



RWM ITALIA SpA

Località Matt'è Conti – Domusnovas (SU)

Località San Marco – Iglesias (SU)

Modello idrogeologico del basamento paleozoico

IL COMMITTENTE

RWM ITALIA SpA

IL PROFESSIONISTA

[REDACTED]

[REDACTED]

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 2 di 36 Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	RISCONTRO AI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO.....	8
3.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	8
3.2	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO.....	8
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	10
4.1	PALEOZOICO	11
4.2	NEOZOICO (QUATERNARIO).....	18
4.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	19
5	TETTONICA.....	21
6	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE	24
6.1	INQUADRAMENTO CLIMATICO	24
6.2	CARATTERI IDROGEOLOGICI	25
7	CARATTERIZZAZIONE DEGLI ACQUIFERI	28
7.1	MODALITÀ DI CIRCOLAZIONE IDRICA ALL'INTERNO DEI MEZZI ROCCIOSI FRATTURATI	28
7.2	CARATTERIZZAZIONE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	29
7.3	CARATTERIZZAZIONE DELL'ACQUIFERO PROFONDO	31
8	CONCLUSIONI.....	35

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 3 di 36 Rev. 0

1 PREMESSA

Il presente elaborato ha lo scopo di fornire un riscontro alle osservazioni e ai chiarimenti richiesti in merito alla caratterizzazione idrogeologica dell'area dello Stabilimento RWM Italia SpA, Località Matt'è Conti, Domusnovas (SU) e Località San Marco, Iglesias (SU), nell'ambito del procedimento di V.I.A. "ex post" (comprensivo dello screening di V.Inc.A), ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e delle Direttive regionali in materia di V.I.A. allegata alla Delib. G.R. n. 11/75 del 24/03/2021 per il progetto: "Nuovo Campo Prove R140 e nuovi Reparti R200 e R210" - Valutazione degli effetti cumulativi delle nuove strutture con l'impianto preesistente (Richiesta RAS Prot. 9947 del 19.04.2022 – Sentenza del Consiglio di Stato 7490/2021 del 10.11.2021).

In particolare, con il presente documento si vuole fare una sintesi e dare un riscontro, nel paragrafo 2, ai punti di seguito richiamati e riportati nel resoconto della conferenza di servizi istruttoria del 26 marzo 2024 del procedimento summenzionato (rif. nota protocollo n. 11966 del 12 aprile 2024 della Regione Autonoma della Sardegna - Direzione Generale dell'Ambiente - Servizio Valutazione Impatti e Incidenze Ambientali):

[...]

a) Falda sotterranea (pagina 7 - Resoconto Conferenza di Servizi Istruttoria)

[...]

Permane una certa incertezza invece sulla caratterizzazione idrogeologica dell'area dell'impianto in quanto i diversi documenti che analizzano l'idrogeologia dell'area riportano dati non uniformi, in particolare l'allegato L: Relazione geologica e geotecnica nuovi fabbricati riporta come sulla base dei sondaggi effettuati "La presenza nell'acqua nel sottosuolo sia piuttosto uniforme seppur con diverse caratteristiche idrodinamiche dovute essenzialmente alla geometria del complesso sistema di fratture dell'ammasso roccioso".

Il documento ALLEGATO E-1_Poligono R140_Relazione Geologica e Geotecnica sostiene invece che: "le perforazioni nell'area di intervento, approfondite sotto le previste quote di escavo, non hanno evidenziato tracce di circolazione idrica sotterranea". Lo stesso concetto è ribadito anche dalla Relazione tecnica ed idrogeologica integrativa (Allegato 10.1) che esclude la presenza di falde idriche sotterranee senza fare alcun riferimento però

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 4 di 36 Rev. 0

ai 4 pozzi presenti nell'area (SIA pag. 158 e All.II_Monitoraggio pozzi) che soddisfano i fabbisogni dell'impianto che attingono ad una falda più o meno profonda con portate complessive non trascurabili valutabili in alcuni litri al secondo e con livelli piezometrici in condizioni statiche a pochi metri dal piano campagna.

Appare chiaro come manchi un lavoro di sintesi in grado di valutare tutte le conoscenze acquisite tramite pozzi, piezometri e sondaggi, in modo di fornire un'informazione ponderata delle caratteristiche idrogeologiche del settore, che appaiono ancora deficitarie e meritevoli di un riordino delle conoscenze acquisite.

Da una prima analisi appare probabile che l'acquifero sia in realtà un acquifero fratturato in pressione con falda in rete ad una profondità variabile, non definibile come superficiale, e che le acque rilevate in alcuni piezometri superficiali siano in realtà le acque stagnanti utilizzate nell'esecuzione del foro.

Si ritiene pertanto che la Proponente debba rivedere il modello idrogeologico, alla luce dei dati da lei stessa forniti, che non devono risultare in contraddizione tra loro.

[...]

b) Acque sotterranee (pagina 9 - Resoconto Conferenza di Servizi Istruttoria)

[...]

Inoltre, si rappresenta anche che le osservazioni sulle acque sotterranee fatte da ARPAS in relazione alla documentazione presentata non vengono smentite dalle integrazioni. Infatti nelle relazioni precedenti, come già evidenziato e non negato dal proponente, sono riportate per 7 piezometri completati nelle aree dei reparti R200 e 210, soggiacenze che variano da 0,5 a 3 m dal piano di campagna con una media intorno al metro. Le affermazioni relative alla scarsa permeabilità dell'acquifero sono in generale condivisibili, ma nel particolare i dettagli forniti dalla documentazione non sono coerenti con questa affermazione. Infatti anche dalle prove di pozzo documentate emerge per esempio che nel pozzo 3 la soggiacenza è a 2,4 m dal p.c. con una portata critica di 1,2 l/s. Inoltre con tutti i pozzi in funzione RWM emunge circa 24.000 mc anno a dimostrazione della presenza di

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 5 di 36 Rev. 0

una falda acquifera, della quale però non si hanno chiari riferimenti di quota, nell'acquifero considerato a bassa permeabilità.

Si ricorda inoltre che nella formulazione attuale del DLgs. 152/06 i parametri di misura sono in relazione alle “acque sotterranee” e non più alle “falde acquifere”, fatto che determina che anche una minima circolazione di acque merita una tutela come richiesta dalla norma, e quindi la presenza accertata dal professionista di una pur minima circolazione di acque nelle porzioni più superficiali conferma quanto osservato da ARPAS.

[...]

Il documento inoltre si propone di ricostruire, a partire dal paragrafo 3, il modello idrogeologico dell'area su cui insiste lo Stabilimento RWM Italia SpA.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDAZIONE]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 6 di 36 Rev. 0

2 RISCONTRO AI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per la redazione del presente elaborato, sono state prese in considerazione le informazioni riportate nei seguenti documenti, allegati allo Studio di Impatto Ambientale e alle successive integrazioni depositate nell'ambito della procedura in oggetto:

- Allegato E-1: Progettazione dei muri di sostegno del poligono e plinti di fondazione pali LPS casamatta;
- Allegato G: Relazione verifiche idrogeologiche RT4900301 – All.J_2 Verifiche idrogeologiche per la realizzazione del Campo Prove R140 in Località San Marco;
- Allegato L: Relazione geologica e geotecnica – Nuovi fabbricati;
- Allegato M: Relazione sull'utilizzo delle terre e rocce da scavo – Nuovi fabbricati;
- Allegato 10.1: Relazione tecnica idrogeologica.

In riferimento ai documenti di cui sopra e a quanto riportato nei punti a) e b) di cui al paragrafo precedente, si puntualizza e si osserva quanto segue:

Resoconto Conferenza di Servizi	Riscontro
L'Allegato L "Relazione Geologica e Geotecnica - Nuovi fabbricati" riporta come sulla base dei sondaggi effettuati <i>"...la presenza dell'acqua nel sottosuolo sia piuttosto uniforme seppur con diverse caratteristiche idrodinamiche dovute essenzialmente alla geometria del complesso sistema di fratture dell'ammasso roccioso"</i> .	I piezometri allestiti hanno effettivamente evidenziato una falda superficiale limitata alla porzione più superficiale dell'ammasso roccioso, caratterizzato da una permeabilità per fratturazione, e alimentata dall'infiltrazione di acque meteoriche. Si tratta quindi di una falda a carattere effimero e stagionale.
L'Allegato E-1 "Poligono R140_Relazione Geologica e Geotecnica" sostiene invece che <i>"...le perforazioni nell'area di intervento, approfondite sotto le previste quote di escavo, non hanno evidenziato tracce di circolazione idrica sotterranea"</i> .	Tale risultato non è in contrasto con quanto rilevato al punto precedente. Il fatto che non sia stata rilevata una circolazione idrica può essere imputabile alla scarsa piovosità o alla scarsa permeabilità locale dell'ammasso roccioso. Verosimilmente è più probabile la seconda ipotesi in quanto le osservazioni fatte nel tempo, lungo le pareti di scavo, non hanno evidenziato risorgive.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 7 di 36 Rev. 0

Resoconto Conferenza di Servizi	Riscontro
<p>Lo stesso concetto è ribadito anche dalla Relazione tecnica ed idrogeologica integrativa (Allegato 10.1) che esclude la presenza di falde idriche sotterranee senza fare alcun riferimento però ai 4 pozzi presenti nell'area (SIA pag. 158 e All.II_Monitoraggio pozzi) che soddisfano i fabbisogni dell'impianto che attingono ad una falda più o meno profonda con portate complessive non trascurabili valutabili in alcuni litri al secondo e con livelli piezometrici in condizioni statiche a pochi metri dal piano campagna.</p>	<p>Nell'Allegato 10.1, la dicitura “falda idrica sotterranea” è stata utilizzata esclusivamente per distinguerla dalle acque superficiali. Nello specifico si voleva citare l'assenza di una falda in s.s. e quindi permanente al fine di distinguerla da una circolazione sotterranea a carattere effimero.</p> <p>La nota dello Scrivente aveva l'obiettivo di rispondere allo specifico quesito (rif. paragrafo 26 “Acque sotterranee parte I” del documento “Parte II - Risposta alle integrazioni e ai chiarimenti richiesti da Arpas - Dipartimento Sulcis (rif. Nota RAS A00 05-01-00 prot. 24331 del 10/08/2023)):</p> <p><i>“In merito alle acque sotterranee, si evidenzia che nelle indagini dell'area R200 (allegato M) sono riportate informazioni relative al ritrovamento di una falda superficiale (da 0,5 a 3 m di soggiacenza), di cui si afferma che la stessa abbia una “trasmissività non trascurabile”, fatto confermato dalle campionature eseguite in modalità dinamica. Sono stati attrezzati dei piezometri ed eseguite campionature ed analisi chimiche. Questo contrasta con affermazioni ritrovate in gran parte della documentazione dove si esclude la presenza di una falda superficiale [...]”</i></p> <p>e quindi aveva escluso le falde profonde.</p>

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 8 di 36 Rev. 0

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

3.1 Inquadramento geografico

L'area su cui insiste lo stabilimento della RWM Italia ricade in parte nel Comune di Domusnovas località Matt'è Conti e in parte nell'isola amministrativa San Marco del Comune di Iglesias entrambi nella Provincia Sud Sardegna. **Fig. 2.1/A.**

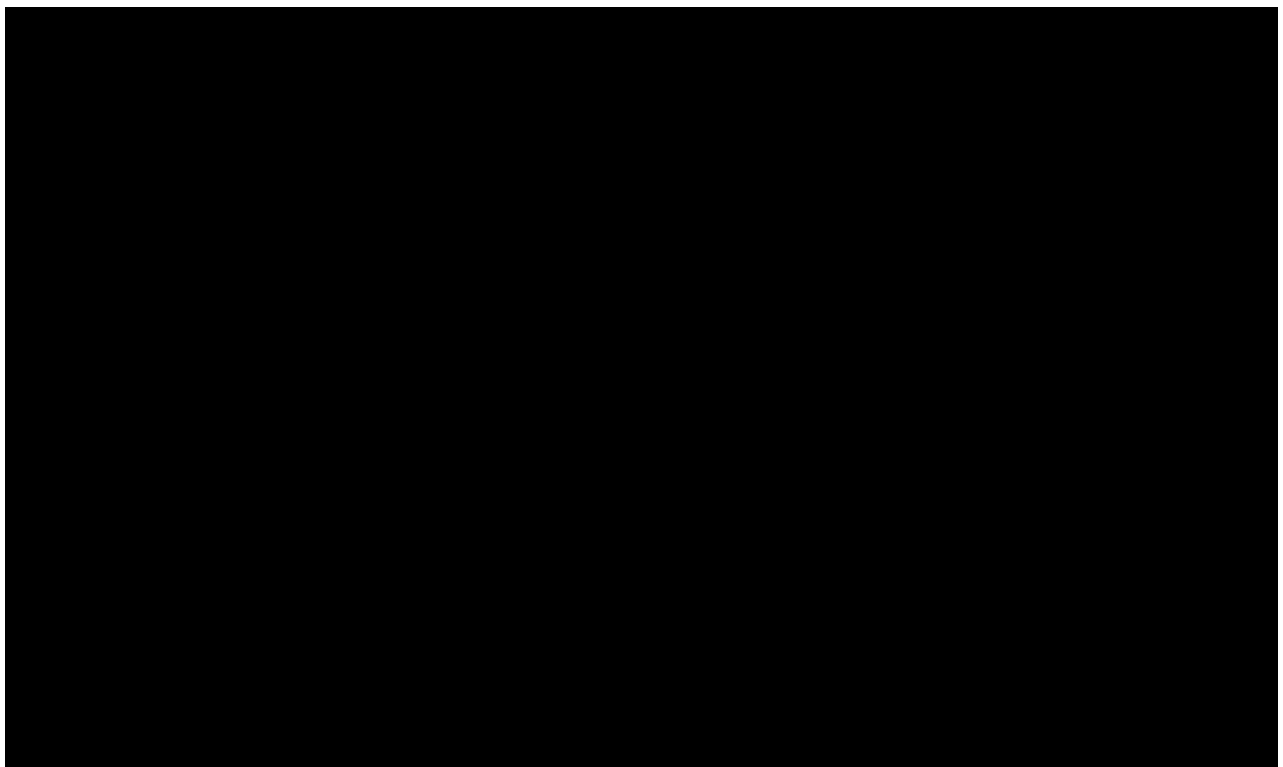


Fig. 2.1/A: inquadramento geografico dell'area di interesse

3.2 Inquadramento cartografico

Dal punto di vista cartografico l'area interessata dalla ricerca ricade nella seguente cartografia:

- Foglio N° 556 Sez. IV denominato "Vallermosa" in scala 1:25.000 dell'I.G.M. (Fig. 2.2/A);
- Foglio 556050 denominata "Musei" in scala 1:10.000 del C.T.R. (Fig. 2.2/B);

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 9 di 36 Rev. 0

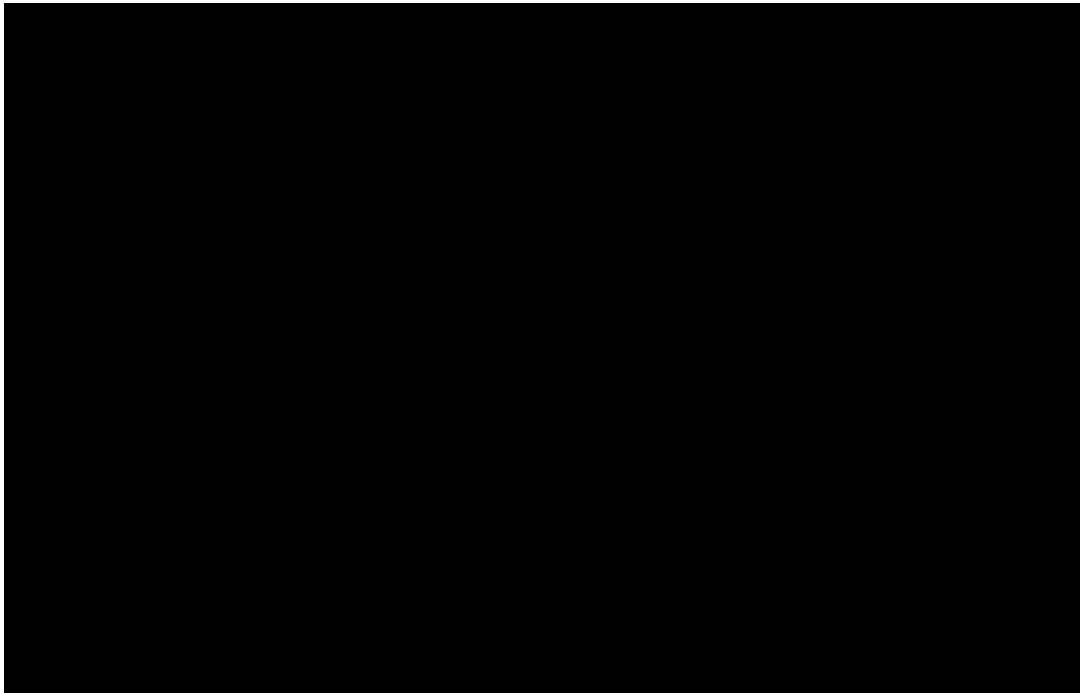


Fig. 2.2/A: Stralcio del foglio 556 Sez. IV "Vallermosa" in scala 1: 25.000 dell'I.G.M.

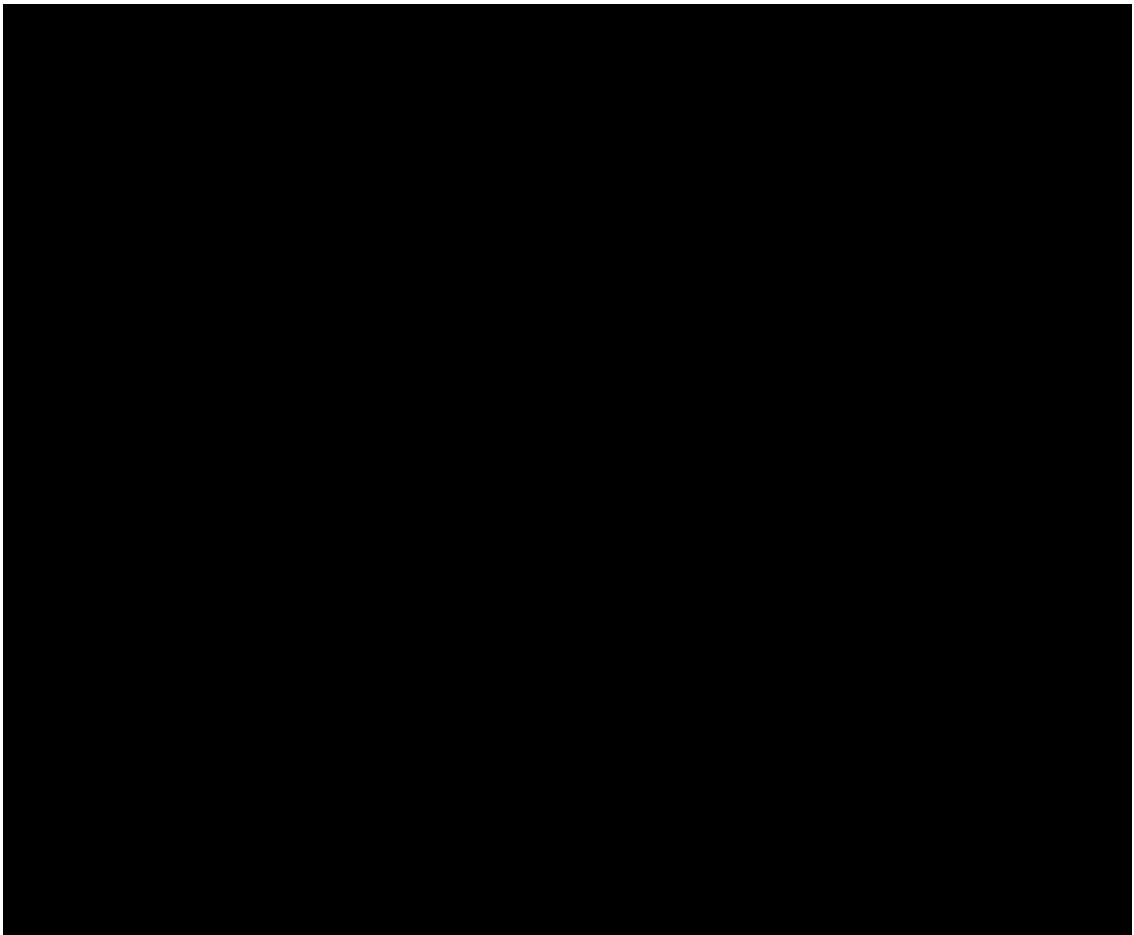


Fig. 2.2/B: Stralcio del Foglio 556050 "Musei del CTR in scala 1:10000

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 10 di 36 Rev. 0

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il settore oggetto del presente studio ricade, dal punto di vista geologico nella “Zona esterna” e in particolare al margine settentrionale della “Fossa del Cixerri”.

Tale porzione di territorio, come del resto l'intera area sarda, nell'era Paleozoica è stata interessata dai due grandi movimenti orogenetici caledoniano (cambrico-silurico) ed ercinico (permo-carbonifero), che hanno sconvolto i sedimenti preesistenti.

Gli strati depositi nel Cambrico e nell'Ordoviciano inferiore, durante la “Fase Sarda” dell'orogenesi caledoniana (Ordoviciano medio), sono stati piegati e sollevati con conseguente emersione e successiva parziale erosione della serie.

Alla fine del Carbonifero inferiore i sedimenti accumulatisi nel Paleozoico per diverse migliaia di metri di spessore, subendo piegamenti (diretti Nord-Sud caratteristici della seconda fase dell'orogenesi ercinica ed evidenti solo nell'Iglesiente-Sulcis) e ribaltamenti provocati dalle compressioni orogenetiche erciniche, assumono una generale tessitura scistosa. Vaste porzioni di pieghe e falde di ricoprimento (costituite per la maggior parte da scisti e arenarie cambro-ordoviciane ad Acritarchi) sono state rovesciate l'una sull'altra e strappate da settori più settentrionali dell'Isola: dal Gennargentu all'Iglesiente-Sulcis e al Gerrei Sarrabus, le falde si sono sovrapposte da Nord verso Sud o verso Sud-Ovest, accavallandosi ripetutamente fra loro su fronti lunghi 40-100 Km e subendo traslazioni orizzontali di diverse decine di chilometri. Successivamente, ma soprattutto verso la fine dell'orogenesi, potenti masse intrusive di graniti, risalite attraverso le strutture scistose deformate hanno sollevato le falde e le pieghe erciniche, iniettando filoni di lave e inducendo fenomeni di metamorfismo termico.

Una fase tettonica dell'orogenesi Alpina, alla fine del Cretaceo ha provocato l'emersione totale dell'area sarda, ridotta nel Mesozoico ad un vero e proprio penepiano dall'intensa erosione permiana, cui è seguito un periodo di continentalità destinato ad esumare almeno in parte il vecchio penepiano paleozoico. Nella piana del Cixerri ed in altre aree limitrofe, durante l'Eocene, si sono depositate arenarie ed argille spesso rossastre d'ambiente fluviale, lagunare e più frequentemente di steppa per spessori fino a 300 m (Formazione del Cixerri). Alla fine di tale periodo, ma soprattutto durante l'Oligocene, ripetute dislocazioni per frattura e spinte orogenetiche (contraccolpi dell'orogenesi Alpina) hanno frammentato l'area suddividendola in blocchi formati in prevalenza dal basamento paleozoico sollevato e separati da fosse di sedimentazione terziarie, più o meno interessate da un vulcanismo di tipo alcali-calcico. Secondo la maggior parte dei geologi, nell'Oligocene il massiccio sardo-corso si è spostato nel Mediterraneo occidentale sempre più verso Sud, fino a staccarsi completamente dall'Europa continentale, dando origine al cosiddetto rift sardo. Questo è stato con ogni probabilità il

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 11 di 36 Rev. 0

momento in cui la Sardegna ha acquistato carattere definitivo di isola ed in cui il rift ha evidenziato un'attività eruttiva sempre più intensa associata a grandi fratture e faglie trascorrenti. Nella fascia centrale dell'isola, dal sassarese sino al Campidano, le manifestazioni vulcaniche che hanno accompagnato la deriva della Sardegna sono quasi esclusivamente andesitiche.

Le eruzioni vulcaniche che si sono accentuate nel Miocene hanno permesso un accumulo di rioliti, ignimbriti, andesiti e tufi, per spessori di 1000-1500 m, entro la fossa Sarda. In tale depressione, tra il golfo dell'Asinara e il golfo di Cagliari in cui penetra il mare miocenico, sulle vulcaniti, o intercalati ad esse, si sono depositati strati conglomeratico-arenacei, marnosi e calcarei ricchi di molluschi, echinidi e coralli, per spessori fino a quasi 1000 m.

Erede della più grande fossa Oligo-Miocenica ed accompagnata da un'attività vulcanica, nel Pliocene medio-superiore ha avuto origine la fossa Campidanese che, già occupata da vulcaniti e da sedimenti Oligo-Miocenici, è stata colmata da depositi alluvionali lacustri singenetici per ulteriori 500 m di spessore, a cui se ne aggiungono altri 200-300 del Quaternario.

Verso la fine del Pliocene, mentre il Campidano continuava ad abbassarsi, il resto della Sardegna si è sollevata: di conseguenza i principali corsi d'acqua hanno scavato valli sempre più profonde dando inizio ad un generale ringiovanimento del rilievo.

Il mare ed i torrenti, con la loro attività erosiva e d'accumulo, nel Neozoico hanno determinato l'attuale configurazione, già impostata nelle sue grandi linee durante il Pliocene.

4.1 Paleozoico

I litotipi paleozoici costituiscono i principali affioramenti (circa 80%) osservabili nel territorio di Domusnovas. Si tratta di terreni carbonatici, terrigeni e granitoidi.

Formazione di Gonnese GNN (Cambriano inferiore)

La Formazione di Gonnese, affiorante in gran parte del territorio del Sulcis-Iglesiente seppur in maniera discontinua, marca il passaggio tra la fine della deposizione silicoclastica (Formazione di Nebida) e l'inizio di una deposizione prevalentemente carbonatica.

La formazione oggetto della presente descrizione è caratterizzata dalla presenza di litologie carbonatiche suddivise tradizionalmente in due unità litostratigrafiche che dal più antico al più recente sono note in letteratura come Membro della Dolomia rigata GNN1 e Membro del Calcare ceroide GNN2. Lo spessore di tale Formazione è estremamente variabile e compreso tra 180 e 480 metri. Per quanto concerne la

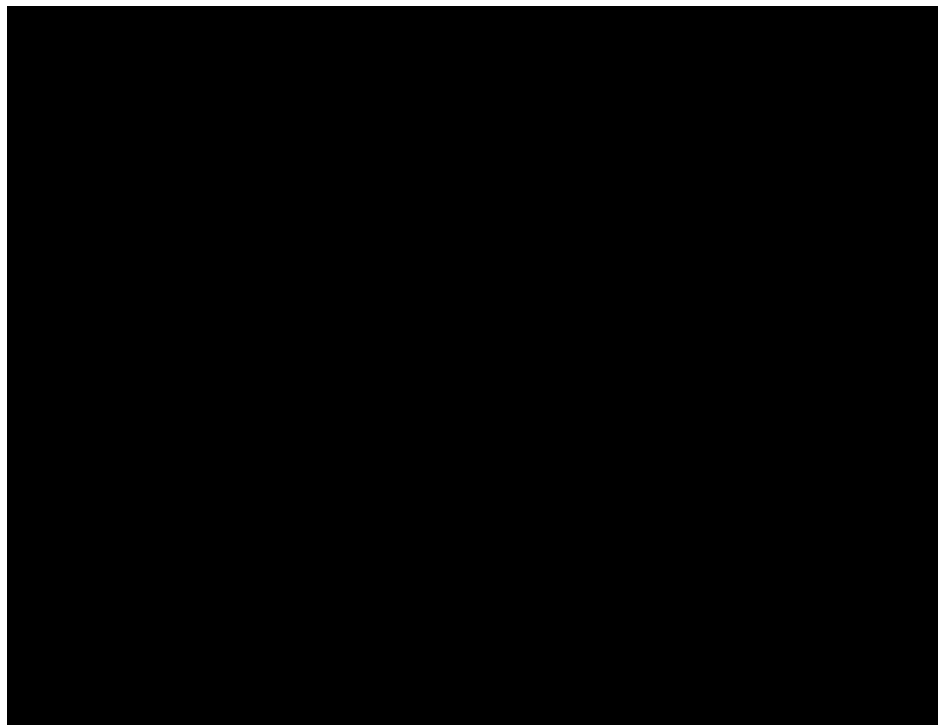
Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 12 di 36 Rev. 0

Dolomia rigata si tratta di metadolomie e metacalcari ben stratificate dove si osservano ripetizioni cicliche di facies costituite da fanghi carbonatici stratificati, stromatoliti laminate, stromatoliti laminate con gesso o anidrite, pisoliti vadose e localmente livelli oolitici. L'ambiente di deposizione della Dolomia rigata corrisponde ad una piana di marea posta su una morfologia piana in condizioni di clima caldo e arido. La deposizione delle facies testimonia un approfondimento graduale del bacino di sedimentazione da N a S, dove nella parte settentrionale le condizioni di ambiente deposizionale sono prevalentemente intertidali, mentre in quella meridionale sono di ambiente subtidale.

Il Calcare ceroide è costituito da metacalcari massicci di colore grigio mal stratificati dove si osservano alternanze di mudstone/wackestone con bioclasti, grainstone con ooliti, boundstone algari e fossiliferi e pisoliti vadose. Queste facies evidenziano ambienti formazionali che variano da supratidale a subtidale, e la distribuzione indica una morfologia costituita da piattaforme e bacini legati ad una tettonica distensiva sin-sedimentaria.

Il passaggio dalla Dolomia rigata al Calcare ceroide indica un cambiamento delle condizioni ambientali che evolve verso un clima caratterizzato da condizioni più umide.

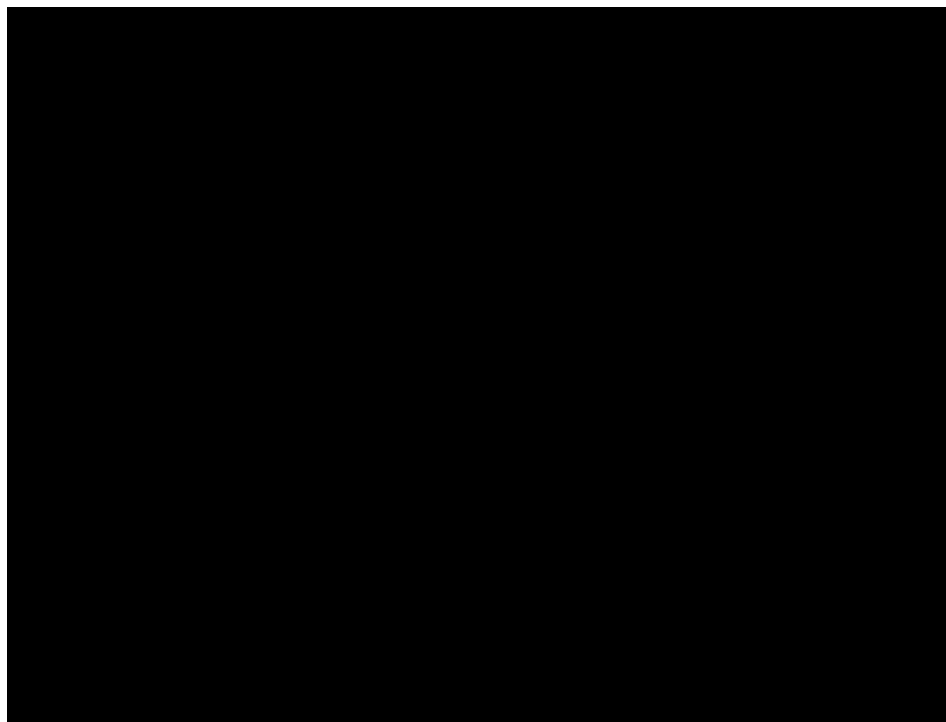
La presenza di fauna fossilifera all'interno delle litologie appartenenti a tale Formazione permette una datazione riferibile al Cambriano inferiore.



Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 13 di 36 Rev. 0

Formazione di Campo Pisano CPI (Cambriano inferiore - medio)

Il Calcare nodulare, costituito da una fitta alternanza di sottili livelli di metargilliti più o meno siltosi rossi e verdi, più raramente neri, metacalcari grigi e rosati con struttura nodulare e marne giallastre, poggia con contatto netto sul Calcare ceroide e, localmente, tra una breccia ad elementi di Calcare ceroide o depositi argillitici vari. In particolare si possono distinguere tre litofacies: metacalcari massivi ben stratificati con porzioni a lamine (prevalentemente wackestone-packstone); metacalcari nodulari più o meno marnosi e ricchi di resti fossili; alternanze di metacalcari ed marne originarie. L'associazione di trilobiti presente nei metacalcari nodulari indica per tale formazione, con spessore variabile da 20 a 60 m e passante verso l'alto agli Scisti di Cabitza, la parte bassa del Cambriano medio.



Formazione di Cabitza CAB (Cambriano medio e il Carbonifero inferiore)

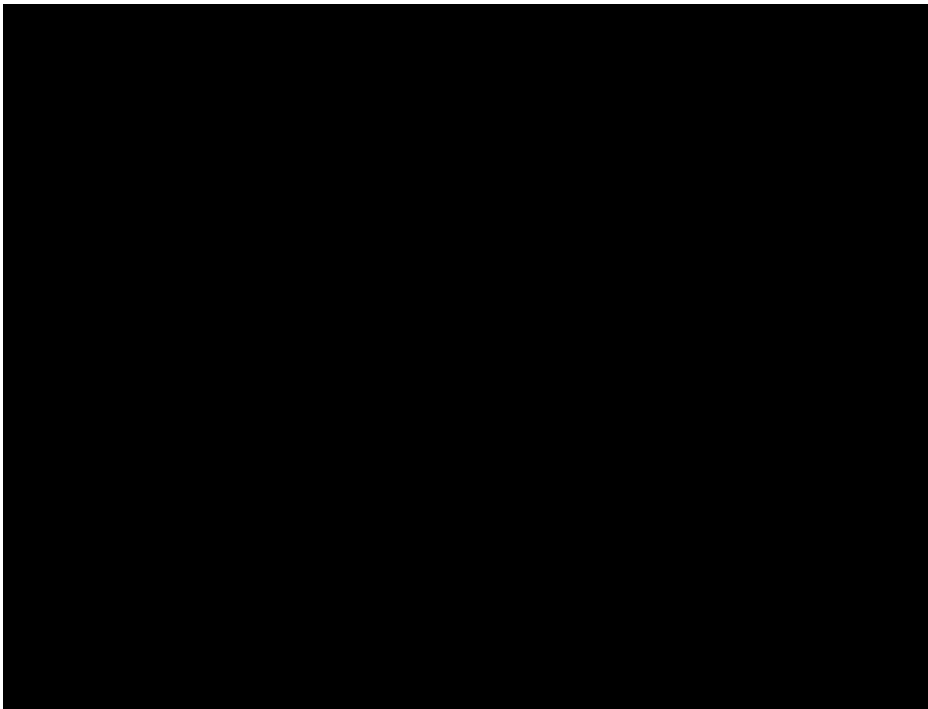
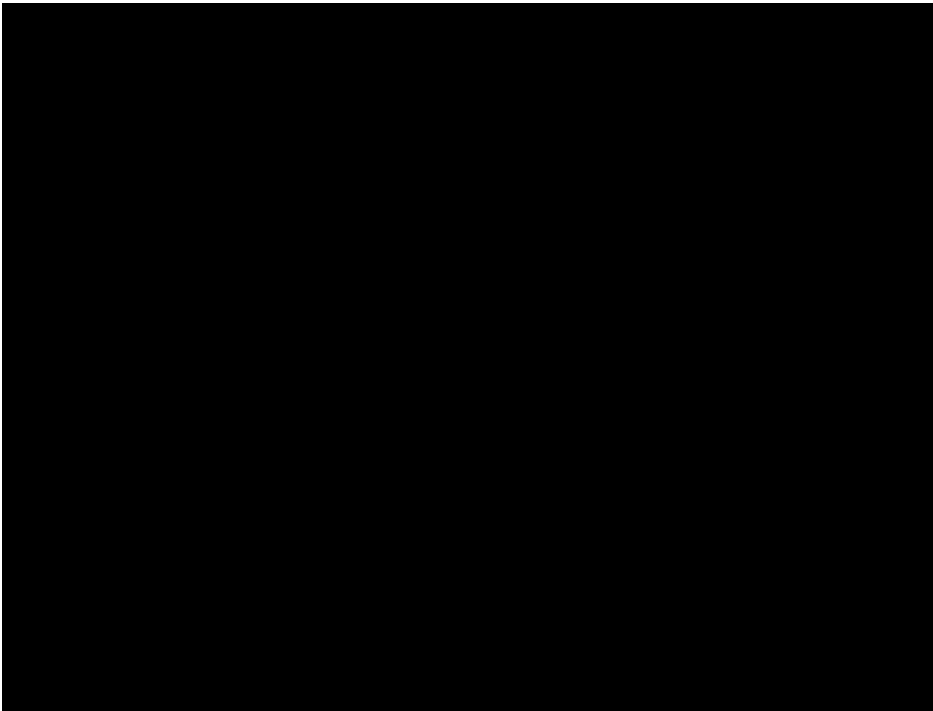
Al di sopra del Calcare nodulare stratigraficamente giacciono gli Scisti di Cabitza. Si tratta di una successione caratterizzata da alternanze ritmiche da millimetriche a centimetriche di metapeliti e metasiltiti con subordinati livelli di metarenarie fini CAB2 e metarenarie grossolane e meta siltiti con laminazioni piano parallele e incrociate CAB1, mentre nella parte sommitale si osservano metarenarie fini e quarziti con laminazioni incrociate e meta conglomerati CAB3. I caratteri sedimentologici segnano un'evoluzione

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 14 di 36 Rev. 0

dell'ambiente da neritico a pelagico non molto profondo. Nell'area di Domusnovas per questo membro gli spessori sono stimati in circa 400 metri.

Il limite superiore di tale Formazione è segnato da sedimenti clastici che marcano la "Discordanza Sarda", pertanto tale limite è erosivo.

Il rinvenimento della fauna fossilifera nella porzione medio-alta permette di attribuire una datazione alla Formazione compresa tra il Cambriano medio e l'Ordoviciano inferiore.



Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 15 di 36 Rev. 0

Formazione di Monte Argentu AGU (Cambriano medio-superiore)

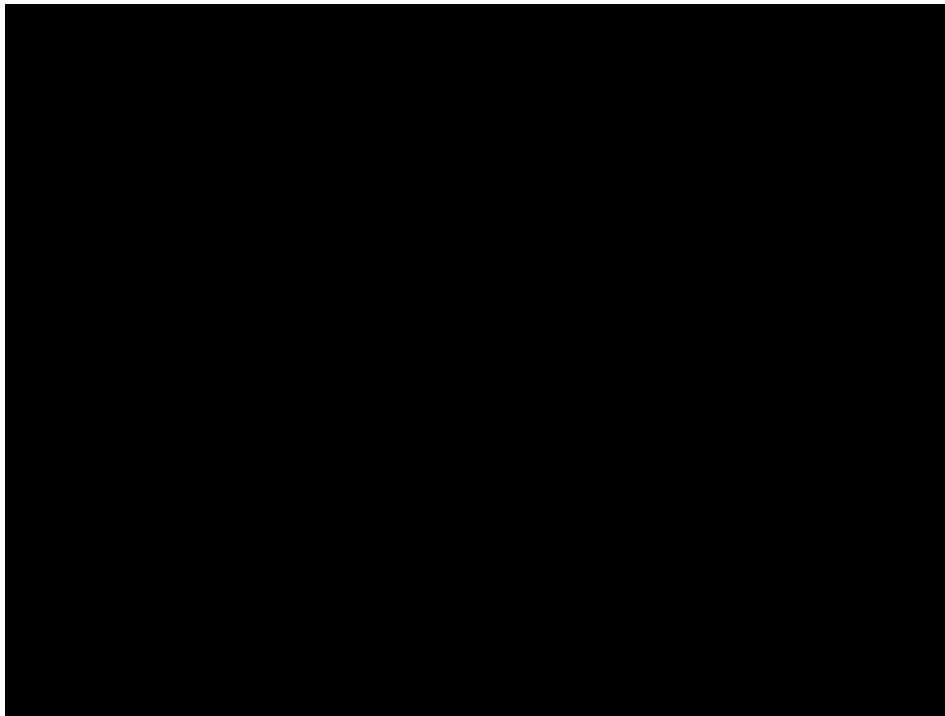
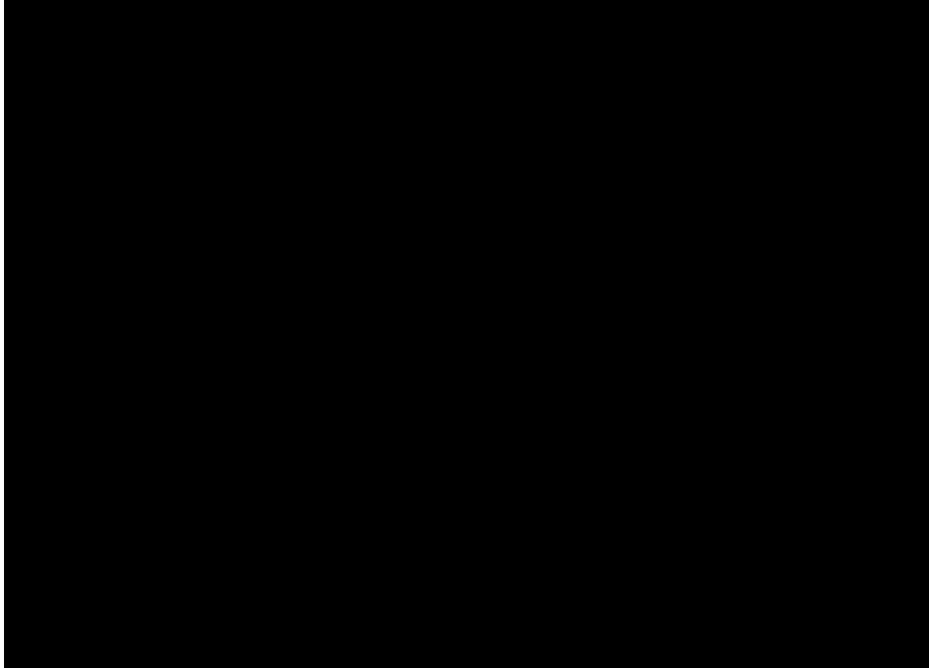
Nell'attuale inquadramento litostratigrafico formale la successione presenta alla base metaconglomerati trasgressivi ("Puddinga" - Membro di P.ta Sa Broccia) non affioranti nel settore di Domusnovas, nettamente discordanti sulle diverse formazioni del Cambriano e Ordoviciano inferiore, sovrastati da metarenarie e metasiltiti (Membro di Riu is Arrus e Membro di Medau Murtas). I primi livelli fossiliferi significativi rinvenuti in questa successione testimoniano il Caradoc, ma è possibile che la "Puddinga" sia più vecchia, comprendendo eventualmente anche l'Ordoviciano medio.

- *Membro di Riu is Arrus. (AGU1)* – È costituito da alternanze di metarenarie e metasiltiti grigiastre, localmente fossilifere con artropodi, fillocaridi, ed alghe, con lenti di metaconglomerati grossolani.
- *Membro di Medau Murtas (AGU3)* – Le metasiltiti, le metapeliti e i rari conglomerati di caratteristico colore rosso vinacce con bande verdastre e rare tracce fossili, chiudono la formazione di M.te Argentu.

Nella Formazione di M.te Argentu, con spessore variabile da 200 m a 320 m, mancano fossili che permettano una datazione biostratigrafia diretta; la sua attribuzione cronostratigrafica è pertanto definita dall'età dei terreni più recenti sottostanti la "Discordanza sarda", appartenenti all'Ordoviciano inferiore, e dai livelli fossiliferi del Caradoc superiore rinvenuti nella sovrastante Formazione di M.te Orri. Il contatto di base dei depositi dell'Ordoviciano inferiore con i termini della piattaforma carbonatica cambriana è localmente marcato da diffuse silicizzazioni ("Quarziti") di spessore variabile da 1 m a 20 m, sia compatte che a struttura brecciata ad elementi di rocce cambriane, spesso mineralizzate a Ba, Pb e Zn.

L'analisi sedimentologica indica che i conglomerati e le breccie basali si sono depositi in conoidi alluvionali in seguito evoluti in piane litorali di mare basso, ambiente di deposizione degli scisti fossiliferi del Membro di Riu is Arrus. Le siltiti e i conglomerati terminali si sarebbero invece depositi in piane alluvionali costiere.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 16 di 36 Rev. 0



Formazione di Monte Orri (MRI) (Ordoviciano superiore)

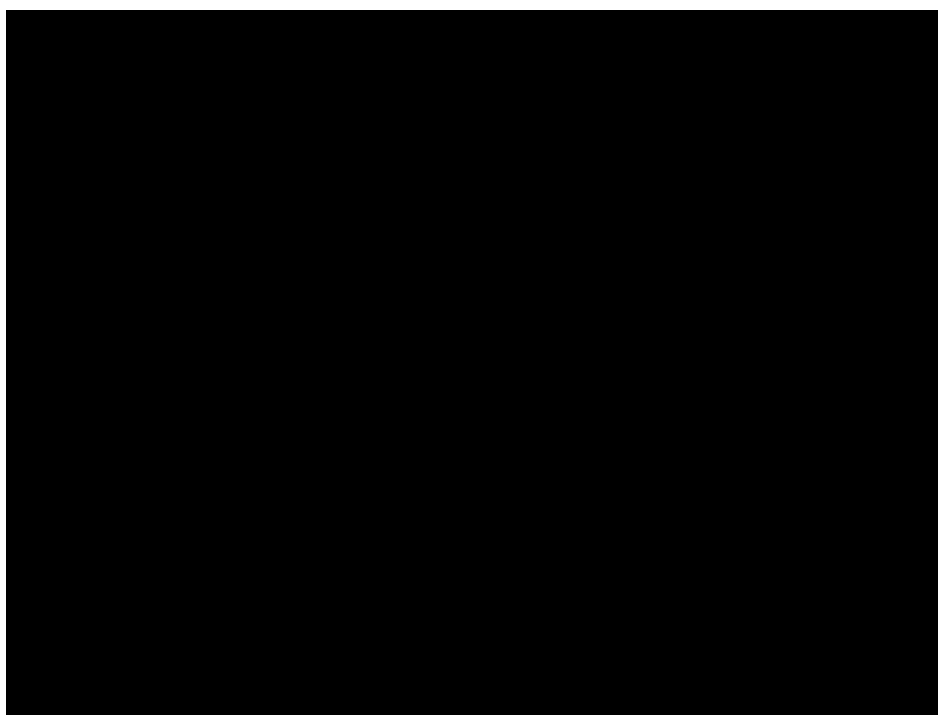
La Formazione di Monte Orri è costituita da alternanze di metasiltiti, metarenarie e metargilliti con scarsi resti fossiliferi. Tale Formazione giace sulla più antica Formazione di Monte Argentu il cui contatto avviene in maniera graduale, mentre il contatto con la sovrastante Formazione di Portixeddu risulta concordante e caratterizzato dalla presenza di resti fossili più o meno abbondanti.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 17 di 36 Rev. 0

Spesso i livelli caratterizzati dalle metarenarie sono contraddistinti da laminazioni incrociate e piano-parallele tipo HCS (hummocky cross stratification).

La potenza di questa formazione è stimabile in circa 150 metri, mentre in alcune aree gli affioramenti sono caratterizzati anche da raddoppi tettonici.

L'ambiente di formazione è caratterizzato da rapide variazioni del livello marino, pertanto di ambiente costiero, ed il tipo di sedimentazione e la fauna testimoniano una trasgressione marina su un'area morfologicamente pianeggiante.



Formazione di Portixeddu (PTX) (Ordoviciano -superiore)

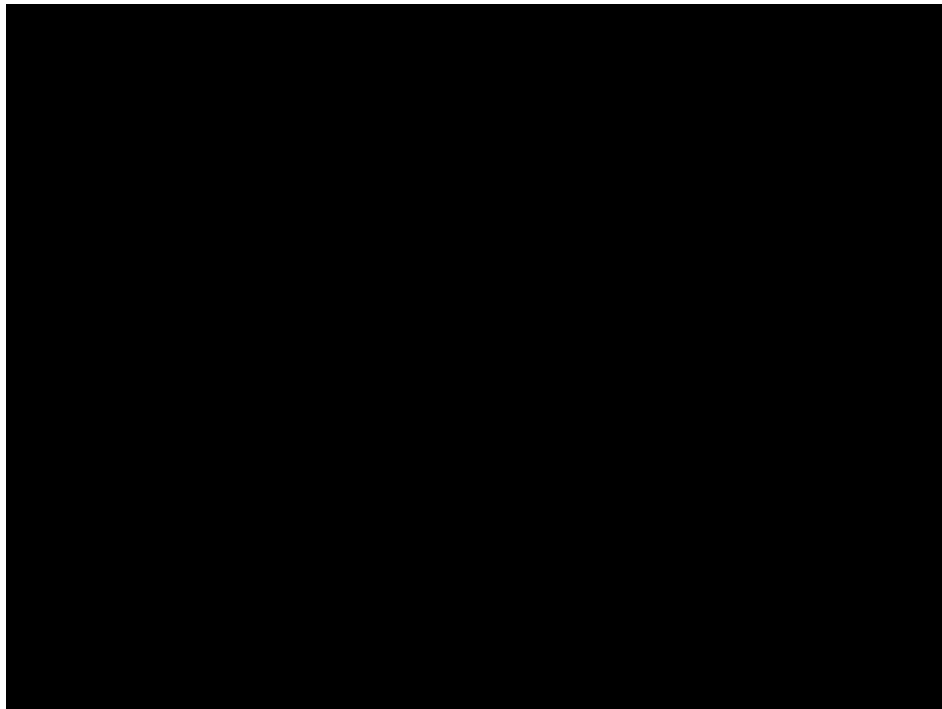
La Formazione di Portixeddu affiora estesamente lungo la valle del Cixerri e nella valle del Rio San Marco e lungo la costa occidentale dell'Iglesiente. Essa poggia in maniera concordante sulla sottostante Formazione di Monte Orri attraverso un passaggio graduale e marcato dalla presenza di resti fossili in litologie pelitiche ed è sovrastata sempre in concordanza dalla Formazione di Domusnovas.

La porzione basale di questa formazione è costituita da metasiltiti e metapeliti grigio-scure ricche in fossili con intercalazioni di livelli di arenarie fini e metasiltiti. La parte medio-alta della formazione è invece contraddistinta da metasiltiti e metapeliti massive che appaiono monotone.

Sulla base della fauna fossilifera rinvenuta, tale Formazione viene attribuita all'Ordoviciano superiore.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 18 di 36 Rev. 0

Lo spessore non supera gli 80 m, mentre per quanto concerne l'ambiente di sedimentazione si ha a che fare con un ambiente di piattaforma interna, più prossimale per la porzione basale e più distale per la porzione sommitale.

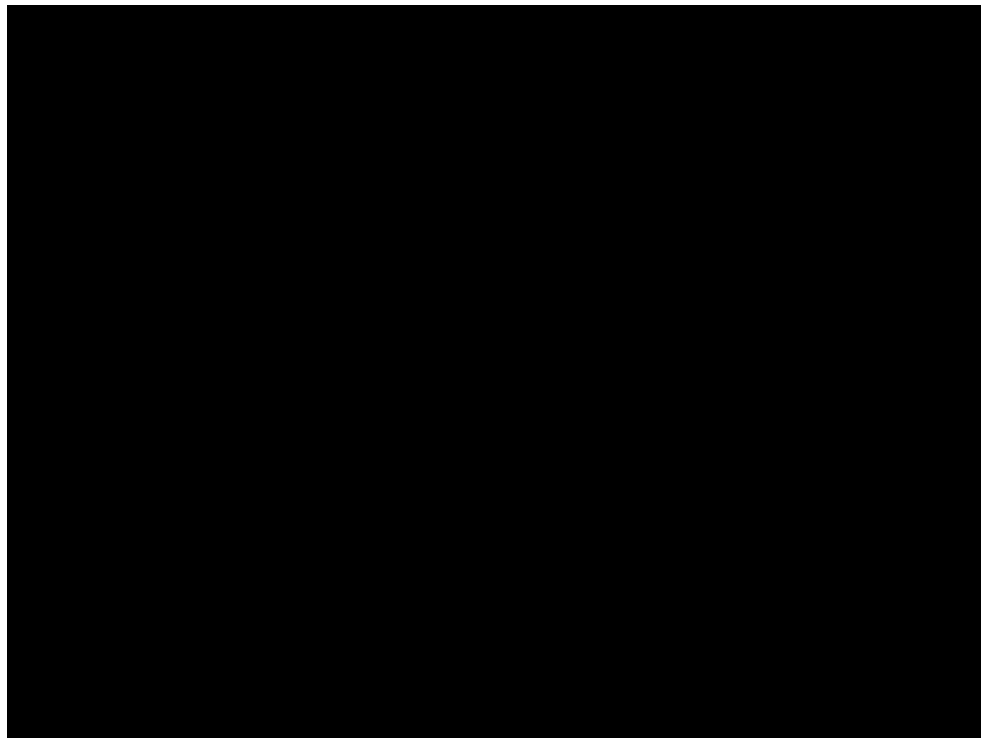


4.2 Neozoico (Quaternario)

Depositi alluvionali, ba, (Olocene)

Sono depositi sciolti presenti prevalentemente negli alvei dei corsi d'acqua e hanno geometria deposizionale in barre e piccole lenti. Sono costituiti da ghiaie, sabbie e limi e derivano principalmente dal rimaneggiamento delle bna e talvolta del PVM2a operato dai corsi d'acqua. I blocchi e le ghiaie medie e grossolane sono prevalentemente litotipi del basamento metamorfico.

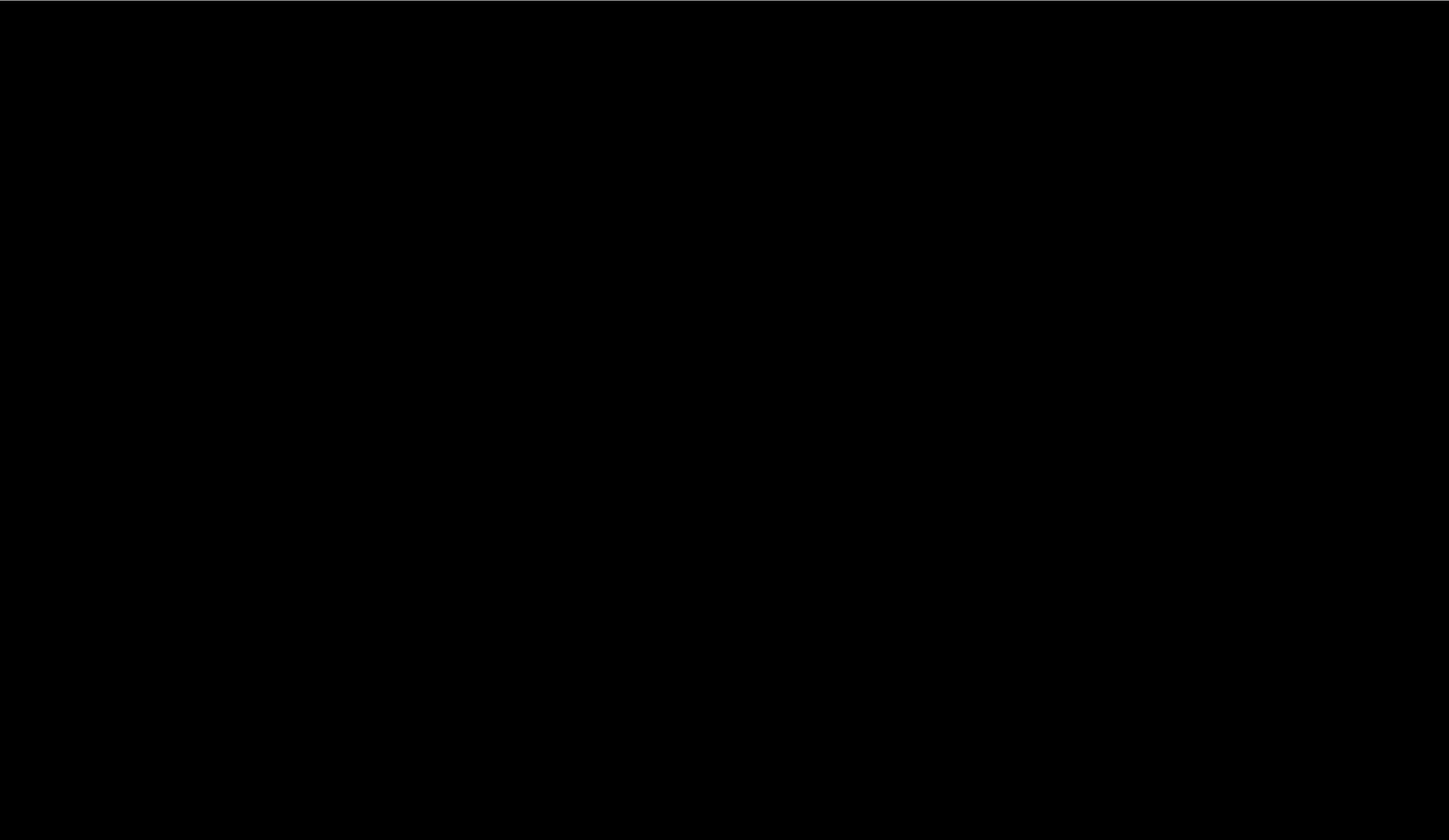
Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 19 di 36 Rev. 0



4.3 Inquadramento geologico locale

L'ossatura geologica primaria dell'area, Fig. 3.4/A è costituita da un basamento paleozoico scistoso-metamorfico, su cui poggia in discordanza una copertura paleogenica della "Formazione del Cixerri". Il basamento e la copertura sopra citata, è in parte coperta da depositi clastici quaternari.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 20 di 36 Rev. 0



Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 21 di 36 Rev. 0

5 TETTONICA

La ricostruzione degli eventi deformativi che hanno corrugato l'Iglesiente è piuttosto complessa a causa dalla sovrapposizione di diverse fasi che hanno agito, a più riprese, lungo differenti direttrici tettoniche o riattivato le precedenti.

L'assetto strutturale è, infatti, determinato da grandi pieghe aventi direzione assiale E-W e N-S. I due sistemi s'intersecano ed interferiscono a NW di Iglesias, dove l'esteso affioramento delle arenarie del Cambriano inferiore è interessato da pieghe con direzioni assiali ortogonali e piani assiali molto inclinati. Gran parte delle fratture sono dirette N-S e fra queste prevalgono i retroaccavallamenti evidenti soprattutto ai lati E ed W del cosiddetto "quadrilatero delle arenarie", vergenti prevalentemente verso E e in numero assai ridotto verso W, nelle aree comprese tra Nebida e Masua, a Campo Pisano e Gonnese. Il quadro strutturale è ulteriormente complicato dai contrasti di competenza fra differenti compagini rocciose le quali, come risposta alle sollecitazioni dinamiche, hanno subito ineguali gradi d'inarcamento e fratturazione.

Il modellamento tettonico del settore può essere attribuito a sei fasi principali.

- **Fase Sarda** - Le deformazioni di questo stadio hanno originato la discordanza angolare che separa sedimenti cambriani e tremadociani debolmente piegati e fagliati, dalle coltri post-tremadociane. A causa dell'interferenza con le fasi cinematiche successive, è arduo identificare con certezza le strutture pre-ordoviciane, tuttavia, si ritiene che la Fase Sarda abbia dato luogo a blande pieghe E-W di gran lunghezza d'onda.
- **I^a Fase Ercinica** - Questa fase si sovrappone ed accentua la precedente assumendone la medesima direzione assiale E-W. Generalmente si tende ad unificare questi due eventi poiché, ove la discordanza fra Cambriano ed Ordoviciano non è visibile, ogni piega con direzione assiale E-W può essere attribuita sia alla Fase Sarda sia alla prima Fase Ercinica. Nel complesso i due stadi deformativi hanno generato pieghe concentriche prive di scistosità e con piano assiale verticale o molto inclinato. Alcune pieghe del I ordine, con lunghezza d'onda nell'ambito dei chilometri, possono essere rilevate solamente tramite l'analisi delle variazioni di giacitura delle intersezioni stratificazione-scistosità N-S. Pieghe minori, con lunghezze d'onda metriche e decametriche, si rilevano nell'Ordoviciano in diverse zone a N di Domusnovas ed a S di Gonnese. Inoltre, lungo la fascia occidentale che decorre fra Gonnese e Buggerru, ove prevale la tettonica N-S, le strutture E-W, pur dislocate, possono essere ricostruite mediante allineamenti E-W di depressioni e culminazioni assiali.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 22 di 36 Rev. 0

- 2^a Fase Ercinica** - È lo stadio più intenso del corrugamento ercinico. Le deformazioni, orientate secondo l'asse N-S, hanno generato i maggiori raccorciamenti sino a produrre locali accavallamenti, inoltre, hanno prodotto pieghe di ogni dimensione, accompagnate da foliazione ben sviluppata e da lineazioni d'estensione dirette secondo le linee di massima pendenza. La geometria delle pieghe, lo sviluppo delle lineazioni di estensione, soprattutto nelle strutture a minor raggio, e la densità del clivaggio sono molto variabili e dipendono dalla litologia e dalla posizione nelle grandi strutture. Così, nel Gruppo di Nebida, sono frequenti i piegamenti flessurali con scivolamenti interstratali e le pieghe a chevron, mentre la scistosità è ben marcata nelle intercalazioni pelitiche. I carbonati del Gruppo di Gonnese hanno anch'essi subito piegamento flessurale ed hanno generato pieghe di grandi dimensioni e locali accavallamenti. La scistosità si sviluppa in direzione N-S in connessione a locali accavallamenti. Le pieghe che interessano il Gruppo di Iglesias sono concentriche, talora debolmente appiattite, ma non mancano strutture con cerniere ispessite e fianchi assottigliati. Al contatto Gruppo di Gonnese-Formazione di Cabitza, le coltri silicoclastiche sono "intruse" in strette sinclinali all'interno della successione carbonatica, a sua volta piegata in anticlinali a cerniera arrotondata. Tali fasce laminate rappresentano una zona di debolezza strutturale che ha preso parte attiva ai sommovimenti tettonici dal Cambriano al Cenozoico. In genere, in tali settori, i primi movimenti cinematici sono stati di trascorrenza ed in seguito le medesime faglie hanno assunto carattere estensionale.

Questa fase deformativa si esplica anche attraverso numerosi retroaccavallamenti inclinati solitamente verso W e senso di movimento verso E. Le strutture principali si ergono a M. Acqua (ove il Membro di Is Ollastus è sovrascorso sulla Puddinga Auct.), nel triangolo compreso fra S. Benedetto-Baueddu-Arenas e nella zona del Marganai. La genesi dei retroaccavallamenti è imputabile alla tettonica d'inversione ercinica successiva allo stadio di distensione avutosi in seguito alla frammentazione della piattaforma carbonatica.

3^a Fase Ercinica - Scarsamente rilevante, questo stadio ha dato luogo a modeste deformazioni aventi direzioni variabili ma con prevalente orientazione verso NE. Altri studiosi ritengono di poter annoverare a questa fase due sistemi coniugati di pieghe con piani assiali verticali orientati NE-SW e NW-SE.

Fase Laramica - Si deve a questa fase di corrugamento, avvenuta fra il Cretaceo superiore ed il Paleocene l'impostazione e lo sviluppo del bacino paleogenico del

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 23 di 36 Rev. 0

Sulcis-Iglesiente. Le strutture deformative non sono molto evidenti, ad eccezione della netta disconformità che separa i sedimenti paleogenici da quelli paleozoici e mesozoici.

Fase Pirenaica - Si esplica tramite strutture compressive orientate N 140 che portano gli affioramenti mesozoici a sovrascorrere su quelli paleogenici. Intense spinte hanno prodotto, nell'isola di S. Antioco, la verticalizzazione degli orizzonti carbonatici cretacei oltre a faglie inverse, piegamenti e generali disarticolazioni tettoniche.

I depositi della Formazione del Cixerri suturano le deformazioni, pertanto l'età di queste ultime non può essere compresa tra il Cuisiano superiore ed il Luteziano inferiore. Le rare e limitate strutture compressive osservabili all'interno della Formazione del Cixerri presso Flumentepido (Carbonia), rappresentate da piccoli accavallamenti diretti N 140, possono essere ricollegate a fenomeni locali connessi allo smorzamento dell'orogenesi pirenaica.

Il coinvolgimento del basamento paleozoico nell'orogene implica eventuali riattivazioni delle direttrici strutturali erciniche in seno all'orogenesi pirenaica, infatti analisi isotopiche eseguite su miloniti appartenenti alla catena pirenaica hanno messo in luce la riattivazione di linee tettoniche erciniche nel corso di questo evento tettonico.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 24 di 36 Rev. 0

6 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

Nel presente capitolo saranno illustrati i dati relativi alle caratteristiche idrologiche, con i dati termici e pluviometrici, idrografici e idrogeologici del settore in esame.

6.1 Inquadramento climatico

Per la caratterizzazione climatica del settore di interesse sono stati utilizzati i dati pluviometrici e termometrici disponibili dalla stazione di misura di Iglesias. I valori medi sono riassunti in **Tab. 5.1/A**.

	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
Medie Temp. (°C)	9	9	11.4	14.3	18.2	23	25.8	25.8	21.9	18.6	13.6	10.3
Temp. minima (°C)	5.6	5.4	7.3	9.7	13.1	17.1	19.8	20	17.4	14.6	10.4	7
Temp. massima (°C)	12.7	12.9	15.9	19.1	23.4	28.8	31.8	31.8	26.9	23.2	17.3	13.9
Precipitazioni (mm)	46	49	51	58	40	14	3	11	33	51	69	60
Umidità (%)	81%	78%	74%	70%	62%	53%	51%	54%	65%	73%	79%	80%
Giorni di pioggia (g.)	6	6	6	7	5	2	1	2	4	5	8	7
Ore di sole (ore)	5.5	6.2	7.9	9.6	11.0	12.5	12.7	11.8	9.8	8.0	6.3	5.

Tab. 5.1/A: 1991 - 2021 Temperatura minima (°C), Temperatura massima (°C), Precipitazioni (mm), Umidità, Giorni di pioggia. Data: 1999 - 2019: Ore di sole

La **Tab. 5.1/A** consente di affermare che nei mesi estivi di Luglio e Agosto, dove le temperature medie mensili raggiungono il valore massimo di 25,8 °C, si hanno minimi di piovosità (rispettivamente 3 e 11 mm), mentre nei mesi di Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio, dove le temperature medie mensili oscillano tra i 9 e i 13,6 °C, si raggiungono le piovosità più elevate comprese tra m).

Nello specifico, i valori medi di temperatura e precipitazione del settore consentono di asserire che il clima sia di tipo subtropicale. Infatti, in base alla classificazione climatica di Köppen il clima può essere classificato come mediterraneo subarido e individuato mediante la dicitura Csa dove: C indica climi temperati delle medie latitudini (il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18°C ma superiore a -3°C; almeno un mese ha una temperatura media superiore a 10°C. Pertanto i climi C hanno sia una stagione estiva sia una invernale); s rappresenta la stagione asciutta nell'estate del rispettivo emisfero (stagione a sole alto); a indica un'estate molto calda dove il mese più caldo è superiore a 22°C (climi C e D).

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 25 di 36 Rev. 0

6.2 Caratteri idrogeologici

Lo studio delle Unità idrogeologiche presenti nell'area in esame, segue le direttive contenute nella L. R. 25 novembre 2004 n. 8 "Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna". Le disposizioni prevedono una suddivisione degli acquiferi considerando il litotipo e la sua collocazione temporale. Dal punto di vista idrogeologico nell'Iglesiente si individuano le seguenti unità:

- Unità metamorfica inferiore Paleozoica" (non affiorante nel territorio di Domusnovas);
- Unità carbonatica Cambriana" (non affiorante nell'area di interesse);
- Unità metamorfica superiore Paleozoica.

A sud dell'area di interesse, lungo la valle del Rio Cixerri e della fascia pedemontana al di sopra del basamento impermeabile, giace una successione sedimentaria appartenente all'Unità detritico-carbonatica Eocenica. Sempre nello stesso settore indistintamente al di sopra del basamento impermeabile e dei depositi eocenici, giacciono coltri alluvionali ghiaioso-sabbiose attribuite all'Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie e all'Unità detritico-carbonatica Quaternaria.

Unità metamorfica superiore paleozoica

Comprende l'insieme dei terreni ordoviciani in trasgressione discordante su tutti i termini più antichi, ossia il conglomerato poligenico basale e la serie di argilloscisti arenacei, argille siltose, argilliti e siltiti con localmente masse calcaree inglobate.

Il complesso, affiorante nel settore Nord, si comporta a livello regionale come un impermeabile relativo, giocando un ruolo idrostrutturale simile anche se non uguale a quello del complesso scistoso intermedio: il complesso cinge l'Iglesiente con una barriera pressoché continua dal mare, a nord di Buggerru, sino alla valle del Cixerri a est di M. Acqua; genera anch'esso importanti soglie di permeabilità a settentrione, quali quelle che determinano le emergenze di Pubuxinu, Gutturu Pala e Su Mannau.

Questo complesso affiorante nel settore settentrionale comprende la parte terminale del calcare nodulare, laddove le intercalazioni argilloscistose prevalgono sui letti calcarei, e le alternanze di argilloscisti policromi e siltiti varicolori del Cambrico medio (Argilloscisti di Cabitza). Le caratteristiche idrogeologiche di questo complesso, potente 300 m ca. in media, sono ben note perché in esso si è addentrata per 5 km ca. la Galleria Umberto I. Il ruolo di questo complesso è quello di «impermeabile» a contrasto con l'acquifero principale. Esso costituisce alcune delle più importanti soglie di permeabilità che

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 26 di 36 Rev. 0

sbarrano le acque sotterranee circolanti nell'acquifero carbonatico, condizionandone l'idrodinamica complessiva. Tra le soglie più importanti sono quella che chiude a Sud la struttura alimentante le sorgenti della zona delle Grotte di S. Giovanni.

Unità delle alluvioni plio-quadernarie

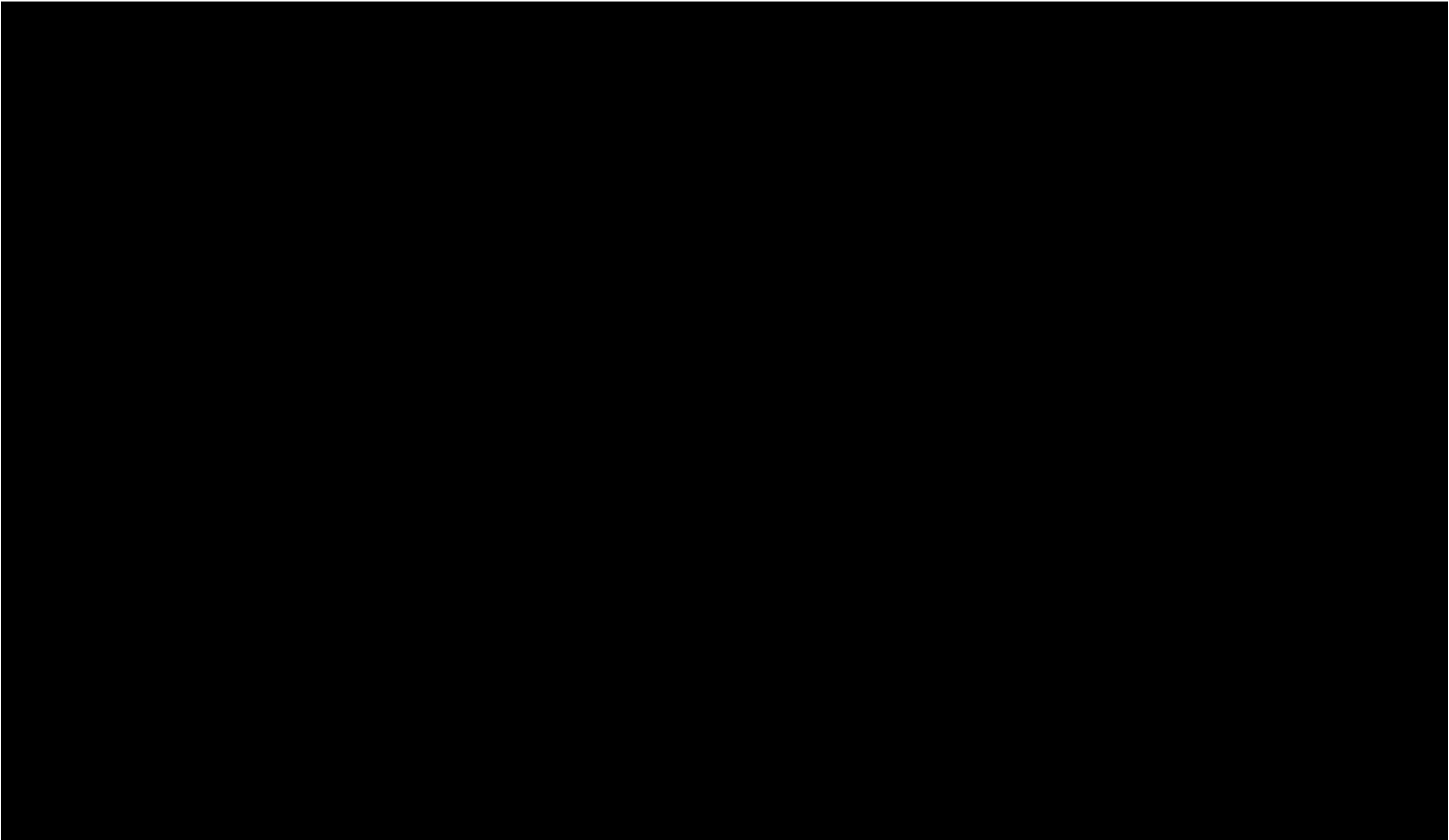
Presentano permeabilità variabile, alta negli orizzonti più grossolani e dilavati, bassa in tutti i livelli più o meno argillosi. Alcune piccole falde idriche mostrano una discreta produttività nelle alluvioni ghiaiose attuali o recenti e nei Detriti di falda.

Le alluvioni recenti ed attuali, caratterizzate da sedimenti ciottoloso-sabbiosi, in relazione ad un minor grado di costipamento e ad una più scarsa percentuale di frazione fine presentano un'elevata permeabilità per porosità.

I Glacis, depositi quadernari di pendio delle fasce pedemontane con il loro grado di permeabilità molto basso, costituiscono l'impermeabile di tetto alle acque sotterranee che dal massiccio granitico-metamorfico alimentano la piana.

Le alluvioni antiche, caratterizzate da alternanze ciottoloso-sabbiose e limoso-argillose, con permeabilità elevata, anche se variabile in funzione della granulometria, del grado di costipamento e di alterazione dei sedimenti, presentano una circolazione per falde sovrapposte non sempre autonome fra loro. La permeabilità, misurata in corrispondenza del complesso ghiaioso-sabbioso-limoso-argilloso, in perforazioni eseguite varia da $3,28 \cdot 10^{-4}$ m/s $1,72 \cdot 10^{-4}$ m/s. Esse rappresentano un acquifero importante sia per estensione sia perché situate in zone di recapito preferenziale delle acque di circolazione superficiale e profonde, provenienti dal massiccio scistoso-metamorfico.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 27 di 36 Rev. 0



Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 28 di 36 Rev. 0

7 CARATTERIZZAZIONE DEGLI ACQUIFERI

7.1 Modalità di circolazione idrica all'interno dei mezzi rocciosi fratturati

Nelle rocce la circolazione idrica avviene attraverso un sistema di “vuoti” che è assai diverso rispetto a quello delle terre sciolte, sia per dimensioni che per forma e densità. Infatti, nella maggior parte delle rocce la circolazione dell'acqua avviene attraverso le numerose discontinuità primarie (stratificazione, scistosità) e/o acquisite (fratture, faglie, cavità carsiche) presenti negli ammassi rocciosi. Nelle rocce intrusive, per esempio, i vuoti sono rappresentati soprattutto dalle fratture, nelle rocce metamorfiche dalle fratture e dai piani di scistosità, mentre nelle rocce sedimentarie i vuoti sono spesso determinati dalla dissoluzione che allarga le discontinuità preesistenti (carsismo), dalla mancata cementazione di una parte della roccia, dalla fratturazione o dalla stratificazione.

I tufi presentano cavità determinate dal disfacimento di ceneri o dalla dissoluzione di calcari contenuti nella roccia originaria, dal consolidamento non completamente omogeneo della massa, o dalla mancata cementazione di parte della roccia; mentre i porfidi, come i basalti, presentano una marcata fessurazione colonnare dovuta alla riduzione di volume della roccia nel corso del raffreddamento. Nelle lave e nelle scorie vulcaniche i vuoti, dovuti in parte alla “degasazione” nel corso del raffreddamento, danno luogo a una permeabilità elevatissima e a una porosità eccezionale, tanto che si creano considerevoli accumuli d'acqua. Tutte queste forme di “vuoti” consentono all'acqua di circolare nelle rocce, anche in quelle che, per propria natura litologica, sono poco o per nulla permeabili **Fig. 7.1/A**.

Il deflusso delle acque avviene dunque all'interno di questo complesso reticolato di vuoti ed è fortemente influenzato dagli afflussi meteorici, dal regime dei corsi d'acqua superficiali.

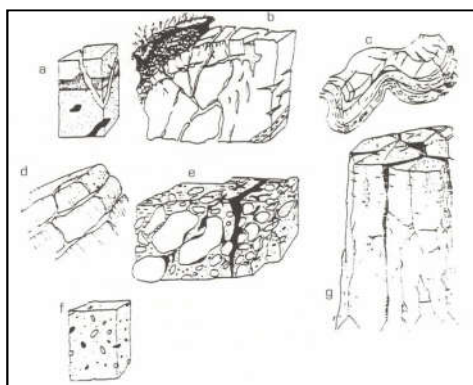


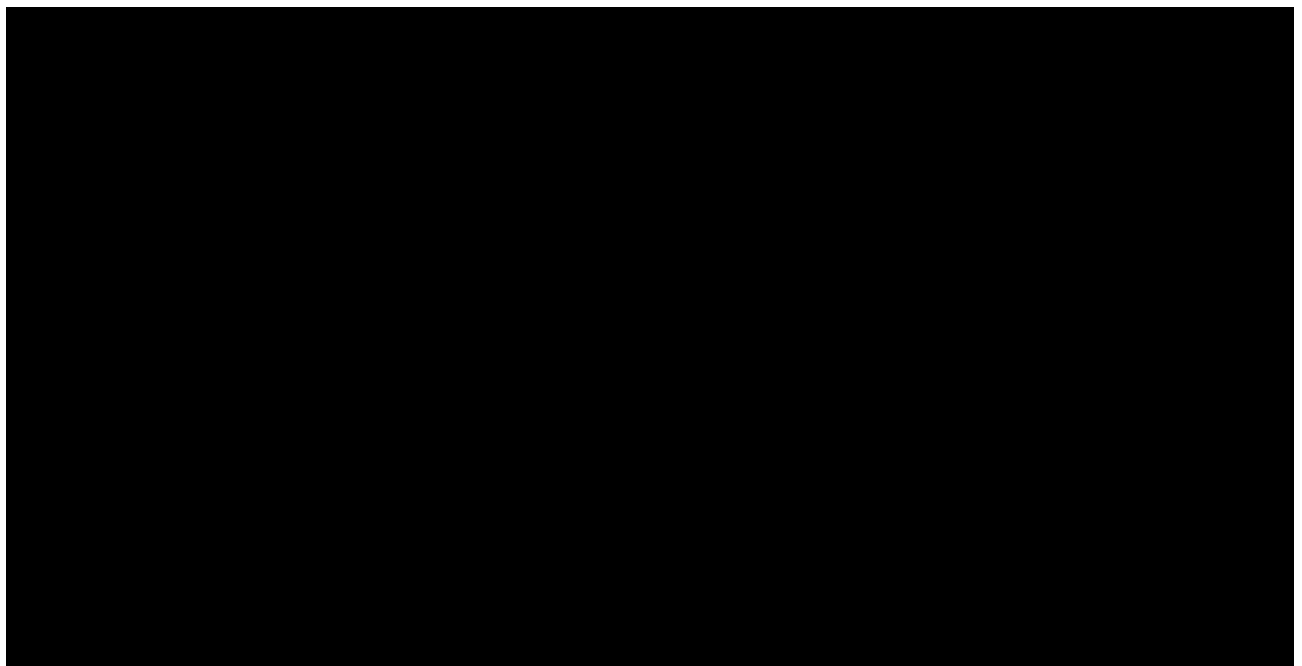
Fig. 7.1/A: Tipologia di vuoti tipiche degli ammassi rocciosi

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 29 di 36 Rev. 0

7.2 Caratterizzazione dell'acquifero superficiale

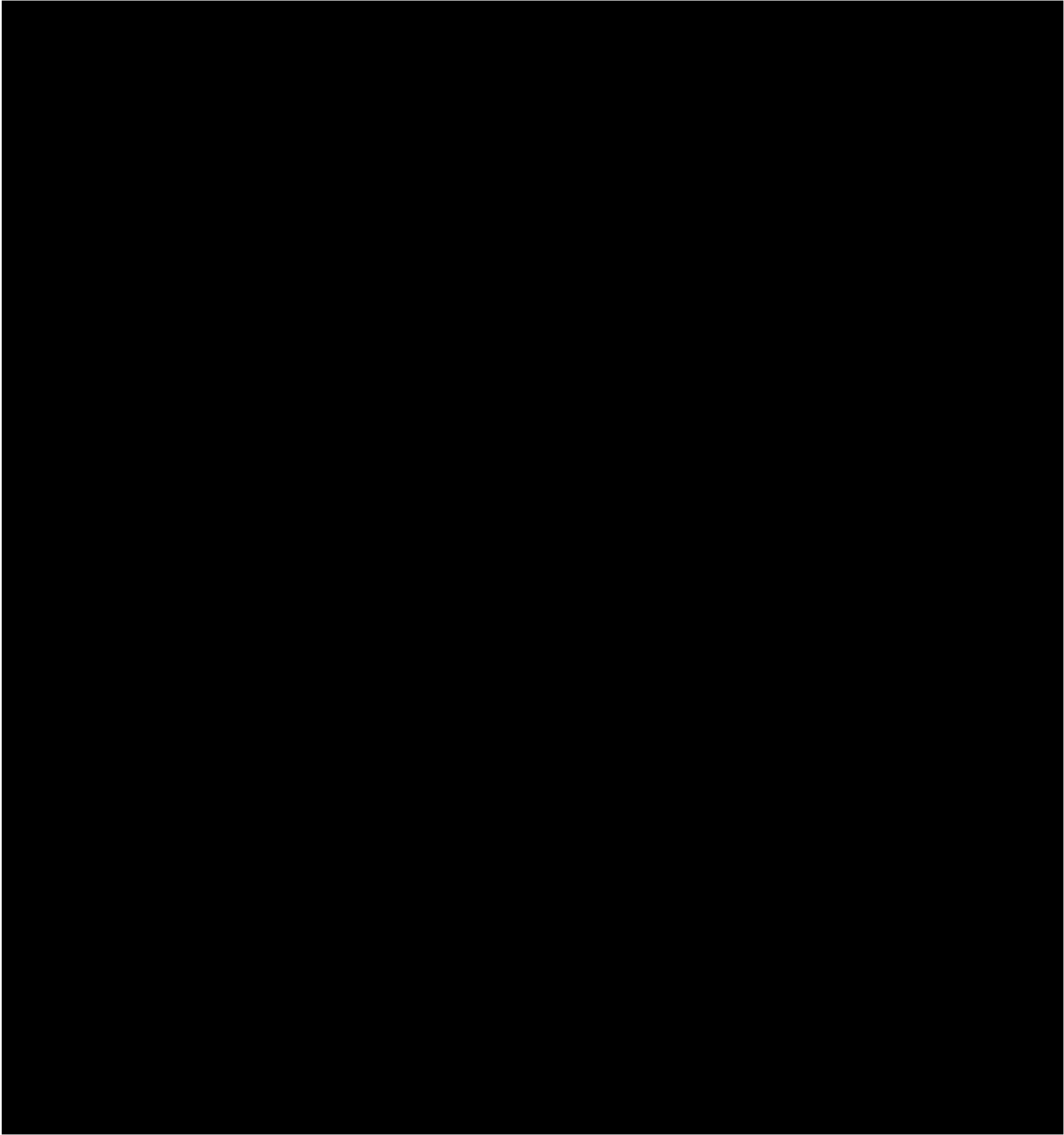
Al fine di verificare eventuali flussi idrici sotterranei e per la ricostruzione puntuale delle condizioni idrogeologiche, sono stati realizzati, tra il 2017 e il 2018, 12 piezometri dei quali 11 a tubo aperto (4") e 1 del tipo Casagrande.

I piezometri sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi a carotaggio continuo nei quali si è ravvisata la presenza di acque sotterranee, mediante la tecnica "a distruzione di nucleo" Ø 204 mm, e spinti di 1,00 ÷ 1,50 m sotto le previste quote di scavo. Complessivamente l'ammasso roccioso è stato investigato per profondità comprese tra 4,50 e 12 m. In ogni piezometro è stata misurata la soggiacenza della falda e quindi le relative quote freatiche **Tab. 7.2/A**.



In base alle quote isofreatiche di **Tab. 7.2/A**, è stato possibile ricostruire la morfologia della falda superficiale come riportato graficamente nella **Fig. 7.2/A**.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO			
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024	
			Pag. 30 di 36	Rev. 0



Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 31 di 36 Rev. 0

Come si evince dalla **Fig. 7.2/A**, le isofreatiche si dispongono circa parallele alle isopieze tipico di una circolazione idrica che interessa lo strato più superficiale dell'ammasso roccioso con un gradiente idraulico parallelo alla morfologia del terreno.

Il deflusso, individuato dalle isofreatiche, è N-S nel settore settentrionale dell'area di interesse per poi ruotare in direzione NE - SO in quello meridionale. Tutta la circolazione idrica sotterranea superficiale viene drenata verso la valle del Rio Figu.

In tutti i fori è stata riscontrata la presenza di circolazioni idriche sotterranee, i cui livelli piezometrici si sono stabilizzati a quote prossime al p.c. (da -0,55 m a -3,00 dal p.c. nel mese di aprile 2018).

Le indagini, vista la presenza di una circolazione d'acqua sotterranea, sono state implementate con l'esecuzione di prove di portata a gradini per ogni piezometro.

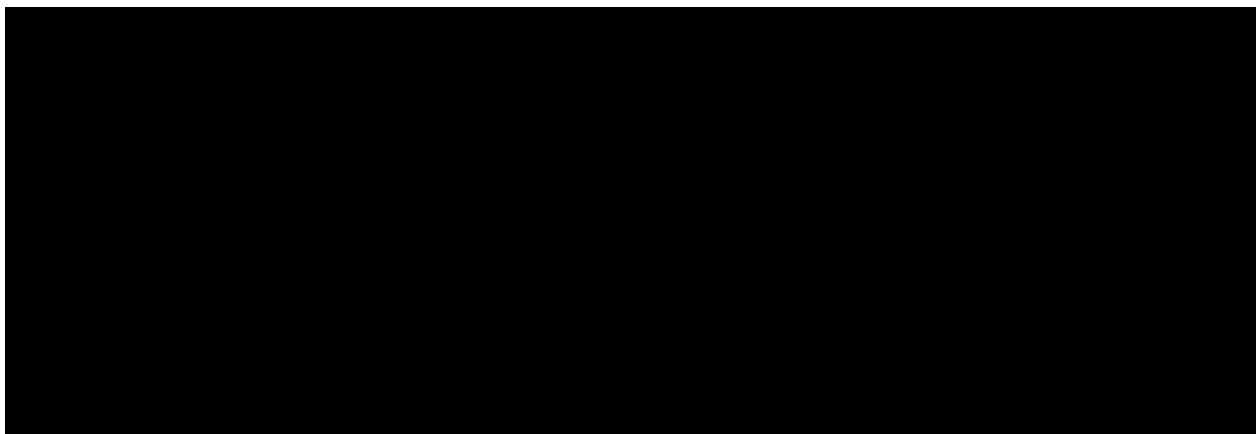
In linea con la tipologia di acquifero impostato sulla fascia sommitale fratturata della compagine rocciosa, con curva “abbassamenti/portate” marcante un “flesso”, ovvero una portata critica, per valori di portate dell'ordine dei 0,10 - 0,15 l/s.

Le misurazioni effettuate nel piezometro di Casagrande, PZS5, hanno altresì dimostrato che le circolazioni di acque sotterranee hanno la stessa origine, escludendo venute idriche dal basso.

7.3 Caratterizzazione dell'acquifero profondo

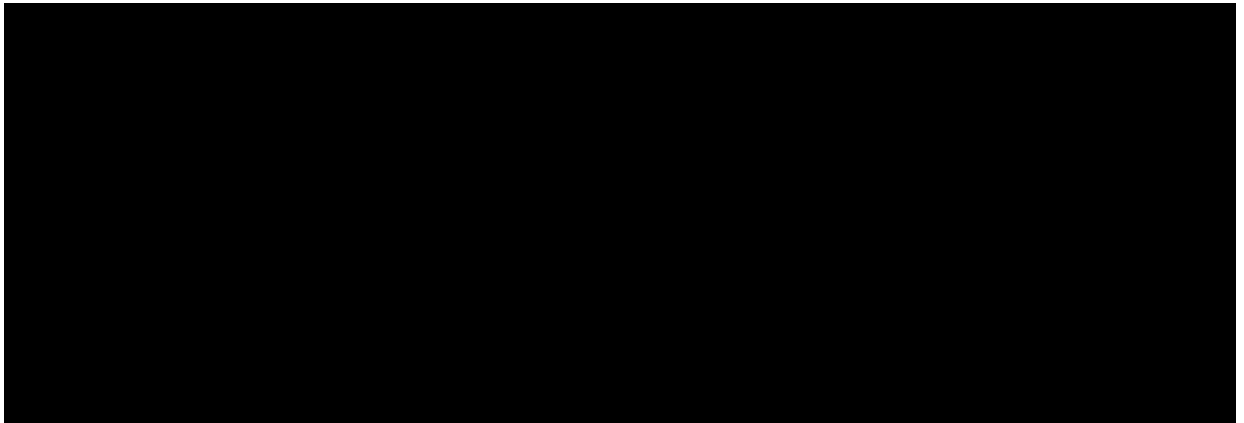
Per la modellizzazione dell'acquifero profondo si è fatto riferimento ai dati disponibili su 4 pozzi (P1, P3, P4 e P5) in esercizio e di una ricerca idrica, R6 (come da autorizzazione rilasciata con Provvedimento Unico n. 11 del 16 febbraio 2023 dallo sportello SUAPE del Comune di Iglesias) di recente realizzazione e seguita dallo scrivente.

Le profondità dei pozzi e della ricerca idrica sono riassunte in **Tab. 7.3/A**.



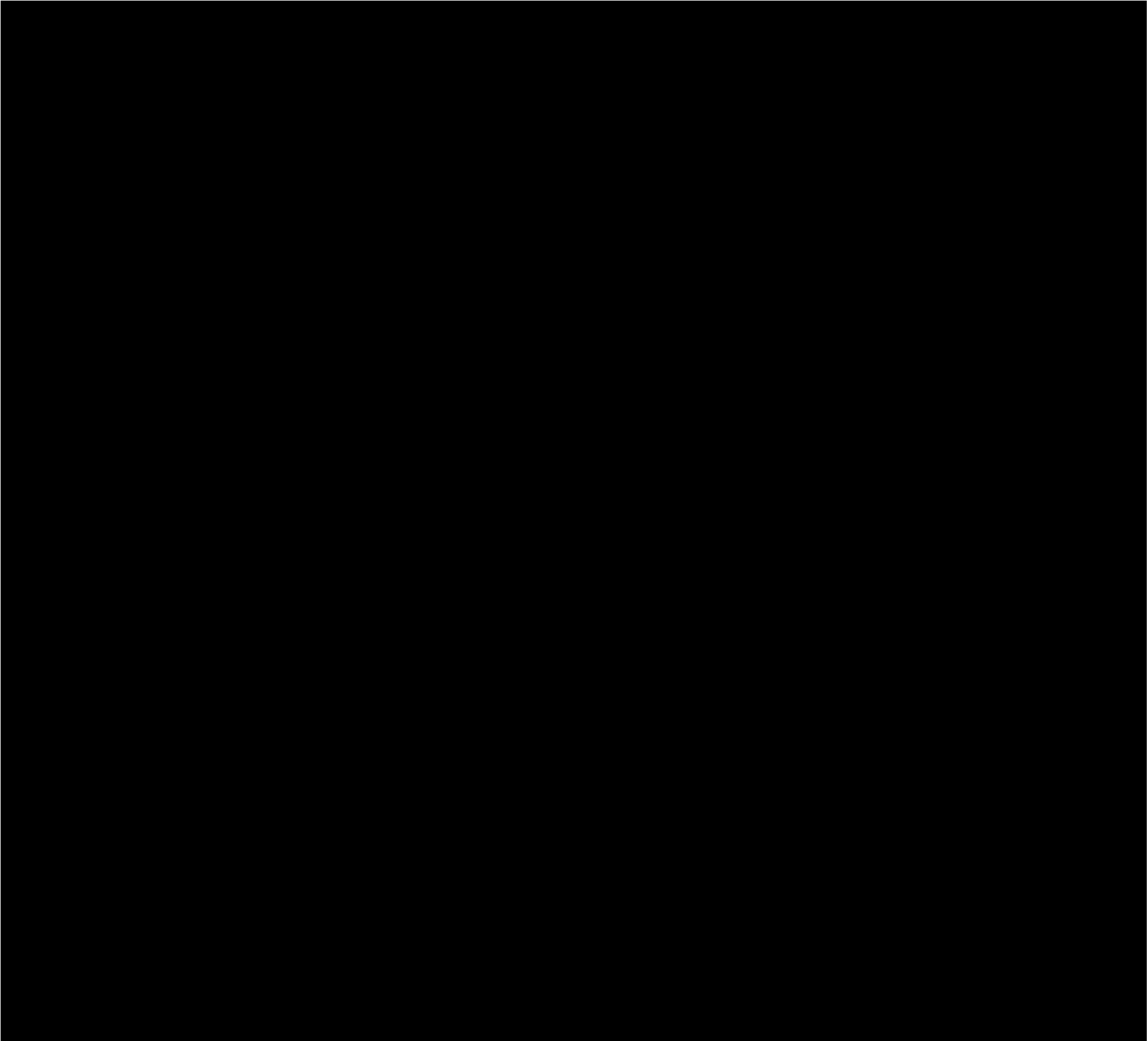
Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 32 di 36 Rev. 0

Per poter eseguire le misure della soggiacenza nei pozzi in esercizio è stato necessario interrompere l'emungimento per 24 ore, tempo ritenuto sufficiente a garantire la risalita della colonna d'acqua fino al raggiungimento del livello statico. I valori di soggiacenza e relative quote piezometriche sono riepilogate nella **Tab. 7.3/B**.



In base alle quote piezometriche di **Tab. 7.3/B** è stato possibile ricostruire la morfologia della falda profonda come riportato graficamente nella **Fig. 7.3/A**.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 33 di 36 Rev. 0



Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 34 di 36 Rev. 0

Come si evince dalla **Fig. 7.3/A** le isopieze non evidenziano una correlazione con le isofreatiche di **Fig. 7.2/A** indicando che non esiste una alimentazione della falda superficiale da parte di quella profonda e che quindi esiste un potente limite impermeabile tra le due falde.

La ricerca idrica seguita dallo scrivente mediante la realizzazione di una perforazione (R6) a distruzione di nucleo con circolazione d'aria ha evidenziato il rinvenimento di tre livelli idrici rispettivamente a [REDACTED] m circa. Al termine della ricerca è stata misurata una soggiacenza di [REDACTED] m che indica la presenza di un acquifero in pressione.

Per i restanti pozzi, anche se sono note le soggiacenze, non sono disponibili le profondità di rinvenimento dell'acqua. Tuttavia, visto l'assetto strutturale del settore, valgono le stesse considerazioni.

Dall'analisi delle opere di scavo risulta che queste si trovano a una quota inferiore a quella delle isopieze ma non interferiscono con la falda in pressione in quanto realizzate all'intero o a quote superiori del limite impermeabile che li separa.

Le diverse prove di portata a gradini, eseguite nei suddetti pozzi, hanno evidenziato portate critiche comprese tra [REDACTED] l/s. Pur non essendo portate eccezionali, indicano la presenza di un acquifero di buona capacità di accumulo.

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 35 di 36 Rev. 0

8 CONCLUSIONI

Il settore su cui insiste lo stabilimento della RWM Italia SpA si caratterizza, dal punto di vista geologico, per gli affioramenti del basamento paleozoico e, nello specifico, della Formazione di Portixeddu e in minima parte, in corrispondenza della valle del Rio Figu, su depositi alluvionali olocenici attuali di modestissimo spessore ([REDACTED]).

Si tratta di una formazione litoide, potente circa 80 m, costituita da metasiltiti e metapeliti grigio-scure ricche in fossili con intercalazioni di livelli di arenarie fini e metasiltiti. La parte medio-alta della formazione è invece contraddistinta da metasiltiti e metapeliti massive che appaiono monotone.

L'ammasso roccioso si presenta fortemente fratturato e scistoso con discontinuità diversamente orientate da attribuire alle diverse vicissitudini tettoniche che hanno interessato la regione dell'iglesiente.

A grande scala questi ammassi rocciosi sono caratterizzati da bassa, bassissima permeabilità per fratturazione e/o scistosità $K = 10^{-6} - 10^{-8}$.

Il grado di fratturazione mantenendosi costante per tutta la potenza dell'ammasso roccioso della formazione evidenzia variazioni, in senso verticale, nelle caratteristiche delle fratture come il grado di apertura e presenza di materiale di riempimento. Si osserva infatti che nelle porzioni più superficiali le fratture risultano beanti. Le cause sono da ricercare nella riduzione della pressione litostatica in affioramento piuttosto che alla biodisgregazione e/o crioclastismo.

In tali condizioni tali fratture sono in grado di ospitare una circolazione idrica limitata agli strati superficiali, alimentata da acque di dilavamento e di infiltrazione verticale nei periodi piovosi.

Sulla base delle conoscenze idrogeologico del settore, dei risultati dei piezometri e dei dati relative ai pozzi presenti nello stabilimento, si possono trarre le seguenti considerazioni e conclusioni:

- a) in corrispondenza delle porzioni più superficiali dell'ammasso roccioso, ossia della porzione caratterizzata da fratture beanti si può, in occasione di eventi piovosi, innescarsi una circolazione idrica a carattere effimero che tende a esaurirsi in breve tempo al termine dell'evento piovoso.

Tale circolazione è stata evidenziata con l'esecuzione dei piezometri e delle successive prove di portata. In tal senso si evidenzia che proprio le prove di portata hanno fornito portate critiche molto limitate (0,10 l/s) e che il crollo della colonna d'acqua è stato molto repentino (durata massima della prova 45 min per tre gradini). Inoltre, la stagionalità della circolazione è stata confermata dalle osservazioni dirette in corrispondenza delle fronti di scavo;

Relazione Idrogeologica	MODELLO IDROGEOLOGICO DEL BASAMENTO PALEOZOICO		
COMMITTENTE: RWM Italia SpA	IL GEOLOGO: [REDACTED]	Stabilimento RWM Italia SpA Domusnovas (SU) – Località Matt'è Conti Iglesias (SU) – Località San -Marco	Giugno 2024
			Pag. 36 di 36 Rev. 0

- b) contrariamente a quanto descritto in precedenza, i pozzi presenti nello stabilimento indicano la presenza di un acquifero profondo per fratturazione e in pressione separato dai livelli superficiali dell'ammasso roccioso da un potente livello impermeabile stimabile in circa 20 - 30 m. La presenza di questo limite impermeabile fa sì che si possano escludere interferenze con le opere di scavo.

Le portate misurate variano da un minimo di [REDACTED] a un massimo di [REDACTED].;

- c) oltre a quanto descritto, si evidenzia la presenza di un'ulteriore acquifero costituito dalle alluvioni del Rio Figu. Si ritiene che tale acquifero, pur caratterizzato da una elevata permeabilità, è nel settore di interesse molto limitato per estensione e potenza (max [REDACTED] m). Inoltre risente dell'azione di ricarica e drenaggio del Rio Figu.