

Agris

Agenzia Regionale per la ricerca scientifica
e l'innovazione in agricoltura



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

DIPARTIMENTO PER LA RICERCA NELLE PRODUZIONI VEGETALI Settore Pedologia



SCHEMA IDRICO DEL FLUMINEDDU PER L'ALIMENTAZIONE IRRIGUA DELLA MARMILLA

Studio di dettaglio sulle aree oggetto dell'intervento "Distretto irriguo della Bassa Marmilla alimentato dallo schema idrico Flumineddu – Tirso - Flumendosa". Scala 1: 10.000.

VERIFICA DELLE CARTE DEI SUOLI DELLE AREE IRRIGABILI

1 - RELAZIONE PEDOLOGICA

Gruppo di lavoro

Dr. Geol. Rita Puddu (Responsabile dello studio)
Dr. Geol. Stefania Fanni (Rilevamento ed elaborazione dati)
Dr. Geol. Stefano Loddo (Rilevamento, cartografia e GIS)
Per. Agr. Daniele Manca (Rilevamento ed elaborazione dati)
Per. Chim. Massimo Melis (Referente analisi di laboratorio)
Dr. Geol. Francesca Fantola (LAORE - Rilevamento ed elaborazione dati)

Luglio 2008

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. OBIETTIVI E FASI DI LAVORO.....	5
3. LA CARTA DEI SUOLI.....	11
3.1 Il paesaggio della “Bassa Marmilla” e i principali fattori di pedogenesi	11
3.2 Le Unità Cartografiche.....	13
Unità Cartografica E1.1	15
Unità Cartografica E1.2	18
Unità Cartografica E2.1	21
Unità Cartografica E2.2	24
Unità Cartografica E2.3	27
Unità Cartografica E3.1	30
Unità Cartografica E3.2	33
Unità Cartografica E3.3	36
Unità Cartografica E4	39
Unità Cartografica E5	42
Unità Cartografica D1	45
Unità Cartografica D2.....	48
Unità Cartografica D3.....	51
Unità Cartografica D4.1	54
Unità Cartografica D4.2	57
4. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI SUOLI VERTICI E INDICAZIONI PER UN LORO RAZIONALE UTILIZZO IN REGIME IRRIGUO	60
4.1 Premessa	60
4.2 Risultati	61
5. LA CARTA DELLA RISERVA IDRICA (AWC) DEI SUOLI	66
6. RIEPILOGO DELLE ATTIVITA'	68
BIBLIOGRAFIA	69

1. PREMESSA

In seguito all'affidamento dell'incarico di collaborazione da parte dell'ENAS all'AGRIS Sardegna per l'attuazione dell'intervento denominato "Schema idrico del Flumineddu per l'alimentazione irrigua della Marmilla", definito con convenzione del 28.02.2008, REP. N. 134, il Settore Pedologia del Dipartimento Produzioni Vegetali dell'AGRIS ha condotto attività di studi e ricerche pedologiche nell'area "Bassa Marmilla", di cui la presente relazione costituisce il documento di consegna dei risultati, corredato dai seguenti allegati:

- Carta dei suoli della Bassa Marmilla alla scala 1:10.000 (**Tavola 1**)
- Carta della riserva idrica (AWC) dei suoli alla scala 1:10.000 (**Tavola 2**)
- Schede delle trivellate e dei profili associati (**Allegato 1**)

In particolare, gli studi svolti dall'AGRIS hanno riguardato i seguenti punti inseriti nell'art. 2 del Capitolato allegato alla Convenzione tra l'ENAS e l'Assessorato ai Lavori Pubblici della R.A.S. per la realizzazione dell'intervento¹:

Prima Fase. Studio di dettaglio sulle aree oggetto dell'intervento "Distretto irriguo della Bassa Marmilla alimentato dallo schema idrico Flumineddu-Tirso-Flumendosa". Scala 1: 10.000.

2) Verifica delle carte dei suoli delle aree irrigabili. Verifica approfondita delle caratteristiche dei suoli delle aree che dallo studio di massima sono state classificate in 3^a-4^a classe d'irrigabilità. Esecuzione campionamenti. Elaborazione e realizzazione carta aggiornata.

4) Analisi dei dati raccolti ed elaborazioni agronomiche ed economiche. Sovrapposizione dei dati fisici del territorio con i dati socio-economici e determinazione di:

c. ipotesi future alternative colturali e differenti distribuzione risorsa d'acqua;

5) Predisposizione di diverse ipotesi di utilizzo irriguo del territorio (bilanci economici). Ipotesi di utilizzazione dei suoli irrigabili con colture alternative, in linea con il contesto politico-economico regionale e della comunità europea.

Le attività relative al punto 2 sono state condotte col supporto della dr.ssa Francesca Fantola della U.O. Pedologia e Risorse idriche dell'Agenzia LAORE, mentre le attività relative ai punti 4 e 5 sono state portate avanti di concerto con i tecnici agronomi dell'Agenzia LAORE, incaricati dello studio socio-economico e coordinati dal Dr. Domenico Usai, e sono riferite con una relazione separata che fa specifico riferimento alle diverse ipotesi colturali realizzabili nella Bassa Marmilla (**Relazione N. 2 - Studio di suscettività d'uso dei suoli**).

¹ Convenzione ENAS – RAS del 22 maggio 2007, art. 2 - Aggiornamento degli studi agronomici, attività di verifica delle esigenze dei soggetti imprenditoriali interessati alla trasformazione irrigua delle aree contermini alla trasformazione irrigua della Marmilla e delle aree contermini del Mandrolisai e del Sarcidano"

2. OBIETTIVI E FASI DI LAVORO

Lo studio è stato finalizzato alla verifica ed aggiornamento alla scala di dettaglio 1:10.000 della “Carta dei suoli irrigabili della Sardegna” del 1986, contenuta nello “Studio per la Pianificazione delle Risorse idriche in Sardegna” (Piano Acque) e realizzata su scala cartografica 1:25.000, relativamente all’area denominata “Comprensorio irriguo della Bassa Marmilla”, in cui è previsto l’attrezzamento irriguo di circa 1800 ettari all’interno dei comuni di Pauli Arbarei, Lunamatrona, Ussaramanna e Siddi.

Tale aggiornamento è consistito nell’esecuzione di un nuovo rilevamento pedologico, con esecuzione di campionamenti ed analisi di laboratorio, allo scopo di caratterizzare le proprietà fisiche, chimiche e agronomiche dei suoli, in vista del loro futuro uso irriguo.

I dati pedologici e territoriali rilevati in questa fase, unitamente allo studio socio-economico realizzato dai tecnici del LAORE, hanno permesso di fornire indicazioni sulle forme di utilizzo compatibili e sulle modalità di gestione in regime irriguo dei suoli rilevati.

Il lavoro è stato organizzato in 5 fasi, così sviluppate in base ai termini di convenzione:

a. Pianificazione del rilevamento pedologico.

Preliminarmente ai rilievi di campo è stata operata una raccolta della cartografia tematica già esistente sull’area, utilizzabile come documentazione di base su cui impostare ed elaborare la nuova carta pedologica. In particolare sono stati acquisiti i seguenti documenti:

- Carta delle aree irrigabili della Sardegna del piano Acque Sardegna;
- Ortofoto a colori e base topografica in scala 1:10.000 (CTR), fornite dal Settore Cartografia Regionale dell’Assessorato EE.LL., Finanza e Urbanistica, utilizzate come base di riferimento per la verifica degli usi prevalenti del suolo e della variabilità pedologica da cui estrapolare le delineazioni cartografiche pedologiche;
- Base topografica 1:2.000, in formato DWG, fornita dall’ENAS, da cui è stato elaborato il DEM per l’interpretazione di quote, pendenze ed esposizione.

A livello bibliografico è stata invece raccolta tutta la documentazione disponibile che riguardasse i tematismi d’interesse (geologia, morfologia, paesaggio e contesto socio-economico). Durante la fase di pianificazione è stata inoltre acquisita, dai colleghi ricercatori del CRA – ISSDS (Istituto Sperimentale per lo Studio e Difesa del Suolo) di Firenze, l’ultima versione del database CNCP (Centro Nazionale di Cartografia Pedologica), ormai utilizzato come sistema di archiviazione unificato di dati pedologici per diversi progetti a livello nazionale. Il database è stato quindi opportunamente adattato per un funzionale utilizzo nel territorio di riferimento (substrati

geologici e fisiografia della Marmilla, codici di rilevamento, rilevatori etc.), operando sulle tabelle di archiviazione originali.

Sulla base dei documenti raccolti e dei sopralluoghi preliminari effettuati, è stata infine costruita la griglia di rilevamento con l'ubicazione dei punti di campionamento e di descrizione delle trivellate e dei profili pedologici, cuore della fase operativa di campo.

Per l'ubicazione delle trivellate è stata scelta inizialmente una griglia a maglia larga, che ha previsto un punto di descrizione ogni **8 ettari** (trivellate descritte), intensificata successivamente a un punto ogni **4 ettari** (trivellate di controllo).

Per l'ubicazione dei profili sono stati invece avviati i contatti con i proprietari che si sono resi disponibili all'esecuzione degli scavi pedologici nei propri terreni, grazie anche al supporto dei tecnici del centro zonale di Villamar del LAORE e dell'ufficio tecnico del comune di Pauli Arbarei.

b. Rilievi in campo

I rilievi in campo sono stati eseguiti in tre momenti diversi: 1) campagna delle trivellate descrittive, effettuata nel mese di marzo; 2) campagna dei profili pedologici, svolta nel mese di aprile; 3) campagna delle trivellate di controllo, svolta in parte contemporaneamente al rilevamento dei profili e conclusa nel mese di giugno.

Le trivellate, effettuate con trivella manuale di tipo Edelman, hanno permesso di studiare sino a 1 metro di profondità (dove la profondità stessa del suolo lo consentiva) alcune proprietà pedologiche fondamentali per la comprensione delle tipologie di suolo presenti. Queste sono state: tipo e sequenza degli orizzonti diagnostici, loro spessore, quantità e tipo di scheletro, colore, presenza di figure pedogenetiche (screziature, concentrazioni di carbonati e di Fe e Mn), stima del drenaggio. In totale sono state eseguite e compilate **128 schede** descrittive, comprese nell'**Allegato 1** della presente relazione (Schede delle trivellate e dei profili associati).

Le trivellate di controllo, che sono state ridotte a 150 data l'omogeneità riscontrata con il progredire delle osservazioni, hanno avuto l'obiettivo di confermare e/o di escludere l'appartenenza dei suoli alle unità cartografiche precedentemente individuate e pertanto sono state eseguite in maniera speditiva, senza compilazione della relativa scheda.

La descrizione dei profili pedologici ha comportato l'esecuzione di scavi, mediante un escavatore gommato, profondi in media 1,80 metri e larghi 2 metri. L'apertura dei profili, oltre a consentire una più completa e puntuale acquisizione delle proprietà del suolo in tutta la sua profondità, ha dato luogo al prelievo dei campioni di suolo su cui eseguire le analisi chimiche e fisiche presso il laboratorio dell'AGRIS. In totale sono stati descritti **42** profili e prelevati **140** campioni.

La descrizione dei profili è stata condotta secondo le linee guida dettate dalla FAO (Guidelines for soil profile description, FAO, Rome, 1977), che prevedono la determinazione *in situ* dei caratteri della stazione e del suolo, come riportato nelle schede dei profili rappresentativi e associati.

Si sottolinea, infine, come l'ubicazione dei profili sia stata dettata più dalla disponibilità dei proprietari, piuttosto che da un'auspicata distribuzione omogenea e statisticamente rappresentativa dei punti di prelievo. In taluni casi infatti, tra cui il settore settentrionale del comprensorio ricadente nei comuni di Siddi e Ussaramanna, si è avuta un'oggettiva difficoltà a trovare proprietari interessati allo studio e pertanto si è dovuto ovviare alla mancanza di fittezza dei dati con una maggiore intensità delle trivellate, non supportate purtroppo da dati analitici. Il principio con cui è stata elaborata la carta, ossia su base fisiografica e di omogeneità del paesaggio, garantisce comunque che le informazioni acquisite su suoli con analoghe caratteristiche, possano essere estese e riferibili anche a queste aree.

c. Analisi di laboratorio

Al termine dei lavori di campo, sul totale dei campioni prelevati sono state eseguite le determinazioni analitiche presso il laboratorio dell'AGRIS.

Il set di analisi chimico-fisiche routinarie previste per i piani di concimazione, e quindi di interesse prettamente agronomico, è stato arricchito da ulteriori analisi, sia di tipo chimico che idrologico, allo scopo di completare il quadro di conoscenze utili per la previsione del comportamento dei suoli in regime irriguo.

Di seguito si riporta l'elenco completo delle analisi eseguite su ciascun campione (in corsivo le analisi supplementari):

- Sabbia Grossa (g/kg)
- Sabbia Fine (g/kg)
- Limo Grosso (g/kg)
- Limo Fine (g/kg)
- Argilla (g/kg)
- pH in H₂O
- pH in KCl
- Cond.El.(estr.1:2.5) (mS/cm)
- Calcare Totale (g/kg)
- Calcare Attivo (g/kg)
- Carbonio Organico (g/kg)
- Sostanza Organica (g/kg)
- Azoto totale (N) (g/kg)
- Carbonio/Azoto
- E.S.P. (%)
- Sodio Scamb. Na (BaCl₂) (mg/kg)
- Potassio Scamb. K (BaCl₂) (mg/kg)
- Calcio Scamb. Ca (BaCl₂) (mg/kg)
- Magnesio Scamb. Mg (BaCl₂) (mg/kg)

- Acidità Complessiva (me/100g)
- Calcio/Magnesio
- Magnesio/Potassio
- C.S.C. (me/100g)
- Tasso di saturazione in basi (%)
- Fosforo Assimilabile (P) (mg/kg)
- Zinco Zn (DTPA) (mg/kg)
- Rame Cu (DTPA) (mg/kg)
- Ferro Fe (DTPA) (mg/kg)
- Manganese Mn (DTPA) (mg/kg)
- Boro (B) solubile (mg/kg)
- Potassio Assimil. in Acet (mg/kg).
- Fosforo Totale (P) (g/kg)
- Sodio Totale (Na) (g/kg)
- Potassio Totale (K) (g/kg)
- *pF 2.5 (contenuto idrico alla capacità di campo) (%)*
- *pF 4.2 (contenuto idrico al punto di appassimento) (%)*
- *Cond.a 25 °C (Estratto di saturazione) (mS/cm)*
- *Salinità Terreno (g/kg)*
- *Calcio nell'estratto (Ca²⁺) (me/100g)*
- *Magnesio nell'estratto (Mg²⁺) (me/100g)*
- *Sodio nell'estratto (Na¹⁺) (me/100g)*
- *Potassio nell'estratto (K¹⁺) (me/100g)*
- *Solfati nell'estratto (SO₄²⁻) (me/100g)*
- S.A.R.

Infine, su n. 10 campioni, relativi a suoli dalle peculiari caratteristiche idrodinamiche (suoli vertici), sono state eseguite, presso un laboratorio esterno, le seguenti determinazioni geotecniche (limiti di Atterberg):

- contenuto idrico al limite di liquidità (%)
- contenuto idrico al limite di plasticità (%)
- contenuto idrico al limite di ritiro (%)

Le analisi di laboratorio sono state eseguite secondo i “Metodi ufficiali di analisi chimica e fisica del suolo” del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (AA.VV., 2000 e 2001); i limiti di Atterberg secondo le norme CNR 10014-ASTM 4318.

I risultati completi delle analisi sono residenti nel database e disponibili su certificato cartaceo dell'AGRIS. Una loro riproduzione, esaustiva ai fini delle interpretazioni tassonomiche e

agronomiche effettuate per questo lavoro, viene data, in allegato, nelle schede dei profili rappresentativi e associati, nelle quali non sono contenuti alcuni parametri agronomici (es. micro e macroelementi) a causa del formato d'uscita dal database (forma prosaica).

d. Classificazione tassonomica dei suoli e popolamento del database

Ad analisi di laboratorio concluse è stata avviata la fase interpretativa e di valutazione, a partire dalla classificazione tassonomica dei suoli rilevati. Contemporaneamente si è proceduto al popolamento del database con i dati acquisiti sia in campo che in laboratorio, così che lo stesso potesse essere collegato al GIS per l'output cartografico.

Per la classificazione dei suoli è stata adottata la USDA Soil Taxonomy (USDA Soil Survey Staff, 2006) sino al livello tassonomico di famiglia per i suoli rappresentativi e di sottogruppo per quelli associati. Dalle elaborazioni ed interpretazioni dei dati sono state quindi redatte le carte allegate, secondo i principi e le modalità descritte successivamente.

La **Carta dei suoli**, che rappresenta la sintesi delle valutazioni, ha anche costituito il documento di base per le cartografie derivate nello studio di suscettività d'uso.

La **Carta della riserva idrica (AWC)** rappresenta invece un documento tecnico di supporto alla progettazione della rete di distribuzione, in funzione delle forme di utilizzo irriguo ipotizzate (ordinamenti colturali e loro esigenze idriche).

e. GIS e cartografia

Le tecniche GIS sono ormai indispensabili ai fini della riuscita di un corretto e veloce lavoro di interpretazione e trattamento dei dati pedologici e della loro successiva trasposizione cartografica.

Per tutte le elaborazioni effettuate in questo progetto ci si è avvalsi del pacchetto software ArcGIS 9.2 della ESRI®, comprensivo del modulo Spatial Analyst. Tutti i tematismi sono stati creati in modo da poter essere interrogati, raffrontati e integrati, così da farne emergere le similitudini fisiografiche o, al contrario, evidenziare le diversità degli elementi paesaggistici.

Le informazioni cartografiche prodotte in questo lavoro sono riferite secondo il datum Roma40.

Sinteticamente le attività inerenti gli aspetti cartografici possono essere riassunte nei seguenti punti:

1) Posizionamento delle trivellate preliminari secondo una griglia regolare di punti

Con lo scopo di ottenere una spaziatura regolare delle osservazioni di campagna, soprattutto delle trivellate, si è proceduto alla creazione di una griglia di riferimento pre-impostata, in formato shapefile di ESRI, con passo di 200 metri.

2) Georeferenziazione dei punti di osservazione (*Profili e Trivellate*)

Per quanto possibile si è cercato di posizionare in campagna le trivellate in prossimità del punto stabilito, mediante l'utilizzo di strumenti GPS.

3) Creazione del Modello Digitale del Terreno di dettaglio (DEM)

Dai dati topografici quotati, forniti dall'ENAS in formato CAD, è stato possibile creare un Modello Digitale del Terreno (DEM) con passo di 3 metri. A questo scopo è stato utilizzato il modulo Spatial Analyst, dopo avere depurato i dati di ingresso da alcuni incongruenze nella vuotatura che avrebbero potuto interferire sul prodotto finale, ad esempio i rilevati stradali e gli edifici. Il DEM è composto, oltre che dal dato riferito alle quote altimetriche, anche dal dato della pendenza e dell'esposizione dei versanti.

4) Interpretazione del DEM, digitalizzazione e creazione della Carta delle Unità Fisiografiche.

Dall'analisi del DEM è stata creata, vettorializzando direttamente su shapefile georiferito, il primo prodotto cartografico, che consiste nella Carta delle Unità Fisiografiche. Questa consiste in una prima suddivisione del territorio in esame in unità cartografiche ritenute omogenee per tipo e intensità di processo morfogenetico. Questo prodotto cartografico rappresenta il riferimento per il posizionamento dei profili pedologici.

5) Esecuzione delle osservazioni di campagna. Popolamento del database pedologico e suo collegamento agli shapefile dei profili e delle trivellate.

Successivamente al popolamento della banca dati dei suoli, creata in formato Access, è stato realizzato un Sistema Informativo Geografico (GIS) collegando i dati pedologici a quelli geografici (*shapefile* dei punti di campionamento). Ciò ha consentito l'interrogazione delle informazioni georeferenziate e, di conseguenza, una più facile e rapida interpretazione e distribuzione areale delle delineazioni pedologiche.

6) Revisione critica della Carta delle Unità Fisiografiche e creazione e digitalizzazione della Carta dei Suoli.

Alla luce delle risultanze emerse dalla fase di rilevamento di campagna, dalle analisi di laboratorio e dalla successiva classificazione tassonomica delle tipologie pedologiche individuate, è stata creata la Carta dei Suoli. Essa suddivide quindi il territorio in esame in unità cartografiche che rappresentano aree con suoli simili.

7) Elaborazione dei dati pedologici, parametrizzazioni e creazione dei prodotti cartografici derivati (*Carta della Riserva Idrica dei Suoli, Carta della Suscettività d'Uso alla Irrigazione, Carte della Suscettività d'Uso ai diversi usi agricoli*).

Una volta creato lo *shapefile* dei poligoni delle unità cartografiche di suolo, è stato creato un sistema informativo parametrico, per la definizione delle classi relative ai diversi tematismi previsti. Sono state quindi realizzate, seguendo un procedimento GIS semiassistito, le cartografie derivate: Carta della riserva idrica dei suoli (AWC), Carte di attitudine a vari usi (irrigazione e colture specifiche – **Relazione N. 2**).

8) Editing cartografico

I prodotti cartografici finali consistono in due tavole. La **Tavola 1** contiene la Carta dei Suoli con la legenda allegata e le due carte che rappresentano il posizionamento dei punti di osservazione. La **Tavola 2** contiene la Carta della Riserva Idrica dei suoli (AWC).

3. LA CARTA DEI SUOLI

3.1 Il paesaggio della “Bassa Marmilla” e i principali fattori di pedogenesi

Per un inquadramento preliminare dei caratteri pedologici nell'area in esame si è fatto riferimento, in prima analisi, al Piano Generale delle Acque “I suoli delle aree irrigabili della Sardegna” del 1986 di A. Aru e altri Autori. Questa carta, rilevata in scala 1:25.000 e restituita alla scala 1:100.000, ha il solo scopo di offrire un quadro d'insieme per un utilizzo pianificatorio per grandi comprensori: i suoli sono stati cartografati secondo un'unità minima di 400/500 ettari e quindi accorpando differenti tipologie di suolo.

La descrizione dei suoli effettuata nel Piano Generale delle Acque ha distinto tre unità cartografiche corrispondenti alle superfici pianeggianti e depresse, con Vertisuoli dominanti; alle aree ondulate dei versanti e dei fondovalle con Inceptisuoli in accumulo ed infine alle superfici più acclivi dei versanti e delle scarpate, con gli Entisuoli, suoli poco evoluti ed erosi.

Pur contenendo informazioni di carattere sintetico, il suddetto lavoro è stato basilare per fornire le prime indicazioni sulla distribuzione delle tipologie pedologiche, sulle quali il presente Progetto ha pianificato i rilievi ed i campionamenti del suolo, per realizzare l'aggiornamento ed il dettaglio congruo alla scala e agli obiettivi previsti.

Nell'area di studio il grado evolutivo dei suoli attuali è stato influenzato in particolare dall'azione dei seguenti tre fattori pedogenetici: il **substrato geologico** (roccia madre), la **forma dei rilievi** e **l'azione dell'uomo**, che su questo territorio è presente da diversi secoli con attività agricole estensive e pastorali.

Il **substrato geologico** è costituito principalmente da litologie carbonatiche di origine sedimentaria, che costituiscono tutti i maggiori rilievi collinari dell'area. Lo smantellamento di questi substrati, da parte degli agenti esogeni, ed il loro accumulo nelle parti basse dei versanti e nei fondovalle, ha portato alla formazione di significative coperture di sedimenti fini, a prevalente componente argillosa. Infine il deflusso superficiale dei corsi d'acqua, più o meno incanalato, è stato responsabile della deposizione di depositi a granulometria mista, lungo gli impluvi e nelle aree di depressione morfologica.

Le litologie, in sequenza cronologica sono le seguenti:

- Alternanze di marne, arenarie e calcareniti del Terziario (Miocene)
- Depositi alluvionali grossolani del Quaternario antico (Pleistocene)
- Depositi colluviali e alluvionali fini del Quaternario recente (Olocene)

L'altro fattore pedogenetico importante è rappresentato dalle **forme del rilievo**, che consentono di distinguere nell'area le forme **d'erosione** da quelle **di deposizione**. La fisiografia attuale dell'area è derivata fondamentalmente dalle dislocazioni tettoniche di età terziaria, che

hanno generato faglie, sollevamenti differenziati, apertura di incisioni vallive e approfondimenti di depressioni morfologiche.

Le forme d'erosione sono rappresentate principalmente da rilievi collinari, denominati *cuestas*, con sommità tabulari o semi-pianeggianti, con debole pendenza, in genere non superiore al 10%. Questi rilievi sono delimitati da un lato da scarpate, più o meno acclivi, dove affiorano con discontinuità i livelli più cementati e meno erodibili delle litologie carbonatiche (calcareniti e le marne più competenti); sull'altro lato il dorso delle *cuestas* (formato dai substrati meno litoidi delle marne e arenarie) che immerge dolcemente, andando a confluire nelle aree di fondovalle.

Le coperture pedologiche presentano uno spessore che aumenta con una certa gradualità, dal culmine dei rilievi verso la parte terminale delle superfici e dei versanti di raccordo. Questi ultimi passano dalle fasce più acclivi e convesse prossime alle sommità, alle fasce mediamente acclivi, dove i processi di erosione sono in equilibrio con quelli di deposizione ed infine le parti più basse, in raccordo con le conche di fondovalle.

Nel settore orientale affiorano piccole dorsali, la cui sommità subpianeggiante è costituita dai substrati conglomeratici dei terrazzi alluvionali antichi, circondati ai lati dai versanti di raccordo con pendenze variabili, dove agiscono prevalentemente processi di erosione areale. Queste forme tabulari sono residuali rispetto ad una superficie antica di sedimenti alluvionali, depositi su areali più ampi, che è stata incisa e in parte smantellata dall'erosione dei reticoli idrografici più recenti.

Le forme di deposizione caratterizzano con rilevanza le aree a maggiore altitudine irrigua; sono rappresentate dalle aree di fondovalle, con incisioni attuali o non più attive, e dalle depressioni morfologiche, chiuse e aperte.

Nelle unità di fondovalle si può avere la falda superficiale che in genere si attesta ad una profondità tale da non influenzare negativamente le colture (1,5-2 m), mentre nelle depressioni morfologiche la falda può arrivare fino in superficie, creando temporanei ristagni idrici. Questi fenomeni di ristagno insieme ai problemi di sommersione per inondazione, sono stati in gran parte limitati grazie alla realizzazione di opere di bonifica effettuate negli anni '30. I *pauli* di Pauli Arbarei e di Lunamatrona, che rappresentano le due depressioni chiuse, sono i due esempi di bonifica idraulica più significativi nell'area studiata; in misura minore anche le depressioni aperte sono state interessate da interventi di canalizzazione idrica.

Il fattore pedogenetico legato all'**azione antropica**, è da collegare principalmente all'attività agricola e pastorale, di età secolare, rappresentata soprattutto da erbai e seminativi. Anche gli interventi di bonifica idraulica succitati sono esempi di come l'intervento dell'uomo condiziona l'evoluzione del paesaggio e, di conseguenza, anche dei processi pedologici.

Nel caso dei *pauli* l'intervento antropico ha apportato, in generale, dei miglioramenti, affrancando in parte i suoli dai problemi di ristagno e di sommersione, e rendendo quindi coltivabili suoli che sarebbero stati per gran parte dell'anno in condizioni acquitrinose. C'è da sottolineare però che, allo stato attuale, la scarsa manutenzione e pulizia dei canali di bonifica, così come la

locale inefficacia delle antiche opere di drenaggio, crea dei problemi idraulici che possono danneggiare le colture in atto.

Per quanto riguarda le attività agricole e pastorali nelle aree collinari e ondulate dei versanti, si può affermare che queste hanno contribuito in gran misura al degrado e all'erosione dei suoli, in particolare sui versanti più acclivi, o sulle sommità convesse, ma anche sulle superfici tabulari dolcemente inclinate, dove le lavorazioni profonde hanno localmente portato in superficie il substrato roccioso.

I suoli formati sui substrati litoidi cementati (calcareniti e marne arenacee) sono in generale caratterizzati da profondità non molto elevate e la loro velocità di formazione risulta, nelle condizioni climatiche attuali, decisamente lenta. Di conseguenza, dove si osservano aree erose con affioramenti del substrato litoide, o dove questo è piuttosto superficiale, non è possibile prevedere una naturale ricostituzione della copertura pedologica.

D'altro canto, si è osservato che nelle conche vallive di fondovalle e nella parte più bassa dei versanti si ritrovano suoli profondi, con prevalenza delle tessiture argillose, e con orizzonti superficiali spessi e scuri, caratterizzati da una buona aggregazione e da un generale elevato contenuto di sostanza organica. L'evoluzione di questi suoli è stata influenzata dall'apporto di depositi derivati dallo smantellamento delle parti più a monte, avvenuto in tempi passati; attualmente questa deposizione si è decisamente ridotta ad eventi occasionali di forti precipitazioni, anche se non è da sottovalutare il trasporto superficiale di sedimenti, di tipo laminare e diffuso.

L'analisi geomorfologica del paesaggio, integrata con i dati acquisiti nell'ambito del rilevamento pedologico, ha costituito il principio metodologico di realizzazione della carta dei suoli. Nella carta sono state individuate e delimitate **15 unità cartografiche** caratterizzate dall'omogeneità del substrato litologico e delle forme di paesaggio, dall'intensità e modalità nel verificarsi dei processi d'erosione o di deposizione. Di conseguenza, i suoli all'interno della stessa unità cartografica presentano caratteri omogenei e sono accomunati da una medesima attitudine all'irrigazione.

3.2 Le Unità Cartografiche

Per ognuna della 15 unità cartografiche è stata compilata una scheda esplicativa delle proprietà caratterizzanti i suoli rilevati, riportate in forma sintetica nella legenda della carta.

Ciascuna scheda è composta da 4 sezioni: una parte generale di descrizione del paesaggio, una sezione dei caratteri dettagliati del suolo rappresentativo, una breve descrizione dei caratteri dei suoli associati e le indicazioni per una gestione, in regime irriguo, dei suoli dell'unità.

A seguire viene proposta la scheda di output dal database (forma prosaica) del profilo pedologico rappresentativo, contenente la descrizione completa effettuata in campagna secondo lo standard FAO.

Per le unità cartografiche D3, D4.1 e D4.2, che rappresentano il paesaggio delle “depressioni” e sono caratterizzate da una dominanza di suoli con elevato contenuto di argille espandibili (Vertisuoli), è stata fatta una trattazione più specifica a conclusione del presente capitolo. Tali suoli, infatti, pur possedendo un’alta fertilità, risultano tra i più problematici sotto il profilo gestionale a causa delle particolari caratteristiche fisiche, chimiche e idrologiche.

Allo scopo di individuare le misure di gestione più idonee a massimizzare le loro potenzialità agronomiche, sui suoli delle tre unità è stata effettuata una più completa caratterizzazione idrodinamica con l’ausilio di analisi geotecniche.

Unità Cartografica E1.1

Descrizione

L'unità cartografica E1.1, posta alle quote più elevate, tra i 175 e i 135 m slm, e situata nel settore settentrionale e centro-orientale dell'area (N.ghe Seneri), risulta essere l'unità più frammentata e meno estesa con una superficie pari all'1.14%.

Si sviluppa sui culmini delle cuestas caratterizzate da un'alternanza di arenarie, marne e calcari del Miocene. L'unità è caratterizzata da superfici subpianeggianti (0-5%) risultanti da intensi processi erosivi passati e in parte ancora attuali (**Fase erosa**). I suoli presentano un buon drenaggio esterno e le tessiture prevalentemente franco argillose, rendono la percorribilità discreta, mentre l'elevata pietrosità superficiale e il limitato spessore ne condizionano la lavorabilità.

L'uso prevalente sono gli erbai pascolati, il pascolo naturale e gli oliveti.



Superficie (ha) = 20.25



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come TYPIC CALCIXEREPT (P4). Il profilo del suolo si sviluppa secondo la sequenza A-BCK-R, in cui l'orizzonte superficiale (Ap) ha uno spessore di circa 40 cm, un colore bruno oliva chiaro, tessitura franco argillosa; l'orizzonte profondo (BC) ha uno spessore di circa 25 cm, un colore bruno giallastro chiaro, tessitura franco limoso argillosa.</p> <p>La presenza di un orizzonte calcico denota una traslocazione del carbonato di calcio presente in abbondanza nella soluzione circolante e la sua riprecipitazione sotto forma di concrezioni.</p> <p>La reazione è alcalina, sono fortemente calcarei, molto saturi e la CSC è elevata</p> <p>Classificazione: fine loamy, mixed, superactive, thermic, shallow TYPIC CALCIXEREPT</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P4 - 08-1334</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: moderatamente elevata (51-100 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura</u>: franco argillosa</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: moderata (101-150 mm/m), calcolato sull'effettivo spessore del suolo</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (< 0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: comune (5-15%) e minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcarea totale</u>: fortemente calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità E1.1. sono presenti anche suoli classificati come Lithic e Typic Xerorthents, che si differenziano dai suoli rappresentativi per lo spessore ancora più ridotto e la minore articolazione del profilo in orizzonti. Ciò è dovuto sia alla semplicità dei processi pedologici sia all'intervento di processi erosivi passati e attuali che ne hanno determinato in alcuni casi il troncamento. La profondità utile alle radici è pertanto scarsa (ca. 50 cm).

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

La pietrosità superficiale elevata, lo scarso spessore dei suoli e i processi erosivi costituiscono le principali limitazioni d'uso di questa unità. Sono da preferire pertanto lavorazioni meccaniche superficiali per non intaccare il substrato litoide e si consiglia, in regime irriguo, di favorire l'infiltrazione dell'acqua con adacquamenti a bassa intensità. Sono da consigliare inoltre carichi ridotti di pascolamento.

Le colture arboree a bassa esigenza idrica sono quelle che meglio si adattano ai caratteri di questa unità.

PROFILO MARM1LP004

Sigla: Marm1LP004
Data: 03/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località:
Quota: 136 m s.l.m. **Pendenza:** 1 %
Esposizione: °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola elevata (15-50%)
 media comune (3-15%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: arenite e marna
Form. geol. : alternanza di marne, arenarie e calcareniti del miocen
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-40 cm	umido; colore umido bruno oliva chiaro (2,5Y5/3); franco argillosa; scheletro principale 10% di 20 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, molto alterato; scheletro secondario 3% di 50 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, molto alterato; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto lineare
Bck	40-65 cm	umido; colore umido bruno giallastro chiaro (2,5Y6/4) con 10% di screziature di colore bruno giallastro scuro (10YR4/6) con dimensioni di 10 mm, di evidenza marcata; franco limoso argillosa; scheletro principale 3% di 20 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, molto alterato; ; struttura poliedrica subangolare fine, debolmente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 15 mm, 50%; effervescenza violenta; limite inferiore chiaro lineare
C	65-80 cm	umido; colore umido bruno giallastro chiaro (2,5Y6/4); scheletro assente; , massivo; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 3 mm, 30%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto lineare
R	80- cm	; colore umido ; scheletro assente;

note: Lavorabilità: buona
 Percorribilità: buona
 Lavorazione: in piano

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	40			33,7	38,1	28,2	40,2	13,4		8,40	0,22
Bck	40	65			15,9	46,2	37,9	29,1	14,8		8,40	0,33

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	21,56	1,92	23,47	0,36	0,84	24,68	1,42
Bck	31,74	4,74	36,48	0,7	1,02	39,43	1,4

Unità Cartografica E1.2

Descrizione

L'unità cartografica E1.2, situata nel settore settentrionale (Pardu Locci) e centro-orientale (N.ghe Seneri) dell'area, occupa una superficie pari al 7.3%. Il paesaggio è quello tipico delle scarpate acclivi delle cuestas (alternanza di arenarie, marne e calcari del Miocene) con pendenze fino a 35%, contraddistinto, nella parte alta da intensi fenomeni di erosione idrica diffusa e incanalata e, alla base dall'accumulo di sedimenti colluviali di marne e arenarie (**Fase profonda**). I suoli, di elevato spessore, presentano un buon drenaggio esterno e le tessiture rendono la percorribilità generalmente buona, che si contrappone ad una lavorabilità moderata data l'elevata pendenza.

L'uso prevalente sono i seminativi, gli erbai pascolati e il pascolo naturale, localmente si trovano uliveti e vigneti.



Superficie (ha) = 129.96



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come TYPIC CALCIXEREPT (P42). Il profilo del suolo si sviluppa secondo una sequenza A-Bk-Bck: l'orizzonte superficiale (Ap) ha uno spessore di circa 45 cm, un colore bruno grigiastro, tessitura franco sabbiosa; l'orizzonte profondo (BK) ha uno spessore di circa 45 cm, un colore bruno pallido, tessitura franca.</p> <p>Le frequenti concentrazioni soffici di CaCO₃ danno luogo alla formazione di un orizzonte calcico.</p> <p>La reazione è da alcalina in superficie a molto alcalina in profondità, sono fortemente calcarei, molto saturi e la CSC è moderatamente alta.</p> <p>Classificazione: fine loamy, mixed, superactive, thermic, shallow TYPIC CALCIXEREPT</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P42 - 08-1460</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: elevata (101-150 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: franco sabbiosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: buono</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: elevata (151-200 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (< 0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: scarso (1-5%) e minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcarea totale</u>: fortemente calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: da alcalina a molto alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

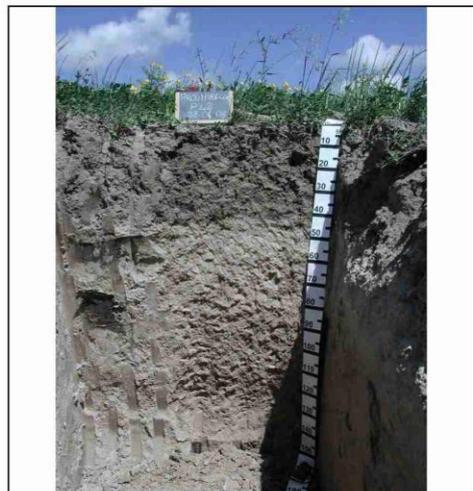
Nell'unità E1.2 sono presenti anche suoli classificati come Lithic e Typic Xerorthents, che si differenziano dai suoli rappresentativi per lo scarso spessore e la minore articolazione del profilo in orizzonti. In particolare questi suoli si ritrovano nelle parti alte delle scarpate a maggiore pendenza, in cui i processi erosivi sono più intensi. La profondità utile alle radici è pertanto scarsa (ca. 50 cm).

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

L'elevata pendenza e i processi erosivi costituiscono le principali limitazioni d'uso di questa unità. Sono da favorire, in regime irriguo, l'infiltrazione dell'acqua e l'adozione di misure antierosive quali sistemazioni dei versanti più pendenti con terrazzamenti e inerbimenti a scopo protettivo, arature secondo le curve di livello, rivoltamento delle zolle a monte e basse intensità orarie di irrigazione. Le colture che meglio si adattano a tali condizioni marginali risultano essere le arboree (olivo, mandorlo e vite), subordinatamente, alle pendenze inferiori, i seminativi e gli erbai.

PROFILO MARM1LP042

Sigla: Marm1LP042
Data: 23/04/2008
Comune: Lunamatrona
Località:
Quota: 122 m s.l.m. **Pendenza:** 20 %
Esposizione: 225 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola moderata (0,1-3%)
 media comune (3-15%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: marna
Form. geol. : Alternanza di marne, arenarie e calcareniti del Miocen
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-45 cm	umido; colore umido bruno grigiastro (10YR5/2); scheletro principale 2% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; effervescenza violenta; limite inferiore abrupto lineare
Bk	45-90 cm	umido; colore umido bruno pallido (10YR6/3); scheletro assente; ; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 2% e concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 10 mm, 15%; effervescenza violenta; limite inferiore chiaro lineare
Bck	90-150 cm	umido; colore umido bruno pallido (10YR6/3); scheletro assente; ; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 2%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 10 mm, 15%; effervescenza violenta; limite inferiore chiaro lineare
CBk	150- cm	; colore umido bruno pallido (10YR6/3); scheletro assente; ; struttura poliedrica angolare media, debolmente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 1%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 10 mm, 15%; effervescenza violenta

note: Lavorabilità: buona
 Percorribilità: buona
 Lavorazioni: ritocchino

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	45			58,4	24,3	17,3	31,7	13,1		8,30	0,22
Bk	45	90			28,0	44,5	27,5	42,2	13,3		8,50	0,21
Bck	90	150			30,3	39,5	30,2	38	12,4		8,60	0,23

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	18,08	1,54	19,62	0,11	0,35	22,34	1,4
Bk	13,65	1,98	15,64	0,29	0,06	18,8	1,27
Bck	12,63	2,86	15,5	0,6	0,2	19,7	1,29

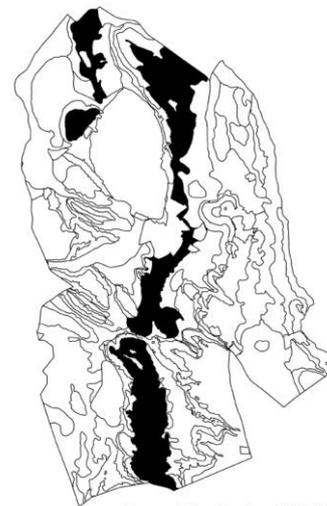
Descrizione

L'unità cartografica E 2.1 si estende, su una superficie pari a 13.7% principalmente nel settore centrale dell'area studiata, allineandosi in direzione Nord-Sud (Piscia Pidonis, C.se Cadeddu, Cimixini), con qualche superficie di piccola estensione anche nel settore Nord-Ovest (Br.cu S. Barbara).

L'intervallo altimetrico va da ca. 160 m slm a ca. 125 m. Il paesaggio è rappresentato da superfici tabulari a debole pendenza (<10%), delimitate ad Ovest da scarpate acclivi, e immergenti verso Est e Sud-Est fino a collegarsi con le aree di fondovalle. Queste tipiche morfologie denominate *cuestas* sono costituite da substrati carbonatici, e più precisamente da alternanze di litologie più o meno cementate (marne, arenarie e calcareniti del Miocene).

I processi erosivi che si sviluppano sul dorso di queste superfici, per quanto non intensi grazie alla debole inclinazione, sono però presenti in modo diffuso e moderato, a causa delle arature e delle attività pascolive. I suoli di questa unità vengono definiti come **Fase tipica** in quanto si presentano con spessore moderatamente profondo e senza caratteristiche diagnostiche marcate, se non per la presenza di un orizzonte superficiale ricco di sostanza organica. La lavorabilità e la percorribilità sono buone. La pietrosità superficiale che può essere elevata, non crea difficoltà nella lavorazione poiché è di piccole dimensioni.

Le colture attuali sono principalmente i seminativi e gli erbai.



Superficie (ha) = 243.01



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli dominanti dell'unità E2.1 sono classificati come ENTIC HAPLOXEROLLS (P29); presentano orizzonti superficiali (Ap) di spessore di ca. 25 cm, di colore bruno grigiastro molto scuro, a tessitura franco argillosa; gli orizzonti profondi (Bw), di spessore di ca. 25-30 cm, hanno colore bruno grigiastro scuro e a tessitura franca.</p> <p>Il profilo è caratterizzato da un orizzonte superficiale di colore molto scuro, che denota un elevato tenore in sostanza organica e dalla presenza di carbonati liberi su tutto il profilo. Lo spessore moderato del suolo caratterizza l'unità cartografica, infatti i processi erosivi, anche se diffusi, nelle attuali condizioni di utilizzazione non provocano sensibili asportazioni di terra fine. Inoltre il drenaggio, buono in tutto il profilo, favorisce l'infiltrazione delle acque di scorrimento; solo a contatto con il substrato roccioso (55 cm) la velocità di infiltrazione tende a rallentare, ma senza causare problemi alle colture.</p> <p>La reazione è moderatamente alcalina in superficie e fortemente alcalina negli orizzonti profondi, sono suoli molto calcarei, la CSC è alta, e la saturazione in basi molto alta.</p> <p>Classificazione: fine loamy, mixed, superactive, thermic ENTIC HAPLOXEROLL</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P29 - 08-1415</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: moderatamente elevata (50-100 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: franco-argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: buono</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: bassa (50-100 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (<0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: comune (5-15%) e medio (5-10cm)</p> <p><u>Calcario totale</u>: molto calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: da moderatamente a fortemente alcalina in profondità</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità E 2.1 sono presenti in subordinate anche Typic Calcixerolls e Typic Calcixerepts. Sono suoli con un orizzonte calcico di accumulo di carbonati, immediatamente sotto i 50 cm, responsabile di una reazione fortemente alcalina anche in superficie; le altre caratteristiche fisico-chimiche rispecchiano il profilo tipo.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

L'eccesso di carbonati, la reazione alcalina, la bassa disponibilità idrica per le piante e il rischio di erosione rendono questa unità moderatamente adatta all'uso irriguo con un'ampia scelta delle colture, sia arboree che erbacee. In regime irriguo è preferibile adottare sistemi di adattamento localizzati e a bassa intensità oraria. L'abbassamento del pH con abbondanti letamazioni e concimazioni minerali a reazione fisiologica acida (ammoniacali e solfatici) può aumentare la possibilità di scelta per altre colture.

PROFILO MARM1LP029

Sigla: Marm1LP029
Data: 17/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località: Br.cu S. Barbara
Quota: 135 m s.l.m. **Pendenza:** 5 %
Esposizione: 135 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola elevata (15-50%)
 media comune (3-15%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: marna
Form. geol. : Alternanza di marne, arenarie e calcareniti del Miocen
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-25 cm	umido; colore umido bruno grigiastro molto scuro (10YR3/2); scheletro principale 10% di 50 mm, angolare con litologia costituita da marna, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; effervescenza violenta; limite inferiore chiaro lineare
Bw	25-55 cm	umido; colore umido bruno grigiastro scuro (10YR4/2); scheletro principale 10% di 70 mm, irregolare con litologia costituita da marna, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 3%; concentrazioni soffici ferro-manganesifere di 1 mm, 3%; effervescenza violenta; limite inferiore abrupto lineare

note: Lavorabilità: buona
 Percorribilità: buona
 Lavorazioni: nessuna

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	25			32,9	39,2	27,9	19	7,92		8,10	0,33
Bw	25	55			44,7	33,7	31,7	17,8	7,85		8,50	0,13

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	21,56	1,72	23,28	0,48	1,15	24,9	1,33
Bw	21,5	1,77	23,27	0,55	0,74	26,88	1,28

Unità Cartografica E2.2

Descrizione

L'unità cartografica E2.2 si trova esclusivamente nel settore meridionale dell'area studiata nella località Pranu Murdegu e occupa una superficie pari a ca il 4%; l'intervallo altimetrico va da ca. 120 m slm a ca. 150 m.

Il paesaggio è lo stesso dell'unità E 2.1 essendo rappresentato dal dorso di superfici tabulari a debole pendenza (<10%), delimitate ad Ovest da scarpate acclivi, e immergenti ad Est e a Sud-Est verso le aree di fondovalle. A differenza dell'unità E2.1, il substrato è costituito fundamentalmente da arenarie più o meno cementate, che determinano una tessitura dei suoli maggiormente sabbiosa; a causa di questo elemento distintivo, i suoli di questa unità vengono definiti come **Fase sabbiosa**.

I suoli sono più suscettibili d'erosione, e questo si riflette sullo scarso spessore dei suoli che non supera i 50 cm.

La percorribilità è buona, mentre localmente la lavorabilità può essere limitata dalla presenza di blocchi di roccia portati in superficie da passate lavorazioni. Il drenaggio esterno è buono.

Le colture attuali sono principalmente i seminativi e gli erbai, e localmente vigneti e oliveti.



Superficie (ha) = 71.42



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli dominanti dell'unità E2.2 sono classificati come LITHIC HAPLOXEROLLS (P26); hanno profili poco differenziati presentando solo un orizzonte superficiale (Ap) di spessore di ca. 30 cm, di colore bruno grigiastro molto scuro, a tessitura franco argillosa sabbiosa. Sotto i 30 cm c'è il substrato arenaceo, in parte alterato per ossidazione. Gli elementi diagnostici che caratterizzano il profilo sono la presenza dell'orizzonte superficiale di colore molto scuro, che denota un elevato tenore in sostanza organica, la scarsa profondità del suolo e una rilevante componente sabbiosa (62%). A seconda del contenuto in sabbia e dell'aggregazione, il drenaggio può essere rapido, favorendo l'infiltrazione fino al substrato roccioso; ciò condiziona la capacità di trattenere l'acqua disponibile per le piante che risulta essere molto bassa. La reazione è debolmente alcalina, sono suoli non calcarei la saturazione in basi è molto alta e la CSC è moderatamente alta.</p> <p>Classificazione: <i>fine loamy, mixed, superactive, thermic LITHIC HAPLOXEROLL</i></p> <p>Riferimento di archivio analisi: P26 - 08 - 1405</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: scarsa (25-50 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: franco-argillosa-sabbiosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: molto ben drenato</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: molto bassa (<50 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (<0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: scarso (1-5%) e minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcarea totale</u>: non calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: debolmente alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità E 2.2 sono presenti in subordine anche suoli un po' più profondi, con il contatto litico a ca. 65 cm; gli orizzonti superficiali arrivano fino a ca. 40 cm e poggiano su orizzonti di alterazione del substrato (C). I suoli sono classificati come Typic Xerorthents.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Lo scarso spessore dei suoli, la bassa capacità di ritenzione idrica dovuta a tessiture con alta componente sabbiosa ed il drenaggio piuttosto elevato rendono questa unità marginalmente adatta all'uso irriguo; maggiormente idonea alle colture con apparato radicale superficiale (ortive) ma, data la limitata riserva idrica, sono consigliati turni irrigui brevi e frequenti. E' necessario che le lavorazioni non scendano oltre lo spessore dell'orizzonte superficiale, per non intaccare il substrato roccioso.

PROFILO MARM1LP026

Sigla: Marm1LP026
Data: 10/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località:
Quota: 140 m s.l.m. **Pendenza:** 5 %
Esposizione: 135 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola comune (3-15%)
 media comune (3-15%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: calcarenite
Form. geol. : Alternanza di marne, arenarie e calcareniti del Miocen
Drenaggio: eccessivamente drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap 0-30 cm umido; colore umido tra bruno molto scuro e bruno grigiastro molto scuro(10YR2,5/2); scheletro principale 3% di 25 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, mediamente alterato; ; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 1%; effervescenza nulla; limite inferiore abrupto irregolare

R 30- cm ; colore umido ; scheletro assente;

note: Lavorabilità: moderata
 Percorribilità: buona
 Lavorazioni: in piano

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	30			62,0	13,9	24				7,40	0,11

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	16,53	1,74	18,27	0,21	0,22	18,7	1,08

Unità Cartografica E2.3

Descrizione

L'unità cartografica E 2.3, limitata arealmente a degli allineamenti con direzione Nord-Sud nel settore sud-orientale dell'area, è posta a quote comprese tra i 115 m a 145 m slm; occupa una superficie pari al 3.2%. Sia il paesaggio che i substrati sono gli stessi dell'unità E 2.1 essendo rappresentati dalle superfici tabulari delle cuestas.

I suoli di questa unità vengono definiti come **Fase erosa** per la forte erosione causata in particolare dall'intenso pascolamento. Il calpestio degli animali e le lavorazioni hanno provocato una forte costipazione superficiale che limita l'infiltrazione delle acque di scorrimento superficiale.

Lo spessore del suolo non va oltre i 45-50 cm.

La percorribilità e la lavorabilità sono moderatamente buone, anche a causa dell'elevata pietrosità superficiale. Il drenaggio è buono.

Le colture attuali sono principalmente gli erbai, talora pascolati e i seminativi.



Superficie (ha) = 56.93



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli dominanti dell'unità E2.3 sono classificati come LITHIC XERORTHENTS (P5); il profilo ha una scarsa differenziazione, presentando solo un orizzonte superficiale (Ap) di spessore di ca. 30 cm, di colore bruno grigiastro scuro, a tessitura franco argillosa. Immediatamente sotto c'è il substrato marnoso, che a volte presenta accumuli secondari di carbonato di calcio soffici.</p> <p>In questa unità, al contrario delle precedenti (E2.1, E 2.2) manca l'orizzonte superficiale con elevato tenore in sostanza organica, a causa dell'intensa erosione che ha asportato la frazione organica limosa.</p> <p>La profondità del suolo è molto limitata, e di conseguenza anche la capacità di trattenere l'acqua disponibile per le piante risulta essere molto bassa.</p> <p>La reazione è moderatamente alcalina, sono suoli fortemente calcarei, la CSC è alta, e la saturazione in basi è molto alta.</p> <p>Classificazione: <i>fine loamy, mixed, superactive, calcareous, thermic LITHIC XERORTHENT</i></p> <p>Riferimento di archivio analisi: P5 - 08-1336</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: scarsa (25-50 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: franco-argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: buono</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: molto bassa (<50 mm/m), calcolata sull'effettivo spessore del suolo</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (<0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: frequente (15-35%) e medio (5-10 cm)</p> <p><u>Calcarea totale</u>: fortemente calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: moderatamente alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

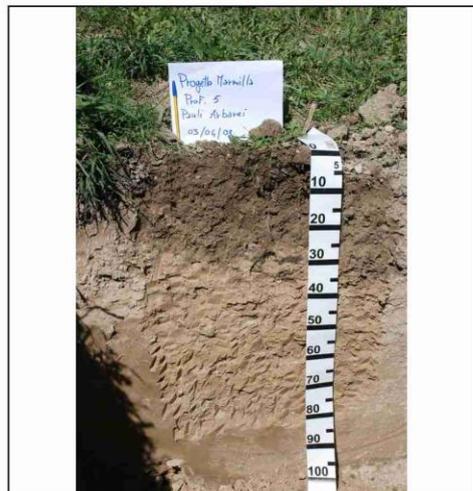
Nell'unità E 2.3 sono presenti anche suoli con il profilo più differenziato in orizzonti superficiali e profondi, ma sempre sottili, con il contatto litico a ca. 45 cm. I suoli sono classificati come Lithic Haploxerepts.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Lo scarso spessore, la bassa capacità d'acqua disponibile e la pietrosità superficiale elevata rendono questa unità marginalmente adatta all'uso irriguo.

PROFILO MARM1LP005

Sigla: Marm1LP005
Data: 03/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località: Piscina Boi
Quota: 134 m s.l.m. **Pendenza:** 10 %
Esposizione: 45 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola elevata (15-50%)
 media elevata (15-50%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: marna
Form. geol. : alternanza di marne, arenarie e calcareniti del miocen
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-30 cm	umido; colore umido bruno grigiastro scuro (10YR4/2); franco argilloso; scheletro principale 25% di 70 mm, irregolare con litologia costituita da marna, molto alterato; ; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 1%; concentrazioni soffici ferro-manganesifere di 1 mm, 3%; effervescenza violenta; limite inferiore abrupto lineare
CR	30-85 cm	umido; colore umido bruno oliva chiaro (2,5Y5/4) con 10% di screziature di colore grigio brunastro chiaro (2,5Y6/2) con dimensioni di 10 mm, di evidenza marcata; scheletro assente; , massivo; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 12 mm, 15%; effervescenza violenta

note: Lavorabilità: moderata
 Percorribilità: discreta
 Lavorazione: nessuna

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	30			38,7	33,5	27,8	32,7	11,6		8,20	0,36

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	17,22	1,77	18,99	0,66	3,19	25,65	1,41

Unità Cartografica E3.1

Descrizione

L'unità cartografica E3.1, situata nel settore centro-occidentale dell'area (Zinnigas, Campus Acquis) a quote comprese tra i 150 e i 130 m s.l.m., occupa una superficie di circa il 4.5%. Il paesaggio è quello tipico dei versanti acclivi o convessi di raccordo con i fondovalle, con pendenze maggiori del 10%. Il substrato è dato da alternanze di marne, arenarie e calcareniti del Miocene.

La presenza nelle parti sommitali subpianeggianti di moderati processi erosivi diffusi dà luogo a suoli con debole spessore.

I suoli presentano buon drenaggio esterno ed elevata pietrosità superficiale (sino a 25%).

La percorribilità e la lavorabilità sono generalmente buone, ma possono essere localmente limitate dalle pendenze e dalla pietrosità elevata.

L'uso prevalente sono i seminativi, gli erbai pascolati e il pascolo naturale, localmente si trovano uliveti e vigneti.



Superficie (ha) = 79.45



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come LITHIC XERORTHENTS (P40). Il profilo del suolo si sviluppa secondo una sequenza A-(C)-R: l'orizzonte superficiale (Ap) ha uno spessore di circa 30 cm, un colore bruno, tessitura franco argillosa; l'orizzonte più profondo (C), quando presente, ha uno spessore ridotto di circa 20 cm, un colore da bruno a bruno scuro, tessitura franco argillosa. Spesso l'orizzonte superficiale poggia direttamente, entro i 50 cm, sulla roccia (orizzonte R).</p> <p>La reazione è moderatamente alcalina, sono da molto a fortemente calcarei, molto saturi e la CSC è alta.</p> <p>Classificazione: fine loamy, mixed, superactive, calcareous, thermic LITHIC XERORTHENT</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P40 - 08-1455</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: superficiale (fino a 50 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: franco argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: buono</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: bassa (50-100 mm/m), misurata sull'effettivo spessore del suolo</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (<0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: da scarso (1-5%) a comune (5-15%) e minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcario totale</u>: da molto a fortemente calcareo con la profondità</p> <p><u>Reazione</u>: moderatamente alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Non sono stati riscontrati suoli subordinati.

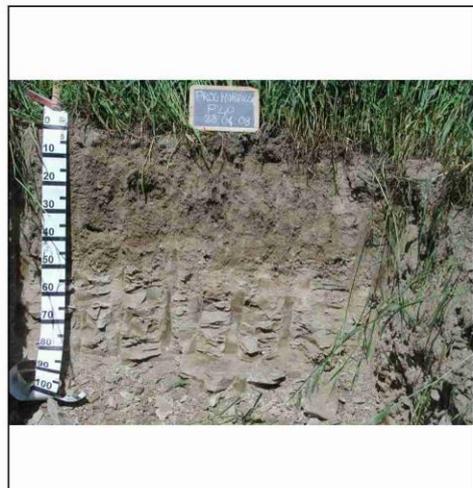
INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Il moderato pericolo di erosione, il debole spessore e l'elevata pietrosità costituiscono le principali limitazioni che rendono l'unità marginalmente adatta all'uso irriguo. Sono da favorire, in regime irriguo, l'infiltrazione dell'acqua con basse intensità orarie di irrigazione e l'adozione di misure antierosive.

Le colture che meglio si adattano a tali condizioni marginali risultano essere le arboree (olivo, mandorlo e vite), subordinatamente, i seminativi e gli erbai.

PROFILO MARM1LP040

Sigla: Marm1LP040
Data: 23/04/2008
Comune: Lunamatrona
Località: Corte Pranu
Quota: 151 m s.l.m. **Pendenza:** 12 %
Esposizione: 90 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola comune (3-15%)
 media comune (3-15%)
 grande comune (3-15%)
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: marna
Form. geol. : Alternanza di marne, arenarie e calcareniti del Miocen
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-30 cm	umido; colore umido bruno (10YR5/3); scheletro principale 4% di 50 mm, irregolare con litologia costituita da marna, mediamente alterato; ; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro lineare
A/C	30-50 cm	umido; colore umido da bruno a bruno scuro (10YR4/3); scheletro principale 15% di 50 mm, irregolare con litologia costituita da marna, mediamente alterato; ; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori principali di 1 mm, 1%; effervescenza violenta; limite inferiore abrupto irregolare

note: Lavorabilità: buona
 Percorribilità: buona
 Lavorazioni: ritocchino

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	30			23,5	45,6	30,9	19,4	9,59		8,20	0,41
A/C	30	50			22,1	49	28,9	20,6	10		7,90	0,77

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	19,04	2,07	21,12	80,4	2,08	26,33	1,03
A/C	20,54	2,09	22,63	0,82	1,43	27	1,24

Descrizione

L'unità cartografica E3.2, situata nel settore centro-occidentale (Pramestia) e orientale (Su Sciu, Perda Enatza) dell'area, posta a quote comprese tra i 120 m a 145 m s.l.m.; occupa una superficie pari al 9.8%. Il paesaggio è quello tipico dei versanti mediamente acclivi di raccordo con i fondovalle, con pendenze moderate comprese fra il 4 e il 10%. Il substrato è dato da alternanze di marne, arenarie e calcareniti del Miocene.

I suoli, mediamente profondi, presentano un buon drenaggio esterno, una pietrosità superficiale moderata (10%) ed evidenti fessurazioni superficiali.

La percorribilità e la lavorabilità sono generalmente discrete e condizionate dalla tessitura argillosa.

L'uso prevalente sono i seminativi e gli erbai, talora pascolati.



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come VERTIC CALCIXEROLL (P36). Il profilo del suolo si sviluppa secondo una sequenza A-Bk-Ck: l'orizzonte superficiale (Ap), epipedon mollico, ha uno spessore di circa 40 cm, un colore grigio molto scuro, tessitura argillosa, e un contenuto di carbonio organico elevato; l'orizzonte diagnostico più profondo (Bk) ha uno spessore di circa 20 cm, un colore bruno, tessitura argillosa. In alcuni casi al di sopra del Bk è presente un orizzonte cambico Bw, con spessore di circa 30 cm e colore grigio molto scuro e tessitura argillosa.</p> <p>La reazione è moderatamente alcalina, sono da moderatamente calcarei in superficie a fortemente calcarei in profondità, molto saturi e la CSC è alta. L'elevato contenuto in argilla a reticolo espandibile conferisce a questi suoli un carattere vertico piuttosto significativo testimoniato dalla presenza di fessure che interessano il profilo del suolo sino ad una profondità di 90 cm.</p> <p>Classificazione: <i>fine, mixed, superactive, thermic</i> VERTIC CALCIXEROLL</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P36 - 08-1440</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: moderata (50-100 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: buono</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: moderata (101-150 mm/m), misurata sull'effettivo spessore del suolo</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (< 0.8cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: comune (5-15%) e minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcare totale</u>: da moderatamente e fortemente calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: moderatamente alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità E3.2. sono presenti anche suoli classificati come Typic Calcixerept, che si differenziano dai suoli rappresentativi per l'assenza dell'epipedon mollico e di caratteri vertici significativi.

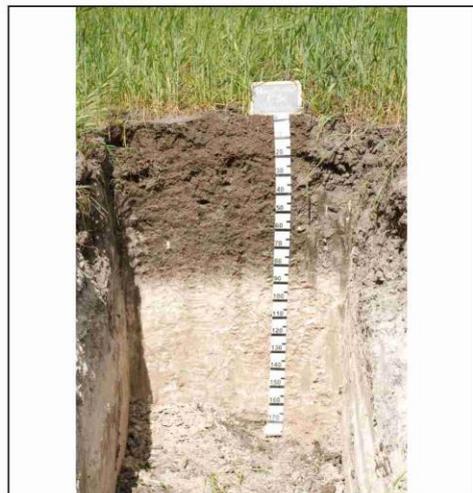
INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Il moderato pericolo di erosione, gli elevati pH e la presenza di orizzonti carbonatici subsuperficiali costituiscono le principali limitazioni d'uso di questa unità, ciononostante essa risulta adatta alla coltivazione del frumento duro in particolare e delle colture erbacee in genere. Per evitare l'arricchimento di calcare nell'orizzonte superficiale sono da evitare le lavorazioni con rivoltamento degli strati più profondi, mentre la tessitura argillosa impone il non eccessivo affinamento dello strato arabile, onde limitare l'asporto delle parti più fini con il ruscellamento.

PROFILO MARM1LP036

Sigla: Marm1LP036
Data: 22/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località: Su Sciu
Quota: 145 m s.l.m. **Pendenza:** 6 %
Esposizione: 270 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola comune (3-15%)
 media comune (3-15%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: colluvio

Form. geol. : Alternanza di marne, arenarie e calcareniti del Miocen
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-40 cm	umido; colore umido grigio molto scuro (10YR3/1); scheletro principale 10% di 30 mm, subarrotondato con litologia costituita da arenite, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; facce di pressione, 20 %; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto irregolare
Bw	40-70 cm	umido; colore umido grigio molto scuro (10YR3/1); scheletro principale 3% di 50 mm, subarrotondato con litologia costituita da arenite, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica angolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 1%; facce di pressione, 30 %; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro lineare
Bk1	70-90 cm	umido; colore umido bruno (10YR5/3); scheletro assente; ; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 2%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 10 mm, 30%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto lineare
Bk2	90- cm	secco; colore umido ; scheletro assente; ; struttura prismatica grande, moderatamente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 1%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 50 mm, 30% e concrezioni di carbonato di calcio di 15 mm, 50%; effervescenza violenta; limite inferiore non rilevabile

note: Lavorabilità: buona
 Percorribilità: discreta
 Lavorazioni: ritocchino

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	40			22,9	29,6	47,5	10,3	6,55		8,20	0,24
Bw	40	70			17,7	30,3	52	7,13	6,55		8,40	0,19
Bk1	70	90			15,3	34	50,7	22,2	14,4		8,50	0,2
Bk2	90				20,7	49,9	29,4	51,5	15,1		8,50	0,16

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	27,96	2,31	30,28	0,42	0,54	31,9	0,99
Bw	28,74	2,76	31,5	0,55	0,47	32,52	1,12
Bk1	26,83	2,95	29,77	0,68	0,3	30,06	1,19
Bk2	13,47	1,93	15,4	0,47	0,2	15,86	

Unità Cartografica E3.3

Descrizione

L'unità cartografica E3.3, distribuita in tutta l'area (Corte Pranu, Sitzamus) e posta alle quote comprese tra 160 m e 115 m s.l.m., occupa una superficie pari al 12.6%. Il paesaggio è quello tipico dei versanti di raccordo con i fondovalle, debolmente acclivi con pendenze comprese fra l'1 e il 4%. Il substrato è dato da alternanze di marne, arenarie e calcareniti del Miocene.

I suoli, profondi, presentano un buon drenaggio esterno e scarsa pietrosità superficiale (5%).

La percorribilità e lavorabilità sono generalmente buone.

L'uso prevalente sono i seminativi e gli erbai, talora pascolati.



Superficie (ha) = 222.86



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come TYPIC CALCIXEROLL (P32). Il profilo del suolo si sviluppa secondo una sequenza A-Bk-Ck: l'orizzonte superficiale (Ap), ha uno spessore di circa 40 cm, un colore bruno grigiastro scuro, tessitura franco argillosa e un contenuto di carbonio organico elevato (epipedon mollico); l'orizzonte diagnostico più profondo (Bk) ha uno spessore di circa 50 cm, un colore bruno grigiastro molto scuro, tessitura argillosa e abbondante presenza di concentrazioni pendenti di carbonato di calcio (orizzonte calcico). In alcuni casi, al di sopra del Bk, è presente un orizzonte cambico Bw, con spessore di circa 30 cm e colore bruno grigiastro molto scuro e tessitura argillosa.</p> <p>La reazione è da moderatamente a fortemente alcalina, sono da moderatamente calcarei in superficie a fortemente calcarei in profondità, saturazione è molto alta e la CSC è alta.</p> <p>Classificazione: <i>fine, mixed, superactive, thermic TYPIC CALCIXEROLL</i></p> <p>Riferimento di archivio analisi: P32 - 08-1425</p>	<p><u>Profondità effettiva:</u> moderata (101-150 cm)</p> <p><u>Falda:</u> assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil:</u> franco argillosa</p> <p><u>Drenaggio:</u> buono</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC):</u> elevato (151-200 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat):</u> molto lenta (< 0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale:</u> da comune (5-15%) a scarso (1-5%) in profondità e minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcare totale:</u> da moderatamente e fortemente calcareo</p> <p><u>Reazione:</u> da moderatamente a fortemente alcalina</p> <p><u>Salinità:</u> trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità E3.3 sono presenti anche suoli classificati come Vertic Calcixerepts che si differenziano dai suoli rappresentativi per l'assenza dell'epipedon mollico e la presenza di significativi caratteri vertici.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Scelta delle colture molto ampia e limitazioni dovute solo al pH elevato. In regime irriguo è da favorire l'infiltrazione dell'acqua adottando basse intensità orarie, per evitare locali fenomeni di ruscellamento superficiale.

PROFILO MARM1LP032

Sigla: Marm1LP032
Data: 23/04/2008
Comune: Lunamatrona
Località: Corte Pranu
Quota: 145 m s.l.m. **Pendenza:** 7 %
Esposizione: 90 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola comune (3-15%)
 media moderata (0,1-3%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: colluvio
Form. geol. : depositi colluviali fini del Quaternario recente (Olocen)
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-40 cm	umido; colore umido bruno grigiastro scuro (10YR4/2); scheletro principale 10% di 20 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 2%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto lineare
Bw	40-70 cm	umido; colore umido bruno grigiastro molto scuro (10YR3/2); scheletro principale 7% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro lineare
Bk	70-120 cm	umido; colore umido bruno grigiastro molto scuro (10YR3/2); scheletro principale 2% di 5 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, fresco o leggermente alterato; ; struttura poliedrica angolare grande, fortemente sviluppata; pendenti di carbonato di calcio di 2 mm, 30%; facce di pressione, 30 %; effervescenza notevole; limite inferiore graduale lineare
Bck	120-160 cm	umido; colore umido giallo brunastro(10YR6/6); scheletro assente; ; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 2%; concrezioni di carbonato di calcio di 10 mm, 15% e pendenti di carbonato di calcio di 2 mm, 10%; facce di pressione, 5 %; effervescenza violenta

note: Lavorabilità: buona
 Percorribilità: buona
 Lavorazioni: ritocchino

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	40			22,8	47,6	29,6	10,1	3,95		8,00	0,2
Bw	40	70			19,0	34	47	7,13	3,7		8,20	0,15
Bk	70	120			21,6	30,7	47,7	10,7	8,62		8,50	0,15
Bck	120	160			16,9	38,1	45	21,8	12,9		8,40	0,23

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap	26,83	1,88	28,7	0,36	0,56	30,93	1,12
Bw	26,83	2,14	28,97	0,41	0,35	31,63	1,21
Bk	27,13	2,53	29,66	0,6	0,13	32,14	1,22
Bck	24,07	3,02	27,09	0,72	0,17	29,47	1,2

Unità Cartografica E4

Descrizione

L'unità cartografica E4 si estende, su una superficie pari a 4,2%, esclusivamente nel settore centro-occidentale dell'area studiata, in corrispondenza di rilievi tabulari a debolissima pendenza (Pramestia, Pardu Becciu). Le quote vanno da ca. 145 m a 160 m slm.

Le superfici sommitali subpianeggianti si raccordano ai fondovalle con versanti da acclivi a mediamente acclivi.

I substrati sono rappresentati da depositi alluvionali e colluviali grossolani, con un'elevata componente conglomeratica, risalenti al Quaternario antico (Pleistocene). Sono costituiti da alternanze irregolari di livelli ciottolosi e strati più fini argillosi; ciò denota la loro origine alluvionale, in un periodo geologico in cui erano presenti fiumi caratterizzati da una rilevante portata ed energia di trasporto.

L'età di questi substrati si riflette sull'intensa evoluzione dei processi pedogenetici, responsabili della formazione di un orizzonte carbonatico cementato, la cui presenza crea difficoltà di drenaggio all'interno del profilo. Il crostone carbonatico, inciso da vecchie lavorazioni, ha contribuito all'arricchimento, negli orizzonti superficiali, di carbonati. Sono infatti visibili in abbondanza, sulla superficie dei terreni lavorati, noduli e concrezioni dure, di dimensioni centimetriche; ciò comporta anche un arricchimento in scheletro degli stessi orizzonti.

Viste le deboli pendenze, i fenomeni erosivi non sono tanto accentuati.

La lavorabilità e la percorribilità sono localmente condizionate dall'alto contenuto di argilla e dal drenaggio non ottimale.

A differenza della gran parte del territorio studiato, in questa unità predominano le colture arboree, come olivi, vigneti e colture agrarie legnose; subordinatamente sono presenti anche i seminativi.



Superficie (ha) = 73.86



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli dell'unità E4 sono classificati come PETROCALCIC PALEXERALFS (P35); presentano orizzonti superficiali (Ap) di spessore di ca. 50 cm, di colore bruno grigiastro da scuro a molto scuro, a tessitura argillosa; gli orizzonti profondi si presentano nella seguente sequenza: Btk di spessore 95 cm, colore bruno giallastro, tessitura argillosa e caratterizzato da accumulo illuviale di argilla e di carbonati più o meno cementati; Btkm, di spessore minimo di 15 cm, colore giallo brunastro, indurito dalla cementazione carbonatica.</p> <p>La reazione è moderatamente alcalina in tutto il profilo, sono suoli fortemente calcarei in superficie e molto calcarei in profondità, la CSC è alta, e la saturazione in basi molto alta.</p> <p>Classificazione: fine, mixed, active, thermic PETROCALCIC PALEXERALFS</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P35 - 08-1436</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: moderatamente elevata (50-100 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: imperfetto</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: moderata (101-150mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (< 0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: comune (5-15%) da minuto (0,2-5cm) a medio (5-10cm)</p> <p><u>Calcarea totale</u>: fortemente calcarei in superficie e molto calcarei in profondità</p> <p><u>Reazione</u>: moderatamente alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità E4, sono stati rinvenuti esclusivamente suoli appartenenti al sottogruppo dei Petrocalcic Palexeralfs.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Moderatamente adatta all'uso irriguo per la permeabilità tendenzialmente bassa dovuta sia all'alta percentuale di argilla sia alla presenza di orizzonti carbonatici cementati. Moderata scelta delle colture con maggiore idoneità per la vite, l'olivo e il mandorlo, il frumento duro e l'erba medica. Consigliata l'irrigazione localizzata e a bassa intensità oraria per favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo. Localmente, necessità di rimozione della pietrosità superficiale e di lavorazioni con scasso dell'orizzonte cementato mediante rippatura. Sono sconsigliate le lavorazioni profonde, con rivoltamento dei livelli profondi cementati.

PROFILO MARM1LP035

Sigla: Marm1LP035
Data: 22/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località: Vaccheria Puddu
Quota: 153 m s.l.m. **Pendenza:** %
Esposizione: °N
Natura della forma: resto di terrazzo
Pietrosità: piccola elevata (15-50%)
 media comune (3-15%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: depositi di piena ed alta energia
Form. geol. : depositi alluvionali e colluviali grossolani del Quaternar
Drenaggio: piuttosto mal drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap1	0-10 cm	umido; colore umido bruno grigiastro scuro (10YR4/2); scheletro principale 10% di 30 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, mediamente alterato; ; struttura poliedrica subangolare fine, debolmente sviluppata; pori principali di 10 mm, 3%; effervescenza debole; limite inferiore abrupto lineare
Ap2	10-50 cm	umido; colore umido bruno grigiastro molto scuro (10YR3/2); scheletro principale 8% di 20 mm, subarrotondato con litologia costituita da , mediamente alterato; scheletro secondario 2% di 60 mm con litologia costituita da arenite, mediamente alterato; struttura poliedrica angolare grande, moderatamente sviluppata; effervescenza debole; limite inferiore abrupto lineare
2Btk1	50-65 cm	molto umido, senza acqua libera; colore umido bruno giallastro (10YR5/4); scheletro principale 1% di 3 mm, piatto con litologia costituita da arenite, molto alterato; ; struttura poliedrica angolare grande, debolmente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 3%; concrezioni di carbonato di calcio di 50 mm, 35%; pellicole di di argilla, 5% sulle facce degli aggregati; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro lineare
2Btk2	65-145 cm	umido; colore umido bruno giallastro (10YR5/4); scheletro principale 1% di 4 mm, piatto con litologia costituita da arenite, molto alterato; , massivo; pori principali di 0,5 mm, 3%; concrezioni di carbonato di calcio di 30 mm, 40% e concentrazioni soffici di carbonato di calcio di mm, 10%; pellicole di di argilla, 30% nei pori; limite inferiore abrupto lineare
2Btkm	145- cm	; colore umido giallo brunastro(10YR6/6); scheletro assente; ; pellicole di di argilla, 30% nei pori

note: Lavorabilità: moderata (alto contenuto di argilla)
 Percorribilità: discreta
 Lavorazioni: in piano

la pietrosità superficiale è quasi interamente costituita da pezzi di crostone carbonatico portato in superficie dalle lavorazioni.
 Probabilmente per l'impianto dell'oliveto è stato scassato un petrocalcico superficiale di cui si vedono i alcuni residui a circa 50cm

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap1	0	10			14,2	29,8	56	2,91		8,30	0,18	
Ap2	10	50			12,1	33,5	54,4	1,03		8,00	0,24	
2Btk1	50	65			20,1	26,6	53,3	11,9	3,96	8,40	0,21	
2Btk2	65	145			21,7	26,4	52	11,1	3,35	8,30	0,22	

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap1	27,96	2,55	30,52	0,42	0,99	32,88	1,03
Ap2	28,2	2,48	30,68	0,43	0,76	32	1,25
2Btk1	23,11	2,62	25,73	0,5	0,38	27,32	1,21
2Btk2	19,16	3,89	23,05	0,65	0,28	24	1,22

Unità Cartografica E5

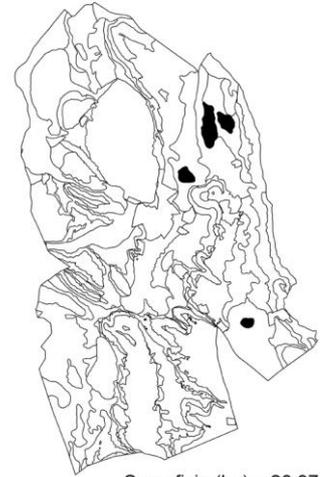
Descrizione

L'unità cartografica E5, limitata al settore orientale (Su Sitziu, Porcilaia Cadau) e posta a quote comprese tra i 110 m e 140 m slm, occupa una superficie pari al 1.18%. Il paesaggio è quello dei dossi isolati emergenti dai fondovalle, debolmente acclivi con pendenze inferiori al 10%, in cui l'erosione idrica diffusa risulta molto modesta. Il substrato è costituito da depositi colluviali dell'Olocene, derivati dall'erosione delle marne e delle arenarie del Miocene.

I suoli, da mediamente profondi alla sommità a profondi alla base, presentano un moderato drenaggio esterno e una scarsa pietrosità superficiale.

La percorribilità e lavorabilità sono generalmente moderate a causa della tessitura argillosa.

L'uso prevalente sono i seminativi (frumento duro).



Superficie (ha) = 20.97



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come TYPIC CALCIXEROLL (P11). Il profilo del suolo si sviluppa secondo una sequenza A-Bw-Bk: l'orizzonte superficiale (Ap), ha uno spessore di circa 50 cm, un colore grigio molto scuro, tessitura argillosa e un contenuto di carbonio organico medio (epipedon mollico). L'orizzonte diagnostico più profondo (Bk), ha uno spessore di oltre 30 cm, un colore grigio scuro, tessitura argilloso-limosa. Le concentrazioni di carbonato di calcio (soffici e dure), sono frequenti lungo tutto il profilo e diventano abbondanti in profondità, andando a costituire l'orizzonte calcico (Bk). Al di sopra del Bk è presente un orizzonte cambico Bw, con spessore di circa 100 cm (Bw1+Bw2) e colore grigio scuro e tessitura argillosa. La reazione è fortemente alcalina, con valori di pH crescenti con la profondità, sono da molto calcarei in superficie a fortemente calcarei in profondità, la saturazione è molto alta e la CSC è alta. L'ESP risulta alto nell'orizzonte Bw2 e raggiunge valori molto alti in profondità nell'orizzonte Bk.</p> <p>Classificazione: fine, mixed, superactive, thermic TYPIC CALCIXEROLL</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P11 - 08-1354</p>	<p><u>Profondità effettiva:</u> elevata (101-150 cm)</p> <p><u>Falda:</u> assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil:</u> argillosa</p> <p><u>Drenaggio:</u> da buono a molto poco drenato in profondità</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC):</u> elevata (151-200 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat):</u> molto lenta (< 0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale:</u> da comune (5-15%) a scarso (1-5%) in profondità da medio (5-10cm) a minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcarea totale:</u> da molto calcareo a fortemente calcareo</p> <p><u>Reazione:</u> fortemente alcalina</p> <p><u>Salinità:</u> da trascurabile a moderata (or. Bw2)</p> <p><u>ESP:</u> da alto a molto alto in profondità</p>

SUOLI SUBORDINATI

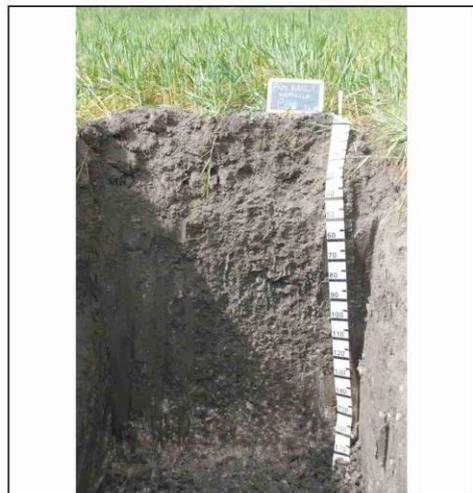
Nell'unità E5, data anche la limitata estensione, sono stati rinvenuti esclusivamente suoli appartenenti al sottogruppo dei Typic Calcixerolls.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Moderata suscettività all'irrigazione per difficoltà di drenaggio e i valori di ESP elevati, seppure riscontrati in profondità. Maggioremente idonea alle colture erbacee ed ortive; la principale limitazione è l'elevato pH negli orizzonti di superficie. Consigliate basse intensità orarie di adacquamento per favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.

PROFILO MARM1LP011

Sigla: Marm1LP011
Data: 09/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località:
Quota: 140 m s.l.m. **Pendenza:** 3 %
Esposizione: 90 °N
Natura della forma: versante lineare
Pietrosità: piccola comune (3-15%)
 media moderata (0,1-3%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: colluvio
Form. geol. : depositi colluviali fini del Quaternario recente (Olocen)
Drenaggio: moderatamente ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap	0-50 cm	umido; colore umido grigio molto scuro (10YR3/1); scheletro principale 10% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da calcarenite, fresco o leggermente alterato; scheletro secondario 3% di 60 mm, irregolare con litologia costituita da calcarenite, fresco o leggermente alterato; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto lineare
Bw1	50-90 cm	umido; colore umido grigio scuro (10YR4/1); scheletro principale 10% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da calcarenite, fresco o leggermente alterato; scheletro secondario 3% di 45 mm, irregolare con litologia costituita da calcarenite, fresco o leggermente alterato; struttura poliedrica angolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 2%; concrezioni di carbonato di calcio di 3 mm, 12% e concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 10 mm, 12%; facce di pressione, 30 %; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro irregolare
Bw2	90-150 cm	umido; colore umido grigio scuro (10YR4/1); scheletro principale 3% di 5 mm, subarrotondato con litologia costituita da calcarenite, fresco o leggermente alterato; struttura poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 2%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 15 mm, 15% e concrezioni di carbonato di calcio di 4 mm, 10%; facce di pressione, 30 %; effervescenza violenta; limite inferiore chiaro lineare
Bk	150-180 cm	umido; colore umido grigio scuro (10YR4/1) con 10% di screziature di colore grigio (10YR5/1) con dimensioni di 10 mm, di evidenza distinta, localizzate in masse intorno a pori o strutture organiche, con impoverimento di ferro con 10% di screziature di colore nero (2,5Y2,5/1) con dimensioni di 10 mm, di evidenza distinta, localizzate in facce di aggregati, con impoverimento di ferro; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media, debolmente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 1%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 15 mm, 3% e concrezioni di carbonato di calcio di 40 mm, 30%; facce di pressione, 30 %; effervescenza violenta

note: Lavorabilità: moderata
 Percorribilità: moderata
 Lavorazione: ritocchino
 presenza di manufatti a 80 cm
 caratteri vertici

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap	0	50			11,0	34,5	54,5	11,2	7,05		8,50	0,41
Bw1	50	90			14,5	33,1	52,4	13,9	6,57		8,00	0,3
Bw2	90	150			13,4	34,2	52,4	14,3	6,71		8,50	0,79
Bk	150	180			16,4	42,4	41,2	26,3	11,9		8,70	0,46

Unità Cartografica D1

Descrizione

L'unità cartografica D1, limitata al settore centro-occidentale (Riu Tradula, Pala Sanguini) e posta a quote comprese tra 133 m e 140 m s.l.m., occupa una superficie pari al 2%. Il paesaggio è quello delle superfici da debolmente inclinate a pianeggianti, costituite da depositi alluvionali e colluviali grossolani del Quaternario recente (Olocene), derivanti in parte dalla rielaborazione di depositi alluvionali antichi successivamente incisi dai corsi d'acqua attuali. Alle quote più basse, dove la superficie assume una forma concava al passaggio col "pauli", insiste un occasionale rischio di inondazione/sommersione.

I suoli, molto profondi, presentano un moderato drenaggio esterno e una scarsa pietrosità superficiale.

La percorribilità e lavorabilità sono generalmente buone.

L'uso prevalente sono i seminativi (frumento duro), gli erbai e le ortive in asciutto (melone).



Superficie (ha) = 35.2



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come FLUVENTIC HAPLOXEREPT (P12). Il profilo del suolo si sviluppa secondo una sequenza A-Bw-Bk-C, l'orizzonte superficiale (Ap) ha uno spessore di circa 45 cm, un colore bruno grigiastro molto scuro e tessitura argillosa. Il carattere diagnostico principale è dato da un elevato contenuto di carbonio organico che varia con andamento irregolare lungo tutto il profilo a testimonianza dell'origine fluviale di questo suolo. Le concentrazioni di carbonato di calcio (soffici e duri), sono concentrate soprattutto nella parte alta dell'orizzonte Bk (orizzonte calcico). Al di sopra del Bk è presente un orizzonte cambico Bw, con spessore di circa 45 cm, colore bruno grigiastro scuro e tessitura argillosa.</p> <p>La reazione è alcalina, sono da moderatamente calcarei in superficie a molto calcarei in profondità, la saturazione è molto alta e la CSC è alta.</p> <p>Classificazione: <i>fine, mixed, superactive, thermic FLUVENTIC HAPLOXEREPT</i></p> <p>Riferimento di archivio analisi: P12 - 08-1358</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: molto elevata (oltre 150 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: da buono a moderato in profondità</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: moderata (101-150 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (<0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: comune (5-15%) e minuto (0.2-5 cm)</p> <p><u>Calcare totale</u>: da moderatamente a molto calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità D1, sono stati rinvenuti esclusivamente suoli appartenenti al sottogruppo dei Fluventic Haploxerept

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

L'elevato pH, la moderata capacità di ritenzione idrica e l'alto tenore di argilla nel topsoil rendono l'unità D1 moderatamente adatta all'uso irriguo, sebbene la scelta delle colture rimanga ampia, con limitazione più consistenti per le arboree a causa della tessitura argillosa. Nelle aree a quota più bassa è preferibile allungare i turni irrigui e adottare basse intensità orarie di adacquamento per evitare il ristagno superficiale.

Unità Cartografica D2

Descrizione

L'unità cartografica D2, estesa ampiamente su tutta l'area e posta a quote comprese tra 115 m e 145 m slm, occupa una superficie pari al 18.4%. Il paesaggio è quello delle aree di fondovalle, pianeggianti o a debolissima pendenza (<2%), formatesi per accumulo di sedimenti medio-fini del Quaternario recente (Olocene), in seguito a trasporto idrico superficiale e gravitativo.

L'unità raggruppa i suoli con le proprietà fisiche e chimiche migliori dell'intero comprensorio grazie alla sua favorevole posizione fisiografica pianeggiante posta tra le unità con pendenze più elevate (scarso spessore dei suoli e rischio di erosione) e quelle più depresse dei pauli (scarso drenaggio, presenza di falde superficiali).

I suoli, infatti, molto profondi, presentano generalmente buon drenaggio esterno; localmente è presente una falda superficiale con oscillazione massima sino a 150 cm dal piano di campagna.

La percorribilità e lavorabilità sono generalmente buone.

L'uso prevalente sono i seminativi (frumento duro) e gli erbai.



Superficie (ha) = 325.83



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>I suoli rappresentativi di questa unità sono classificati come TYPIC CALCIXEREPT (P16). Il profilo del suolo si sviluppa secondo una sequenza A-Bw-C, l'orizzonte superficiale (Ap1 + Ap2) ha uno spessore di circa 60 cm, un colore bruno grigiastro scuro, e tessitura franco argillosa. In profondità è presente un orizzonte: Bw spesso 40 cm con tessitura franca e colore bruno, che i cui dati analitici, evidenziano un elevato contenuto in calcare totale (orizzonte calcico).</p> <p>Il ritrovamento dei noduli di ferro-manganese in profondità stanno ad indicare la presenza di una falda, la cui oscillazione e i conseguenti processi ossido-riduttivi, determinano condizioni alternate di asfissia e ossigenazione del suolo.</p> <p>La reazione va da moderatamente alcalina a fortemente alcalina con la profondità, sono da fortemente calcarei in superficie a molto calcarei in profondità, la saturazione è molto alta e la CSC è da moderatamente alta ad alta in profondità.</p> <p>Classificazione: <i>fine loamy, mixed, superactive, thermic TYPIC CALCIXEREPT</i></p> <p>Riferimento di archivio analisi: P16 - 08-1371</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: molto elevata (oltre 150 cm)</p> <p><u>Falda</u>: mediamente profonda (180 cm)</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: buono , talora moderato in profondità</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: elevata (151-200 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (<0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: da scarso (1-5%) a frequente (15-35%) e da minuto (0.2-5 cm) a medio (5-10 cm)</p> <p><u>Calcare totale</u>: da fortemente a molto calcareo in profondità</p> <p><u>Reazione</u>: da moderatamente a fortemente alcalina con la profondità</p> <p><u>Salinità</u>: trascurabile</p>

SUOLI SUBORDINATI

Nell'unità D2 sono presenti anche suoli appartenenti ai sottogruppi: Vertic, Typic e Vermic Calcixeroll, Chromic Calcixerert, Typic Vermaquept. Le differenti classificazioni scaturiscono dalla presenza più o meno marcata di caratteri vertici, dal contenuto di carbonio organico (epipedon mollico), dall'attività biologica intensa nell'orizzonte superficiale e dalle condizioni acquiche dovute alla presenza di una falda all'interno del profilo per periodi prolungati.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

In questa unità non sono presenti limitazioni importanti e risulta pertanto molto adatta all'uso irriguo; localmente l'idoneità è moderata per la presenza di una falda a 180 cm. La scelta delle colture è perciò molto ampia con maggiore idoneità al mais e alle colture ortive, sebbene l'elevato pH e l'alto contenuto di calcare condizionino moderatamente la coltivazione di vite, olivo, mandorlo e erba medica.

PROFILO MARM1LP016

Sigla: Marm1LP016
Data: 15/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località: Su Canali
Quota: 138 m s.l.m. **Pendenza:** %
Esposizione: °N
Natura della forma: depressione
Pietrosità: piccola comune (3-15%)
 media
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: colluvio
Form. geol. : depositi colluviali fini del Quaternario recente (Olocen)
Drenaggio: ben drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap1	0-40 cm	umido; colore umido bruno grigiastro scuro (10YR4/2); scheletro principale 4% di 3 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, mediamente alterato; scheletro secondario 8% di 5 mm, irregolare con litologia costituita da , mediamente alterato; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 1%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto lineare
Ap2	40-60 cm	umido; colore umido bruno grigiastro (10YR5/2); scheletro principale 25% di 3 mm, irregolare con litologia costituita da , mediamente alterato; scheletro secondario 10% di 3 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, mediamente alterato; struttura poliedrica angolare grande, moderatamente sviluppata; pori principali di 1 mm, 2%; effervescenza violenta; limite inferiore chiaro lineare
Bw1	60-100 cm	umido; colore umido bruno (10YR5/3); scheletro assente; ; effervescenza violenta; limite inferiore diffuso lineare
Bw2	100-180 cm	umido; colore umido grigio scuro (10YR4/1); scheletro assente; ; pellicole di di argilla, 30% sulle facce degli aggregati; effervescenza debole

note: Lavorabilità: buona
 Percorribilità: discreta
 Lavorazione: in piano

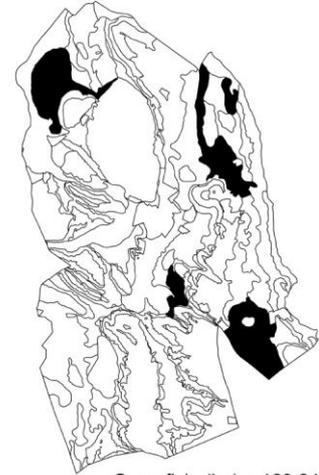
ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap1	0	40	30,1			38,9	31	22,1	6,97	8,30	0,2	
Ap2	40	60	30,8			39,5	29,7	19,7	6,83	8,20	0,16	
Bw1	60	100	43,7			31,4	24,9	25,2	6,04	8,60	0,64	
Bw2	100	180	12,2			33,9	53,9	11,8	6,73	8,50	0,36	

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap1	17,6	1,91	19,51	0,22	1,14	21,87	1,34
Ap2	17,01	1,87	18,87	0,28	0,91	22,49	1,34
Bw1	14,19	1,77	15,96	0,6	0,54	19,05	1,17
Bw2	31,44	9,75	41,19	2,68	2,03	48,2	

Descrizione

L'unità D3 occupa circa il 10% dell'intera superficie comprensoriale e si distribuisce nel settore orientale dell'area, con andamento Nord-Sud, nella parte più settentrionale tra i comuni di Siddi e Ussaramanna e al confine tra i comuni di Pauli Arbarei e Villamar, dove raggiunge le quote più basse (110 m s.l.m.). Da un punto di vista morfologico rappresenta una "depressione aperta", ovvero un'area di sedimentazione fine (prevalentemente colluvi di marne mioceniche) non confinata, caratterizzata da fenomeni di impaludamento e ristagno idrico che hanno fortemente condizionato i processi di formazione dei suoli. Il processo pedogenetico dominante è costituito dalla *vertisolizzazione*, la cui caratteristica peculiare risiede nel fenomeno stagionale di contrazione e rigonfiamento dei suoli, in funzione dello stato di umidità, per la presenza di argille a reticolo espandibile. La formazione di fessurazioni profonde durante la stagione asciutta, e il conseguente inglobamento ed omogeneizzazione della sostanza organica all'interno del profilo, rendono questi suoli tra i più fertili dell'area, in particolare per le colture cerealicole in regime asciutto, che rappresentano la forma di utilizzo attualmente più diffusa.



Superficie (ha) = 163.84



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>Il suolo rappresentativo di questa unità (P10) è stato classificato come SODIC HAPLOXERERT, che evidenzia un'importante carattere chimico limitante, e cioè l'esistenza di una salinità di tipo sodico all'interno del profilo. L'accumulo di solfati di sodio in questi suoli costituisce un fenomeno assai frequente in quanto la difficoltà di drenaggio che accomuna tutti i suoli delle "depressioni" impedisce anche la lisciviazione dei sali residui che vi risiedono per cause pedogenetiche (tra le principali, il substrato alcalino e la risalita capillare di una falda salmastra). La più importante proprietà è costituita dall'alta omogeneità dei caratteri in tutta la profondità del suolo, a partire dal colore che si presenta grigio scuro sino a 170 cm. I continui fenomeni di contrazione e rigonfiamento con l'alternarsi delle stagioni umide e asciutte determinano una struttura prismatica molto grossolana e ben sviluppata, la presenza di microrilievi superficiali (<i>gilgai</i>) e la formazione di facce di scivolamento e di pressione lungo gli aggregati, carattere, tutti questi, distintivi dei Vertisuoli. Lo scheletro è assente così come la pietrosità superficiale non supera mai il 5% di ciottoli di piccole dimensioni. La tessitura è argillosa entro il primo metro di profondità e diventa limosa (quasi totalmente limo fine) man mano che ci si avvicina al substrato. La presenza di carbonati diffusi in tutti gli orizzonti determinano un alto contenuto in calcare totale e un pH alcalino. Il contenuto in S.O. è molto elevato in tutto il suolo, così come la C.S.C.</p> <p>CLASSIFICAZIONE: clayey over loamy, mixed, superactive, thermic Sodic Haploxerert</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P10 - 08-1351</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: molto profondo (>150 cm)</p> <p><u>Falda</u>: assente</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: piuttosto mal drenato</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: molto elevata (>200 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (< 0,8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: scarso (1-5%), minuto (0,2-5 cm)</p> <p><u>Calcare totale</u>: molto calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: moderatamente alcalino</p> <p><u>Salinità</u>: da moderata ad eccessiva (suolo salino-sodico)</p> <p><u>ESP</u>: molto alto (>15%)</p>

SUOLI SUBORDINATI

I suoli associati al profilo rappresentativo presentano le medesime proprietà appena descritte e pertanto sono stati classificati tutti come Vertisuoli (Typic Haploxererts – P37). Alcune differenziazioni a livello locale sono date dalla presenza di un orizzonte carbonatico, e quindi da un maggior contenuto in calcare totale (Typic Calcixererts – P8), o da un colore bruno piuttosto che grigio scuro, indicante un minor contenuto in sostanza organica e una maggiore presenza di limo e sabbia (Chromic Haploxererts – P14 e Chromic Calcixerert – P17).

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

In assoluto i suoli dell'unità D3 risultano marginalmente adatti all'uso irriguo a causa della bassa permeabilità e della difficile lavorabilità se non in condizioni di stato idrico ottimale (suoli in tempera). Tuttavia, con interventi mirati a risolvere questa limitazione (irrigazione a bassa intensità oraria, sistemazioni idrauliche idonee), sono comunque suoli migliori per le colture erbacee e ortive. Un buon sistema di drenaggi artificiali, oltre che favorire l'allontanamento delle acque in eccesso, risolverebbe anche la lisciviazione dei sali, ampliando ulteriormente la possibilità di scelta delle colture. Una grave limitazione per le colture a radicazione profonda è data, infine, dalla presenza delle argille espandibili e pertanto, nonostante l'elevata profondità dei suoli, tutte le colture arboree sono in genere da escludere.

Descrizione

L'unità D4.1, indicata in carta come *Pauli di Lunamatrona*, costituisce una delle due depressioni chiuse del comprensorio, ovvero un 'area stagnale, morfologicamente confinata che, durante la sua storia geologica, ha rappresentato il punto di accumulo delle acque di scorrimento superficiale e, conseguentemente di apporto colluviale dei materiali marnoso-arenacei erosi dalle colline mioceniche. Occupa in totale l'1,3% della superficie comprensoriale.

Il substrato è costituito da sedimenti argillosi altamente impermeabili, localmente intercalati da sedimentazioni più grossolane, sede di una falda superficiale (entro i 2 metri di profondità) con oscillazione sino a 100 cm dal piano di campagna. Interessata da un'importante opera di bonifica nel primo trentennio del secolo scorso, il Pauli di Lunamatrona attualmente è attraversato longitudinalmente da un unico canale di dreno, complessivamente insufficiente a ridurre i problemi di ristagno idrico e di sommersione che possono verificarsi durante la stagione piovosa. Ciò lo rende da marginalmente adatto a temporaneamente non adatto per una utilizzazione irrigua, salvo l'esecuzione di efficienti opere di drenaggio. L'uso attuale è costituito dagli erbai e dal pascolo.



Superficie (ha) = 24.45



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>Il suolo rappresentativo dell'unità è stato classificato come VERTIC EPIAQUEPT (P39). Il profilo, di tipo A-Cg, ben caratterizza le proprietà di idromorfia del Pauli in quanto evidenzia la presenza di zone di ossidoriduzione di Fe e Mn all'interno del suolo (gley) e un regime di umidità acquico. Il suolo presenta inoltre caratteristiche vertiche nei primi 60 cm di spessore (fessurazioni e facce di pressione), testimonianza di un alto contenuto di argille espandibili. La struttura sino a 65 cm è fortemente sviluppata e anche la porosità efficace è complessivamente alta, sebbene data da pori molto piccoli. La profondità utile alla radicazione oltre i 65 cm è drasticamente ridotta dal forte incremento di argilla, dalla risalita della falda a 100 cm di profondità e dall'aumento della salinità.</p> <p>CLASSIFICAZIONE: very fine, mixed, active, calcareous, thermic VERTIC EPIAQUEPT</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P39 - 08-1451</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: elevata (101-150 cm)</p> <p><u>Falda</u>: poco profonda (50-100 cm)</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: molto mal drenato</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: elevata (>200 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (< 0.8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: assente</p> <p><u>Calcarea totale</u>: molto calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: alcalina</p> <p><u>Salinità</u>: da trascurabile in superficie a forte in profondità (suolo salino-sodico)</p> <p><u>ESP</u>: da normale in superficie a molto alto in profondità</p>

SUOLI SUBORDINATI

<p>Le proprietà descritte per il profilo rappresentativo risultano omogeneamente distribuite anche nel profilo associato (P27), con l'unica eccezione data dalla maggiore escursione della falda che risale sino a 40 cm dal piano di campagna. La presenza di acqua libera nel suolo determina in questo caso la scomparsa dei caratteri vertici, mentre permane il carattere di elevata salinità dovuto alla costante redistribuzione dei sali disciolti nella falda durante la sua oscillazione stagionale. Per questo motivo il suolo è stato classificato come Typic Halaquept, indicante un'alta percentuale di sodio di scambio negli orizzonti profondi.</p>
--

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

<p>Allo stato attuale l'unità risulta marginalmente idonea solo alle colture ortive, che consentono un franco di lavorazione ridotto. Per tutte le altre forme d'utilizzo, irrigazione compresa, i suoli risultano temporaneamente non idonei a meno di adeguati interventi di bonifica.</p>
--

PROFILO MARM1LP039

Sigla: Marm1LP039
Data: 23/04/2008
Comune: Lunamatrona
Località: Pauli
Quota: 135 m s.l.m. **Pendenza:** %
Esposizione: °N
Natura della forma: depressione (in piana di bonifica)
Pietrosità: piccola moderata (0,1-3%)
 media moderata (0,1-3%)
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: colluvio
Form. geol. : depositi colluviali fini del Quaternario recente (Olocen)
Drenaggio: piuttosto mal drenato
Falda (cm dal p.c.): 120
Class. ST '02:



Ap1	0-40 cm	umido; colore umido grigio molto scuro (2,5Y3/1); scheletro principale 1% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, mediamente alterato; ; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 2%; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro lineare
Ap2	40-65 cm	umido; colore umido grigio molto scuro (2,5Y3/1); scheletro principale 10% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da arenite, mediamente alterato; scheletro secondario 2% di 100 mm, arrotondato con litologia costituita da rocce effusive basiche e ultrabasiche, fresco o leggermente alterato; struttura poliedrica angolare grande, debolmente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 3%; concentrazioni soffici ferro-manganesifere di 5 mm, 5% e noduli ferro-manganesiferi di 2 mm, 2%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto ondulato
2A	65-120 cm	molto umido, senza acqua libera; colore umido con 10% di screziature di colore bruno giallastro scuro (10YR4/6) con dimensioni di 4 mm, di evidenza distinta, localizzate in masse intorno a pori o strutture organiche, con arricchimento di ferro; scheletro principale 10% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da marna, molto alterato; ; struttura poliedrica subangolare grande, debolmente sviluppata; pori principali di 0,5 mm, 1%; facce di press. e scorr. non intersecantesi, 10 %; effervescenza debole; limite inferiore chiaro discontinuo
2C	120-150 cm	molto umido, con acqua libera; colore umido con 20% di screziature di colore bruno giallastro scuro (10YR4/6) con dimensioni di 10 mm, di evidenza distinta, localizzate in masse intorno a pori o strutture organiche, con arricchimento di ferro; scheletro principale 10% di 10 mm, irregolare con litologia costituita da marna, molto alterato; , massivo; pori principali di 0,5 mm, 1%; effervescenza debole; limite inferiore abrupto lineare

note: Lavorabilità: moderata
 Percorribilità: moderata
 Lavorazioni: in piano

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap1	0	40			10,5	36,4	53,1	12,7	11,3		8,00	0,39
Ap2	40	65			10,9	31,7	57,4	12,2	10,7		8,40	0,75
2A	65	120			6,7	18	75,3	2,93			8,40	1,42
2C	120	150			2,4	16,4	81,2	1,82			8,80	0,35

Orizz.	Complesso di scambio meq/100g						dens. appar.
	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	CSC	
Ap1	25,21	5,23	30,44	1,61	0,62	32,67	1,31
Ap2	20,54	6,49	27,02	5,79	0,64	34,61	1,16
2A	17,43	12,15	29,57	13,2	0,84	44	1,13
2C	14,19	15,51	29,7	10,9	0,89	42	1,1

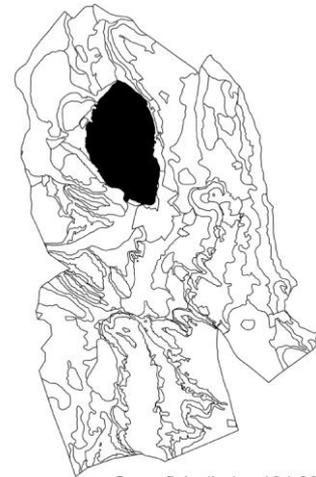
Unità Cartografica D4.2

Descrizione

L'unità D4.2 costituisce la depressione più estesa del comprensorio (Pauli di Pauli Arbarei) occupando il 7% della superficie totale indagata.

Rispetto al Pauli di Lunamatrona, questa depressione ha subito, nel corso degli anni, interventi di bonifica più radicali che non hanno comunque risolto in maniera definitiva i problemi di ristagno idrico e di difficile lavorabilità e trafficabilità. Tuttavia, la maggiore profondità della falda (generalmente a 160-180 cm dal p.c., localmente a 120 cm) consente un buon franco di lavorazione ed anche gli usi appaiono più diversificati (colture foraggere e cerealicole).

Il substrato, costituito da depositi colluviali molto fini, contiene abbondanti gusci di gasteropodi polmonati, a testimonianza dell'origine lacustre. Tale origine è, anche in questo caso, causa di una salinità residuale che negli strati più profondi può risultare assai elevata.



Superficie (ha) = 124.82



SUOLI PRINCIPALI

Descrizione	Caratteri specifici
<p>Il suolo rappresentativo è stato classificato come TYPIC CALCIAQUERT (P13), ossia un Vertisuolo caratterizzato dalla presenza di un orizzonte carbonatico e da un regime <i>acquico</i> per la presenza di una falda che stagionalmente interessa il profilo.</p> <p>L'accumulo di carbonati è visibile a partire dai 50 cm sotto forma di concentrazioni e pendenti soffici. Intorno ai 100 cm compaiono inoltre concentrazioni di Fe e Mn in forma di noduli soffici e duri, segno esplicito di un drenaggio interno molto lento.</p> <p>La struttura è fortemente sviluppata in tutto il profilo e passa dalla poliedrica angolare grossolana alla prismatica dopo il primo strato di aratura. Questo carattere, insieme alla presenza di fessurazioni, di facce di pressione e di slittamento, costituisce la proprietà diagnostica più importante dei Vertisuoli. Da un punto di vista chimico, questo suolo risulta tra i più fertili del comprensorio, soprattutto per l'elevata capacità di scambio cationico e l'alta percentuale di sostanza organica.</p> <p>Un carattere limitante è tuttavia dato dal progressivo aumento della salinità, che dopo i 100 cm raggiunge valori tra i più alti rilevati nell'area (Conducibilità elettrica dell'estratto acquoso del suolo = 10,20 mS/dm e Percentuale di sodio di scambio = 25,44).</p> <p>CLASSIFICAZIONE: clayey over loamy, mixed, superactive, thermic Typic Calciaquert</p> <p>Riferimento di archivio analisi: P13 - 08-1362</p>	<p><u>Profondità effettiva</u>: molto elevata (> 150cm)</p> <p><u>Falda</u>: profonda (>100 cm)</p> <p><u>Tessitura del topsoil</u>: argillosa</p> <p><u>Drenaggio</u>: mal drenato</p> <p><u>Capacità d'acqua disponibile per le piante (AWC)</u>: molto elevata (>200 mm/m)</p> <p><u>Conducibilità idraulica (Ksat)</u>: molto lenta (0,8 cm/h)</p> <p><u>Scheletro totale</u>: scarso (1-5%), minuto (0,2-5 cm)</p> <p><u>Calcarea totale</u>: molto calcareo</p> <p><u>Reazione</u>: alcalino</p> <p><u>Salinità</u>: da trascurabile in superficie a eccessiva con la profondità (suolo salino-sodico)</p> <p><u>ESP</u>: da normale a molto alto in profondità</p>

SUOLI SUBORDINATI

I suoli subordinati dell'unità sono rappresentati da Inceptisuoli con regime di umidità *aquico*, che possono avere più o meno preponderanti le caratteristiche vertiche (Vertic Epiaquept – P28) o l'elevato contenuto in sostanza organica, determinato anche da un'intensa attività biologica (Typic Vermaquept; P25). In entrambi i casi, i suoli mostrano le stesse proprietà di elevata idromorfia per la presenza delle tipiche figure redoximorfiche (zone di ossidazione e di riduzione del Fe e Mn) talora a partire dagli orizzonti di superficie.

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DEI SUOLI IN REGIME IRRIGUO

Marginalmente adatta all'uso irriguo per le stesse limitazioni dell'unità D4.1 con la sola eccezione di una falda più profonda che consente un maggiore franco di lavorazione. Per questo motivo l'unità è moderatamente idonea alle colture con radicazione poco profonda (ortive, erba medica, frumento), marginalmente idonea per il mais e la vite, non idonea per l'olivo e il mandorlo. Le potenzialità d'utilizzo dell'unità possono essere accresciute da una maggiore manutenzione dei canali di bonifica ed il ridimensionamento della rete idraulica già esistenti.

PROFILO MARM1LP013

Sigla: Marm1LP013
Data: 10/04/2008
Comune: Pauli Arbarei
Località: Su Pauli
Quota: 128 m s.l.m. **Pendenza:** %
Esposizione: °N
Natura della forma: depressione (in piana di bonifica)
Pietrosità: piccola comune (3-15%)
 media
 grande
Rocciosità: assente
Uso del suolo:
Substrato: colluvio
Form. geol.: depositi colluviali fini del Quaternario recente (Olocen)
Drenaggio: mal drenato
Falda (cm dal p.c.):
Class. ST '02:



Ap1	0-15 cm	umido; colore umido grigio scuro (10YR4/1); scheletro principale 3% di 5 mm, subarrotondato con litologia costituita da arenite; ; struttura poliedrica angolare grande, fortemente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 1%; effervescenza notevole; limite inferiore abrupto lineare
Ap2	15-50 cm	umido; colore umido grigio scuro (10YR4/1); scheletro principale 3% di 5 mm, subarrotondato con litologia costituita da arenite; ; struttura prismatica molto grande, fortemente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 1%; facce di press. e scorr. non intersecantesi, 30 %; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro lineare
Bk	50-100 cm	umido; colore umido grigio (2,5Y5/1) con 25% di screziature di colore bruno giallastro(10YR5/8) con dimensioni di 10 mm, di evidenza marcata, localizzate in masse intorno a pori o strutture organiche, con arricchimento di ferro con 20% di screziature di colore grigio brunastro chiaro (2,5Y6/2) con dimensioni di 10 mm, di evidenza marcata, localizzate in masse intorno a pori o strutture organiche, con impoverimento di ferro; scheletro assente; ; struttura poliedrica angolare grande, fortemente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 1%; pendenti di carbonato di calcio di 10 mm, 30% e concentrazioni soffici ferro-manganesifere di 3 mm, 3%; facce di press. e scorr. non intersecantesi, 60 %; effervescenza notevole; limite inferiore chiaro lineare
2Bk	100-160 cm	molto umido, senza acqua libera; colore umido grigio molto scuro (2,5Y3/1) con 3% di screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6) con dimensioni di 4 mm, di evidenza marcata, localizzate in masse intorno a pori o strutture organiche, con arricchimento di ferro; scheletro assente; ; struttura poliedrica angolare molto grande, fortemente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 1%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 10 mm, 30% e noduli ferro-manganesiferi di 3 mm, 10%; facce di press. e scorr. non intersecantesi, 60 %; effervescenza notevole; limite inferiore diffuso lineare
2Bck	160-180 cm	molto umido, senza acqua libera; colore umido bruno grigiastro (2,5Y5/2) con 10% di screziature di colore bruno giallastro(10YR5/8) con dimensioni di 10 mm, di evidenza marcata, localizzate in masse intorno a pori o strutture organiche, con arricchimento di ferro; scheletro assente; ; struttura poliedrica angolare molto grande, fortemente sviluppata; pori principali di 0,4 mm, 1%; concentrazioni soffici di carbonato di calcio di 10 mm, 30% e noduli ferro-manganesiferi di 3 mm, 10%; limite inferiore sconosciuto

note: Lavorabilità: moderata - bisogna azzeccare la tempera
 Percorribilità: buona se asciutto o lavorato solo superficialmente
 Lavorazione: non più lavorato dal 1987

In estate le fessurazioni arrivano almeno a 1m e sono larghe 5-6cm;
 se piove si inonda quasi ogni anno, ma se i canali di scolo sono puliti l'acqua defluisce.

ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizz.	Profondità cm		Sabbia %			Limo % totale	Argilla %	CaCO3 %		Carb. org. %	pH H2O	cond. mS/cm
			0,1-2 mm	0,05-0,1mm	totale			totale	attivo			
Ap1	0	15			6,4	33	60,6	20,3	12,6		8,20	0,31
Ap2	15	50			5,3	31,1	63,6	20,7	12		8,50	0,5
Bk	50	100			4,3	92,6	3,1	21,1	12,9		8,10	4,41
2Bk	100	160			8,4	82,7	9	9,56	9,18		8,10	4,88

4. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI SUOLI VERTICI E INDICAZIONI PER UN LORO RAZIONALE UTILIZZO IN REGIME IRRIGUO

4.1 Premessa

Le misure di buona pratica agricola nei Vertisuoli o, più in generale, nei suoli con sviluppo di caratteri vertici, tipici dei paesaggi morfologicamente depressi della Bassa Marmilla, devono essere stabilite soprattutto in base alla conoscenza del loro comportamento idrologico.

L'alta potenzialità produttiva dei suoli dei *pauli* è infatti ridimensionata, per la naturale conformazione fisiografica, da gravi difficoltà di smaltimento idrico per cui, con la trasformazione irrigua di queste aree, si rende più che mai necessario conoscere i contenuti idrici ottimali che esaltino le qualità agronomiche dei suoli senza peggiorare ulteriormente i problemi di ristagno.

In aggiunta alla difficoltà di drenaggio, questi suoli sono caratterizzati da proprietà altamente plastiche e deformabili, dettate dal tipo di argille espandibili presenti, che ne riducono il periodo di lavorabilità e trafficabilità e li rendono vulnerabili a fenomeni di degrado per costipamento e destrutturazione.

Per i suddetti motivi, sui suoli delle unità D3, D4.1 e D4.2 (la prima rappresentante le depressioni aperte, le seconde le depressioni chiuse o *pauli*) è stata condotta anche un'analisi geotecnica per definire i limiti di Atterberg (contenuto idrico al limite di liquidità, plasticità e ritiro) degli orizzonti superficiali. Tali analisi, sebbene comunemente utilizzate per scopi ingegneristici nel campo delle costruzioni, trovano comunque un'utile applicazione anche nel settore agrario in quanto aiutano a caratterizzare le attitudini idro-meccaniche del suolo e a definire le soglie di umidità che sarebbe meglio non superare per garantire la preservazione dello suolo stesso dai fenomeni di degrado. Questa soglia può essere individuata attraverso il confronto dei limiti di Atterberg con i contenuti idrici alla capacità di campo² e al punto di appassimento³ specifici per ciascun suolo che rappresentano i parametri idrologici fondamentali per la gestione agricola in qualsiasi intervento colturale irriguo.

Le determinazioni hanno interessato, in totale, 10 campioni di suolo, scelti sulla base dell'estensione dell'unità nel territorio e della rappresentatività dei profili ad esse appartenenti, come riportato nel seguente schema:

² Contenuto idrico del suolo liberamente drenato.

³ Stato idrico del suolo al di sotto del quale le piante non sono più in grado di estrarre l'umidità residua (contenuto idrico matriciale).

Unità cartografica	N. Profilo	Orizzonte	Profondità (cm)
D3	P8	Ap	0-40
	P10	Ap	0-45
	P14	Ap1	0-10
		Ap2	10-60
	P17	Ap	0-30
P37	Ap	0-50	
D4.1	P39	Ap	0-40
D4.2	P13	Ap1	0-15
		Ap2	15-50
	P28	Ap1	0-40

4.2 Risultati

I parametri utilizzati per la caratterizzazione dei suoli vertici sono stati:

- W_L = contenuto idrico in % del suolo al limite di liquidità
 W_P = contenuto idrico in % del suolo al limite di plasticità
 W_R = contenuto idrico in % del suolo al limite di ritiro
 I_p = Indice di plasticità ($W_L - W_P$)
Arg = contenuto % di argilla nel suolo
 I_a = Indice di attività delle argille (I_p / Arg)
CC = contenuto idrico in % del suolo alla capacità di campo
PA = contenuto idrico in % del suolo al punto di appassimento
AWC = % di acqua disponibile nel suolo ($CC - PA$)

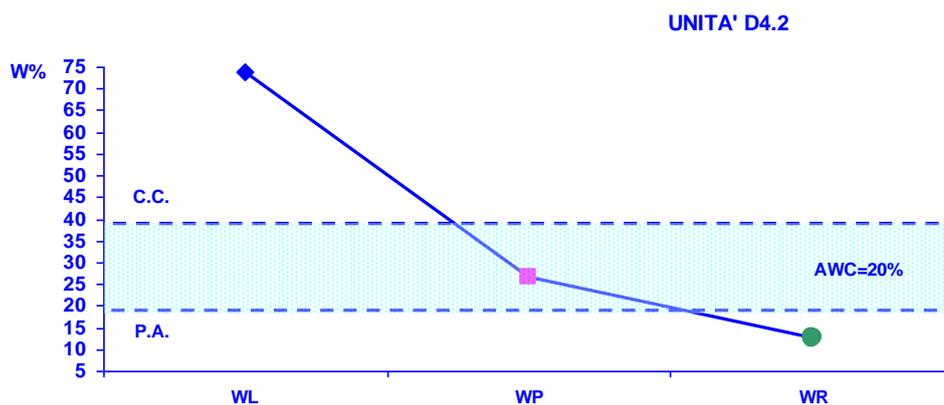
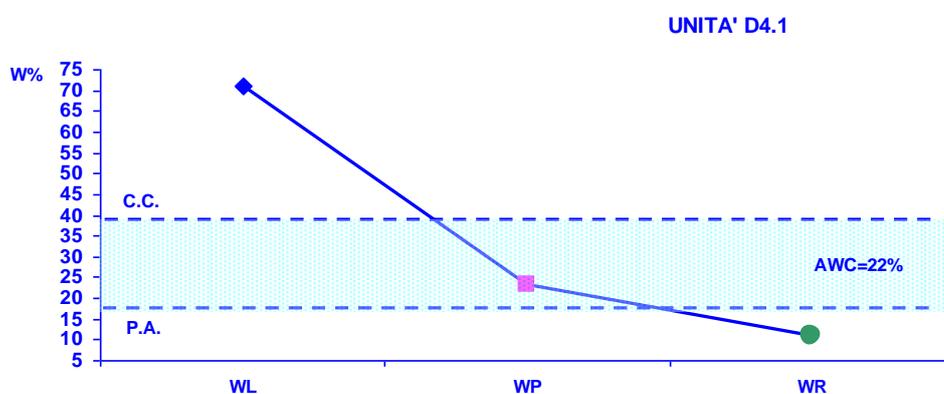
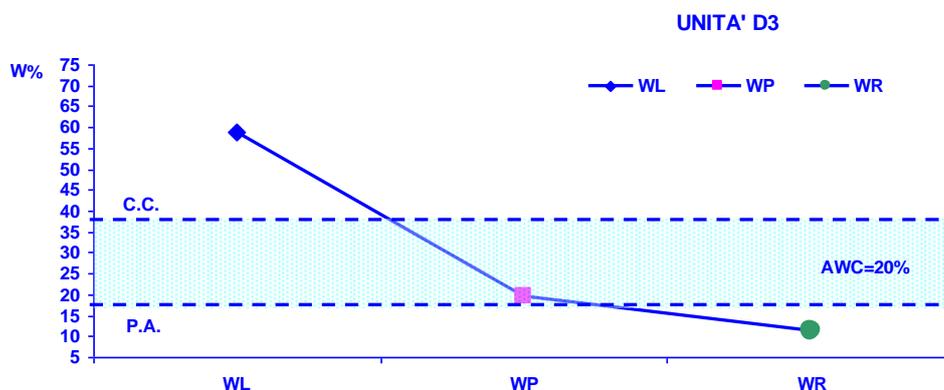
In tabella 1 sono riportati i risultati relativi a ciascuna unità cartografica utilizzando, per le unità D3 e D4.1 che raggruppavano più profili, il dato medio dei diversi campioni, poiché la variabilità dei caratteri analizzati è risultata abbastanza contenuta.

In figura 1, invece, è stata data una rappresentazione grafica dei contenuti idrici ai diversi limiti, che evidenzia le relazioni tra soglie di umidità e comportamenti del suolo.

Tabella 1

	WL	WP	WR	I_p	Arg	I_a	CC	PA	AWC	
	%									mm/m
Unità D3	59	19	11	40	47,06	0,84	37,3	17,6	206	19,7
Unità D4.1	71	23	11	48	53,10	0,90	39,8	17,3	239	22,6
Unità D4.2	74	27	13	47	61,95	0,76	39,9	19,4	226	20,4

Figura 1 – Relazioni tra contenuti idrici ai diversi limiti nelle tre unità



WL = Contenuto idrico (%) al limite di Liquidità; WP = Contenuto idrico (%) al limite di Plasticità; WR = Contenuto idrico (%) al limite di Ritiro; C.C. = Contenuto idrico (%) alla Capacità di Campo; P.A. = Contenuto idrico (%) al Punto di Appassimento; AWC = Intervallo di riserva idrica disponibile per le piante

L'analisi dei dati e dei grafici permette di fare le seguenti considerazioni:

1. il limite di plasticità è per tutte e tre le unità molto vicino al punto di appassimento, ma i suoli dell'unità D3, rispetto agli altri, mostrano il limite più basso. Ciò indica che è sufficiente anche un incremento minimo di umidità, a partire dalla condizione di suolo secco, perché inizi a crearsi uno stato sfavorevole alla trafficabilità e lavorabilità dello stesso;
2. condizioni di minor lavorabilità, nell'unità D3, potrebbero anche essere dovute al differente tipo di argille presenti, piuttosto che dal loro contenuto totale; ciò è evidenziato dalla variabile I_a ($I_a = I_p / Arg$), indicante il grado di attività delle argille nel suo significato di "espansibilità". Infatti, in tutti i suoli delle tre unità, le argille risultano normalmente attive, con un indice $I_a > 0,75$ e $< 1,25$ (tra *Illiti* e *Montmorilloniti*), ma i suoli della D3 sono quelli che maggiormente si avvicinano al tipo montmorillonitico, ovvero le più espandibili;
3. tutte le unità sono dotate di un'alta riserva idrica naturale, possedendo un AWC sempre > 200 mm/m. Questo carattere costituisce di fatto il parametro idrologico più favorevole di questi suoli, soprattutto se visto in un'ottica di risparmio idrico e di ottimizzazione dell'irrigazione, in quanto consente una contrazione della stagione irrigua al periodo di massima esigenza idrica della coltura e turni di ricarica della riserva meno vincolanti.

Con la definizione dei contenuti idrici al limite di plasticità e di liquidità, infine, è stato possibile valutare il grado di consistenza dei suoli per diversi stati di umidità, la cui espressione è $I_c = (W_L - W) / (W_L - W_P)$, dove W indica un generico contenuto idrico del suolo.

L'indice di consistenza fornisce un'utile indicazione sulla variazione di capacità di carico del suolo al variare del suo stato di umidità. Analogamente, a parità di contenuto idrico, ogni suolo reagisce in modo differente in funzione delle proprie caratteristiche costituzionali (tipo e contenuto di argilla) e la possibilità che le sollecitazioni lo deformino in modo più o meno permanente dipende dalla consistenza che presenta al momento della sollecitazione stessa.

Nel caso di suoli agricoli, la maggior fonte di sollecitazione, e quindi la possibilità di degrado per compattazione, è costituita dalla compressione esercitata dal passaggio dei mezzi meccanici.

Per suoli altamente deformabili, come i Vertisuoli, risulta pertanto opportuno stimare la condizione critica di umidità che preclude la loro trafficabilità.

Varie fonti bibliografiche riportano la resistenza alla compressione semplice (espressa in kg/cm^2) per differenti valori di I_c .

La tabella 2 fornisce un raffronto tra le varie fonti consultate e quindi utilizzate per le valutazioni sui Vertisuoli della Bassa Marmilla.

Considerando uno tra i mezzi agricoli più comuni, ovvero un trattore gommato corredato di accessori, si stima che, mediamente, eserciti una compressione sul suolo compresa tra valori di 0,7 e 1,1 kg/cm^2 . Dal raffronto con la tabella 2, si evince pertanto che la consistenza minima del suolo per la lavorabilità e trafficabilità deve corrispondere ad un $I_c \geq 0,75$.

Tabella 2

Consistenza - Ic			Resistenza alla compressione semplice q_u (kg/cm ²)
Colombo	Cavazza	Ricceri	
-	-	fluida	<0
molto molle	-	fluido-plastica	<0,25
molle	plastico (deformabile e adesivo) - Ic=0,50-0,75	molle-plastica	0,25-0,5
		plastica	
mediamente compatto	rigido-plastico - Ic=0,75-1,0	solido-plastica	0,5-1,0
compatto	mediamente duro - Ic=1,0-1,3	solida	1,0-2,0
molto compatto	duro - Ic>1,3		2,0-4,0
duro			>4,0

Le condizioni limite di lavorabilità e trafficabilità per i suoli delle unità D3, D4.1 e D4.2 sono state ricercate a partire dal contenuto idrico alla capacità di campo; la sintesi delle valutazioni è riportata in figura 2.

Figura 2 – Da Cavazza L. e Patrono A., 2005. *Modificato*

unità D3 (C.C. = 37%; PA. = 18%)						
W%	Ic	Lavorabilità				Trafficabilità
		realizzazione dreni con aratro-talpa	con posadreni	Aratura	Discissura	
40						
38						
37	0,55	+	-	-	-	-
35						
29	0,76	+	±	±	-	±
19						
18	1,05	-	+	+	+	+
17						
rispetto alla C.C. - 8% d'acqua						

unità D4.1 (C.C. = 40%; PA. = 17%)						
W%	Ic	Lavorabilità				Trafficabilità
		realizzazione dreni con aratro-talpa	con posadreni	Aratura	Discissura	
40						
38						
37						
35	0,65	+	-	-	-	-
29						
29	0,75	+	±	±	-	±
19						
18						
17	1,13	-	+	+	+	+
rispetto alla C.C. - 5% d'acqua						

unità D4.2 (C.C. = 40%; PA. = 19%)						
W%	Ic	Lavorabilità				Trafficabilità
		realizzazione dreni con aratro-talpa	con posadreni	Aratura	Discissura	
40						
38						
37						
35						
29						
19						
19	0,72	+	-	-	-	-
18						
18	0,76	+	±	±	-	±
17						
	1,16	-	+	+	+	+
rispetto alla C.C. - 2% d'acqua						

+ (praticabile); ± (limitatamente praticabile); - (non praticabile)

Dalle valutazioni emerge che i suoli dell'unità **D3** risultano maggiormente esposti a un rischio di degrado per compattazione e destrutturazione se non lavorati ad adeguati contenuti idrici; il valore massimo di umidità individuato è il 29%, pari a a -8% rispetto alla capacità di campo.

Lo stesso dicasi per il *pauli di Lunamatrona* (unità **D4.1**), che mostra un contenuto idrico massimo al 35% (-5% dalla CC), mentre per il *Pauli Arborei* (unità **D4.2**), tale valore è individuato al 38% (-2% dalla CC).

5. LA CARTA DELLA RISERVA IDRICA (AWC) DEI SUOLI

Questa carta costituisce il secondo allegato cartografico ed è stata redatta allo scopo di fornire una sintesi di facile e immediata lettura della proprietà idrologica più importante per suoli ad utilizzo agricolo, cioè la loro capacità di incamerare acqua e di renderla disponibile per le piante.

L'AWC (Available Water Capacity) dei suoli varia in funzione di importanti caratteristiche fisiche, tra cui la composizione granulometrica, la densità apparente e la quantità di sostanza di sostanza organica presente nel suolo.

In laboratorio tale dato è derivato dalla differenza tra i contenuti idrici alla capacità di campo e al punto di appassimento, espressi come percentuale d'acqua trattenuta dal suolo alla tensione, rispettivamente, di -0,33 bar (pF2.5) e -15 bar (pF 4.2).

La percentuale di acqua disponibile viene espressa, analogamente al dato pluviometrico, come altezza d'acqua, ossia in mm. Questa altezza va poi rapportata alla profondità effettivamente utile alla radicazione che, per i suoli profondi, è riferita per convenzione a 1 metro (mm/m).

Sono comunemente individuate 5 classi di AWC, dalla molto bassa per valori < 50mm/m alla molto elevata per valori >200 mm/m.

La tabella 3, riportata anche in carta, ripropone la sintesi dei dati di AWC calcolati per ogni unità cartografica.

Il parametro, espresso anche in forma volumetrica (m³/ha), evidenzia quanto i suoli dell'area indagata posseggano, complessivamente, una buona capacità di riserva idrica se rapportata all'effettiva profondità, con l'unica eccezione dei suoli delle unità E2.2 (suoli in FASE SABBIOSA) il cui debole spessore limita notevolmente, come sarà meglio riferito nello studio di suscettività d'uso, anche la possibilità di diversificazione colturale in regime irriguo.

Tabella 3

CLASSI	UNITA' CARTOGRAFICA	RISERVA IDRICA		Profondità effettiva del suolo rappresentativo (cm)	Stima della Conducibilità idraulica saturata del suolo in cm/h
		mm/m ⁽¹⁾	m ³ /ha		
CLASSE 1 - MOLTO ELEVATA (AWC > 200 mm/m)	D - 3	206	2064	170	0,22
	D - 4.1	239	2390	120	0,23
	D - 4.2	226	2261	180	0,27
CLASSE 2 - ELEVATA (AWC tra 150 e 200 mm/m)	E - 1.2	171	1710	150	0,38
	E - 3.3	192	1923	120	0,46
	E - 5	174	1739	150	0,23
	D - 2	175	1750	180	0,37
CLASSE 3 - MODERATA (AWC tra 100 e 150 mm/m)	E - 1.1	134	1338	65	0,44
	E - 3.2	128	1275	70	0,19
	E - 4	112	1115	65	0,21
	D - 1	141	1409	130	0,21
CLASSE 4 - BASSA (AWC tra 50 e 100 mm/m)	E - 2.1	72	719	55	0,45
	E - 3.1	89	890	50	0,25
CLASSE 5 - MOLTO BASSA (AWC < 50 mm/m)	E - 2.2	14	139	30	0,58
	E - 2.3	45	453	30	0,41

⁽¹⁾ Per profondità reali del suolo > 100 cm, l'AWC è riferita ad 1 metro di spessore; laddove i suoli hanno uno spessore inferiore l'AWC è invece riferito alla profondità reale del suolo (Unità E-1.1, E-3.2, E-4, E-2.1, E-3.1, E-2.2, E-2.3) .

Nella tabella 3, infine, è stata riportata anche una stima della conducibilità idraulica satura (K_{sat}), espressa in cm/h, in funzione delle tessiture dei suoli rappresentativi (% di sabbia e di argilla) e della pendenza relativa alla loro posizione fisiografica.

Tale stima permette di valutare la velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo in condizioni sature, ossia la sua permeabilità, e fornisce i valori di riferimento su cui stabilire, in un piano irriguo, l'intensità oraria dell'adacquamento.

6. RIEPILOGO DELLE ATTIVITA'

Le indagini e le ricerche svolte rappresentano una parte degli studi propedeutici alla progettazione dello schema idrico del Flumineddu per l'alimentazione irrigua della Bassa Marmilla.

Nello specifico, le attività hanno avuto lo scopo di dettagliare la Carta dei suoli irrigabili della Sardegna del Piano Acque del 1986, attraverso un nuovo rilevamento pedologico alla scala 1:10.000, che ha permesso di acquisire maggiori conoscenze sulle proprietà fisiche, chimiche e idrologiche dei suoli che saranno irrigati.

La caratterizzazione dei suoli è consistita in:

- analisi standard di laboratorio;
- caratterizzazione idrologica;
- caratterizzazione geotecnica dei suoli più problematici (Vertisuoli);
- classificazione tassonomica.

Il territorio è stato delimitato in unità cartografiche, descritte sulla base delle diverse caratteristiche pedologiche, che rappresentano unità di gestione in funzione degli usi agricoli sia in asciutto che in previsione dell'attrezzamento irriguo (**Carta dei Suoli**).

Il territorio così indagato è stato oggetto di una classificazione sulla base dei parametri idrologici, misurati o stimati, fondamentali per una valutazione agronomica: 1) la riserva idrica - *AWC* e 2) la conducibilità idraulica - *K saturo*. (**Carta della riserva idrica**).

Tutti i dati acquisiti sono stati archiviati in apposito database e informatizzati in cartografie tematiche collegate a un Sistema Informativo che consente una facile interrogazione del dato e un loro aggiornamento.

La caratterizzazione dei suoli, con la relativa cartografia, ha costituito lo studio di base per la predisposizione di diverse ipotesi di un utilizzo irriguo dell'area; questa fase si è realizzata attraverso la valutazione attitudinale dei suoli agli usi agricoli più significativi e all'irrigazione (**Relazione n. 2**).

BIBLIOGRAFIA

COLOMBO P. 1984. *Elementi di geotecnica*. Zanichelli, Bologna

CREMASCHI M., RODOLFI G., 1991. *Il suolo*. Ed. NIS, Roma

F.A.O., 1977. *Guideline for soil profile description*. Rome

F.A.O., 1979. *Soil survey investigation for irrigation*, Soil Bulletin n. 42, Rome

CAVAZZA L., PATRUNO A., 2005. *Terreno agrario. Il comportamento fisico*. Ed. REDA, Torino

GIORDANO A., 1999. *Pedologia*. Ed. UTET, Torino

RICCERI G., 2008. *Identificazione, proprietà fisiche e classificazione dei terreni*. In: <http://www.image.unipd.it/ricceri/geotecnica/2%20%20Argomenti%20di%20ingegneria%20geotecnica.pdf>

SOIL SURVEY STAFF, 2006. *Keys to soil taxonomy*. U.S.D.A., Whashington