni medie annue, negli 11 anni considerati (dati riferiti al periodo 2001 – 2011), sono pari a 520 mm. Le medie mensili massime si registrano a novembre 86,95 mm, e dicembre 86,45 mm. I valori minimi si registrano nei mesi di luglio e agosto, con 1,89 e 9,15 mm rispettivamente.

Nelle tabella n.21 e n. 22 sono riportati i dati pluviometrici per il periodo 2001/2011, rispettivamente per la stazione di Oristano e Riola Sardo.

Tab. 21		PIOVOSITA' mm. - Stazione di Oristano													
ANNO	GEN	FEBB	MAR	APR	MAG	GIUG	LUG	AGO	SETT	OTT	NOV	DIC	TOT		
2001	89,20	47,00	36,20	13,00	45,00	0,00	0,00	0,00	26,20	1,40	101	75	434,00		
2002	37,80	43,00	28,80	77,00	21,40	24,60	8,00	51,40	18,60	69,20	102,2	105,6	587,60		
2003	121,20	95,20	32,20	26,20	3,40	0,20	0,00	14,00	36,60	117,20	59,4	101,6	607,20		
2004	72,00	39,20	22,00	96,20	81,20	0,00	1,40	3,40	24,60	123,30	140	109	712,30		
2005	37,00	97,80	32,60	88,80	51,00	3,40	0,00	11,80	33,80	45,90	110,6	100,2	612,90		
2006	29,00	77,00	50,00	28,00	0,00	5,60	0,20	7,00	136,60	29,00	20	108,4	490,80		
2007	24,60	68,40	66,60	64,60	40,02	6,00	0,00	7,00	13,80	32,40	31,8	39	394,22		
2008	31,20	15,60	52,20	71,40	52,80	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	245,20		
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	23,40	0,00	0,00	34,10	63,00	68,8	78	268,50		
2010	126,40	62,00	24,60	110,40	66,20	57,80	0,00	6,00	6,00	43,40	179,8	157,6	840,20		
2011	60,20	62,80	47,40	31,40	49,40	4,40	11,20	0,00	16,20	26,00	142,8	76,6	528,40		
media	57,15	55,27	35,69	55,18	37,42	13,40	1,89	9,15	31,50	50,07	86,95	86,45	520,12		
AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGN (medie mensili) - Del 08/07/2011															

Tab. 22		PIOVOSITA' in mm. - Stazione di Riola Sardo													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTAL		
2001	75	23,8	15,6	8,2	17,2		0,2		16,2	2	105	46,2	309		
2002	37,6	26	23,8	88,6	23	22,2	11,4	78,4	38,6	74,8	100,2	88,4	613		
2003	125	70,6	38,4	24,4	3,2			2,4	52,8	114,4	59,8	65	556		
2004	58	21	63,8	81	66			6,8	11	92,6	103,4	110,2	614		
2005	35,8	94	35,2	71,8	38,6	3,8	26,6	9	25	14,8	115,4	24	494		
2006	21	19	63,2	35,4	1	2		6,4	125,8	52	27,6	100,4	454		
2007	34,2	62	88,4	57,8	34,8	13	0,2	8,8	16	46,8	33,4	59,2	455		
2008	48,6	10,8	49,2	55,8	78,4	43,6			67,6	75,8	154,2	192,8	777		
2009	129	54,4	41,4	133,4	2,4	16			88,6	49	85,2	82,8	682		
2010	128,6	76,6	32	78	78,2	61		2,2	8,2	75	195,4	151,8	887		
2011	60	68,6	38,4	36,8	15,2	34,2	14		17,8	26	190,4	59,8	561		
Media	68	48	44	61	33	24	10	16	43	57	106	89	600		
GG PIOV. Medie	10	8	6	7	4	2	2	2	4	6	10	10	71		
AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGN (medie mensili) - Del 08/07/2011															

Per quanto riguarda le precipitazioni si osserva che queste, sono comprese tra 245 (2008) e 887 mm (2010) con una media annua di 520 mm e sono distribuite in circa 71 giorni piovosi.

Il mese di Luglio presenta il minor numero di giorni piovosi e la quantità più bassa di precipitazioni, mentre i mesi più piovosi sono Novembre e Dicembre.

Il regime pluviometrico mostra un andamento generalmente irregolare, che non consente il massimo beneficio che tali quantitativi di precipitazioni possono dare.

Nell'arco di tempo coperto da osservazioni non di rado si sono verificate serie di alcuni anni siccitosi con il conseguente sconvolgimento del regime idrologico dell'area. Così non sono rari gli eventi meteorici di portata straordinaria.

9.3. Evapotraspirazione

Le piante assorbono l'acqua per mezzo delle radici, risale fino alle foglie, e qui viene in gran parte diffusa nell'atmosfera sotto forma di vapore acqueo, traspirazione. Una copertura vegetale inoltre perde acqua a causa dell'evaporazione diretta dalla superficie del terreno la cui entità è legata al grado di copertura del suolo da parte delle piante. Per questo l'evaporazione assume un certo rilievo nei primi stadi successivi alla semina, quando il suolo è caratterizzato da una minima presenza di vegetazione. Complessivamente i due fenomeni vengono definiti evapotraspirazione e rappresentano i consumi idrici del sistema suolo-pianta.

EVAPORAZIONE + TRASPIRAZIONE = EVAPOTRASPIRAZIONE

I fattori che influenzano l'evapotraspirazione sono di due diversi tipi:

a) fattori meteorologici: temperatura, vento, umidità, radiazione solare

b) fattori agronomici: tipo di pianta, tecniche colturali, copertura vegetale, umidità del terreno, tipo di terreno.

A fini pratici per determinare l'evapotraspirazione si fa riferimento ad una ipotetica coltura, tipicamente un prato di festuca, coltivata in condizioni idriche, nutrizionali e sanitarie ottimali. Tale parametro prende il nome di evapotraspirazione di riferimento (ET_o) ed essendo influenzato esclusivamente dai fattori meteorologici, può essere considerato come la domanda di acqua dell'atmosfera. Quindi l'ET_o non può essere utilizzata tal quale per il calcolo dei consumi idrici di una specifica coltura perché, per definizione, esprime i consumi attribuibili alla ipotetica coltura di riferimento. Per ovviare a questo inconveniente sono state condotte lunghe sperimentazioni che hanno permesso di determinare, per ogni coltura e per ogni stadio di sviluppo, dei coefficienti colturali (K_c) che, partendo dalla determinazione della ET_o, consentono di calcolare il consumo idrico di ogni coltura per ciascuna fase del ciclo colturale, secondo la seguente espressione:

$$ET_o \times K_c = ET_e$$

dove:

ETo = evapotraspirazione di riferimento

Kc = coefficiente colturale

ETe = evapotraspirazione colturale effettiva.

Evapotraspirazione Colturale (ETe) Può essere facilmente calcolata per una coltura ed una specifica fase di sviluppo attraverso l'equazione descritta precedentemente.

La stima dell'Ete L'evapotraspirazione effettiva relativa ad una data coltura relativa ad un dato intervallo di tempo (p. es. mensile) si basa per lo più sulla determinazione dell'evapotraspirazione di riferimento (ETo) moltiplicata per un opportuno "coefficiente colturale" (kc) variabile in funzione dello stadio fenologico.

Evapotraspirazione colturale effettiva

Per la determinazione dell'evapotraspirazione colturale effettiva, indicata comunemente Ete, si computa l'evapotraspirazione di riferimento (ETo), una volta calcolata si moltiplica per il coefficiente colturale (Kc), che ingloba e sintetizza tutti gli effetti sull'evapotraspirazione legate alle caratteristiche morfo-fisiologiche delle diverse specie, alla fase fenologica, al grado di copertura del suolo.

I valori dei Kc, per le considerazioni sopra esposte, variano da specie a specie. I coefficienti colturali utilizzati nella presente nota sono stati ricavati dalla letteratura specifica, ed in particolare dai "quaderni FAO", e sono stati adattati sulla base dei risultati di osservazioni condotte in Sardegna.

Evapotraspirazione di riferimento ETo

L'Evapotraspirazione di riferimento è stata calcolata con il metodo da vasca evaporimetrica e con il metodo Hargreaves Samani, metodiche di più diretta utilità per scopi direttamente applicativi nel campo della pratica irrigua.

Nelle tabella n.23 sono riportati i dati dell'evaporato di vasca evaporimetrica di classe "A" per il periodo 2001/2011.

Tab. 23							
EVAPORAZIONE VASCA DI CLASSE "A" - Epan (evaporato da vasca evaporimetrica [mm d ⁻¹]) (Località Santa Lucia - Zeddiani)							
ANNO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE
2010	115	147	204	226	228	153	93
2011	112	176	192	209	233	157	114
2012	119	154	214	255	240	137	102
2013	107	150	181	252	212	121	92
2014	111	151	207	205	194	161	120
2015	128	174	225	244	215	155	80
2016	116	152	192	221	226	135	88
2017	107	200	244	236	237	148	110
2018	100	109	164	208	190	133	102
MEDIA	113	157	203	228	219	144	100
Università di Sassari - Dipartimento di Agronomia, coltivazioni erbacee e genetica							

Nelle tabella n.24 sono riportati i dati dell'ETPo ricavati dalla tabella precedente, adottando il coefficiente correttivo $K_p = 0,8$, dipendente dal tipo di vasca utilizzata e dalle condizioni in cui la misura è stata effettuata.

Tab. 24							
EVAPOTRASPIRAZIONE = $E_{to} = E_{pan} \times K_p$ [mm d ⁻¹] - k_p coefficiente di proporzionalità, dipendente dal tipo di vasca utilizzata (Località Santa Lucia - Zeddiani)							
ANNO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE
2010	92	118	164	180	183	123	74
2011	89	141	154	167	186	126	91
2012	95	123	171	204	192	109	81
2013	86	120	145	201	169	96	74
2014	89	121	165	164	155	128	96
2015	102	139	180	195	172	124	64
2016	93	121	154	176	180	108	70
2017	86	160	195	189	189	118	88
2018	80	87	131	167	152	107	81
MEDIA	90	125	162	183	175	116	80
Università di Sassari - Dipartimento di Agronomia, coltivazioni erbacee e genetica							

Nelle tabella n. 25 sono riportati i dati dell'ETPo forniti dall'agenzia regionale LAORE (medie2011 - 2017)

Tab. 25												
EVAPOTRASPIRAZIONE E_{to} (calcolata con il metodo di Hargreaves Samani) Stazione Oristano												
ANNO 2011 - 2017	GEN	FEBB	MAR	APR	MAG	GIUG	LUG	AGO	SETT	OTT	NOV	DIC
Media	41,2	51,2	84,2	115,2	141,8	169,5	185,2	179,7	116,9	90,8	52,8	41,5
DATI AGENZIA REGIONALE LAORE (medie2011 - 2017) -												

Esaminando i valori mensili massimi dell'ETPo, verificati nel mese di luglio, riportati in tabella 24 e 25, questi oscillano tra 183 e 204 mm.

I valori mensili della Tabella n. 24, riferiti al periodo aprile-ottobre dei 9 anni considerati e i valori della tabella n. 25 riferiti al periodo gennaio-dicembre dei sette anni considerati, sono leggermente diversi ma concordanti le differenze sono dovute al diverso modo di calcolo e alla stazione considerata.

L'evapotraspirazione potenziale (E_{To}) massima per periodo aprile-settembre raggiunge il valore di 981 mm., a fronte di una piovosità sempre, per lo stesso periodo, media circa 150 mm. e con un differenziale rispetto alle precipitazioni di - 831 mm.

L'evapotraspirazione, dal mese di gennaio a marzo, aumenta gradatamente con l'aumentare delle temperature: all'inizio di questo periodo, le precipitazioni non solo compensano la perdita d'acqua dal suolo dovuta all'evapotraspirazione, ma essendo superiori a quest'ultima, generano un surplus idrico, quindi la riserva idrica del suolo è saturata, e la piovosità in eccesso ruscella o percola negli strati profondi. Dal mese di Aprile in poi l'evapotraspirazione sopravanza l'apporto dovuto alle precipitazioni, e quindi questa è in parte a carico delle riserve del suolo. Il valore più basso di "ST" (storage, riserva) si

raggiunge in luglio, agosto e settembre. Dal mese di ottobre, le riserve del suolo si ricaricano fino a raggiungere la saturazione nel mese di dicembre, momento dal quale siamo nuovamente in surplus idrico.

9.4. Igrometria

L'umidità dell'aria mostra generalmente un andamento decrescente dalla costa verso l'interno, per la forte influenza giocata dalle brezze di mare che caricano di umidità l'aria e dall'inverno all'estate. I valori di umidità media relativa registrati nella stazione di Oristano sono dell'ordine dell'81% in gennaio, dell'75% in aprile, del 71% in luglio e dell'75% in ottobre.

Tab. 26			
DATI CLIMATICI PER IL PERIODO 2011-2017			
	Umin (%)	Umed (%)	Umax (%)
Gennaio	61,55	81,87	93,39
Febbraio	60,49	80,63	92,85
Marzo	53,24	77,68	93,41
Aprile	48,90	75,05	93,72
Maggio	45,78	72,57	92,83
Giugno	45,46	72,90	94,03
Luglio	43,67	71,29	93,47
Agosto	39,68	70,42	93,76
Settembre	50,34	74,86	92,64
Ottobre	50,38	75,46	92,11
Novembre	50,38	75,46	92,11
Dicembre	60,07	80,44	92,02
DATI AGENZIA REGIONALE LAORE			

9.5. Anemometria

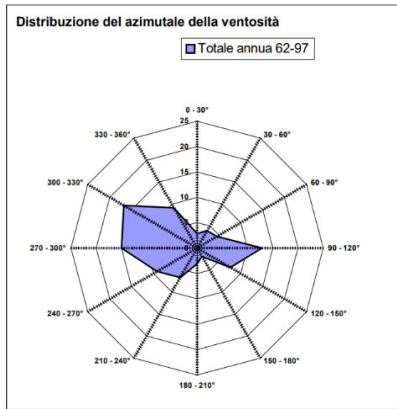
Altro fattore di notevole importanza per gli effetti sul clima è il vento. Dai dati disponibili per la stazione locale mostrano che i venti dominanti, come spesso accade per l'Isola, sono quelli provenienti dal quadrante occidentale. Il principale e il più frequente è il maestrale, che spira da nord - ovest spesso con raffiche a velocità.

L'area è caratterizzata da un'elevata ventosità. I venti dominanti sono quelli provenienti dal IV quadrante (maestrale e di ponente), che spesso raggiungono e superano la velocità di 25 m/s, e quelli provenienti dal II e III quadrante (scirocco e libeccio).

Nella stazione di Oristano il vento dominante è rappresentato dal ponente. Questo vento, con il 20% della frequenza, raggiunge sovente velocità intorno ai 25 m/s. Il grecale mostra una frequenza del 15% con velocità generalmente non superiori ai 25 m/s, ed il maestrale con una frequenza intorno al 13%, raggiunge e supera la velocità di 25 m/s. Il vento meno frequente è lo scirocco, che però talvolta raggiunge e supera i 25 m/s. Le

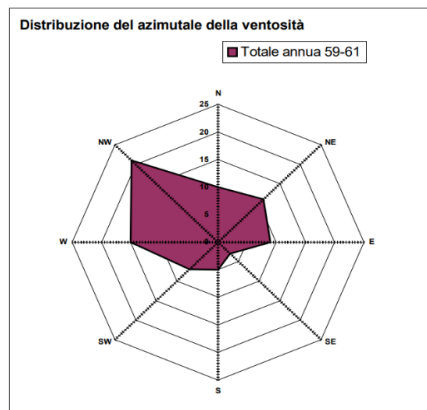
giornate di calma di vento rappresentano il 20,42% del totale.

Distribuzione del azimutale della ventosità



Nella stazione di Cirras prevalgono i venti di NO, con una frequenza del 22,7% sul totale delle osservazioni. Seguono il ponente (14,7%), il levante (11,6%) e la tramontana (11,5%), mentre gli altri presentano frequenze inferiori al 10%. La frequenza delle calme è dell'ordine del 5,9%, infatti anche nel periodo estivo, generalmente meno ventoso, si instaurano i regimi di brezze di mare, che abbassano la frequenza delle calme di vento.

Distribuzione del azimutale della ventosità.



Nella stazione di Capo Frasca la distribuzione della ventosità in un diagramma anemometrico azimutale per i tre periodi di misura disponibili. Nel periodo invernale risultano nettamente prevalenti i venti del I e IV quadrante con particolare frequenza per il ponente, il maestrale ed il grecale. Nel periodo estivo prevale nettamente il ponente con il maestrale con subordinato libeccio. Le giornate di calma non sono elevate in quanto nell'area, circondata dal mare, si instaurano regimi di brezze costiere.

Per quanto riguarda i venti, si osserva che quelli occidentali, pur non raggiungendo le massime velocità, sono percentualmente i più frequenti e apportatori quindi di grandi quantità di aerosol marino.

L'andamento climatico è quello tipico mediterraneo, inverni con i minimi termici e le massime precipitazioni, estati con i massimi termici e minime precipitazioni.

Dal punto di vista fitoclimatico, la stazione di Oristano ricadrebbe, secondo Arrigoni nella sottozona calda del Lauretum e nel climax delle boscaglie e macchie termoxerofile litoranee.

Il periodo di aridità è di oltre 4 mesi ed è compreso tra gli ultimi giorni di Aprile e i primi giorni di Settembre, In base allo schema di Thornthwaite il clima rientra nel tipo subarido con modesta eccedenza idrica in inverno. Questa secchezza estiva è confermata da altri indici climatici; i valori riscontrati identificano un clima decisamente secco secondo De Martonne.

In particolare l'indice di aridità estiva di Giacobbe, con un valore di 11.2 fa ricadere la zona in un clima semiarido.

10. I SUOLI

La conoscenza del suolo rappresenta l'elemento essenziale per permettere una corretta ed efficiente gestione nell'uso dello stesso, attraverso la pianificazione delle pratiche agricole nel rispetto dell'ambiente.

La conoscenza delle caratteristiche geopedologiche di un ambiente è necessaria per determinare le suscettività all'uso delle diverse aree del territorio in esame. E' stato pertanto effettuato uno studio delle unità cartografiche presenti e sopralluoghi in sito, da cui si è ricavata la distribuzione dei suoli nel territorio.

Lo studio pedologico, per quanto riguarda la cartografia, al fine di verificare l'utilizzabilità dei suoli dal punto di vista irriguo, è riferibile a diversi documenti, realizzati in tempi e con obiettivi differenti:

- la Carta dei Suoli della Sardegna, realizzata alla scala 1:250.000, dall'Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra, per conto della Regione Autonoma della Sardegna, documento di supporto alla pianificazione regionale e nazionale, a cura di Aru A., Baldaccini P. e Vacca A;
- La Carta Pedologica del Piano Urbanistico e Territoriale di Coordinamento Provincia di Oristano;
- La Carta dei suoli delle aree irrigabili della Sardegna, realizzato dall'Ente Autonomo del Flumendosa per conto della Regione Sardegna nell'ambito del Piano Generale delle Acque, per l'individuazione delle aree suscettive di trasformazione irrigua e riguardante vaste aree del territorio provinciale come l'alto Campidano, la penisola del Sinis, articolato su una cartografia pedologica alla scala 1:100.000;

Altro studio pedologico importante analizzato per il territorio del Sinis è quello elaborato del laboratorio Agropedologico dell'Ente Autonomo del Flumendosa (1968) su richiesta del Consorzio di Bonifica Destra Tirso di Oristano.

10.1 Carta dei suoli della Sardegna

La carta è stata realizzata sulla base di grandi unità di paesaggio. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di profilo e relativi caratteri.

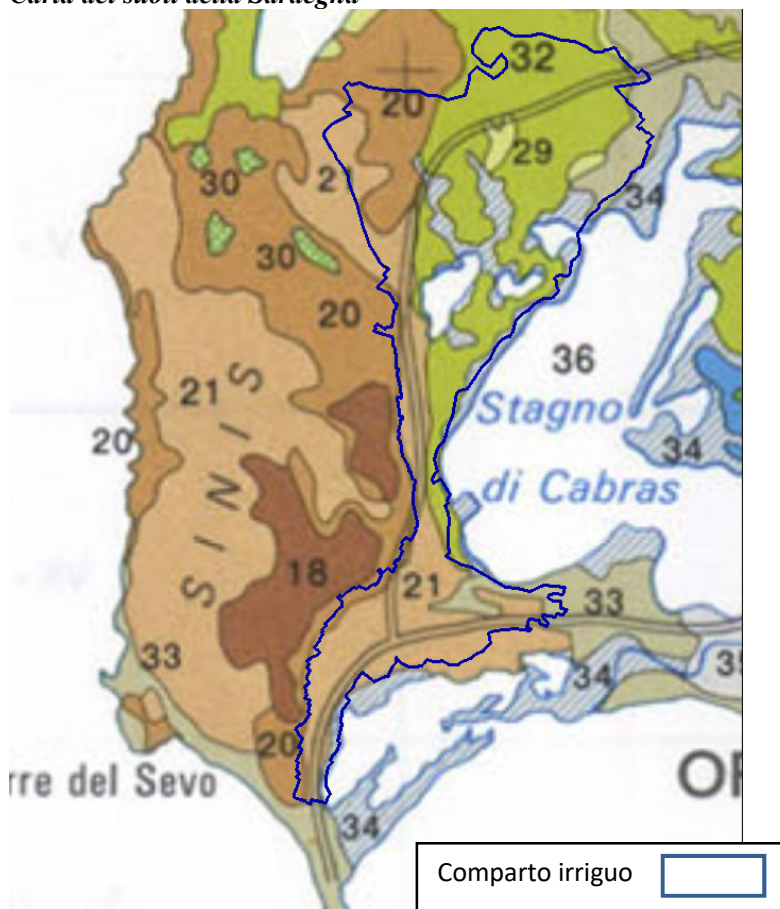
Le unità cartografiche pedologiche sono delle associazioni di suoli e consistono di due o più componenti tassonomiche differenti. Il livello di classificazione raggiunto nello schema principale adottato, le varie unità cartografiche pedologiche riportate in legenda, riunite nelle diverse unità di paesaggio (Soil Taxonomy 1975 e successivi aggiornamenti) è quello del Sottogruppo.

Oltre ai suoli principali che compongono l'associazione, sono indicati nella legenda anche i sottogruppi subordinati che si possono riscontrare.

Per ogni unità cartografica sono poi riportate le classi di capacità d'uso prevalenti. Per questa valutazione è stata utilizzata la "Land Capability Classification" (USDA 1961)

Si riporta di seguito un stralcio cartografico con indicazione del comparto oggetto delle relazione:

Carta dei suoli della Sardegna



Nella carta dei suoli della Sardegna vengono illustrate le varie unità cartografiche pedologiche. Per il distretto irriguo del Sinis sono state individuate le seguenti unità cartografiche.

F Paesaggi su calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati del Miocene Landscapes on organogenous limestones, calcarenites, sandstones and conglomerates of the Miocene		
20	Rock outcrop Lithic e Typic Xerorthents Lithic e Typic Rhodoxeralfs	Rock outcrop Eutric e Lithic Leptosols Chromic Luvisols
21	Typic e Lithic Xerorthents Typic e Lithic Xerochrepts Typic Rhodoxeralfs	Eutric e Lithic Leptosols Calcaric Cambisols Chromic Luvisols
L Paesaggi su alluvioni (a), (b), (c) e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei (d) dell'Olocene Landscapes on alluvial deposits (a), (b), (c) and conglomerates, eolian deposits and calcareous crusts (d) of the Holocene		
32	Lithic Calcixerolls	Calcaric Chernozems Mollic Leptosols
M Paesaggi su sabbie eoliche dell'Olocene Landscapes on eolian sand of the Holocene		
33	Typic Xerosamments Aquic Xerosamments	Haplic, Calcaric e Gleyic Arenosols

UNITA' 20 (Rock outcrop; Lithic e Typic Xerorthents; Lithic e Typic Rhodoxeralfs)

Unità cartografica caratterizzata da suoli a profilo A-C e A-Bt - C, diffusa su forme da aspre a sub-pianeggianti dei calcari, calcareniti ecc. del Miocene. I rischi di erosione variano da modesti a gravi; dove essa ha potuto agire incontrollata, l'orizzonte A e parte del B sono stati asportati. Normalmente utilizzate per l'uso pascolivo, ma in molti tratti coltivate anche intensamente, queste aree ad elevato valore paesaggistico, dovrebbero mantenere inalterato il loro valore, aiutate anche dal ripristino della vegetazione naturale e da una gestione agricola che tenga conto del fatto che la conservazione del suolo risulta in questi ambienti di primaria importanza. Classe di capacità d'uso VII - VIII

UNITA' 21 (Typic e Lithic Xerorthents; Typic e Lithic Xerochrepts; Typic Rhodoxeralfs)

All'interno di questa unità si assiste ad una distribuzione di suoli che rispecchiano frequentemente uno schema a "catena". Abbiamo infatti le forme meno evolute, a profilo A-C, quelle ai primi stadi di evoluzione, A-Bw-C, e quelle più evolute con un orizzonte argillico, disposte in regolare successione lungo i rilievi, che si ripetono frequentemente in tutto il paesaggio. La loro potenza media è di circa 50-100 cm, la tessitura varia da franco sabbioso argilloso ad argilloso e la struttura va da poliedrica subangolare, in superficie, ad angolare in profondità. Questa unità presenta un uso attuale legato al pascolo naturale, prato-pascolo e a tratti colture agrarie anche intensive. Il pericolo d'erosione è comunque elevato, particolarmente dove il paesaggio è, od è stato, fortemente antropizzato. Data la varietà di situazioni morfologiche e pedologiche in queste aree, è consigliato per gli ambienti più degradati il recupero della vegetazione naturale, mentre nei tratti meno acclivi e rocciosi, un utilizzo agricolo, anche irriguo, compatibilmente con le verifiche di economicità delle opere di meccanizzazione agricola. Classe di capacità d'uso III - IV - VI

UNITA' 32 (Lithic Calcixerolls)

Si tratta di una unità presente quasi esclusivamente in una zona limitata dell'oristanese (circondario di Riola-Cabras e aree settentrionali del Sinis) anche se piccole aree sono presenti in altre parti della Sardegna (Trexenta, Basso Sulcis). I suoli si originano da substrati di vario tipo ma di età recente e tutti ricchi in carbonati che influenzano nettamente la pedogenesi. Infatti i profili, il cui spessore non supera quasi mai i 50 cm., sono sempre ricchi in carbonati che spesso formano orizzonti di accumulo di volta in volta farinosi, polverulenti (orizzonti calcici) ovvero nodulari, concrezionali e più o meno cementati (orizzonti petrocalcici).

In questi ultimi casi si possono verificare anche rallentamenti nella velocità di infiltrazione dell'acqua. Variabile è il contenuto in elementi nutritivi mentre la sostanza organica raggiunge percentuali da medie ad elevate contribuendo alla formazione di una aggregazione poliedrica subangolare fine o grumosa e ad una elevata porosità.

I suoli sono quasi sempre coltivati ed in molti casi rientrano in zone già attrezzate per l'irrigazione. Le principali limitazioni riguardano la scarsa profondità e l'eccesso di carbonati

che può limitare la scelta delle colture. Si tratta comunque di una unità con potenzialità abbastanza elevata ed idonea ad una gamma piuttosto vasta di colture sia erbacee che arboree, soprattutto in regime irriguo. Classe di capacità d'uso II.

UNITA' 33 (Typic e Aquic Xeropsamments)

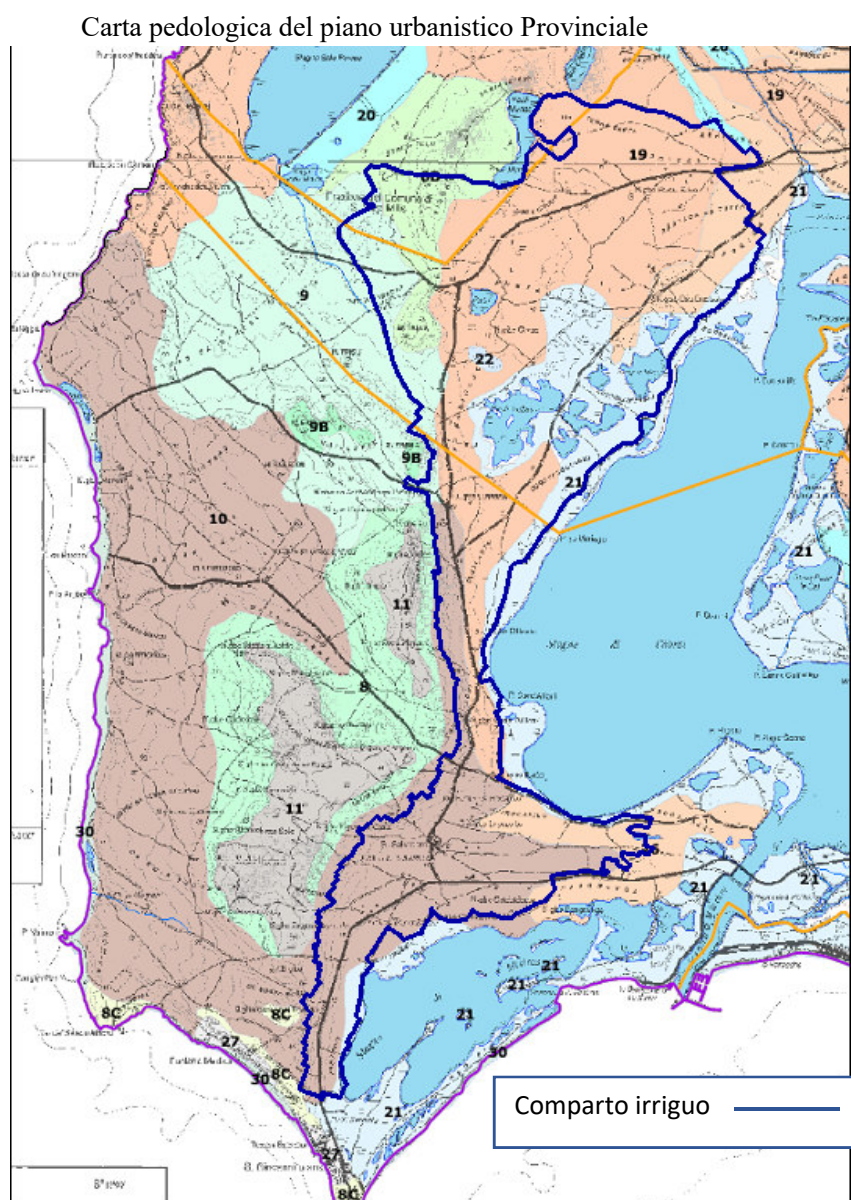
Si tratta dell'unità che caratterizza il paesaggio delle sabbie eoliche dell'Olocene, presenti in varie zone lungo tutte le coste della Sardegna. In molti casi l'unità occupa piccole superfici, limitrofe alla battigia; in altre situazioni siamo di fronte ad imponenti campi di sabbie e dune che si spingono nell'entroterra anche a notevoli altezze (Is Arenas nell'Arburese, Buggerru, ecc.).

I territori interessati dall'unità possono far parte di ambienti ad elevato valore paesaggistico e naturalistico con tipica vegetazione (psammofite), oppure esser sede di diffusi rimboschimenti (prevalentemente a conifere) a scopo protettivo. Quando le dune sono consolidate, vi si può ritrovare una agricoltura intensiva anche irrigua. I suoli appartengono al grande gruppo degli *Xeropsamments*, caratterizzati da tessitura sabbiosa, debole aggregazione, elevata permeabilità e povertà in elementi nutritivi. In qualche area possiamo riscontrare suoli che, pur avendo una tessitura grossolana, presentano un drenaggio lento e segni di idromorfia legati a situazioni morfologiche che non permettono il rapido smaltimento delle acque (come si verifica nelle zone interdunali) e quando le sabbie sovrastano materiali a difficile permeabilità. I profili presentano una evoluzione assai modesta, una successione di orizzonti A-C (assai più limitatamente A-Bw-C) con sottili orizzonti organici di superficie solo ove esiste una copertura vegetale continua e non degradata.

Le limitazioni principali sono rappresentate dalla tessitura sabbiosa e dall'eccessivo drenaggio che limitano notevolmente l'acqua disponibile per le piante; forte è il pericolo di erosione, sia idrica che eolica, che si manifesta soprattutto quando manca od è insufficiente la copertura vegetale. La capacità d'uso e le attitudini di questa unità sono quindi diverse a seconda delle varie situazioni ambientali che si possono riscontrare. Infatti abbiamo la classe VIII nelle zone prossime alla costa, con morfologie molto ondulate, dune ancora mobili, vegetazione naturale. Tali ambienti devono essere conservati e protetti per l'elevato valore paesaggistico e scientifico. Possono invece rientrare nella classe III le aree rimboschite mentre ove è possibile la coltivazione, anche con ortive e frutticole, la classe di capacità d'uso è la II.

10.2. Carta pedologica del piano urbanistico Provinciale

Nella carta pedologica del piano urbanistico provinciale nell'intera provincia vengono individuate 30 unità di paesaggio in base ai principali tipi pedologici.



Nel distretto del Sinis sud ne sono state individuate 8 unità di cui di seguito vengono descritte la seguente classificazione e le destinazioni d'uso:

Unità di mappa	Classificazione principali tipi pedologici Soil Taxonomy (1975 - 1999)	Destinazioni d'uso
d - paesaggi delle formazioni sedimentarie del Cenozoico e relativi depositi di versante		
8	associazione di: <i>Lithic Xerorthents</i> <i>Lithic Haploxerepts</i> <i>Calcic Haploxerepts</i> <i>Typic Haploxerepts</i> <i>Lithic Calcixerepts</i> <i>Typic Calcixerepts</i>	Le superfici interessate da questa unità sono da moderatamente adatte a marginali all'utilizzo agricolo intensivo, per cui possono essere destinate al rimboscimento meccanizzato finalizzato alla produzione di legname da opera e da cellulosa, al pascolo migliorato, alle colture cerealicole e foraggiere, alle colture ortive. L'irrigazione è possibile in funzione delle riserve idriche locali.
8b	associazione di: <i>Lithic Haploxerepts</i> <i>Calcic Haploxerepts</i> <i>Lithic Calcixerepts</i> <i>Typic Calcixerepts</i>	Le superfici interessate da questa unità sono moderatamente adatte all'utilizzo agricolo intensivo, per cui possono essere destinate al pascolo migliorato, alle colture cerealicole e foraggiere, colture ortive. L'irrigazione è possibile in funzione delle riserve idriche locali
9	associazione di: <i>Lithic Haploxerepts</i> <i>Calcic Haploxerepts</i> <i>Vertic Haploxerepts</i> <i>Typic Calcixerepts</i>	Le superfici interessate da questa unità sono da moderatamente adatte a marginali all'utilizzo agricolo intensivo, per cui possono essere destinate al rimboscimento meccanizzato finalizzato alla produzione di legname da opera e da cellulosa, al pascolo migliorato, alle colture cerealicole e foraggiere, alle colture ortive. L'irrigazione è possibile in funzione delle riserve idriche locali.
9b	associazione di: <i>Lithic Haploxerepts</i> <i>Calcic Haploxerepts</i> <i>Typic Calcixerepts</i>	Le superfici interessate da questa unità sono da moderatamente adatte all'utilizzo agricolo intensivo, ad adatte ad usi estensivi. Possono essere destinate al rimboscimento meccanizzato finalizzato alla produzione di legname da opera e da cellulosa, al pascolo migliorato, alle colture cerealicole e foraggiere, colture ortive. L'irrigazione è possibile in funzione delle riserve idriche locali

e - paesaggi delle formazioni sedimentarie cristalline del Mesozoico

10	associazione di: <i>Lithic Xerorthents</i> <i>Lithic Rhodoxeralfs</i> <i>Typic Rhodoxeralfs</i>	Queste superfici da adatte a marginali ad una agricoltura di tipo intensivo. Pur destinabili ad un ampio spettro di colture, hanno in quelle erbacee, la destinazione ottimale.
19	associazione di: <i>Mollic Xerofluvents</i> <i>Typic Xerofluvents</i>	Queste superfici sono adatte ad una utilizzazione agricola intensiva. L'irrigazione è possibile in funzione sia delle disponibilità idriche locali, sia delle necessità di drenaggio.

h- paesaggi delle alluvioni recenti ed attuali

21	complesso di: <i>Aquic Xerofluvents</i> <i>Typic Salorthids</i>	Queste superfici sono assolutamente inadatte a qualsiasi uso agricolo, anche il più estensivo. Data la grande valenza paesistica e naturalistica di queste aree deve essere ripristinata e conservata la vegetazione esistente.
22	associazione di <i>Aquic Xerofluvents</i> <i>Typic Xerofluvents</i>	Come l'unità 20. Sono sempre necessarie opere di drenaggio.
26	associazione di: <i>Typic Xeopsamments</i> <i>Typic</i> <i>Quartzipsamments</i> <i>Typic Cambisols</i>	Queste superfici sono adatte ad una agricoltura intensiva ed hanno nella tessitura e nel drenaggio rapido le principali limitazioni d'uso. Esse sono pertanto adatte ad un ampio spettro di colture erbacee sia asciutte che irrigue.

10.3. Carta dei suoli delle aree irrigabili della Sardegna

Per un inquadramento dei caratteri pedologici nell'area in esame si è fatto riferimento anche al Piano Generale delle Acque "I suoli delle aree irrigabili della Sardegna" del 1986 di A. Aru e altri Autori.

I suoli sono stati suddivisi in funzione della roccia madre dalla quale derivano e della relativa morfologia.

Il livello tassonomico raggiunto nella classificazione (Soil Taxonomy) è quello del sottogruppo.

Nell'area del Sinis, dov'è previsto l'intervento di infrastrutturazione irrigua, sono stati individuati 4 tipi di suolo di cui sono state esaminate le caratteristiche più importanti per quanto attiene la sua genesi e la sua utilizzazione.

Le tipologie prevalenti ricadono negli ordini degli Entisuoli, dei Mollisuoli degli Inceptisuoli e degli Alfisuoli. Tab. n. 27

Ordine	Sottordine	Grande gruppo	Sottogruppo
ENTISUOLI	Psamments	<i>Xeropsamments</i>	<i>Typic Xeropsamments (B1)</i>
	Orthents	<i>Xerothents</i>	<i>Tiphic xerothents (C1)</i>
	Orthents	Xerothents	Lithic xerothents (C4)
MOLLISUOLI	Xerolls	<i>Calcixerolls</i>	<i>Lithic Calcixerolls (E4)</i>
INCEPTISUOLI	Ochrepts	Xerochrepts	<i>Calcixerollic xerochrepts (F6)</i>
ALFISUOLI	Xerafls	<i>Rhodoxerafls</i>	<i>Typic Rhodoxerafls (N1)</i>

Entisuoli

Gli Entisuoli includono i suoli debolmente sviluppati o di origine recente che presentano solamente un epiedon ocrico o un semplice orizzonte superficiale lavorato.

La caratteristica comune degli Entisuoli è perciò la mancanza di uno sviluppo significativo del profilo.

Sono stati riconosciuti i seguenti subordini:

-*Psamments*: presentano una tessitura sabbiosa o sabbioso-franca ed un drenaggio normale. Grande gruppo riscontrato: *Xeropsamments*, questi sono gli Entisuoli a tessitura sabbiosa presenti nei climi mediterranei e pertanto si presentano umidi durante l'inverno e secchi o molto secchi in estate; derivano prevalentemente da sabbie ed arenarie eoliche e si riscontrano in prossimità delle coste o a breve distanza dal mare.

Nella loro forma tipica, gli Xeropsamments hanno profili A-C ove l'orizzonte A, di color bruno o bruno-giallastro, ha uno spessore variabile da 20 a 50 cm e sovrasta un orizzonte C che raggiunge elevate profondità.

La giacitura delle zone varia da piana ad ondulata (sinis).

La tessitura è nettamente sabbiosa o sabbioso-franca mentre l'aggregazione, poliedrica subangolare abbastanza stabile in superficie.

La fertilità chimica generale è sempre piuttosto bassa, anche se il contenuto in sostanza organica può variare notevolmente in funzione di vari fattori. La reazione varia da neutra a subacida, mentre la capacità di scambio cationico è sempre abbastanza modesta.

La limitazione principale, riguardanti l'utilizzazione irrigua degli Entisuoli sabbiosi, sono la bassa fertilità, la modesta capacità idrica.

D'altra parte la facile lavorazione e la possibilità di effettuare colture particolari fanno sì che la potenzialità di questi suoli all'irrigazione vari da modesta a relativamente alta.

Gli Xerothents sono profondi o moderati, substrato: calcari ed arenarie marnose del Miocene (Sinis). Il sottogruppo Tipico degli Xerothents è formato da suoli, con profilo A-C, profondi oltre 50 cm. La tessitura varia da sabbioso-franche a franco sabbiose. Gli Xerothents hanno una potenzialità produttiva e l'idoneità all'irrigazione.

Le limitazioni principali degli Xerothents, che si originano da substrati calcarei, calcareo-marnosi e dalle marne sono rappresentate dalla profondità che, particolarmente nei sottogruppi litici, riduce notevolmente la massa di suolo a disposizione dalle radici.

La maggior alterabilità del substrato può permettere, con il tempo, un approfondimento graduale delle lavorazioni e la creazione di profili con maggior spessore. La loro idoneità alla trasformazione irrigua è superiore a quella dei suoli derivati dalle rocce cristalline metamorfiche.

E' possibile una scelta più ampia delle colture. Sono possibili quindi non solo le foraggere ma nelle situazioni più favorevoli, le ortive da pieno campo e le industriali. Ove il suolo è più profondo sono possibili anche le arboree meno esigenti.

Mollisuoli

L'ordine dei Mollisuoli comprende tutti quei suoli che hanno un orizzonte superficiale abbastanza profondo, di colore scuro e dominato da cationi bivalenti. Tale orizzonte (orizzonte mollico) ha inoltre una struttura granulare o grumosa e non è duro o compatto quando il suolo è asciutto. Questo giustifica il nome che implica sofficità.

I Mollisuoli presenti nelle aree irrigabili della Sardegna appartengono al sottordine degli Xerolls, ossia dei Mollisuoli che rimangono asciutti per più di 60 giorni consecutivi.

La loro diffusione nell'isola è piuttosto modesta, si riscontrano nel Sinis. I substrati sono rappresentati generalmente da conglomerati quaternari, arenarie eoliche, crostoni calcarei,

calcari marnosi e marne, mentre la morfologia è quasi sempre piatta o leggermente ondulata. L'unico grande gruppo riscontrato è quello dei Calcixerolls. Il loro profilo è di tipo A-C oppure A-B-C, mentre lo spessore è quasi sempre inferiore a 50 cm.

La tessitura dell'orizzonte A varia da franco-argillosa a franco-sabbiosa, mentre lo scheletro può essere a tratti presente soprattutto quando lo spessore del suolo è modesto. Negli orizzonti superficiali la struttura è grumosa o poliedrica angolare fine, molto stabile, ed anche la porosità è elevata; nelle parti più profonde del suolo e nell'orizzonte calcico l'aggregazione si fa poliedrica angolare. Il drenaggio è quasi sempre normale.

I Calcixerolls sono ricchi in carbonati non solo nell'orizzonte di accumulo ma spesso anche nelle altre parti del profilo. Il calcio è quindi il catione dominante e la reazione varia da neutra a subalcalina.

I limiti che si frappongono ad un loro uso intensivo con l'agricoltura irrigua sono rappresentati principalmente dalla scarsa profondità. La loro potenzialità produttiva è comunque abbastanza elevata e con l'uso razionale dell'acqua irrigua questi suoli possono dare produzioni quantitativamente e qualitativamente soddisfacenti.

Inceptisuoli

Gli inceptisuoli rappresentano un ordine molto diffuso nelle aree irrigabili della Sardegna. Essi comprendono suoli giovani con profili che presentano orizzonti a debole evoluzione e che sono il risultato dell'alterazione primaria del substrato.

La morfologia è pianeggiante o subpianeggiante (Sinis).

Nelle zone irrigabili un solo grande gruppo è presente: gli Xerochrepts.

Gli Xerochrepts che presentano un orizzonte di accumulo secondario di carbonati (orizzonte calcico) sono inseriti nel sottogruppo Calcixerollic Xerochrepts.

Anche questo sottogruppo è abbastanza diffuso ove affiorano i sedimenti calcareo-marnosi del Miocene.

Il profilo in questo caso presenta una successione di orizzonti A-B2ca-Cca oppure A-B2-Cca ed è quasi sempre profondo oltre 80/100 cm. La tessitura varia da franco-argillosa a franco-sabbio-argillosa e lo scheletro in qualche caso può essere presente in quantità rilevante. L'aggregazione è quasi sempre stabile, di tipo poliedrico angolare mentre il drenaggio normale.

Reazioni da neutra a subalcalina, povertà in sostanza organica e modesto contenuto in elementi nutritivi. L'eccesso in carbonati limita la scelta delle colture. Inoltre nei suoli molto ricchi in carbonati e poveri in sostanza organica si crea, molto spesso, una crosta superficiale tra un'irrigazione e la successiva che può far sorgere vari problemi (diminuzione dell'infiltrazione dell'acqua). Anche la lavorabilità può essere influenzata negativamente con riduzione del periodo di tempera.

L' idoneità alla trasformazione irrigua è quindi media soprattutto se anche le condizioni morfologiche non sono favorevoli.

Alfisuoli

Questo Ordine è certamente quello più diffuso nelle aree riguardanti i suoli irrigabili della Sardegna. Si tratta di suoli caratterizzati dalla presenza in un orizzonte con accumulo illuviale di argilla (orizzonte argillico) e da saturazione in basi da alta a moderata.

Gli Alfisuoli si Trovano prevalentemente sotto clima temperato-umido, ma sono molto diffusi anche in ambiente mediterraneo. Presentano una notevole varietà nella mineralogia delle argille, per effetto non solo dei diversi "parent-material" dai quali derivano, ma anche perchè l'intensità di alterazione è stata relativamente alta, con produzione di una ampia serie di minerali secondari.

Il profilo degli Alfisuoli è normalmente formato da un epipedon albico od ochrico che sovrastano un orizzonte argillico (profili A-B2-C) caratterizzato da una perdita di carbonati dall'alto verso il basso. La struttura dell'orizzonte argillico può esser prismatica o poliedrica angolare; l'eccesso di illuviazione e di alterazione porta, in generale, ad una diminuzione del drenaggio sino a renderlo impedito.

Il sottordine degli Xeralfs è suddiviso in sei grandi gruppi; in Sardegna ne sono stati riscontrati tre: Haploxeralfs, Rhodoceralfs e Palexeralfs.

Il terzo grande gruppo degli Alfisuoli presenti in Sardegna è quello dei Rhodoxeralfs corrispondente alle "terre rosse" delle vecchie classificazioni europee.

In questo grande gruppo rientrano i suoli con il colore dell'orizzonte argillico allo stato umido più rosso di 5YR; essi derivano dai calcari dolomitici e calcari compatti del Paleozoico, Mesozoico e Miocene. Attualmente gli Alfisuoli sono tra i suoli più utilizzati per l'agricoltura anche se l'intensità di utilizzazione è inversamente proporzionale all'età del suolo.

Il sottogruppo Typic Rhodoxeralfs ha una profondità superiore a 50 cm, un orizzonte argillico con spessore superiore a 15 cm, un aggregazione poliedrica angolare o prismatica stabile ed un drenaggio buono e lento. E' privo di carbonati totali ma presenta un'elevata saturazione in basi.

Trattasi di suoli a buona potenzialità produttiva ed idonei alla irrigazione, con ampia scelta delle colture.

Nell'area d'interesse sono state individuate 7 Unità Cartografiche Per ogni unità cartografica è stata compilata una scheda esplicativa delle proprietà caratterizzanti i suoli rilevati, riportate in forma sintetica nella legenda della carta

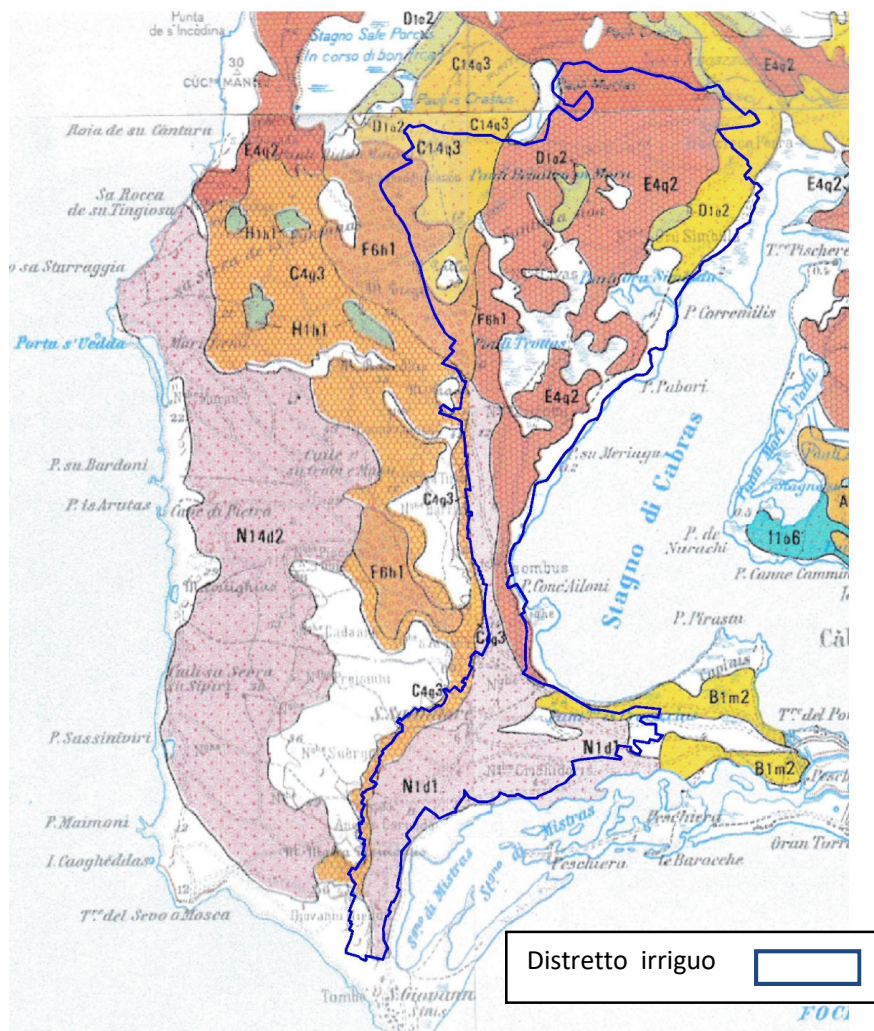
Le unità cartografiche descrivono i suoli prevalenti nell'unità, "la roccia madre" (o il "parent material") dalla quale derivano e la posizione morfologica occupata nel paesaggio.

Sono quindi riportate le classificazioni dei principali tipi di suolo presenti nelle unità secondo la Soil Taxonomy. Infine è indicata l'attitudine agricola prevalente e l'idoneità all'irrigazione con la relativa classe di irrigabilità secondo il modello dell'U.S. Bureau of Reclamation (Land Classification for irrigation).

Per ogni unità cartografica isolata è stata adottata una sigla ove la lettera maiuscola corrispondente al Grande gruppo presente in maniera prevalente, il numero indica il Sottogruppo predominante o l'associazione di uno o più Sottogruppi, la lettera minuscola il substrato, il numero finale la classe di irrigabilità.

Le unità cartografiche individuate nella carta dei suoli irrigabili della Sardegna, che interessano il distretto irriguo del Sinis Sud sono le seguenti:

Carta dei suoli irrigabili della Sardegna



B1m2

Unità cartografica B1m2 è caratterizzata da suoli con profilo poco sviluppato, con tessitura nettamente sabbiosa, drenaggio da normale a rapido, aggregazione poliedriche subangolare, si tratta dei Typic xeropsamments. Questi suoli presentano un'ampia scelta delle colture ortive, hanno una modesta fertilità.

In relazione alla loro granulometria presenta una ridotta capacità di campo. Ampia scelta delle colture, media idoneità all'irrigazione.

Classe d'irrigabilità tra la 2^a e 3^a.

F6h1

Unità cartografica F6h1 è presente su substrati marnosi e marnosi-arenacei miocenici. I suoli predominanti sono i *Calcixerollic Xerochrepts*.

Le limitazioni principali sono date dall'eccesso di carbonati in profondità che limita la scelta delle colture e della necessità di un oculato esercizio irriguo.

Idoneità all'irrigazione, classe d'irrigabilità 1^a.

C14q3

Unità cartografica C14q3 è diffusa su litologia assai diverse potendosi riscontrare sulle formazioni di sedimenti miocenici (calcari marnosi, marne ed arenarie).

Le caratteristiche comuni ai suoli riuniti in questo gruppo è il tipo che presenta sempre una successione di orizzonti A- C. Questo mette in evidenza che si tratta di suoli a debole evoluzione sia a causa della lenta alterazione dei substrati sia del continuo ringiovanimento per fenomeni di erosione diffusi su tutta la superficie. I suoli sono generalmente profondi oltre 50 cm a tessitura sabbiosa franca o franco sabbiosa.

La loro idoneità all'irrigazione varia da modesta a scarsa in funzione delle proprietà del suolo e della giacitura. Classificato *Typic Xerorthents*

Classe d'irrigabilità 2^a - 3^a.

C4g3

Unità cartografica C4g3, *Lithic Xerorthents*, su litologia di sedimenti miocenici (calcari marnosi, marne ed arenarie). Profilo presenta una successione "A-C", suoli poco profondi con rocciosità modesta a tessitura Sabbiosa-franco a franco argillosa. Drenaggio da normale a lento. Scelte delle colture limitata a foraggiere, idoneità all'irrigazione ridotta.

Classe d'irrigabilità 3^a.

E4g3

Unità cartografica E4g3, *Lithic Calcixerolls*, substrato è costituito da conglomerati quaternari, arenarie eoliche, crostoni calcarei.

Il suolo predominante presentano profilo "A-C" con spessore che di raro supera i 50 cm, orizzonte superficiale di colore scuro, franco sabbiosi argillosi, aggregazione grumosa e poliedrica. Drenaggio normale, presenta orizzonte inferiore con accumulo di Carbonati.

Scelta delle colture relativamente ampie. Classe d'irrigabilità 3^a.

N1d1

Unità cartografica N1d1, Typic Rhodoxeralfs. Suoli su calcari compatte di colore rosso scuro, profondi, a tessitura agrillo-sabbiosi, aggregazione prismatica, drenaggio da normale a lento. Si tratta di suoli con elevata idoneità all'irrigazione.

Classe d'irrigabilità tra la 1^a e la 2^a.

D1o2

Unità cartografica D1o2, Typic Xerofluvents, riunisce i suoli che presentano uno sviluppo del profilo abbastanza modesto (successione A-C) che derivano da sedimenti recenti ed attuali generalmente di origine alluvionale. Essa si ritrova quindi diffusa esclusivamente lungo le aste dei principali fiumi e torrenti occupando aree relativamente strette ed allungate lungo i corsi d'acqua. Aree più ampie si riscontrano in prossimità della foce dei principali fiumi talvolta in associazione con Vertisuoli tipici (Basso Flumendosa, Flumini Mannu e Cixerri, ecc.). La loro tessitura varia da sabbioso franca a nettamente argillosa, ed in funzione di questo anche il drenaggio passa da normale a lento. Sono suoli profondi, talvolta ricchi in scheletro, ma quasi sempre con elevata idoneità alla trasformazione irrigua anche per le favorevoli condizioni di giacitura. Classe d'irrigabilità 2^a.

10.4. Valutazione dell'idoneità del territorio all'irrigazione (Land Classification)

Lo studio pedologico è stato effettuato come base per una sua interpretazione pratica, soprattutto nei confronti dell'irrigazione.

Tale elaborazione ha bisogno di informazioni sulle condizioni del suolo e sull'influenza che le diverse caratteristiche esercitano per l'agricoltura irrigua.

Le unità pedologiche sono state perciò raggruppate seguendo criteri che tengono conto dello scopo della interpretazione, cioè la valutazione dell'idoneità del territorio all'irrigazione.

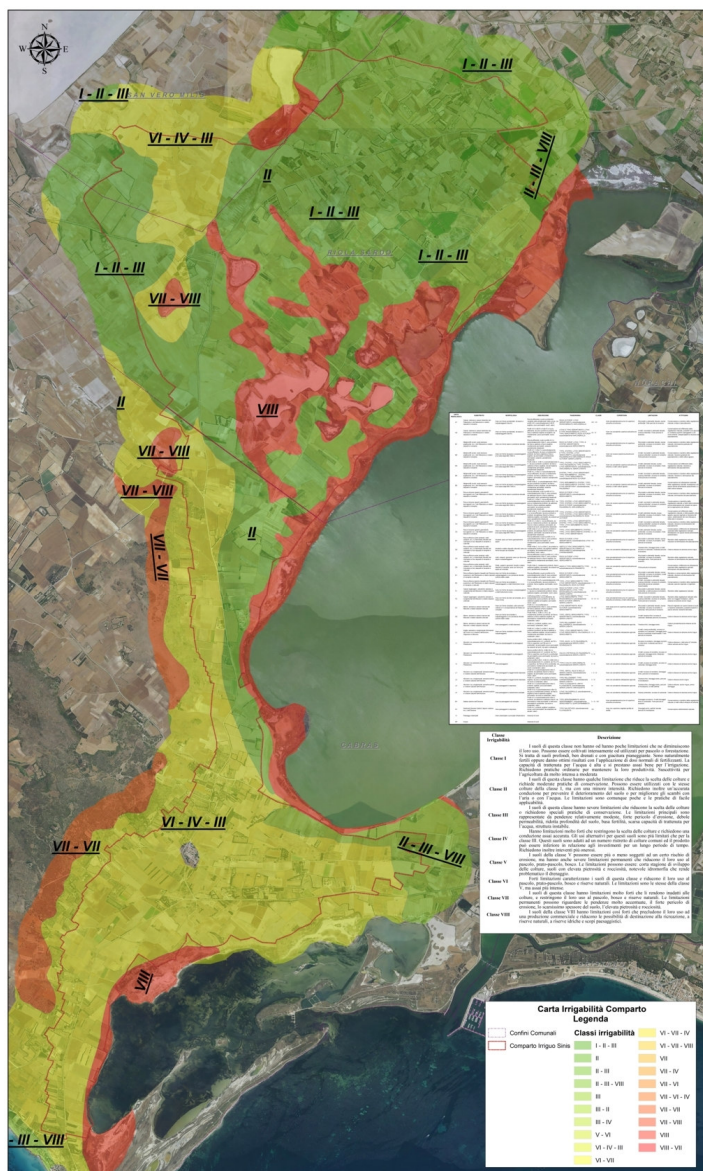
È stata pertanto elaborata una classificazione dell'area interessata secondo le metodologie proposte dall'U.S. Bureau of Reclamation.

Lo schema di classificazione dell'idoneità all'irrigazione sviluppato dalla U.S.B.R. è un sistema economico per selezionare e classificare le qualità del territorio considerato in vista dello sviluppo irriguo. I territori sono così suddivisi in classi che riflettono la loro capacità a sopportare adeguatamente una gestione agricola capace di remunerare i capitali d'investimento.

Le classi d'irrigabilità

Nel metodo proposto dall'U.S. Bureau of Reclamation sono previste 6 classi d'idoneità alla irrigazione. Di tali classi 4 sono per le zone ritenute arabili ed irrigabili, una per le zone temporaneamente non irrigabili ed una per le aree permanentemente non irrigabili. Le prime tre classi rappresentano territori con una convenienza economica progressivamente minore in relazione alla possibilità di un tornaconto economico.

Rappresentazione su ortofoto delle diverse tipologie di suoli dal punto di vista dell'irrigabilità



La definizione sintetica delle classi e la seguente:

Classe 1^a - Arabile

Territori adatti ad una agricoltura irrigua e capaci di dare produzioni elevate attraverso una ampia scelta delle colture e con costi relativamente bassi.

L-lasse 2^a - Arabile

Questa classe comprende i territori moderatamente adatti all'irrigazione presentando una capacità produttiva minore della classe 1^a,

Classe 3^a - Arabile

Territori adatti allo sviluppo irriguo ma da considerarsi marginali perché la loro utilizzazione è ristretta a causa di limitazioni più rilevanti nei riguardi del suolo, della topografia e del drenaggio rispetto.

In genere i territori della classe 3^a presentano rischi maggiori di quelli delle classi precedenti ma una adeguata conduzione può fornire una buona capacità di recupero dei capitali.

Classe 4^a - Limitatamente arabili o per uso speciale

Sono inclusi in questa classe i territori ove, dopo l'effettuazione di particolari studi, si è provata la loro arabilità e la possibilità di coltivazione. Essi possono avere limitazioni specifiche o eccessive oppure deficienze che si possono modificare solo con alti costi; essi sono comunque adatti all'irrigazione a causa di una produzione esistente o futura con idonee colture.

Classe 5^a - Non arabile

I territori di questa classe non sono arabili nelle attuali condizioni ma hanno un valore potenziale sufficiente per garantire una loro limitazione provvisoria prima di completare la classazione.

Classe 6^a - Non arabile

I territori inseriti in questa classe includono quelli non arabili poiché non offrono i presupposti minimi richiesti dalle altre classi.

Generalmente la classe 6^a comprende territori con pendenze eccessive, molto accidentati o fortemente erosi; territori con suoli a tessitura assai grossolana o molto fine, con spessore minimo su rocce dure, con drenaggio assai limitato o impedito, con alta percentuale in sali solubili e in sodio di scambio.

Land Classification

Tenendo presenti le definizioni delle classi della Land Classification, i suoli delle aree irrigabili della Sardegna, che ammontano complessivamente a ha. 425.000 circa, possono essere inseriti nelle varie classi d'idoneità secondo questa sintetica descrizione:

Classe 1^a

In questa classe sono inseriti i *Calcixerolls* ed i *Typic, Vertic e Calcixerollic Xerochrepts* quando le condizioni morfologiche sono favorevoli. Trattasi di suoli privi o quasi di limitazioni e con elevata potenzialità dal punto di vista agronomico.

Infatti sono suoli profondi, con tessitura franca, franco-sabbiosa o franco-sabbio-argillosa, aggregazione stabile, drenaggio normale e non interessati da falde superficiali (se non in qualche particolare condizione durante i periodi di maggiore piovosità) e presentano inoltre una buona capacità di ritenuta idrica e con drenaggio rapido, che possono però essere utilizzati soprattutto per la frutticoltura.

Classe 2ª

Vi appartengono suoli a tessitura nettamente sabbiosa (es.: gli *Xeropsamments* del Sinis su morfologie dolci) ; le limitazioni sono da un lato la debole capacità di ritenuta e dall'altro la bassa permeabilità e idromorfia invernale.

Anche i suoli con spessore superiore a 50 cm. Su substrati poco compatti (Typic Xerochrepts su morfologie ondulate) appartengono a questa classe; le limitazioni sono in questo caso di carattere morfologico per l'aumento del costo della trasformazione e delle spese per la gestione dell'irrigazione.

In questa classe sono inseriti anche molti *Rhodoxerals* più profondi (es.: Fertilia, Orosei, Sinis) appartengono alla classe 2ª. Le loro limitazioni riguardano la presenza di tratti di roccia affiorante, l'eventuale contenuto in frammenti grossolani e, in qualche caso, la morfologia ondulata. In questa classe sono inseriti i *Lithic Calcixerolls*

Classe 3ª

Questa classe comprende i territori che hanno una ristretta idoneità all'irrigazione a causa di maggiori deficienze nel suolo, nel drenaggio e/o nella topografia.

Vi appartengono così i territori ove sono presenti gli *Aquic Palexerals* che frequentemente, accanto ai difetti dovuti alla scarsa permeabilità, alla debole struttura ed alla bassa fertilità, presentano spesso un elevato tenore in scheletro ed una desaturazione più o meno spinta. Viene pertanto ristretta la gamma di colture possibili e sono necessari interventi agronomici più massicci ed onerosi. Anche la gestione e l'esercizio dell'irrigazione sono più difficili ed impongono l'uso di particolari tecniche (es.: irrigatori a bassa intensità oraria) ed un controllo continuo delle condizioni di permeabilità del suolo.

Per le deficienze relative allo spessore del suolo ed all'eccesso di rocciosità e pietrosità, appartengono alla classe 3ª anche i *Lithic Xerochrepts* che si originano da rocce cristalline e metamorfiche. Alle suddette limitazioni si aggiunge inoltre anche una bassa capacità di ritenuta idrica, una debole fertilità e notevoli pericoli d'erosione. Limitazioni pedologiche per la tessitura grossolana (sabbiosa, sabbioso-franca) e per la bassa capacità idrica si hanno anche per i *Typic Xeropsamments* e per i *Typic Xerochrepts* derivati da sabbie e panchina (es.: S. Antioco, Sinis). Oltre zone con *Typic e Lithic xerorthents*

Classe 4ª

I territori di classe 4ª sono diffusi in Sardegna, in genere si tratta di aree che presentano deficienze eccessive e difficilmente correggibili, che limitano o riducono l'arabilità, ma permettono il loro uso con particolari e limitate colture irrigue.

Le limitazioni possono essere di ordine pedologico come lo scarso spessore e l'elevata rocciosità dei *Lithic Xerochrepts* ove, oltre alla modesta profondità dei suoli, si hanno pendenze talvolta notevoli che riducono seriamente l'arabilità di questi territori.

Sono possibili comunque colture irrigue che abbiano anche funzione di difesa del suolo (prati, pratipascoli, pascoli) utilizzando tutte le tecniche possibili per la sua conservazione (sistemazioni, colture alternate secondo le curve di livello, giusto carico di bestiame, rotazione del pascolo, ecc.). Con razionali ed oculate gestioni si possono ottenere, talvolta, da questi territori, capacità di remunerazione anche superiori a quelle delle classi precedenti.

Questi suoli presentano vari caratteri negativi (eccesso di scheletro, elevato carattere dispersoidale della frazione fine, notevole differenza di tessitura nei rari orizzonti nel profilo, desaturazione, permeabilità assai ridotta, cementazione degli orizzonti profondi e del substrato) per cui la loro messa a coltura ed utilizzaz1ane irrigua creano perciò molti problemi di carattere tecnico ed economico. La loro potenzialità agronomica è assai bassa e molto limitata risulta la scelta delle colture possibili. Sono più adatti alle colture erbacee a breve ciclo. La loro idoneità all'irrigazione rimane comunque assai modesta.

Dall'analisi dei caratteri pedologici del territorio esaminato dal punto di vista cartografico e da indagine in sito è rappresentata la carta dell'irrigabilità del comparto.

Dall'analisi dell'irrigabilità dei suoli si è giunti ad elaborare la carta dei suoli irrigabili del Comparto (**Vedasi tavola n. 3 allegata**), in cui si è riscontrato che maggior parte del territorio rientra nella classe d'irrigabilità compresa tra la I e la IV.

Le zone classificate di I – II – III per lo più presenti nelle aree poste a nord del comparto della penisola del Sinis, trattasi di aree pianeggianti o leggermente depresse, suoli a profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento, pericolo di inondazione tassonomicamente Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluents, Subordinatamente Xerochrepts. Con un'attitudine per colture erbacee ed arboree anche irrigue come confermato anche dall'uso attuale di tali aree, anche se con irrigazione proveniente da pozzi.

Nella zone classificate di VI _ IV _ III, presenti nei terreni posti al centro del comparto irriguo in progetto, trattasi di aree con forme da dolci ad ondulate, più o meno incise. Profili A-C, A-Bw-C, A-Bt-C e subordinatamente roccia affiorante, da mediamente a poco profondi, da franco sabbioso argillosi ad argillosi, permeabili, neutri, saturi. Tassonomicamente Typic, Lithic Xerothents, Typic, Lithic Xerochrepts, Typic Rhodoxeralfs, subordinatamente Rock Outcrop, Arents, Xerofluents, in cui sono presenti aree prevalentemente con colture agrarie anche irrigue. A tratti: rocciosa' e pietrosità elevate, con scarsa profondità, eccesso di scheletro per la presenza di lastroni di roccia affiorante.

Nelle zone a maggior elevazione è presente un forte pericolo di erosione e su cui si auspica un ripristino della vegetazione naturale nelle aree con maggiori limitazioni, colture erbacee ed arboree anche irrigue, che caratterizzano le aree presenti all'estremità della zona centrale del Comparto.

Nella zone classificate VIII, trattasi di aree con sedimenti litoranei (paludi), aree pianeggianti o depresse con profili A-C, profondi, argillosi o argilloso limosi, poco permeabili, da subalcalini ad alcalini, saturi. Tassonomicamente Typic Salorthids, subordinatamente Fluvaquents Aree con copertura vegetale igrofila ed alofila.

Sono queste aree con un drenaggio lento, salinità elevata, pericolo di inondazione, e di cui si auspica la conservazione dell'ambiente e delle condizioni naturali, che nella zona centrale del comparto caratterizzato dalla presenza delle lagune temporanee (Pauli Trottas, Pauli Cuccuru Sperrau, Pauli Istai e Oru Simbula, Pauli Civas e Pauli Murtas).

Anche nella zone classificate II classe, poste sul lato ad ovest dello stagno di Cabras, trattasi di aree pianeggianti o debolmente ondulate. Profili A-Ck e subordinatamente A-Bw-Ck, da poco a mediamente profondi, da franco argillosi a franco sabbioso argillosi, permeabili, da neutri a subalcalini, saturi. Lithic Calcixerolls, subordinatamente Xerochrepts. Aree con prevalente utilizzazione agricola. Scarsa profondità, eccesso di carbonati. In questo settore viene coltivata la prevalenza le Colture erbacee, ortive ed arboree anche irrigue, attualmente prevalentemente proveniente da alimentazioni da pozzi sotterranei.

Nella zone classificate II – III - VIII, nella zona a Sud dello stagno di Cabras, trattasi di aree da pianeggianti ad ondulate. Presenza di profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbiosi a sabbioso franchi, da permeabili a molto permeabili, a tratti poco permeabili in profondità, da neutri a subalcalini, saturi. Typic Xeropsamments, Aquic Xeropsamment, Subordinatamente Xerochrepts, Quartzipsamments. Aree prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea con Drenaggio eccessivo. Nelle zone antistanti allo stagno vi è presenza di tratti a drenaggio lento in profondità. Presenza di pericolo di erosione. Si auspica nelle zone maggiormente limitate la conservazione e ripristino della vegetazione naturale, con presenza intercalata di colture erbacee ed arboree.

Uso futuro dei suoli

Da quanto detto emerge che nella gran parte dei suoli delle aree irrigabili, soprattutto per quelli derivati dalle alluvioni antiche (Alfisuoli), dalle formazioni calcareo marnose (Vertisuoli) ed anche alcune alluvioni recenti (Entisuoli), il carattere limitante sia dato dalla difficoltà di drenaggio.

Poiché per la tipologia di suoli più diffusi che appartengono sia all'Ordine degli Alfisuoli che degli Entisuoli, dei Mollisuoli degli Inceptisuoli sembrerebbe opportuno indirizzare l'irrigazione verso i sistemi per aspersione a bassa intensità oraria e soprattutto a bassa

intensità istantanea, in accordo con le indicazioni di risparmio della risorsa idrica, oltre che delle caratteristiche dei suoli indicati e presenti nel comparto.

Tra tali sistemi dovranno esser tenuti presenti anche quelli tipo «pivot» e «ranger»), soprattutto per le colture erbacee in quanto garantiscono una pioggia a minor intensità istantanea e la massima uniformità di distribuzione, particolarmente nei suoli della 3ª e 4ª classe d'irrigabilità.

L'irrigazione per scorrimento deve esser riservata per usi speciali o per colture particolari su suoli che meglio si adattano a tale sistema (es.: Fluvents e Haploxeralfs). L'irrigazione localizzata può e deve essere adottata su quasi tutti i suoli ad eccezione di quelli fortemente sabbiosi (Xeropsamments e Xerofluvents delle famiglie sabbiose) ed è idonea particolarmente per le colture ortofrutticole. Questo tipo d'irrigazione (ed in particolare quello goccia a goccia) dovrà esser associato alla somministrazione di fertilizzanti al fine dell'indispensabile equilibrio nella nutrizione vegetale.

Mentre in condizioni naturali i processi di formazione del suolo agiscono quasi sempre in modo assai lento e si protraggono per un lungo periodo di tempo, l'azione esercitata dall'acqua irrigua tende ad avere un intenso e spesso rapido effetto sulle proprietà del suolo anche perché generalmente agisce nel periodo dell'anno con temperatura più alta.

Fra i processi influenzati dall'irrigazione possiamo ricordare la riduzione dell'erosione con l'incremento del contenuto in humus e dello spessore del suolo determinati dall'eventuale livellamento e dalla maggior alterazione del substrato. È possibile la risalita della falda con accumulo di sali nelle zone a minor permeabilità e, viceversa, la maggior lisciviazione e perdita di elementi nutritivi nelle zone con permeabilità elevata.

Tenendo presenti queste considerazioni si consiglia di effettuare periodici controlli di qualità sui suoli delle aree irrigate al fine di valutare il tipo e la intensità delle variazioni che si verificheranno ed agire in conseguenza (rilevamenti di controllo).

11. INTERVENTO PROPOSTO ED I RISULTATI

Il progetto in esame si propone di proseguire l'opera di rinnovamento infrastrutturale nel settore irriguo sostenuta dal Consorzio, in primo luogo allo scopo attuare modalità di approvvigionamento irriguo ispirate a criteri di efficienza e tutela della risorsa idrica. La tecnica colturale che ha portato la trasformazione del sistema irriguo, per le coltivazioni orticole, da scorrimento a microirrigazione ed aspersione, consente di ridurre e razionalizzare i consumi irrigui e, contemporaneamente, di migliorare il servizio rendendolo adeguato ad un'agricoltura di qualità.

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese, proponendosi di raggiungere la completa valorizzazione agricola e sociale del comprensorio di propria competenza, ha intrapreso negli anni un importante programma di interventi di natura irrigua, che in parte sono già stati realizzati ed in parte sono in corso di attuazione.

L'intervento consortile irriguo che si propone, vuole estendere l'irrigazione anche al distretto del Sinis Sud, dove gli agricoltori, trattandosi di aree agricole particolarmente importanti, attualmente sostengono pesantissimi oneri di sollevamento dovendo derivare l'acqua da pozzi per sollevamento, a questo va aggiunto anche il danno ambientale dovuto alla salinizzazione delle falde e dei terreni, che ormai rappresenta una forte limitazione all'uso agricolo dell'area.

I terreni di quest'area, infatti, pur essendo intensamente coltivati, per la carenza cronica della risorsa idrica unitamente all'eccessiva onerosità del suo approvvigionamento costituisce un fattore limitante all'intensificazione ed avvicendamento dei processi produttivi ed al relativo potenziamento delle strutture fondiarie sia agrarie aziendali che industriali di trasformazione.

La presenza di questo fattore limitante impedisce alle aziende, ubicate nei Comuni interessati al processo di estensione dell'irrigazione, di esprimere in pieno il potenziale produttivo.

Ne deriva che sovente i redditi netti per l'agricoltore, risulta spesso essere insufficienti e viene limitato fortemente il processo di rinnovamento delle strutture agricole.

Una ulteriore criticità e limitazione e conseguenza di ciò, si inserisce nella realtà agricola del comparto, proprio per via della elevata frammentazione della proprietà che porta all'impossibilità di sviluppo per le aziende che avrebbero le capacità tecniche ed imprenditoriali, limitandone il loro sviluppo.

Questo in considerazione delle opportunità di ampliamenti aziendali in strutture che permettano un maggior e razionale sfruttamento del parco macchine e che siano alla ricerca di una migliore produttività e remuneratività del lavoro agricolo.

Il problema dell'apporto di nuove risorse idriche in quest'area è stato dibattuto per lunghi periodi prima di poter essere avviato a soluzione, con la redazione del presente progetto.

12. STATO DI FATTO ATTUALE

Con interventi conclusi nei primi anni '90 sono stati realizzati gli impianti di distribuzione irrigua nella zona occidentale del Comprensorio e particolarmente il distretto di Sinis Nord-Est. Gli impianti, dimensionati per le tipologie colturali in atto a quei tempi, sono costituite da una centrale di pompaggio presso il vascone di accumulo di "Pauli Crechi" e una rete tubata in cemento amianto.

Tale areale peraltro costituito da terreni ad alta vocazione agricola, risulta interessato dalle richieste di risorsa idrica, dal consorzio degli imprenditori agricoli locali presente, che si auspicano così una dotazione di servizi all'altezza delle odierne tecnologie agronomiche e produttive nei diversi settori.

Con l'intervento proposto si intende completare l'impianto irriguo dell'intera zona in modo da consentire la più ampia elasticità della programmazione colturale. La realizzazione dell'intervento consentirà così di evitare innanzitutto, il ricorso all'emungimento delle falde, che si trovano attualmente già in stato di forte compromissione sia per il progressivo ingresso del cuneo salino, che dalla conseguente salinizzazione del substrato suolo per utilizzo del serbatoi idrici sotterranei.

Tali obiettivi saranno raggiunti sia con una profonda revisione dell'impianto di pompaggio esistente che con la realizzazione di condotte principali, secondarie e distributrici nonché di prese comiziali automatizzate.

Esigenze e fabbisogni da soddisfare

La notevole presenza di aziende agricole che operano nel territorio interessato praticando un'agricoltura non supportata da adeguati e idonei impianti irrigui impone la realizzazione di moderne infrastrutture che consentano la crescita e lo sviluppo di una nuova filiera agroalimentare che, a costi competitivi, può conquistare gli spazi ancora aperti del mercato locale, nazionale ed internazionale.

I fabbisogni da soddisfare sono stati stimati per una portata di circa 1800 l/sec su turni di 16/24 h.

Quale schema di pianificazione generale si prevede il potenziamento della centrale esistente, equipaggiandola con elettropompe ad asse verticale della portata di 370 l/sec e 57 m di prevalenza le quali andranno ad alimentare il distretto di Sinis N.E. già attualmente servito e quello di Sinis Sud mediante due prementi: una che va direttamente al torrino di carico esistente e una che solleva le acque direttamente nella rete del distretto di Sinis Sud.

Per ciò che attiene al distretto di Sinis Sud dalla centrale si dipartono:

- una condotta principale A della lunghezza di circa 16000 m con diametri decrescenti dal DN 1000 al DN 250
- Una condotta secondaria B e una condotta secondaria C
- Diverse distributrici che diramano dalle suddette condotte
- Prese comiziali automatizzate che vanno a servire 238 comizi da 10 ettari circa ciascuno con apparecchiature di linea.

La configurazione su esposta prevede la totale copertura irrigua di un'area di circa 2400 ettari racchiusa tra la curva di livello 17 m s.l.m. e la riva ovest dello stagno di Cabras.

Nella categorizzazione del portfolio progetti del Consorzio questo intervento assume il codice CAT P0318.

L'intervento attualmente non trova copertura finanziaria e quindi la redazione del PFTE assolve essenzialmente a una funzione pianificatoria e consente la realizzazione futura di porzioni dell'intero distretto mediante lotti funzionali di importo anche limitato.

Attualmente, come già più sopra accennato, il Consorzio è destinatario di un finanziamento del FSC dell'importo omnicomprendivo di 4.000.000 €.

Detto finanziamento non è ovviamente sufficiente a realizzare completamente l'irrigazione dell'intero distretto e pertanto si prevede l'esecuzione di un primo lotto della estensione di circa 500 ettari servito con condotte specificamente dedicate solo a detta area, utilizzando parte della portata disponibile nella esistente centrale di sollevamento di Pauli Crechi non necessaria per il fabbisogno irriguo del distretto già realizzato di Sinis N.E.

A seguito dell'infrastrutturazione si prevede un consolidamento del settore ortofrutticolo come effetto di una immediata valorizzazione produttiva ed economica del settore agricolo. Questa ipotesi prende in considerazione il rilancio, il potenziamento e la valorizzazione delle tradizionali coltivazioni erbacee ed arboree locali (carciofo, melone, pomodoro vite, olivo) per le quali si prevede un sensibile aumento delle superfici coltivate oltre all'eventuale inserimento di nuove specie. Tra le ortive troveranno importanti spazi oltre al carciofo e al melone, varie cucurbitacee (anguria, zucchine, ecc.), melanzane, peperoni, cipolle, fagiolini, ecc. colture che per le caratteristiche pedoclimatiche dell'area e per le tecniche colturali possono garantire elevata genuinità e tipicità ricercate dal mercato.

Le colture frutticole più adattabili e suscettibili ad essere diffuse e coltivate nella zona sono: vite, olivo da olio e da mensa, già presenti seppure in maniera promiscua. Sono previsti, in buona parte delle aziende, ordinamenti colturali a prevalente indirizzo ortofrutticolo, le cui produzioni di qualità potrebbero facilmente trovare sbocco sia nel mercato locale, sia in quello regionale e nazionale a patto di pianificare e organizzare le fasi di commercializzazione e vendita.

13. L'IRRIGAZIONE:

L'acqua è un elemento indispensabile per la vita delle piante, infatti, è il reagente di numerosi processi chimici che avvengono nei tessuti vegetali (es. fotosintesi clorofilliana), consente il mantenimento del turgore cellulare determinando la consistenza e l'aspetto caratteristico delle varie parti della pianta, garantisce il controllo della temperatura interna (termoregolazione) e permette il trasporto delle sostanze nutritive all'interno della pianta. Inoltre, in essa sono disciolti gli elementi minerali presenti nel terreno, che sono necessari per un normale sviluppo e accrescimento delle specie vegetali. Di conseguenza, una carenza idrica, in particolare in alcune fasi critiche dello sviluppo della pianta, può provocare danni sia alla qualità dei prodotti sia alla quantità del raccolto.

I problemi agronomici dell'irrigazione riguardano: a) idoneità dei terreni; b) stima del fabbisogno irriguo; c) scelta del momento di intervento; d) determinazione del volume di adacquamento; e) scelta del metodo irrigui e sistemazioni; f) qualità delle acque; g) stima del fabbisogno irriguo.

Non sempre l'irrigazione viene effettuata per fornire acqua a un terreno che si trova in condizioni di deficit idrico (irrigazione umettante). In alcuni casi, infatti, si propone di raggiungere fini particolari e, a seconda dei casi, si parla di: Irrigazione antiparassitaria;

Irrigazione fertilizzante; Irrigazione ammendante; Irrigazione dilavante; Irrigazione correttiva; Irrigazione termica.

Gli effetti dell'irrigazione per tutte le colture si possono così riassumere:

- aumento delle rese unitarie;
- stabilizzazione delle produzioni;
- possibilità di attuare colture in secondo raccolto;
- incremento del numero delle colture possibili in azienda,
- flessibilità dell'ordinamento colturale.

L'umidità del terreno è dato dalla somma degli apporti idrici naturali più gli apporti artificiali. Atteso che nel periodo di maggiore fabbisogno idrico per le piante è quello primaverile estivo, periodo in cui gli apporti idrici naturali sono pressoché assenti è quindi necessario ripristinare la dotazione idrica del terreno solo con apporti artificiali, che deve essere garantito almeno per il periodo compreso tra aprile e settembre.

Per calcolare le esigenze idriche unitarie delle colture e quindi per l'intero comparto occorre valutare e conoscere i seguenti parametri:

- ETo evapotraspirazione di riferimento
- Coefficienti colturali
- ETe evapotraspirazione colturale effettiva
- Fabbisogno idrico mensile
- Turno
- Durata dell'adacquamento (D)
- Superficie irrigua (S)
- CC *capacità di campo*
- PA Punto di appassimento
- U.I. umidità d'intervento
- Volume d'adacquamento
- Efficienza d'irrigazione.

ETo evapotraspirazione di riferimento

Nelle tabella n.28 sono riportati i dati dell'evaporato di vasca evaporimetrica di <classe "A" per il periodo 2001/2011.

Tab. 28							
EVAPORAZIONE VASCA DI CLASSE "A" - Epan (evaporato da vasca evaporimetrica [mm d-1]) (Località Santa Lucia - Zeddiani)							
ANNO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE
2010	115	147	204	226	228	153	93
2011	112	176	192	209	233	157	114
2012	119	154	214	255	240	137	102
2013	107	150	181	252	212	121	92
2014	111	151	207	205	194	161	120
2015	128	174	225	244	215	155	80
2016	116	152	192	221	226	135	88
2017	107	200	244	236	237	148	110
2018	100	109	164	208	190	133	102
MEDIA	113	157	203	228	219	144	100
Università di Sassari - Dipartimento di Agronomia, coltivazioni erbacee e genetica							

Nelle tabella n.29 sono riportati i dati dell'ETPo ricavati dalla tabella precedente adottando il coefficiente correttivo $K_p = 0,8$, dipendente dal tipo di vasca utilizzata e dalle condizioni in cui la misura è stata effettuata.

Tab. 29							
EVAPOTRASPIRAZIONE = $E_{to} = E_{pan} \times K_p$ [mm d-1] - k_p coefficiente di proporzionalità, dipendente dal tipo di vasca utilizzata (Località Santa Lucia - Zeddiani)							
ANNO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE
2010	92	118	164	180	183	123	74
2011	89	141	154	167	186	126	91
2012	95	123	171	204	192	109	81
2013	86	120	145	201	169	96	74
2014	89	121	165	164	155	128	96
2015	102	139	180	195	172	124	64
2016	93	121	154	176	180	108	70
2017	86	160	195	189	189	118	88
2018	80	87	131	167	152	107	81
MEDIA	90	125	162	183	175	116	80
Università di Sassari - Dipartimento di Agronomia, coltivazioni erbacee e genetica							

Per quanto riguarda l'evapotraspirazione di riferimento è stato considerato il valore più alto di ogni mese (vedi tabella n. 30) e utilizzato per i calcoli dei fabbisogni irrigui.

Tab. 30						
Valori Massimi di E_{Te} 2010-2018	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
		102	160	195	204	192
Universita' di Sassari - Dipartimento di Agronomia, coltivazioni erbacee e genetica						

Coefficienti colturali

Per il calcolo dei fabbisogni idrici viene usata la metodologia dei coefficienti colturali, adattati, rispetto ai dati FAO, sulla base di risultati specifici ottenuti sulle singole colture nell'ambito di studi svolti da enti e centri di ricerca regionali. Considerando la lunghezza del

ciclo colturale e delle fasi di sviluppo più significative, ed applicando i coefficienti colturali per le diverse fasi, si sono ricavati i valori dei Kc medi mensili, riportati nella tabella n. 31

Tabella 31 - Coefficienti colturali (Kc) medi mensili Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (Arpas)Dipartimento Specialistico Regionale Meteoclimatico								
Mese	Pomodoro	Mais	Carciofo	Medica	Prato polifita	Vite	Olivo	Agrumi
Gennaio			1.00				0.50	0.75
Febbraio			1.00				0.50	0.75
Marzo			0.90				0.65	0.70
Aprile	0.30	0.30		0.95	1.00	0.40	0.60	0.70
Maggio	0.70	0.45		0.95	1.00	0.60	0.55	0.70
Giugno	1.10	1.00		0.95	1.00	0.70	0.50	0.65
Luglio	1.15	1.20	0.50	0.95	1.00	0.75	0.45	0.65
Agosto	0.69	0.85	0.57	0.95	1.00	0.75	0.45	0.65
Settembre			0.80	0.95	1.00	0.40	0.55	0.65
Ottobre			1.00				0.60	0.65
Novembre			1.00				0.65	0.70
Dicembre			1.00				0.50	0.70

Di seguito si riportano sinteticamente i cicli colturali delle coltivazioni più rappresentative per la definizione dei coefficienti colturali:

Ortive: si è considerato uno sviluppo fenologico con trapianto ai primi di maggio, fioritura del primo palco florale dalla seconda metà di maggio, inizio invaiatura dei palchi superiori dalla fine di giugno e la maturazione dalla metà di luglio fino ai primi di agosto, per un totale di circa 90 giorni.

Carciofo: si riferisce ad una coltura forzata con impianto a Luglio, la comparsa del capolino nella prima decade di ottobre e completamento del ciclo alla fine di febbraio; anche in questo caso lo sviluppo fenologico è stato stabilito sulla base delle informazioni relative alle coltivazioni monitorate, inserite nella banca dati.

Mais: si è considerato un ibrido che compie un ciclo di circa 130 giorni (es. classe FAO 700), in un periodo compreso tra la terza decade di aprile e la fine di agosto, con la fioritura nella terza decade di luglio.

Erba medica: si è utilizzato un unico coefficiente colturale medio che considera le variazioni della superficie traspirante che si verificano nella successione dei tagli.

Prato polifita: analogamente all'erba medica si è utilizzato un coefficiente colturale medio.

Agrumi: si sono adottati i coefficienti colturali proposti dalla FAO per un agrumeto adulto con le razionali lavorazioni al terreno.

Vite: si è considerata una forma di allevamento a controspalliera e la fenologia caratterizzata dalla ripresa vegetativa nella prima decade di aprile, inizio fioritura verso la fine di maggio, invaiatura verso la metà di agosto e maturazione dai primi di settembre.

Olivo: si sono considerati i coefficienti colturali proposti dalla FAO per un oliveto adulto con terreno razionalmente coltivato.

Colture previste dopo l'intervento di infrastrutturazione irrigua

Nella tabella n 32 che segue si riportano le destinazioni delle aree nel comparto:

SUPERFICIE DEL DISTRETTO DEL SINIS SUD IN ha	
SUPERFICIE LORDA DEL DISTRETTO	2750
ZONE UMIDE	360
STRADE	60
ROCCIA AFFIORANTE	50
SUPERFICIE AGRICOLA NETTA DEL DISTRETTO	2290
TARE AZIENDALI 4%	110
SUPERFICIE IRRIGABILE	1170

Una volta definite le superfici interessate dall'irrigazione si è proceduto alla determinazione dell'ordinamenti colturali attuali e a una ipotesi di quelli futuri.

Nel distretto del Sini sud, la maggior parte dei terreni sono superfici già irrigue, ma per una serie di motivi , principalmente per la qualità dell'acqua e i per costi della gestione irrigua da pozzi, hanno determinato una riduzione delle superfici effettivamente irrigate.

Le colture che verranno praticate, atteso la realizzazione dell'intervento irriguo, saranno le stesse dell'ordinamento colturale attuale. In sostanza l'infrastrutturazione irrigua non prevede un aumento della superficie irrigabile, in quanto trattasi di superfici già rese irrigabili per la presenza dei pozzi. Sono previsti ordinamenti che daranno più spazio alle coltivazioni irrigue con un incremento della produttività dei fattori della produzione.

Nella tabella n. 33 che segue vengono riportate le colture e relative superficie dell'attuale ordinamento colturale e dell'ordinamento colturale futuro :

Tab. 33									
COLTURE	COLTURE E RELATIVE SUPERFICI ANTE				COLTURE E RELATIVE SUPERFICI POST (A REGIME)				
	COLTURE IRRIGUE		COLTURE ASCIUTE		COLTURE IRRIGUE		COLTURE ASCIUTE		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Carciofo	230	10,60	-	0,00	360	16,59	0	0,00	
medica	30	1,38	0	0,00	180	8,29	0	0,00	
Erbai avvicendati	30	1,38	0	0,00	327	15,07	0	0,00	
Erbai aut vern.	0	0,00	90	4,15	0	0,00	45	2,07	
Cereali	0	0,00	1020	47,00	0	0,00	368	16,96	
Vigneto uva comune	0	0,00	80	3,69	60	2,76	30	1,38	
vigneto DOC- IGP	0	0,00	0	0,00	70	3,23	10	0,46	
vigneto tendone	0	0,00	0	0,00	10	0,46	10	0,46	
Olivo	0	0,00	60	2,76	150	6,91	20	0,92	
Altre ortive	13	0,60	100	4,61	250	11,52	0	0,00	
Ortive in tunnel	5	0,23	-	0,00	80	3,69	-	0,00	
Melone	30	1,38	30	1,38	90	4,15	10,0	0,46	
anguria	20	0,92		0,00	40	1,84	-	0,00	
Serre	2	0,09		0,00	10	0,46	-	0,00	
incolti	0	0,00	430	19,82	0	0,00	50	2,30	
TOTALE	360	16,59	1.810	83,41	1650	74,98	520	25,02	
TOTALE	2170				2170				

L'ordinamento colturale futuro prevede un aumento delle colture irrigue a scapito dei seminativi in asciutto, in particolare nelle condizioni di massimo utilizzo dell'irrigazione, l'incidenza della superficie irrigua sarà pari al 75% con una superficie in avvicendamento colturale in asciutto pari al 25% della superficie irrigabile.

La riduzione della dotazione per la parzializzazione irrigua rispetto alla superficie attrezzata è assunta come detto pari al 25%

Metodo di irrigazione

Per quanto riguarda il metodo di irrigazione è assodato che il sistema più utilizzato è e sarà il sistema a goccia in quanto è ritenuto più efficace per i seguenti motivi: l'acqua verrà erogata a bassa portata e bassa pressione; l'acqua è diretta nella zona occupata dalle radici; provoca minori erosioni; l'umidità nelle radici relativamente costante; migliore controllo delle malerbe; possibilità di irrigare terreni a giacitura irregolare.

Inoltre la microirrigazione consente un risparmio energetico ed idrico, migliora l'efficienza delle coltivazioni, l'impianto è di facile realizzazione, poco costoso ed è affidabile e consente di effettuare la fertirrigazione.

Altro metodo usato, soprattutto per le foraggere, è il metodo per aspersione.

Si può stimare che i due metodi d'irrigazione, a goccia e per aspersione verranno utilizzati, rispettivamente, al 60% a al 40%.

13.1. Il volume di adacquamento

Il volume d'adacquamento è la quantità d'acqua da apportare al terreno ad ogni irrigazione, è espressa in mc/ha o mm. in altezza. Esso verrà calcolato in base alle caratteristiche idrologiche del terreno.

Il volume di adacquamento ottimale sarà, quindi, quello sufficiente a riportare l'umidità del terreno a livello di capacità di campo. Essa varia, naturalmente, in funzione dello strato di terreno di cui si vuol modificare l'umidità che dipende dalla profondità radicale della pianta coltivata. Ciò determina l'altezza del "serbatoio" e quindi il volume utilizzabile.

Generalmente i valori di profondità radicale ai fini della determinazione dei volumi irrigui si assestano intorno a 0,4 metri per la maggiore parte delle specie coltivate. E' in questo strato infatti che tende a concentrarsi la maggior parte dell'apparato radicale delle piante adulte; nei primi stadi di crescita della coltura, invece, considerando il minore sviluppo delle radici ed è opportuno considerare valori di profondità inferiori.

L'effettiva disponibilità dell'acqua è dunque determinata dal valore del potenziale idrico del terreno. parametro per quantificare il lavoro che le piante devono spendere per l'assorbimento radicale ed è di basilare importanza nei calcoli relativi all'irrigazione.

Mettendo in relazione l'umidità del terreno con il potenziale idrico si possono individuare alcuni valori notevoli, definiti genericamente costanti idrologiche del terreno: a) capacità idrica massima; b) capacità di campo; d) punto di appassimento; e) acqua disponibile.

La Capacità idrica massima (CIM) è il valore di umidità corrispondente alla completa saturazione del terreno. Per convenzione si assume che il potenziale idrico a questo valore di umidità sia nullo e il pF tende a 0

La capacità di campo o capacità di ritenuta idrica o capacità di ritenzione (CC) è il valore di umidità corrispondente alla piena saturazione dei micropori e all'assenza totale dell'acqua nei macropori. Il potenziale idrico è compreso fra valori -0,1 bar e -0,3 bar. Il terreno alla capacità di campo è considerato come valore ottimale di umidità, in quanto rappresenta il punto di equilibrio fra la disponibilità d'acqua e disponibilità d'aria, garantisce l'immagazzinamento di riserve idriche stabili, e diminuisce lo sforzo esercitato dalle piante nell'assorbimento idrico.

L'acqua presente nel terreno alla capacità di campo è trattenuta nei micropori per capillarità oppure adsorbita sui colloidali, perciò è sottratta all'azione della forza di gravità ed è disponibile per le piante.

Il Punto di appassimento o coefficiente di appassimento permanente (PA) è quel valore di umidità in corrispondenza del quale le piante non riescono più a vincere la tensione del terreno. In queste condizioni, in assenza di meccanismi di adattamento xerofitici, le piante muoiono per avvizzimento. Il coefficiente di avvizzimento è impropriamente definito come una costante del terreno, in realtà il suo valore dipende - oltre che dal terreno - anche dalla specie vegetale. La maggior parte delle piante coltivate, tuttavia, manifesta sintomi di avvizzimento a valori di potenziale idrico compresi fra -15 bar e -25 bar ($pF \approx 4,2 \div 4,4$), il coefficiente di avvizzimento rappresenta il limite estremo compatibile con la vita delle piante agrarie. L'acqua contenuta in eccesso, rispetto a questo valore, è considerata disponibile; al di sotto del valore è invece presente acqua capillare non disponibile,

Acqua disponibile "AD" corrisponde alla differenza tra capacità di campo e punto di appassimento permanente $AD = (CC - PA)$.

Umidità d'intervento. Per garantire il buono stato delle piante è necessario che l'umidità del terreno si mantenga ben al di sopra del punto di appassimento, per cui è necessario intervenire con l'irrigazione per evitare che l'umidità del terreno scenda al di sotto di una certa soglia, che prende il nome di Umidità d'intervento (U_i), che corrisponde al punto di umidità del terreno in cui occorre intervenire con l'irrigazione e si considera pari a un terzo dell'acqua disponibile.

La ritenzione idrica del terreno cambia in funzione della tessitura e della struttura del terreno; quindi il rapporto tra micro e macropori è, in tal senso, determinante.

Nel distretto di Sinis sud, interessato dall'intervento, le caratteristiche fisiche dei terreni si presentano simili, l'elemento comune è l'origine eolica e presentano una tessitura prevalentemente franco-sabbiosa.

Sulla base delle conoscenze personali e sui dati delle analisi fisiche dei profili dei terreni riportati nello studio dei suoli irrigabili della Sardegna (Aru et Altri) per terreni simili a quelli oggetto di studio si può stabilire che le costanti idrologiche più rappresentative per il territorio in questione sono riportate nella seguente tabella n. 34:

Calcolo dei parametri idrologici dei suoli Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (Arpas)				
Terreno	C.C. Capacità di campo %	P.A. Punto di appassimento %	A.D. Acqua Disponibile %	U.I. umidità d'intervento pari a 1/3 di A.D.
Franco - Argilloso	27,54	13,14	14,4	17,940
Franco	22,4	10,32	12,08	14,347
Franco - Sabbioso - Argilloso	18,01	8,35	9,66	11,570
Argilloso - Sabbioso	22,76	10,79	11,97	14,780
Franco - Sabbioso	13,05	6,03	7,02	8,370
Sabbioso - Franco	7,71	3,11	4,6	4,643
Valore medio	18,58	8,62	9,96	11,94

Dai dati della tabella, utilizzando il valore medio dell'umidità d'intervento si può stabilire il volume di adacquamento per le colture, che corrisponde al punto di umidità del terreno in cui occorre intervenire con l'irrigazione, che si effettua quando sono stati consumati due terzi l'acqua disponibile.

La formula che ci permette di calcolare il volume di adacquamento è la seguente:

$$Q = (((C_c - U_i) \times (V_{si} \times P_{st})) / 100) / \text{Eff}$$

Dove:

- Q = volume di adacquamento in mc./ha
- C_c = Capacità idrica di campo espressa in % di terreno essiccato a 105 °C
- U_i = Umidità d'intervento espressa in % di terreno essiccato a 105 °C ed è uguale ad alla % d'acqua quando raggiunge 1/3 dell'acqua disponibile.
- V_{si} = Volume dello strato di terreno da irrigare in mc./ha;
- P_{st} = Peso del terreno secco espresso in T./mc. varia tra 1,55 e 1,2 t/mc

Quindi

$$Q = ((18,62 - 11,94) \times (4.000 \times 1,3)) / 100 = \text{mc. } 345,10$$

Il volume di adacquamento medio per ettaro per tutto il comparto del Sinis sud è pari mc. 350,00/ha

Efficienza irrigua aziendale.

Secondo il servizio agrometeorologico regionale per la Sardegna i Valori indicativi dell'efficienza di adacquamento dei principali sistemi di irrigazione sono i seguenti:

- infiltrazione laterale 60%,
- aspersione 75%
- microirrigazione 90%

Il turno d'irrigazione

Il turno d'irrigazione dovrà essere stabilito quando, sulla base della sommatoria giornaliera dell'evapotraspirazione, opportunamente corretta dal Kc (coefficiente colturale) al netto della pioggia utile (Pioggia utile quando supera i 4 mm.), si raggiunge il volume stabilito e cioè 35,00 mm. (350 mc/ha).

Il turno varia in funzione del ETe ed è stato calcolato mese per mese come riportato nelle tabelle seguenti.

13.2 Calcolo dei fabbisogni idrici

Nelle tabelle seguenti vengono calcolati i fabbisogni idrici in base: all'evapotraspirazione massima del mese considerato (tabella n. 30), al volume di adacquamento, al coefficiente colturale e all'efficienza irrigua aziendale.

Calcolo dei consumi idrici

Tab. 35										
APRILE										
Coltura	ha	ETPo	Kc	ETPe	Evapot rasp. mc/mese*ha	mc/ha* adacquata	turno gg.	Efficienza aziendale	mc/m ensili	mc/mese comparto
Carciofo	360	102	0	0	0	350	-	0,90	-	-
medica	180	102	0,95	96,9	969	350	10,8	0,75	1.292	232.560
Erbai avvicendati	327	102	1	102	1020	350	10,3	0,75	1.360	444.720
Vigneto uva comune	90	102	0,4	40,8	408	350	25,7	0,90	453	40.800
vigneto DOC- IGP	80	102	0,4	40,8	408	350	25,7	0,90	453	36.267
vigneto tendone	20	102	0,4	40,8	408	350	25,7	0,90	453	9.067
Olivo	170	102	0,6	61,2	612	350	17,2	0,90	680	115.600
Altre ortive	250	102	0,3	30,6	306	350	34,3	0,90	340	85.000
Ortive in tunnel	80	102	0,3	30,6	306	350	34,3	0,90	340	27.200
Melone	100	102	0,3	30,6	306	350	34,3	0,90	340	34.000
anguria	40	102	0,3	30,6	306	350	4,3	0,90	340	13.600
Serre	10	102	1	102	1020	350	10,3	0,90	1.133	11.333
TOTALE	1730									1.050.147

Tab. 36

MAGGIO										
Coltura	ha	ET Po	Kc	ET Pe	Evapotr asp. mc/mese*ha	mc/ha *adac quata	turno gg.	Efficienza aziendale	mc/m ensili	mc/mese comparto
Carciofo	360	160	0	0	0	350	-	0,90	-	-
medica	180	160	0,95	152	1520	350	6,9	0,75	2.027	364.800
Erbai avvicendati	327	160	1	160	1600	351	6,6	0,75	2.133	697.600
Vigneto uva comune	90	160	0,6	96	960	352	11,0	0,90	1.067	96.000
vigneto DOC- IGP	80	160	0,6	96	960	353	11,0	0,90	1.067	85.333
vigneto tendone	20	160	0,7	112	1120	354	9,5	0,90	1.244	24.889
Olivo	170	160	0,55	88	880	355	12,1	0,90	978	166.222
Altre ortive	250	160	0,7	112	1120	356	9,5	0,90	1.244	311.111
Ortive in tunnel	80	160	0,7	112	1120	357	9,6	0,90	1.244	99.556
Melone	100	160	0,5	80	800	358	13,4	0,90	889	88.889
anguria	40	160	0,5	80	800	359	13,5	0,90	889	35.556
Serre	10	160	1	160	1600	360	6,8	0,90	1.778	17.778
TOTALE	1730								MAGGIO TOT. CONSUMO MENSILE mc.	1.987.733

Tab. 37

GIUGNO										
Coltura	ha	ETPo	Kc	ETPe	Evapotr asp. mc/mese*ha	mc/ha *adac quata	turno gg.	Efficienza aziendale	mc/m ensili	mc/mese comparto
Carciofo	360	195	0	0	0	350	-	0,90	-	-
medica	180	195	0,95	185,25	1852,5	350	5,7	0,75	2.470	444.600
Erbai avvicendati	327	195	1	195	1950	351	5,4	0,75	2.600	850.200
Vigneto uva comune	90	195	0,7	136,5	1365	352	7,7	0,90	1.517	136.500
vigneto DOC- IGP	80	195	0,7	136,5	1365	353	7,8	0,90	1.517	121.333
vigneto tendone	20	195	1,05	204,75	2047,5	354	5,2	0,90	2.275	45.500
Olivo	170	195	0,5	97,5	975	355	10,9	0,90	1.083	184.167
Altre ortive	250	195	0,7	136,5	1365	356	7,8	0,90	1.517	379.167
Ortive in tunnel	80	195	0,95	185,25	1852,5	357	5,8	0,90	2.058	164.667
Melone	100	195	0,8	156	1560	358	6,9	0,90	1.733	173.333
anguria	40	195	1,05	204,75	2047,5	359	5,3	0,90	2.275	91.000
Serre	10	195	1	195	1950	360	5,5	0,90	2.167	21.667
TOTALE	1730								GIUGNO TOT. CONSUMO MENSILE mc.	2.612.133

Tab.38

LUGLIO										
Coltura	ha	ETPo	Kc	ETPe	Evapotr asp. mc/mes e*ha	mc/ha *adac quata	turno gg.	Efficie nza aziend ale	mc/ men sili	mc/mese comparto
Carciofo	360	204	0,5	102	1020	350	10,3	0,90	1.133	408.000
medica	180	204	0,95	193,8	1938	450	7,0	0,75	2.584	465.120
Erbai avvicendati	327	204	1	204	2040	450	6,6	0,75	2.720	889.440
Vigneto uva comune	90	204	0,75	153	1530	350	6,9	0,90	1.700	153.000
vigneto DOC- IGP	80	204	0,8	163,2	1632	350	6,4	0,90	1.813	145.067
vigneto tendone	20	204	0,55	112,2	1122	350	9,4	0,90	1.247	24.933
Olivo	170	204	0,45	91,8	918	350	11,4	0,90	1.020	173.400
Altre ortive	250	204	1,05	214,2	2142	350	4,9	0,90	2.380	595.000
Ortive in tunnel	80	204	1,05	214,2	2142	350	4,9	0,90	2.380	190.400
Melone	100	204	1,05	214,2	2142	350	4,9	0,90	2.380	238.000
anguria	40	204	1,05	214,2	2142	350	4,9	0,90	2.380	95.200
Serre	10	204	1	204	2040	350	5,1	0,90	2.267	22.667
incolti	980				LUGLIO TOT. CONSUMO MENSILE mc.					3.400.227

Tab. 39

AGOSTO										
Coltura	ha	ET Po	Kc	ETPe	Evapotr asp. mc/mes e*ha	mc/ha* adacqu ata	turn o gg.	Efficie nza aziend ale	mc/m ensili	mc/mese comparto
Carciofo	360	192	0,57	109,44	1094,4	350	9,6	0,90	1.216	437.760
medica	180	192	0,95	182,4	1824	450	7,4	0,75	2.432	437.760
Erbai avvicendati	327	192	1	192	1920	450	7,0	0,75	2.560	837.120
Vigneto uva comune	90	192	0,75	144	1440	350	7,3	0,90	1.600	144.000
vigneto DOC- IGP	80	192	0,75	144	1440	350	7,3	0,90	1.600	128.000
vigneto tendone	20	192	0,8	153,6	1536	350	6,8	0,90	1.707	34.133
Olivo	170	192	0,45	86,4	864	350	12,2	0,90	960	163.200
Altre ortive	250	192	0,7	134,4	1344	350	7,8	0,90	1.493	373.333
Ortive in tunnel	80	192	0,9	172,8	1728	350	6,1	0,90	1.920	153.600
Melone	100	192	0,8	153,6	1536	350	6,8	0,90	1.707	170.667
anguria	40	192	0,9	172,8	1728	350	6,1	0,90	1.920	76.800
Serre	10	192	1	192	1920	351	5,5	0,90	2.133	21.333
incolti						AGOSTO TOT. CONSUMO MENSILE mc.				2.977.707

Tab. 40

SETTEMBRE										
Coltura	ha	ETPo	Kc	ETPe	Evapotras p. mc/mese *ha	mc/ha* adacqua ata	turno gg.	Efficien za aziendal e	mc/m ensili	mc/mes e compar to
Carciofo	360	128	0,8	102,4	1024	350	10,3	0,90	1.138	409.600
medica	180	128	0,95	121,6	1216	450	11,1	0,75	1.621	291.840
Erbai avvicendati	327	128	1	128	1280	451	10,6	0,75	1.707	558.080
Vigneto uva comune	90	128	0,4	51,2	512	452	26,5	0,90	569	51.200
vigneto DOC- IGP	80	128	0,4	51,2	512	453	26,5	0,90	569	45.511
vigneto tendone	20	128	0,55	70,4	704	454	19,3	0,90	782	15.644
Olivo	170	128	0,55	70,4	704	455	19,4	0,90	782	132.978
Altre ortive	250	128	0,6	76,8	768	456	17,8	0,90	853	213.333
Ortive in tunnel	80	128	0,7	89,6	896	457	15,3	0,90	996	79.644
Melone	100	128	0	0	0					
anguria	40	128	0	0	0					
Serre	10	128	1	128	1280	460	10,8	0,90	1.422	14.222
	1730					SETTEM. TOT. CONSUMO MENSILE mc.				1.812.053

Di seguito si riassumono i principali parametri progettuali senza considerare l'efficienza idrica attribuibile alla rete consortile

Tab.
42**principali parametri progettuali**

Superficie territoriale	ha	2.750
Superficie territoriale al netto zone umide	ha	2.390
Tare 9,2% - roccia affiorante - strade	ha	220
Superficie irrigabile	ha	2.170
Totale volume idrico max stagionale	mc.	3.840.000
Volume idrico max mensile a luglio	mc.	3.400.227
Volume idrico max giornaliero a luglio	mc.	113.341
Volume idrico stagionale per ettaro Superf. Ha 1650	mc.	8.388
Portata max intero comparto a luglio per turni di h 24/24	mc./s	1,31
Portata unitaria comparto ha 2400 - per turni di h 24/24	l/s*ha	0,55
Portata unitaria su ha 2200 per turni di 24/24	l/s*ha	0,60
Portata unitaria superf. effett. irrigata ha 1650 per turni di 24/24	l/s*ha	0,80
Portata max intero comparto a luglio per turni di 16/24	mc./s	1,97
Portata unitaria comparto ha 2400 - per turni di h 16/24	l/s*ha	0,82
Portata unitaria irrigua su ha 2200 - per turni di h 16/24	l/s*ha	0,89
Portata unitaria superf. Effett. irrigata ha 1650 -per turni di h 16/24	l/s*ha	1,19

14. CONVENIENZA ALLA TRASFORMAZIONE

La presenza d'acqua nel territorio ha da sempre rappresentato il fattore condizionante il progresso socio-economico di tutte le civiltà. E' indubbio che la disponibilità di risorse idriche influisce in modo determinante sullo sviluppo dell'agricoltura e di conseguenza sulle economie delle società che insistono negli ambienti rurali. La disponibilità di acqua è dunque il fattore che maggiormente incide nelle economie agricole.

Normalmente alla trasformazione fondiaria seguono i miglioramenti fondiari eseguiti da privati nelle aziende agricole, i quali traggono dei benefici a seguito della trasformazione fatta da consorzi.

Per formulare una previsione sia pure di massima ma, comunque, il più possibile attendibile si è tenuto conto della complessa realtà economica e sociale, non solo della zona ma di tutta la Sardegna, senza trascurare la naturale vocazione dei terreni e le realtà aziendali esistenti. Si è anche tenuto conto della conoscenza delle notevoli capacità imprenditoriali degli agricoltori locali i quali, non appena possono verificare la presenza di obiettive condizioni favorevoli non esitano a fare notevoli e, in genere, rischiosi investimenti sulle altre pratiche colturali in genere e sull'irrigazione in particolare.

Il beneficio irriguo è un beneficio diretto e specifico, che dà origine ad un beneficio di natura economica a carico degli immobili interessati dalle opere di irrigazione, ovvero dal mantenimento in esercizio delle stesse tramite le attività istituzionali del Consorzio di Bonifica. Sono interessati tutti proprietari di immobili, agricoli o non agricoli, compresi all'interno delle aree servite dalle reti irrigue mantenute dal Consorzio, e che di conseguenza godono di un incremento del valore del bene (beneficio potenziale) e di un incremento del reddito conseguente al loro utilizzo (beneficio effettivo).

Il beneficio potenziale, rapportabile a una superficie irrigata, determina un incremento di valore del bene immobile servito dalla rete irrigua consortile. La possibilità di irrigare, infatti, permette un incremento del valore patrimoniale del bene immobile, stante la possibilità di incrementare non solo la produzione ma di modificare l'ordinamento colturale stesso verso colture a più alto reddito, indipendentemente che la risorsa idrica venga effettivamente utilizzata. Il beneficio potenziale, induce quindi un beneficio economico di tipo patrimoniale sui beni immobili interessati.

Il beneficio effettivo, rapportabile alla disponibilità di acqua irrigua, scaturisce in ambito agricolo dalla differenza di valore fra le produzioni ottenibili su un suolo irrigato e quello ottenibile sullo stesso suolo senza la possibilità di irrigazione, al netto dei maggiori costi sopportati dal Consorzio e dei maggiori costi di produzione sopportati dall'agricoltore.

Il beneficio effettivo è quindi goduto solo da quei beni immobili che effettivamente utilizzano l'acqua messa a disposizione dagli impianti consortili, ed è quindi proporzionale al consumo effettivo.

Comunque, si tiene a precisare che la validità delle infrastrutture irrigue e conseguentemente la modifica dell'ordinamento colturale trova i suoi limiti in una

situazione di mercato estremamente variabile e, per di più, influenzata da fatti (spesso neppure conosciuti) e situazioni la cui portata è al di là delle possibilità di controllo dei singoli agricoltori, in quanto si verificano su un piano non solo nazionale o europeo ma addirittura mondiale. Perciò una previsione fatta oggi potrebbe non essere più valida anche tra pochi anni, così come, dal resto, potrebbe non esserlo qualunque altra.

Da quanto detto sopra discende la necessità che qualunque impianto irriguo, così come si propone di fare nel distretto del Sinis Sud, sia il più elastico possibile di modo che l'imprenditore agricolo possa adattare le tecniche di coltivazione alle mutate esigenze colturali che dovessero via via presentarsi e ciò senza limitazioni.

Con l'introduzione della pratica irrigua offrirà una più ampia gamma di opportunità di crescita per le comunità rurali, anche in funzione delle nuove politiche per il sostegno all'economia rurale in ritardo di sviluppo.

A seguito dell'infrastrutturazione si prevede un incremento di produttività di tutti gli indirizzi produttivi, ma in particolar modo del settore ortofrutticolo, in quanto si avrà un rilancio, il potenziamento e la valorizzazione delle tradizionali coltivazioni erbacee ed arboree locali, per le quali si prevede un sensibile aumento delle superfici irrigue coltivate oltre all'eventuale inserimento di nuove specie. Tra le ortive troveranno importanti spazi oltre al carciofo e al melone, varie cucurbitacee (anguria, zucchine, ecc.), melanzane, peperoni, cipolle, fagiolini, ecc., colture che per le caratteristiche pedoclimatiche dell'area e per le tecniche colturali possono garantire elevata genuinità e tipicità ricercate dal mercato. Le colture frutticole più adattabili e suscettibili ad essere diffuse e coltivate nella zona sono: vite, olivo da olio e da mensa, già presenti seppure in maniera promiscua.

Sono previsti, in buona parte delle aziende, ordinamenti colturali a prevalente indirizzo orto-frutticolo, le cui produzioni di qualità potrebbero facilmente trovare sbocco sia nel mercato locale, sia in quello regionale a patto di pianificare e organizzare le fasi di commercializzazione e vendita.

L'infrastrutturazione irrigua dell'area determinerà sicuramente un cambiamento degli ordinamenti colturali aziendali, in funzione delle caratteristiche geopedologiche, degli orientamenti aziendali prevalenti e delle tendenze del mercato. E' stato ipotizzato un incremento delle coltivazioni irrigue in particolare verso le ortive ad alto reddito.

Nella tabella la n. 43 è riporto l'ordinamento colturale attuale e l'ipotesi dell'ordinamento colturale futuro.

Tab. 43		COLTURE E RELATIVE SUPERFICI ANTE				COLTURE E RELATIVE SUPERFICI POST (A REGIME)			
COLTURE	COLTURE IRRIGUE		COLTURE ASCIUTE		COLTURE IRRIGUE		COLTURE ASCIUTE		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Carciofo	230	10,60	-	0,00	360	16,59	0	0,00	
medica	30	1,38	0	0,00	180	8,29	0	0,00	
Erbai avvicendati	30	1,38	0	0,00	327	15,07	0	0,00	
Erbai aut vern.	0	0,00	90	4,15	0	0,00	45	2,07	
Cereali	0	0,00	1020	47,00	0	0,00	368	16,96	
Vigneto uva comune	0	0,00	80	3,69	60	2,76	30	1,38	
vigneto DOC- IGP	0	0,00	0	0,00	70	3,23	10	0,46	
vigneto tendone	0	0,00	0	0,00	10	0,46	10	0,46	
Olivo	0	0,00	60	2,76	150	6,91	20	0,92	
Altre ortive	13	0,60	100	4,61	250	11,52	0	0,00	
Ortive in tunnel	5	0,23	-	0,00	80	3,69	-	0,00	
Melone	30	1,38	30	1,38	90	4,15	10,0	0,46	
anguria	20	0,92		0,00	40	1,84	-	0,00	
Serre	2	0,09		0,00	10	0,46	-	0,00	
incolti	0	0,00	430	19,82	0	0,00	50	2,30	
TOTALE	360	16,59	1.810	83,41	1650	74,98	520	25,02	
TOTALE	2170				2170				

Come si nota nella tabella n 43, nella parte post operam, sono presenti delle colture non irrigate (cereali, erbali autunno-vernini e vigneti) la cui incidenza è pari a circa il 25% dell'intera superficie netta irrigabile. Questa previsione, forse anche troppo prudentiale, tiene conto da un lato della necessità di rispettare l'avvicendamento tra le colture nel rispetto delle prescrizioni dettate da una buona tecnica agronomica e dall'altro utilizzando gli incentivi che recentissimi regolamenti comunitari hanno messo a disposizione con prescrizione di rispetto della condizionalità.

Da indagini svolte, anche direttamente sul campo, è emersa una grande aspettativa in tal senso, confortata dall'analisi dei dati statistici e dalle elaborazioni economiche fatte sulle ipotesi di trasformazione irrigua in base alla potenzialità del territorio sia dal punto di vista fisico sia da quello sociale e delle risorse umane.

Giudizio di convenienza in termini di PLV, di reddito netto, e occupazione

Il giudizio di convenienza sulla trasformazione fondiaria, nella fattispecie, realizzazione della rete irrigua nel distretto del Sinis Sud, può essere espresso anche in termini di reddito, e di lavoro ed inoltre, di difficile quantificazione, i benefici indiretti per l'indotto generato sulle altre attività del territorio.

Quindi il giudizio di convenzione verrà fatto mettendo a confronto la produttività dei terreni interessati dalla trasformazione, in termini di produzione lorda vendibile, PLV, di reddito netto, RN, e di lavoro prima e dopo la trasformazione, attraverso un'analisi economica riferita alla situazione colturale attuale rilevata in campo, ed a una ipotesi di variazione dell'ordinamento colturale futura. Quindi i sono state elaborate la PLV, la redditività e il fabbisogno di forza lavoro.

Di seguito si riportano le tabelle con la stima dei conti economici relativi alle principali colture attualmente praticate e degli ordinamenti colturali futuri.

L'elaborazione dei dati economici colturali è stata effettuata con un'analisi dei costi dei mezzi e dei fattori produttivi reperiti da indagini tecniche dirette.

Nelle tabelle seguenti dalla n. 44 alla 47 sono riportate le stime dei valori in € della PLV (Produzione Lorda Vendibile), della redditività (Reddito Netto) delle colture nella situazione attuale e futura dopo la trasformazione irrigua.

Tab. 44 Stima della PLV prima della trasformazione

COLTURE E RELATIVE PLV ANTE						
COLTURE	ha	q.li/ha	Q.li tot	Prezzo	PLV/ha	PLV
Carciofo	230,00	85,00	19.550,00	110,00	9.350,00	2.150.500,00
medica	30,00	120,00	3.600,00	18,00	2.160,00	64.800,00
Erbai avvicendati	30,00	90,00	2.700,00	11,00	990,00	29.700,00
Erbai aut vern.	90,00	100,00	9.000,00	11,00	1.100,00	99.000,00
Cereali	1.020,00	20,00	20.400,00	19,00	380,00	387.600,00
Vigneto uva comune	80,00	80,00	6.400,00	50,00	4.000,00	320.000,00
Olivo	60,00	60,00	3.600,00	60,00	3.600,00	216.000,00
Altre ortive	113,00	200,00	22.600,00	50,00	10.000,00	1.130.000,00
Ortive in tunnel	5,00	300,00	1.500,00	50,00	15.000,00	75.000,00
Melone	60,00	250,00	15.000,00	30,00	7.500,00	450.000,00
anguria	20,00	300,00	6.000,00	20,00	6.000,00	120.000,00
Serre	2,00	2.000,00	4.000,00	20,00	40.000,00	80.000,00
incolti	450,00	-	-			
TOTALE	2170					5.122.600,00

Tab. 45 Stima della PLV dopo la trasformazione

COLTURA	ha	q.li/ha	Q.li tot	Prezzo	PLV/ha	PLV
Carciofo	360	90	32.400	120,00	10.800,00	3.888.000,00
medica	180	140	25.200	18,00	2.520,00	453.600,00
Erbai avvicendati	327	120	39.240	11,00	1.320,00	431.640,00
Erbai aut vern.	45	110	4.950	11,00	1.210,00	54.450,00
Cereali	368	20	7.360	19,00	380,00	139.840,00
Vigneto uva comune	90	120	10.800	50,00	6.000,00	540.000,00
vigneto DOC- IGP	80	120	9.600	60,00	7.200,00	576.000,00
vigneto tendone	20	350	7.000	70,00	24.500,00	490.000,00
Olivo	170	80	13.600	60,00	4.800,00	816.000,00
Altre ortive	250	230	57.500	50,00	11.500,00	2.875.000,00
Ortive in tunnel	80	330	26.400	50,00	16.500,00	1.320.000,00
Melone	100	300	30.000	30,00	9.000,00	900.000,00
anguria	40	400	16.000	20,00	8.000,00	320.000,00
Serre	10	2000	20.000	20,00	40.000,00	400.000,00
TOTALE	2170					13.204.530,00

Tab. 46 Stima della RN prima della trasformazione

COLTURE E RELATIVE RN ANTE					
COLTURE	PLV	costi/ha %	Costi €	RN/HA	RN TOT
Carciofo	150.500,00	0,75	7.012,50	2.337,50	537.625,00
medica	4.800,00	0,65	1.404,00	756,00	22.680,00
Erbai avvicendati	29.700,00	0,65	643,50	346,50	10.395,00
Erbai aut vern.	99.000,00	0,65	715,00	385,00	34.650,00
Cereali	387.600,00	0,80	304,00	76,00	76.520,00
Vigneto uva comune	320.000,00	0,70	2.800,00	1.200,00	96.000,00
Olivo	216.000,00	0,80	2.880,00	720,00	43.200,00
Altre ortive	1.130.000,00	0,80	8.000,00	2.000,00	226.000,00
Ortive in tunnel	75.000,00	0,85	12.750,00	2.250,00	11.250,00
Melone	450.000,00	0,75	5.625,00	1.875,00	112.500,00
anguria	120.000,00	0,75	4.500,00	1.500,00	30.000,00
Serre	80.000,00	0,80	32.000,00	8.000,00	16.000,00
TOTALE	5.126.400,00			553,90	1.217.820,00

Tab. 47 Stima della RN dopo la trasformazione

COLTURE E RELATIVE RN POST					
COLTURA	PLV	costi%	Costi €/ha	RN/HA	RN TOT
Carciofo	3.888.000,00	0,6	6.480,00	4.320,00	1.555.200,00
medica	453.600,00	0,6	1.512,00	1.008,00	181.440,00
Erbai avvicendati	431.640,00	0,6	792,00	528,00	172.656,00
Erbai aut vern.	54.450,00	0,6	726,00	484,00	21.780,00
Cereali	139.840,00	0,8	304,00	76,00	27.968,00
Vigneto uva comune	540.000,00	0,70	4.200,00	1.800,00	162.000,00
vigneto DOC- IGP	576.000,00	0,75	5.400,00	1.800,00	144.000,00
vigneto tendone	490.000,00	0,75	18.375,00	6.125,00	122.500,00
Olivo	816.000,00	0,75	3.600,00	1.200,00	204.000,00
Altre ortive	2.875.000,00	0,75	8.625,00	2.875,00	718.750,00
Ortive in tunnel	1.320.000,00	0,75	12.375,00	4.125,00	330.000,00
Melone	900.000,00	0,75	6.750,00	2.250,00	225.000,00
anguria	320.000,00	0,75	6.000,00	2.000,00	80.600,00
Serre	400.000,00	0,75	30.000,00	10.000,00	100.000,00
TOTALE					4.045.294,00

Nelle tabelle n. 48 e 49 seguenti vengono elencati in sintesi i livelli di occupazione che scaturiscono dai diversi ordinamenti colturali previsti per l'utilizzazione delle risorse idriche rese disponibili dal progetto in esame.

Tab. 48 Valutazione del fabbisogno di forza lavoro prima della trasformazione

Fabbisogno di forza lavoro ante				
COLTURA	ha	ORE/ha	ORE TOT.	U.L.U.
Carciofo	230,00	768	176.640,00	92,97
medica	30,00	52	1.560,00	0,82
Erbai avvicendati	30,00	40	1.200,00	0,63
Erbai aut vern.	90,00	40	3.600,00	1,89
Cereali	1.020,00	48	48.960,00	25,77
Vigneto uva comune	80,00	560	44.800,00	23,58
Olivo	60,00	1090	65.400,00	34,42
Altre ortive	113,00	719	81.247,00	42,76
Ortive in tunnel	5,00	900	4.500,00	2,37
Melone	60,00	468	28.080,00	14,78
anguria	20,00	576	11.520,00	6,06
Serre	2,00	4800	9.600,00	5,05
Totale			477.587,00	251,36

Tab. 49 Valutazione del fabbisogno di forza lavoro dopo la trasformazione

Fabbisogno di forza lavoro post				
COLTURA	ha	ORE/ha	ORE TOT.	U.L.U.
Carciofo	360	768	276.480	145,52
medica	180	52	9.360	4,93
Erbai avvicendati	327	40	13.080	6,88
Erbai aut vern.	45	40	1.800	0,95
Cereali	368	48	17.664	9,30
Vigneto uva comune	90	560	50.400	26,53
vigneto DOC- IGP	80	560	44.800	23,58
vigneto tendone	20	03	18.060	9,51
Olivo	170	1.090	185.300	97,53
Altre ortive	250	719	179.750	94,61
Ortive in tunnel	80	900	72.000	37,89
Melone	100	468	46.800	24,63
anguria	40	576	23.040	12,13
Serre	10	4.800	48.000	25,26
TOTALE	2.200		987.790	519,26

La valutazione del fabbisogno di forza lavoro delle singole colture è stata effettuata sulla base della “Tabella regionale del fabbisogno di impiego di manodopera”, elaborata in funzione dei dati e degli studi tecnici dall’Assessorato Regionale all’Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale, in cui sono indicate le ore di lavoro annuo per ettaro necessarie per coltura, allevamenti e attività connesse. La quantificazione degli addetti coinvolti è stata quindi determinata trasformando il monte ore delle singole colture in ULU (Unità lavoro uomo/anno) considerando che tale parametro è pari a 1900 ore, come previsto dal contratto collettivo nazionale di lavoro vigente per i lavoratori agricoli a tempo pieno.

Nelle tabelle precedenti viene analizzata la situazione occupazionale in funzione dell’uso attuale dell’area, si evidenzia, con l’ordinamenti attuale un fabbisogno di manodopera totale pari a 251,36 ULU/anno, contro un fabbisogno di manodopera futuro dopo la trasformazione pari a 519,89 ULU/anno.

Come conseguenza dell'infrastrutturazione irrigua del territorio, nell'ambito del Comprensorio, permetterà di ottenere una PLV totale pari a € 13.204.530,00 con un incremento di PLV DI € 8.081.930,00, con una media unitaria, riferita a ha 2.170, pari ad Euro 6.085,04/ha con un incremento di PLV di Euro 3.734,39 ad ettaro rispetto alla situazione attuale.

Analogamente, l'infrastrutturazione irrigua del territorio consentirà, nell'ambito del Comprensorio, un R.N. totale pari a Euro 4.045.294,00 con un incremento di € pari a 2.827.474,00 e un incremento unitaria di R.N. ad ettaro di circa Euro 1.302,98 entrambi i valori riferiti alla media dell'intero comparto di ha 2170 (vedi tabelle n. 46 e 47).

Quindi Incrementi di reddito per le imprese, incremento occupazionale ed inoltre, di difficile quantificazione, i benefici indiretti per l'indotto generato sulle altre attività del territorio, confermano, dal punto di vista economico e sociale, la validità dell'infrastrutturazione irrigua dell'area.

L'infrastrutturazione irrigua fornisce maggiori garanzie nel perseguire gli obiettivi di sviluppo coerenti con le finalità della nuova PAC, che sono da un lato il sostegno dei redditi agli agricoltori, l'ottenimento di prodotti di qualità garantiti ed il mantenimento delle aziende e delle popolazioni rurali nel territorio e dall'altro la tutela l'ambiente, la salvaguardia del paesaggio e del patrimonio culturale e pone come principali obiettivi strategici i seguenti:

- sostegno ai redditi agricoli,
- lo sviluppo integrato del territorio rurale anche con la diversificazione delle attività agricole;
- il miglioramento della qualità della vita e dell'attrattività dei territori;
- il rafforzamento delle filiere produttive;
- la valorizzazione del patrimonio culturale e identitario;
- far rimanere sul mercato solo le imprese agricole competitive;
- garantire la corretta gestione di suolo, aria e acqua;
- assicurare vitalità alle zone rurali.

15. IDROGRAFIA SOTTERRANEA

15.1 Caratteri idraulici delle formazioni geologiche.

La descrizione delle caratteristiche idrauliche dei materiali presenti nell'area in studio è stata basata sulle osservazioni dirette e su quanto riportato in letteratura.

Le rocce, in funzione della loro natura, origine e storia geologica, possono presentare caratteri tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso e la restituzione di acque sotterranee in quantità apprezzabili, o possono non presentare tali caratteri. Le rocce che hanno la capacità di permettere il deflusso e la restituzione delle acque sotterranee vengono dette rocce serbatoio o acquiferi.

Le rocce serbatoio unitamente alle altre, che non presentano tali caratteri, hanno diverse proprietà idrauliche derivanti dai caratteri fisico-chimici e meccanici. Alcune di queste proprietà, come la porosità, la capacità di assorbimento, la capacità di percolazione e la permeabilità, condizionando quantitativamente l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque che possono essere captate, sono molto importanti dal punto di vista idrogeologico.

In idrogeologia si parla di rocce permeabili e rocce impermeabili, in relazione alla facilità con cui l'acqua sotterranea penetra, circola e si distribuisce nel sottosuolo. Sono definite permeabili le rocce nelle quali le acque si muovono con una velocità tale da permetterne la captazione, sono invece "impermeabili", quelle nelle quali, in condizioni di pressione naturali, per mancanza di meati comunicanti e/o sufficientemente ampi, non è possibile rilevare movimenti percettibili delle acque.

La permeabilità viene distinta in due tipi fondamentali: primaria e secondaria, a seconda che sia una caratteristica congenita o acquisita.

La permeabilità primaria, o in piccolo, è tipica delle rocce porose, caratterizzate da vuoti intercomunicanti fra i granuli, ed è una proprietà intrinseca del litotipo, poiché la formazione dei meati è singenetica alla formazione della roccia. Solo in alcuni casi, come nei prodotti di alterazione dei graniti e delle arenarie la permeabilità per porosità è secondaria.

La permeabilità secondaria, detta anche per fratturazione, o in grande, è invece tipica delle rocce, sia coerenti che compatte, fessurate. Questa è generalmente una proprietà acquisita, dovuta principalmente a sforzi tettonici o da decompressione, che hanno determinato l'apertura di fessure, spesso successivamente allargate da processi chimico-fisici. Si può parlare di proprietà intrinseca solo nel caso in cui la permeabilità è dovuta a fessure singenetiche, ossia che si sono formate contemporaneamente alla formazione della roccia come i giunti di raffreddamento, nelle rocce laviche, i giunti di stratificazione ed i piani di scistosità.

Esiste anche un altro tipo di permeabilità, quello per carsismo, che caratterizza le rocce carbonatiche soggette a fenomeni di dissoluzione.

Le rocce oltre che per il tipo di permeabilità possono essere distinte anche per il grado di permeabilità, che può essere espresso in termini relativi, quindi in modo qualitativo, alta, media e bassa, o in termini assoluti, quindi in modo quantitativo con il coefficiente di permeabilità k in cm/s.

Di seguito si descrivono i caratteri idraulici delle formazioni rocciose presenti nel territorio in esame.

Nei basalti la porosità, che varia dall'1% nelle facies dense, al 10% fino al 50% nelle rocce con struttura vescicolare, risulta nel complesso irrilevante in relazione alla permeabilità, in quanto i pori presenti non sono intercomunicanti, salvo qualche eccezione, e non permettono la circolazione di flussi d'acqua all'interno della massa rocciosa. La permeabilità è influenzata esclusivamente dallo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso. L'estensione della rete di fratture all'interno dell'ammasso roccioso, lo stato di apertura dei giunti ed il fatto che gli stessi siano comunicanti, oltre alla potenza ed alla morfologia degli affioramenti, sono gli altri fattori che concorrono ad aumentare la capacità di immagazzinamento di tali formazioni.

I basalti del Sinis, poco potenti, fessurati ma spesso ricoperti da un suolo argilloso impermeabilizzante, sono nel complesso poco permeabili. Essi inoltre ricadono in un'area a scarse precipitazioni, per cui risultano poco interessanti come rocce serbatoio. La morfologia pianeggiante, di contro, favorisce il permanere dell'acqua, per cui si possono considerare il maggior acquifero del Sinis.

Le argille marnoso-siltose del Sinis (formazione di Capo San Marco) mostrano permeabilità per porosità generalmente bassa, anche se tali rocce mostrano un'elevata porosità in quanto sono composte in parte da argille a reticolo espandibile molto igroscopiche, che mostrano una notevole variazione di volume con il variare del loro contenuto d'acqua. Nei periodi secchi la contrazione di queste argille porta all'apertura di frattura e diaclasi che avendo una discreta continuità sono via temporanea di permeazione. Questa formazione, che costituisce l'ossatura del Sinis, è molto importante dal punto di vista idrogeologico in quanto confina sotto di essa una ricca falda, probabilmente fossile, impostata nei sabbioni conglomeratici del basamento oligo-miocenico e sfruttata dai pozzi trivellati più profondi.

I calcari laminati del Sinis, microcristallini, presentano un'elevata porosità. Essi però risultano poco permeabili, in quanto la circolazione idrica è praticamente impedita dalle dimensioni microscopiche dei pori. Essi pertanto non costituiscono un acquifero d'interesse. Tuttavia sono molto importanti per il contenuto salino delle acque sotterranee, in quanto facilmente soggetti a fenomeni di dissoluzione. Inoltre non si può escludere una permeabilità orizzontale che si instaura nei giunti di stratificazione, favorita anche da fenomeni di dissoluzione.

I calcari della formazione di Turr'e Seu, sono stati interessati da processi di dolomitizzazione, che hanno determinato un aumento della porosità originale della

roccia e riduzione del volume, causata dalla trasformazione in dolomia della calcite. I pori sono stati successivamente interessati da fenomeni di dissoluzione, con la formazione di vacuoli e cavità, rendendo queste rocce permeabili per carsismo. La permeabilità del complesso è quindi legata quasi esclusivamente dalla diffusione ed ampiezza dei fenomeni carsici. La presenza di terre rosse residuali, all'interno delle cavità, limita i flussi delle acque sotterranee. Questi calcari, sebbene presentino caratteristiche idrauliche tali da garantire una circolazione idrica buona, risultano poco interessanti come rocce serbatoio, vista la limitata estensione e posizione degli affioramenti.

Per quanto riguarda i depositi quaternari, le facies a grana fine presentano una porosità relativamente elevata ed una permeabilità molto bassa, in quanto gli interstizi fra i granuli che compongono la roccia hanno diametri tanto piccoli da non permettere il deflusso delle acque. Esse pertanto agiscono come barriera al movimento dell'acqua, anche se hanno la capacità di immagazzinarne grandi quantità, che però può defluire solo molto lentamente. Una certa circolazione orizzontale si può inoltre instaurare nelle fratture della roccia, specie nella panchina tirreniana, e nei giunti di stratificazione.

Nei sedimenti argillosi la porosità decresce con la profondità e l'età. I fanghi recenti possono avere una porosità compresa tra il 50 e l'80%, mentre man mano che si consolidano parte dell'acqua contenuta nei pori viene ceduta a terreni più permeabili.

La permeabilità di questi depositi è però notevolmente aumentata artificialmente, in quanto soggetti a lavori agricoli per uno spessore di circa 1 metro.

I depositi palustri, che rivestono le piccole paludi e che sono largamente diffuse nell'area occupata dal complesso dello Stagno di Cabras e dalla Laguna di Mistras, a granulometria da fine a molto fine, mostrano questi caratteri e possono essere considerate impermeabili, così come le lenti di argille e limi che si rinvengono intercalate ai livelli a granulometria più grossolana nel sottosuolo campidanese.

I sedimenti a granulometria maggiore, composti cioè da sabbie, ghiaie e ciottoli costituiscono generalmente i depositi fluviali, eolici e costieri.

Le sabbie e le ghiaie di origine alluvionale mostrano porosità comprese tra il 20% nei depositi grossolani scarsamente selezionati ed il 40% nei materiali uniformemente selezionati. La maggior parte degli acquiferi in tali depositi presentano permeabilità variabile tra 1×10^{-4} e 1×10^{-3} cm/s, anche se non è infrequente trovare valori superiori a 5×10^{-3} cm/s.

I depositi sabbiosi di spiaggia ed eolici, meno comuni dei depositi alluvionali, mostrano porosità generalmente dell'ordine del 35-40% e permeabilità compresa tra 5×10^{-5} e 5×10^{-4} cm/s, con rendimento specifico compreso tra il 30 ed il 40%. I depositi dunari e le sabbie marine presenti nel territorio comunale, ben classati ed omogenei presentano in generale una elevata porosità e conseguentemente permeabilità elevata.

I sedimenti che si rinvengono nelle piane costiere, costituiti sia da depositi alluvionali che da depositi marini, mostrano rendimenti specifici molto simili a quelli dei depositi alluvionali, con permeabilità che variano tra 1×10^{-5} ad oltre 5×10^{-3} cm/s.

Le arenarie ed i conglomerati trasgressivi tirreniani e le arenarie eoliche che orlano le coste del Sinis, mostrano porosità e conseguentemente permeabilità variabile, in funzione del grado di cementazione della roccia. La permeabilità può variare da meno di 1×10^{-9} per le arenarie fortemente cementate ad oltre 5×10^{-5} cm/s per le arenarie mediamente cementate.

I depositi detritici, che si rinvengono alla base della dorsale basaltica, composti da blocchi e massi di basalto immersi in matrice argillosa, presentano permeabilità da scarsa a media. Il grado di permeabilità è funzione della maggior o minor quantità di materiali fini presenti.

15.1. Caratteri idrogeologici del territorio

Nell'identificazione delle unità idrogeologiche, una prima discriminazione è stata fatta suddividendo le formazioni permeabili per porosità da quelle permeabili per fratturazione. Successivamente, all'interno dei due singoli gruppi sono state definite, qualitativamente, le diverse classi di permeabilità, e ad esse sono state associate le litologie che, sulla base dei caratteri idraulici, ricadono generalmente in una determinata classe di permeabilità. Le litofacies, caratterizzate dallo stesso tipo di permeabilità e ricadenti nella stessa classe di permeabilità sono state aggregate per formare le unità idrogeologiche.

Le unità idrogeologiche presenti nel territorio in esame sono:

- unità delle spiagge di sabbia, permeabilità per porosità alta;
- unità delle sabbie eoliche, permeabilità per porosità alta;
- unità dei suoli arenacei - calcarei, permeabilità per porosità media;
- unità dei detriti di pendio, permeabilità per porosità media;
- unità delle alluvioni sciolte attuali e sub-attuali, permeabilità per porosità alta;
- unità delle paludi bonificate, permeabilità per porosità bassa;
- unità dei paleosuoli del Sinis, permeabilità per porosità bassa;
- unità delle arenarie eoliche, permeabilità per porosità media;
- unità della "panchina" tirreniana permeabilità per porosità bassa;
- unità delle alluvioni medie, permeabilità per porosità media;
- unità dei basalti dei pianori, permeabilità per fratturazione bassa;
- unità dei basalti doletitici, permeabilità per fratturazione bassa;
- unità dei calcari vacuolari brecciati, permeabilità per circolazione carsica media;
- unità dei calcari laminati del Sinis, permeabilità per porosità bassa.

Da quanto fin qui esposto, anche per quanto riguarda i caratteri idrogeologici si può fare una netta divisione tra le rocce sedimentarie e vulcaniche che costituiscono il Sinis e le rocce detritiche che compongono la pianura del Campidano, in quanto in ognuna di queste aree sono del tutto differenti le modalità della circolazione delle acque sotterranee.

I dati a disposizione sono numerosi, sia per diretta conoscenza, sia perché negli anni 90-91 il geologo Giovanni Mele ha effettuato un'indagine sulle falde idriche della zona per conto del Consorzio di Bonifica di Oristano, col censimento di numerosi pozzi e con l'effettuazione di analisi chimiche delle acque.

Numerosi pozzi vengono poi controllati periodicamente per quanto riguarda sia la salinità che le portate.

16. INDAGINE ATTUALE SULLE FALDE

Sono stati esaminati in occasione del presente studio la maggior parte dei pozzi presenti anche per verificare l'attualità dei dati raccolti a suo tempo.

Si precisa che il periodo di studio, effettuato nei mesi di Ottobre-Novembre 2018, con ulteriori analisi nel mese di Dicembre, ricade in una situazione del tutto particolare, almeno per il Sinis. Si tratta infatti di mesi caratterizzati da abbondanti se non eccezionali precipitazioni, per cui la quasi totalità dei pozzi non era in funzione.

Tuttavia i dati raccolti permettono la misura della salinità che rispetto al periodo estivo è nettamente minore, pur restando su valori sempre molto elevati.

Utili informazioni sono state raccolte dagli agricoltori nonché da numerosi controlli effettuati, come detto, negli anni passati.

Rispetto alle analisi effettuate negli anni 1990-91 si sono avute variazioni notevoli in aumento nella salinità.

16.1 Caratteristiche idrogeologiche delle acque del Sinis

Molto complessa è la situazione nel Sinis, dove le acque sotterranee mostrano variazioni di salinità anche in ambiti molto ristretti. Le portate sono invece sempre abbondanti, superiori ai 5 l/s.

Gran parte della penisola, dal pianoro basaltico sino al mare e allo stagno è costituita superficialmente da suoli calcareo-sabbiosi. La trasformazione irrigua delle colture ha fatto sì che siano stati trivellati numerosi pozzi che hanno sempre la seguente stratigrafia:

- suoli sabbioso-calcarei;
- calcari laminati del Sinis;
- argille marnose della formazione di Capo San Marco;
- sabbioni conglomeratici.

L'acqua profonda viene sempre rinvenuta al contatto tra le argille marnose e i sabbioni, e ha una notevole risalita artesianiana. Le portate sono cospicue, arrivando anche ai 10 litri/secondo.

E' presente però una notevole salinità, che può arrivare anche a 5-6 grammi/litro.

I motivi dell'alto contenuto salino può ascriversi ai seguenti motivi:

- Infiltrazioni salmastre dallo stagno e dal canale scolmatore;
- Salinità primaria dovuta in genere alla salinità delle rocce serbatoio, e in particolare ai Calcari laminati del Sinis, formatesi in ambienti lagunari e marini.
- Aerosol marino;
- Eccessivo prelievo dalle falde;

Tra tutti questi motivi si ritiene che il principale fattore dell'alta salinità delle acque sia dovuta alla salinità primaria tipica delle rocce serbatoio, come testimoniato anche dalla situazione dei "pozzi scavati" e dei così detti pozzi "nuragici". Il fattore determinante ai fini pratici resta però l'eccessivo sfruttamento della falda, che altrimenti resterebbe "confinata" sotto i primi strati di terreno agrario.

Pozzi scavati

Si tratta di una tipologia particolare di pozzi, in quanto consistono in scavi piuttosto grandi, lunghi circa 10-15 metri, larghi 3-4 e profondi circa 5.

Una rampa permette ai trattori di arrivare sino al bordo dell'acqua con una minore prevalenza per le pompe, in genere ad asse verticale o motopompe.

E' inoltre ben visibile la stratigrafia che in genere consiste in:

- Cm.0-70: terreno agrario, rossiccio, ciottoloso;
- Cm.70-150: panchina tirreniana;
- Cm.150-500: arenarie eoliche stratificate con utercalati paleosuoli;

Al di sotto sono quasi sempre presenti i calcari laminati del Sinis.

In particolari sono stati esaminati tre scavi presenti rispettivamente nelle zone di Murru Zoppu, presso San Giovanni di Sinis, Paegrebus circa all'altezza del complesso di Sa Pedrera, e Ziricottu lungo la vecchia strada che dalla provinciale San Salvatore-Riola porta a Riola, tutti compresi nell'area in studio.

Scavo	Data	falda	Conducibilità	Data	Falda	Conducibilità $\mu\text{S}/\text{cm}$
Murru Zoppu	Ottobre 2018	-3	4080	Dicembre 2018	-1,6	3950
Paegrebus	Ottobre 2018	-3,5	4780	Dicembre 2018	-1,5	4560
Ziricottu	Ottobre 2018	-3	5120	Dicembre 2018	-1,5	4950

Come si vede dai dati raccolti in seguito alle eccezionali precipitazioni dei mesi di Ottobre e Novembre 2018 si è avuto un aumento notevole nel livello della falda. Gli apporti sono dovuti in minima parte alle precipitazioni dirette, e in misura preponderante ad apporti laterali tra i livelli delle arenarie eoliche e dei calcari laminati del Sinis.

Di contro la salinità è diminuita in modo trascurabile, segno che gli apporti laterali, interessando e dilavando i calcari laminati mantengono sempre una salinità elevata.

La medesima situazione si nota anche nei pozzi a cassa.

Pozzi "nuragici"

In tutto il Sinis . e specialmente nell'area attorno a San Salvatore, esistono numerosi pozzi "nuragici", o comunque molto antichi. Si tratta di pozzi scavati in genere nella

panchina tirreniana e nelle arenarie eoliche, dalla forma tipica a imbuto rovesciato. Si possono citare i pozzi di Murru Zoppu, San Salvatore, Santu Sadurru, Leporada, Monte Palla. Spesso la roccia è visibile altre volte lo scavo è rivestito in blocchi di arenaria o basalto, come a Cannevadosu.

La profondità si aggira attorno ai 5 metri, la falda si trova a profondità variabili ma sembra essere ubicata al contatto tra la panchina tirreniana e le arenarie eoliche.

In questi pozzi, utilizzati da molto tempo con prelevi modesti, la salinità è sempre abbastanza bassa, specialmente rispetto ai pozzi recenti scavati anche a pochi metri di distanza.

Evidentemente era stato individuato un livello nella quale la falda presentava una salinità piuttosto bassa, tanto che a Santu Sadurru si aggira attorno a 0,5 grammi/litro.

Occorre anche ricordare lo studio idrogeologico degli acquiferi profondi del Sinis (di S. Carboni, C. Nicolò, A. Pala, S.L. Pili), in cui sono state effettuate delle analisi su 96 pozzi ubicati tra Is Arenas a nord, la parte settentrionale dello stagno di Cabras a est e il Capo S. Marco a sud.

Vengono misurati i livelli piezometrici in tre periodi dell'anno, nei mesi di marzo, agosto e dicembre, di tutti i pozzi. I livelli piezometrici della falda rilevati nel marzo e nel dicembre del 2001 sono risultati intorno allo 0 o sotto il livello del mare. Nel mese di agosto dello stesso anno la superficie piezometrica è scesa fino a -16 m a causa dei forti emungimenti, determinando la conformazione di due grandi coni di depressione con raggio d'azione dell'ampiezza di vari chilometri.

Le maggiori escursioni piezometriche si sono verificate tra marzo ed agosto ed hanno raggiunto i 15 metri.

La potenzialità della falda è stata determinata tramite prove di pompaggio dalle quali risulta che la portata di esercizio varia tra 6 e 13,5 l/s

Sempre dallo studio idrogeologico degli acquiferi profondi del Sinis, sono stati analizzati, dal punto di vista chimico, nove campioni, la maggior parte dei quali rappresenta l'acqua circolante nel complesso miocenico.

In campagna sono state misurate la conducibilità elettrica e la temperatura, in laboratorio sono stati analizzati tutti gli elementi maggiori e minori

I nove campioni esaminati mostrano valori di conducibilità compresi tra 1.97 e 6.71 mS/cm. Il pH si mantiene costante intorno al valore di 7.4 - 8.2. Tutte le acque sono dure o molto dure, con valori elevatissimi fino a 153°F. Simili valori di durezza possono essere messi in relazione con una circolazione in acquiferi calcarei, dolomitici o evaporatici.

Nello studio idrogeologico degli acquiferi profondi del Sinis si mette in evidenza che a causa del condizionamento dei pozzi eseguito in maniera approssimativa, le falde più superficiali presenti nelle intercalazioni calcaree e ghiaiose delle marne argillose grigie

vengono messe in comunicazione con la falda profonda, esponendo la falda principale a rischio di inquinamento da pesticidi e fertilizzanti o da acque molto saline.

Si riporta nella tabella seguente l'analisi chimica delle acque dei pozzi campionati, degli elementi più rappresentati (secondo lo studio idrogeologico degli acquiferi profondi del Sinis di S. Carboni, C. Nicolò, A. Pala, S.L. Pili)

Tabella 4. PH, conducibilità, salinità totale, durezza ed elementi maggiori delle acque campionate.

N.	pH	Cond mS/cm	TDS g/l	Dur. °F	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	Br mg/l	F mg/l	NO ₃ mg/l
3	7.4	1.99	1.15	54	140	47	192	8.3	390	450	98	1.4	0.29	19
13	7.4	7.69	5.24	153	330	173	1280	27	350	2300	740	8.9	0.34	210
15	7.7	1.97	1.12	39	91	41	233	11	320	466	83	1.5	0.37	31
34	7.7	3.36	1.92	53	91	75	525	28	280	950	114	n.d.	0.36	n.d.
44	7.6	3.46	1.95	67	120	91	410	23	240	1080	105	3.5	0.38	<1
62	7.5	6.71	3.93	94	230	88	1030	42	430	2100	220	7.4	0.78	3.0
71	8.2	4.35	2.55	34	75	37	800	33	540	1230	106	5.0	2.00	2.7
82	7.5	2.37	1.39	57	150	47	280	13	320	590	109	1.9	0.07	45
104	7.4	2.22	1.36	48	123	43	270	12	430	420	100	1.4	0.14	180

La salinità di queste acque denota un elevato tenore in Cl e di Na, quest'ultimo, in particolare, rappresenta un elemento deleterio per la struttura del suolo rendendolo più compatto e con pH elevato.

16.2. Problematiche presenti

Dall'analisi dei dati della conducibilità dei pozzi controllati, indicati nell'allegato, per quanto riguarda la salinità espressa come conducibilità, mostrano valori di conducibilità compresi tra $\mu\text{S/cm}$ 600 e 18.800 $\mu\text{S/cm}$., con una media di circa 3.380 $\mu\text{S/cm}$.. Valori, simili, paragonabili a quelli dello studio idrogeologico degli acquiferi profondi del Sinis di S. Carboni, C. Nicolò, A. Pala, S.L. Pili.

Dalle indagini eseguite e dai dati ricavati dagli agricoltori sembra ormai assodato che il problema principale e responsabile dell'alta salinità sia rappresentato dall'eccessivo sfruttamento delle falde che può portare all'esaurimento della falda fossile più profonda nei pozzi trivellati e a un aumento della salinità per concentrazione di sali in acque meno abbondanti nella falda più superficiale.

Alcuni agricoltori più consapevoli utilizzano i pozzi in anni alterni e in questo caso i valori di portata e salinità si mantengono più costanti.

Alcuni pozzi sono stati abbandonati appunto per l'alta concentrazione salina, e anche alcuni terreni mostrano concentrazione saline elevate per cui non vengono più coltivati.

In quasi tutto il Sinis, come detto, e in particolare nelle aree in studio, è presente una falda superficiale, impostata nello spesso mantello detritico, nella panchina e nelle arenarie eoliche, a circa 4-5 metri dal piano campagna e utilizzata con pozzi a cassa. Le portate sono abbondanti, superiori a 4-5 l/s e vengono mantenute anche per lunghe durate. L'alimentazione dipende esclusivamente dalle precipitazioni e la salinità è molto variabile, si aggira da 1,5-2 grammi/litro a 5-6 e oltre. In questo caso un notevole ed ulteriore apporto è dovuto all'aerosol marino che trasportato dai forti e frequenti venti di maestrale (vento dominante) si deposita sul terreno. Sono però sufficienti alcune precipitazioni abbondanti durante la stagione invernale perchè i terreni, molto permeabili, si liberino dal sale almeno in superficie. Tale sale si accumula negli strati immediatamente sottostanti con un conseguente aumento della concentrazione.

Si innesta quindi una circolazione forzata che dato il forte e prolungato prelievo porta ad un inevitabile aumento della concentrazione salina.

Occorre anche precisare che le colture tradizionali, del Sinis, quali bietole e pomodori, che utilizzavano queste falde per irrigazioni di soccorso, mostravano una grande tolleranza dei confronti delle salinità elevate.

Attualmente la maggior parte delle colture irrigue è rappresentata da carciofeti, angurie e meloni, con un fabbisogno idrico nettamente superiore e con una migliore qualità dell'acqua.

Una situazione analoga presentano i pozzi tra la dorsale e lo stagno almeno a sinistra della provinciale per Riola.

Tra questa e le coste Ovest dello stagno la situazione si presenta invece più complessa. I numerosi dati raccolti sia nel '91 che recentemente hanno permesso di identificare una "linea" di demarcazione che non segue un andamento rettilineo. A destra di questa, verso lo stagno, la salinità è notevole, attorno ai 3-4 grammi/litro. A sinistra di questa, verso la provinciale, essa decresce bruscamente sino a valori sui 2 grammi/litro.

Il substrato profondo è costituito da argille e arenarie eoliche spesso evolute in sabbioni. La linea di separazione tra i due domini idrici potrebbe essere costituita dalla faglia che ha sollevato il Sinis.

Ancora più complessa è la situazione attorno alla zona di San Salvatore, dove i pozzi sono numerosi, molti sono scavati nella roccia sin da tempi antichi. Recentemente sono numerosi i pozzi trivellati, in genere attorno ai 30-40 metri. Le portate sono sempre molto abbondanti, nell'ordine dei 5-10 litri/secondo. La salinità è invece molto variabile, passando in ambiti molto ristretti da meno di 1 grammo/litro a 4-5 grammi. Non si segue in questa zona un ordine preciso ma le variazioni sono casuali. Si tratta quindi di bacini di alimentazione diversi, ipotizzabili solo, per i pozzi con maggior portata e minore salinità, con collegamenti, sia pure difficilmente spiegabili, se non con motivi tettonici, con il conoide del Tirso o con il più lontano Montiferru.

Tra la strada per San Giovanni e il mare la situazione si presenta più schematica. I pozzi, generalmente a cassa ma anche trivellati, hanno tutti un'alta salinità, legata sicuramente a infiltrazioni di acque salmastre e apporto di aerosol marino. Questa situazione viene sempre e comunque aggravata dai forti prelievi. Nell'area infatti sono prevalenti le coltivazioni irrigue che necessitano di elevati prelievi.

La situazione peggiora notevolmente verso San Giovanni, dove pozzi trivellati, profondi oltre i 100 metri, hanno sempre evidenziato un'alta salinità.

Occorre precisare però che qualora vengano isolate le falde superficiali la situazione migliora notevolmente per la presenza in profondità di banchi argillosi. Inoltre le acque più superficiali oltre che un'alta salinità hanno un caratteristico odore di materiale vegetale in putrefazione. In questa zona quindi i pozzi devono essere eseguiti con particolare attenzione.

A San Giovanni e Funtana Meiga, dove si sono trivellati ultimamente numerosi pozzi, le acque hanno sempre salinità elevata.

In definitiva per il Sinis nel suo complesso la situazione si presenta piuttosto grave, in quanto i numerosi pozzi trivellati recentemente, specialmente se mal eseguiti, ma soprattutto con forti prelievi, mostrano un potenziale aumento della salinità, in molti casi già reale, per cui occorre una attenta regolazione dei prelievi.

I pozzi dovrebbero essere lasciati a riposo per un certo periodo in modo da permettere la ricarica delle falde e seguiti periodicamente da analisi chimiche delle acque.

La circolazione sotterranea nel territorio in esame presenta aspetti piuttosto complessi e non ancora del tutto chiariti. Il problema principale è rappresentato non tanto dalla mancanza di risorse, che sono abbondanti, sia pure con differenti modalità di prelievo secondo le zone, quanto dal fatto che spesso le acque sotterranee presentano una elevata salinità.

I motivi sono dovuti non tanto, o non solo, a infiltrazioni di acque salmastre nelle zone costiere, quanto al fatto che si è avuto, negli ultimi tempi, un forte aumento del prelievo.

Tutto il Sinis è infatti privo della rete irrigua e contemporaneamente la crisi dell'agricoltura in asciutto ha portato a un forte aumento delle colture irrigue, soprattutto carciofaie, che devono necessariamente ricorrere alle falde sotterranee, con prelievi veramente considerevoli.

Il sistema risulta particolarmente vulnerabile all'inquinamento nelle zone di sfruttamento, dove i pozzi spesso mettono in comunicazione falde di diversi acquiferi.

Si presenta quindi, con riferimento alla carta della salinità, un esame dettagliato delle singole zone.

17. CONCLUSIONI

Nel distretto del Sinis sud, a fronte di un territoriale di ha 2.750, solo circa ha 2.150 sono stati ritenuti irrigabili, in quanto si è tenuto conto, in particolare, della presenza delle zone umide, paludi e delle aree circostanti a queste (Vedasi allegato cartografico delle aree irrigabili), queste ultime aree, tra l'altro, attualmente sono oggetto di coltivazione e non sono comprese nell'intervento irriguo che si propone.

Con l'infrastrutturazione nel distretto, considerata la situazione agricola, considerata la dotazione tecnica delle aziende, considerata la situazione di mercato per i prodotti agricoli, si può prevedere, verosimilmente, che l'ordinamento colturale futuro non verrà sconvolto rispetto a quello attuale.

Non è previsto un aumento della superficie irrigabile, in quanto trattasi di superfici già rese irrigabili per la presenza dei pozzi, ma per una serie di motivi, principalmente per la qualità dell'acqua e i per costi della gestione irrigua da pozzi, ne hanno determinato una riduzione delle superfici irrigate.

La pratica irrigua, nella zona interessata, viene effettuata in maniera intensiva da circa 40 anni. Come già detto, l'ordinamento colturale attuale è prevalentemente cerealicolo, orticolo e foraggero, in cui, le colture irrigue, orticole e foraggere, vengono irrigate con acqua derivata da falde sotterranee con un'alta concentrazione salina, che produce effetti negativi sulle rese delle colture e ne degrada il terreno. Il numero di pozzi è aumentato progressivamente a partire dagli anni 80, con trivellazioni che arrivano anche a m. 120, con utilizzazione di prelievi idrici abbondanti, dell'ordine di 5 – 10 l/sec. per pozzo.

In sostanza si prevede, con infrastrutturazione irrigua, un incremento delle attuali coltivazioni tradizionali irrigue e soprattutto è atteso un aumento della produttività dei fattori della produzione, dovuto a una maggiore resa delle colture per la presenza di acqua irrigua idonea, ed ha una riduzione dei costi.

Si stima attualmente che, nell'area d'interesse, il prelievo annuo di acqua da pozzi per uso irriguo, per circa 360 ha, con un consumo unitario di mc. 7.000/ha, corrisponde a un volume totale di circa mc. 2.520.000 per stagione. Tra l'altro l'area interessata si trova in zone costiere in cui sia per l'infiltrazione di acqua marina che per un effettiva salinizzazione dovuta ai substrati geologici dei depositi idrici sotterranei, presenta ed è caratterizzato da un alto rischio di salinità.

Il suolo rappresenta una risorsa non rinnovabile per eccellenza, visti i tempi estremamente lunghi per la sua formazione, e per preservarla è necessario, per quanto riguarda i terreni agricoli, adoperare le buone pratiche agricole, con particolare riferimento alla qualità dell'acqua, infatti, il deterioramento del suolo è indubbiamente

l'effetto negativo più noto della pratica irrigua. L'acqua persa per evapotraspirazione è infatti essenzialmente pura, per cui i sali apportati con l'acqua d'irrigazione, si concentrano nel suolo. Se si utilizzare un'acqua con una salinità dell'ordine di 2,2 gr/l, (Salinità media rilevata nel comparto) tenuto conto che il volume unitario di adacquamento per stagione pari a circa 7.000 mc/ha, significa che ogni anno verranno aggiunte al terreno circa 15,4 tonnellate di Sali minerali per ettaro irrigato, quantità enormi che possono accumularsi nello strato di terreno esplorato dalle radici nel corso di anni o decenni.

In generale l'acqua a scopo irriguo deve avere un livello di salinità medio-basso (ovvero una conduttività elettrica da 0,6 a 1,7 dS / m, mentre quella rilevata nell'area d'interesse ha una media di 3,3 dS / m).

In particolare occorre tenere in considerazione l'alta concentrazione di ioni sodio nell'acqua d'irrigazione (Concentrazione elevate sono state riscontrate nel comparto), in quanto compromette la permeabilità del terreno e causa problemi di infiltrazione. Ciò avviene perché il sodio una volta presente nel terreno in forma scambiabile sostituisce il calcio ed il magnesio assorbiti dall'argilla del terreno e causa la dispersione delle particelle del suolo. Questa dispersione porta alla rottura degli aggregati distruggendo la struttura. Il terreno diventa duro e compatto una volta asciutto riduce le velocità di infiltrazione di acqua e di aria nel terreno. Inoltre determina un pH elevato porta ed un potenziale aumentato di malattie, una crescita di malerbe, un'erosione del terreno, una mancanza di ossigeno e una inadeguata disponibilità di sostanze nutrienti.

Altro elemento a favore dell'infrastrutturazione irrigua è dovuta alla possibilità di immettere opportuni quantitativi idrici, previa attività di sperimentazione, per garantire il perdurare della vivibilità delle zone umide nei periodi di secca, al fine anche di una fruizione sociale e di richiamo e sosta di avifauna già presente nell'area di particolare interesse naturalistico (Zone SIC /ZPS).

Occorre ricordare che, Il Regolamento comunitari per il calcolo delle perdite di reddito, per le misure agroambientali e per le indennità compensative delle zone svantaggiate, i contributi economici sono accordati agli agricoltori che "utilizzano, le buone pratiche agricole, pratiche compatibili con la necessità di salvaguardare l'ambiente e di conservare lo spazio naturale, in particolare applicando sistemi di produzione agricola sostenibili".

I principi generali di buona pratica agricola che le aziende, devono rispettare sono i seguenti (A titolo esemplificativo):

- le lavorazioni devono tendere al ripristino della porosità del suolo;
- deve essere curata la regimazione delle acque superficiali;
- in funzione dell'ordinamento colturale aziendale deve essere impostato un avvicendamento colturale, deve essere evitato il ricorso alle monosuccessioni;

- la pratica della fertilizzazione deve essere impostata sulla base delle reali esigenze nutritive della coltura,;
- al fine di ridurre l'inquinamento da fitofarmaci, prima di intervenire con eventuali trattamenti deve essere identificato il fitofago, il patogeno o l'infestante;
- Al fine del conseguimento della massima efficienza nell'irrigazione la stima del volume stagionale d'irrigazione deve tener conto del tipo di terreno, della disponibilità idrica, del clima e della coltura.

BIBLIOGRAFIA:

- Regione Autonoma della Sardegna, Ente Autonomo del Flumendosa (1986), Carta dei suoli irrigabili della Sardegna, a cura di F. Arangino, A. Aru, P. Baldaccini, S. Vacca, Stef, Cagliari., in scala 1 :100.000.
- Regione Aut. Sardegna, Università di Cagliari, 1991, Carta dei suoli in scala 1 :250.000 Nota illustrativa alla carta dei suoli della Sardegna, a cura di A. Aru, P. Baldaccini, A. Vacca e G. Delogu, M.A. Dessena, S. Madrau, R.T. Melis e S. Vacca, con carta alla scala 1:250.000, Cagliari.
- Ente Autonomo del Flumendosa (ENAS) – Schema idrico Flumineddu per l'alimentazione irrigua della Marmilla utilizzazione delle risorse del Flumineddu, trasferite mediante il collegamento Tirso-Flumendosa
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (Arpas) – dati climatici
- ISTAT – censimento dell'agricoltura 2010
- Regione Autonoma della Sardegna – Sardegna geoportale
- Sardegna statistiche - indicatori relativi ai censimenti dell'Agricoltura
- Laore Sardegna - Agenzia regionale per lo sviluppo in agricoltura - dati climatici
- Laore Sardegna - Studio agronomico ed economico-agrario
- Università di Sassari, Dipartimento di Agronomia, coltivazioni erbacee e genetica
- AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA- Del 08/07/2011
- CRAS - Centro Regionale Agrario Sperimentale Della Sardegna- indagine sull'effettivo utilizzo delle aree irrigue
- Piano urbanistico comunale di Cabras - Relazione agro-ambientale
- Piano urbanistico comunale di Riola Sardo - relazione agronomico-ambientale
- Piano urbanistico comunale di San Vero Milis - Relazione illustrativa sui tematismi agro-ambientale
- Consorzio di bonifica della sardegna centrale Piano di Classifica degli Immobili
- AGRIS - La salinizzazione dei suoli nelle piane agricole della Sardegna
- Regione Autonoma della Sardegna - il piano stralcio di bacino regionale per l'utilizzazione delle risorse idriche Sardegna.
- Arrigoni P.V. (1968), Fitoclimatologia della Sardegna, Webbia, Istituto di Botanica Università di Firenze
- Consorzio S.A.R. Sardegna s.r.l. -Opuscolo divulgativo per l'ottimizzazione della pratica irrigua
- Carboni, C. Nicolò, A. Pala, S.L. Pili - Studio idrogeologico degli acquiferi profondi del Sinis
- Bettini V. (1976), Appunti per un piano di ristrutturazione territoriale del Sinis, Laboratorio di Scienze Ambientali del corso di laurea in Urbanistica, Istituto Universitario di Architettura di Venezia
- Bettini V. (1986), Elementi di analisi ambientale, per urbanisti, CLUP-CLUED

- Bettini V., Biselli C., Clemente F. (1986), *Piano di sviluppo Socio Economico e Piano Urbanistico Territoriale del XVI Comprensorio della Sardegna*
- *Diagramma dei fattori climatici* (1993), Consorzio di Bonifica del Campidano di Oristano
- Corbetta F., Lorenzoni G. G. (1973), *Proposta di costituzione del parco naturale degli Stagni di Oristano.*, Estratto dal Vol. II degli Atti del III simposio Nazionale sulla conservazione della Natura, organizzato dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Bari
- Cottiglia M. (1984), *Gli stagni litorali della Sardegna: aspetti scientifici e tecnici*, Rendiconti Seminario Fac. Sc. Università di Cagliari, supplemento al vol. 54
- Fresi E. (1986-87), *Gli stagni e le lagune dell'oristanese*, Comprensorio di Oristano
- Fresi E. (1982), *Inquadramento ecologico degli ambienti salmastri dell'oristanese e possibilità di sfruttamento per l'itticoltura*, Laboratorio di Ecologia del Benthos, Ischia
- Guglielmi M., *Relazione idrogeologica ed idraulica per la sistemazione idraulica del comprensorio di bonifica del Sinis-Destra Cabras.*
- Pinna M. (1948), *La penisola del Sinis*, Studi Sardi VIII
- Pinna M. (1954), *Il clima della Sardegna*, Istituto di Geografia dell'Università di Pisa, Libreria Goliardica
- Schenk H., *Zone umide di importanza internazionale della Sardegna (Italia) specialmente come habitat per gli uccelli acquatici in base alla convenzione di Ramsar*, Relazione della R.A.S.
- Schenk H., *L'avifauna del comprensorio di Oristano (XVI della Sardegna), Analisi, valutazione e proposte di conservazione*, Comprensorio di Oristano
- Terrosu-Asole A., Pracchi R. (1971), *Atlante della Sardegna*, La Zattera ed., Cagliari
- in Italia", pp. 465/556, WWF Editrice, Camerino 1976;
- Schenk H. - *analisi faunistica della penisola del sinis/oristano° e proposte di conservazione* - dattiloscritto, Cagliari, 1978;°