

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA  <b>D'APPOLONIA</b>	COMMESSA <b>5663</b>	UNITÀ <b>000</b>
	LOCALITA' <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE          SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD          PROGETTO DEFINITIVO          RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>		Rev. <b>1</b>

**SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA  
SEZIONE CENTRO NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

Il Committente



Società Gasdotti Italia S.p.A.



Il Progettista



**D'APPOLONIA**



Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
1	Emissione per Enti	MNC	RP	CSM	Giugno 2017
0	Emissione in bozza per verifica SVA	MNC	RP	CSM	Maggio 2017



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 1 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## INDICE

<b>LISTA DELLE TABELLE .....</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DELLE TAVOLE .....</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>2 CLIMA E PRECIPITAZIONI .....</b>	<b>8</b>
2.1 Inquadramento Climatico .....	8
2.1.1 <i>Temperature</i> .....	8
2.1.2 <i>Precipitazioni</i> .....	12
2.2 Stazioni Meteorologiche .....	14
<b>3 IDROLOGIA .....</b>	<b>16</b>
3.1 Unità Idrografiche e Bacini Imbriferi Principali .....	16
3.1.1 <i>U.I.O. di Mannu di Porto Torres</i> .....	17
3.1.2 <i>U.I.O. di Coghinas</i> .....	18
3.1.3 <i>U.I.O. di Temo</i> .....	19
3.1.1 <i>U.I.O. del Tirso</i> .....	20
3.2 Aree a Pericolosità Idraulica .....	21
3.2.1 <i>Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)</i> .....	21
3.2.2 <i>Eventi alluvionali della Sardegna Centro-Settentrionale Occidentale</i> .....	22
<b>4 IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
4.1 Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Interessati dal Tracciato .....	28
4.1.1 <i>Complessi Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari</i> .....	29
4.1.2 <i>Complessi Acquiferi Vulcanici Plio-Pleistocenici</i> .....	30
4.1.3 <i>Complessi Acquiferi Sedimentari Terziari</i> .....	31
4.1.4 <i>Complessi Acquiferi Vulcanici Terziari</i> .....	32
4.1.5 <i>Complessi Acquiferi Carbonatici Mesozoici</i> .....	33
4.1.6 <i>Complessi Acquiferi Granitoidi Paleozoici</i> .....	34
4.2 Macro-Aree Idrogeologiche .....	35
4.2.1 <i>Nurra (Carbonati Mesozoici)</i> .....	36
4.2.2 <i>Logudoro (Depositi Sedimentari Oligo-Miocenici e Vulcaniti Cenozoiche)</i> .....	45
4.2.3 <i>Area Centro-Occidentale (Vulcaniti Cenozoiche)</i> .....	60
4.2.4 <i>Bacino di Ottana (Depositi Sedimentari Oligo-Miocenici e Vulcaniti Cenozoiche)</i> .....	74
4.2.5 <i>Nuorese (Granitoidi Paleozoici)</i> .....	78
4.2.6 <i>Piana del Campidano di Oristano (Sedimenti Plio-Quaternari)</i> .....	80
4.3 Quadro Riassuntivo delle Principali Caratteristiche Idrogeologiche dei Litotipi .....	98
<b>5 CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA .....</b>	<b>108</b>
<b>6 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE SUL TRACCIATO .....</b>	<b>110</b>
6.1 Dorsale Nord-Ovest (TR01), Porto Torres - Codrongianos .....	110
6.2 Allacciamento Sassari (TR02) .....	112
6.3 Dorsale Centro – Nord (TR03), Codrongianos – Palmas Arborea .....	112

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 2 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

6.4	Bretella Ottana - Nuoro (TR04).....	115
<b>7</b>	<b>RIFERIMENTI.....</b>	<b>117</b>

### LISTA DELLE TABELLE

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 1.1: Articolazione del Progetto – Sezione Centro Nord	7
Tabella 2.1: Sensori presenti nelle Stazioni di Monitoraggio	16
Tabella 3.1: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Mannu di Porto Torres	18
Tabella 3.2: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Mannu di Porto Torres	20
Tabella 3.3: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. del Tirso	21
Tabella 3.4: Principali Eventi Alluvionali nel Settore Centro Nord della Sardegna dagli Anni '50 dello Scorso Secolo	24
Tabella 4.1: Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Sotterranei Perimetrati Lungo il Tracciato del Metanodotto	28
Tabella 4.2: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS dei Carbonati Mesozoici della Nurra Settentrionale (ID 3211) e Meridionale (ID 3221) (RAS, 2013)	42
Tabella 4.3: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS dei Depositi Detritico-Carbonatici Oligo Miocenici (ID 2311, 2312, 2313, 2321, 2331) (RAS, 2013)	56
Tabella 4.4: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda/ Portata Sorgenti per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Campeda - ID 1911 e del Tirso - ID 1912 (RAS, 2013)	68
Tabella 4.5: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda / Portata Sorgenti per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Macomer-Bortigali - ID 2713 e di Bosa - ID 2721 (RAS, 2013)	73
Tabella 4.6: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda/ Portata Sorgenti per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Ottana - ID 2731 (RAS, 2013)	78
Tabella 4.7: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – dei Granitoidi del Nuorese (ID 3831) (RAS, 2013)	80
Tabella 4.8: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell'Acquifero di Oristano (nuovi pozzi da RAS, 2009b)	89
Tabella 4.9: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell'Acquifero di Oristano (Pala e Cossu, 1994)	90
Tabella 4.10: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda nelle Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Oristano - ID 1712 (RAS, 2013)	94
Tabella 4.11: Sintesi delle Caratteristiche di Permeabilità dei Litotipi Attraversati dal Tracciato (Fascia di 1 Km)	99
Tabella 5.1: Riclassificazione dei Pozzi S.I.R.A. per Macro-Categoria d'Uso	109

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 3 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### LISTA DELLE FIGURE

<b><u>Figura No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Figura 1.1: Schema del Tracciato dell'Opera in Progetto	6
Figura 2.1: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Massime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	9
Figura 2.2: Regione Sardegna, Media delle Temperature Massime dell' Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPAS, 2016)	10
Figura 2.3: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Minime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	11
Figura 2.4: Regione Sardegna, Media delle Temperature Minime dell'Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPAS, 2016)	12
Figura 2.5: Regione Sardegna, Altezza Media Annuale di Precipitazione Relativa al Periodo 1951 - 1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	13
Figura 2.6: Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Ottobre 2014 a Settembre 2015 e Rapporto con la Media Climatologica nel Periodo 1971 – 2000 (ARPAS, 2016)	14
Figura 2.7: Regione Sardegna, Stazioni di Monitoraggio (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	15
Figura 3.1: Idrografia Superficiale e Unità Idrografiche Omogenee Attraversate dal Progetto	17
Figura 3.2: Distribuzione degli Eventi Alluvionali nel Periodo 1992 - 2014 (RAS, 2015a)	23
Figura 4.1: Mappa Geologico-Strutturale Semplificata del Centro-Nord della Sardegna (RAS, 2015b) e identificazione delle macro-aree geografiche e idrogeologiche	27
Figura 4.2: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari (RAS, 2016)	30
Figura 4.3: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Plio-Quaternari (RAS, 2016)	31
Figura 4.4: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Terziari (RAS, 2016)	32
Figura 4.5: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Terziari (RAS, 2016)	33
Figura 4.6: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Carbonatici Mesozoici (RAS, 2016)	34
Figura 4.7: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Granitoidi Paleozoici (RAS, 2016)	35
Figura 4.8: Mappa Geologica Semplificata e Sezioni Geologiche attraverso il Distretto della Nurra (Ghiglieri et al., 2009)	37
Figura 4.9: Mappa Idrogeologica e di Conducibilità Idraulica (K) (Ghiglieri et al., 2009) – In Verde (C), Azzurro (G) e Rosa (T) i Sistemi Acquiferi dell'Unità Idrogeologica Mesozoica	39
Figura 4.10: Punti di Monitoraggio CIS Carbonatici della Nurra Settentrionale e Meridionale (ID 3111 e 3121)	41
Figura 4.11: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - CIS dei Carbonati Mesozoici della Nurra Settentrionale (ID 3211) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	43
Figura 4.12: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - CIS dei Carbonati Mesozoici della Nurra Meridionale (ID 3221) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	44
Figura 4.13: Inquadramento Geologico della Fossa del Logudoro e Geometria dei due Bacini (Semi-Graben) di Porto Torres (PTB) e del Logudoro (LB) (Funedda et al., 2003)	46
Figura 4.14: Stratigrafie della Successione Miocenica dei Bacini di Porto Torres (PTB) e del Logudoro (LB) (Funedda et al., 2003)	47
Figura 4.15: Sezione Geologica Attraverso il Bacino del Logudoro (SGI - ISPRA, 2012)	49

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 4 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Figura 4.16: Mappa Idrogeologica e di Conducibilità Idraulica (K) (Ghiglieri et al., 2009) – In Giallo: Sistema Acquifero in Arenarie e Calcari dell'Unità Idrogeologica Miocenica	51
Figura 4.17: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico di Porto Torres (ID 2313)	52
Figura 4.18: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese Settentrionale (ID 2311)	53
Figura 4.19: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese Meridionale (ID 2312)	54
Figura 4.20: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico Chilivani-Mores (ID 2321)	55
Figura 4.21: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico Giave-Semestene (ID 2331)	55
Figura 4.22: Monitoraggio Chimico e Quantitativo CIS del Sassarese Settentrionale (ID 2311) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	58
Figura 4.23: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - CIS del Sassarese Meridionale (ID 2312) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	59
Figura 4.24: Distribuzione delle Aree Vulcaniche di Età Cenozoica (RAS, 2015b)	60
Figura 4.25: Ubicazione degli affioramenti di Rioliti (11), Andesiti (12) e Filoni (13) del ciclo calcareo oligo-miocenico e Colonne Stratigrafiche delle Successioni Vulcaniche in Prossimità del Tracciato (Carmignani et al. 2001)	62
Figura 4.26: Carta Idrogeologica del Complesso Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale, CI 19 (RAS, 2009a)	64
Figura 4.27: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Campeda (ID 1911)	66
Figura 4.28: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Tirso (1912)	67
Figura 4.29: Monitoraggio Chimico e Quantitativo CIS di Campeda (ID 1911) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	70
Figura 4.30: Monitoraggio Chimico e Quantitativo CIS del Tirso (ID 1912) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	71
Figura 4.31: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Macomer-Bortigali (ID 2713)	72
Figura 4.32: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Bosa (ID 2721)	73
Figura 4.33: Bacini Trastensivi Oligo-Aquitani Connessi con il Sistema di Faglie Trascorrenti della Sardegna Centro Settentrionale	74
Figura 4.34: Relazione Schematica tra i Bacini Trastensivi Aquitani ed i Bacini Estensionali Burdigaliani (SGI-ISPRA, 2012)	75
Figura 4.35: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Ottana (ID 2731)	77
Figura 4.36: Punti di Monitoraggio CIS dei Granitoidi del Nuorese (ID 3831)	79
Figura 4.37: Acquiferi del Campidano di Oristano (17-1) e di Cagliari (17-2)	81
Figura 4.38: Macro-Area Idrogeologica del Campidano di Oristano e Localizzazione del Tracciato (Tratto Interessato TR03)	82
Figura 4.39: Sezione Geologica del Campidano di Oristano (RAS, 2009b)	83
Figura 4.40: Stratigrafia del Pozzo Oristano 1 (Carmignani et al., 2001)	84
Figura 4.41: Schema Litologico del Campidano di Oristano Settore Nord (da Ghiglieri et al., 2016)	86

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 5 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Figura 4.42: Sezioni Geologiche del Campidano di Oristano – Settore Nord (da Ghiglieri et al., 2016)	87
Figura 4.43: Distribuzione della Permeabilità e dei Pozzi nel Settore Nord del Campidano di Oristano (Comune di Oristano, 2015)	88
Figura 4.44: Piezometria delle Falde del Campidano di Oristano (Ghiglieri et al., 2016)	91
Figura 4.45: Punti di Monitoraggio Acquifero del Campidano di Oristano - CIS di Oristano (1712)	93
Figura 4.46: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Oristano (ID 1712) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	97
Figura 4.47: Monitoraggio Chimico – CIS di Oristano (ID 1712) Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	97

#### LISTA DELLE TAVOLE

No.	Titolo
PG-1082	Carta Idrogeologica (1:10.000) – Fogli da 0 a 60



	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 6 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 1 INTRODUZIONE

Il progetto proposto dalla Società Gasdotti Italia S.p.A. (SGI) consiste nella realizzazione della Sezione Centro-Nord, da Palmas Arborea a Porto Torres, di un sistema di trasporto gas in Regione Sardegna, costituito da una rete di metanodotti che si sviluppa principalmente in direzione Sud-Nord (Figura 1.1).



**Figura 1.1: Schema del Tracciato dell'Opera in Progetto**

Il progetto proposto interessa le seguenti autonomie locali (LR n. 2 del 4 Febbraio 2016 e DGR n. 23/5 del 20 Aprile 2016): Provincia di Sassari, Provincia di Nuoro e Provincia di Oristano.

Sono complessivamente attraversati 34 Comuni.

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 7 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Il tracciato della condotta si estende per una lunghezza complessiva di circa 208 km (Tabella 1.1) ed è costituito da 2 dorsali principali, da una bretella e da un allaccio. In particolare, il tracciato è suddiviso in 4 tronchi come descritto nella seguente tabella.

**Tabella 1.1: Articolazione del Progetto – Sezione Centro Nord**

Sistema Trasporto Gas Naturale Sardegna Sezione Centro Nord						
Ref. Tronco	Denominazione	Partenza	Arrivo	DN	DP	Lunghezza (km)
TR01	Dorsale Nord-Ovest	Porto Torres	Codrongianos	400	75	50,4
TR02	Allacciamento Sassari	Sassari (Dorsale Nord-Ovest)	Sassari	150	12	4,7
TR03	Dorsale Centro-Nord	Codrongianos	Palmas Arborea	400	75	101,7
TR04	Bretella Ottana-Nuoro	Borore (Dorsale Centro-Nord)	Nuoro	300	75	51,3
<b>TOTALE</b>						<b>208,1</b>

Il progetto include:

- impianto di entry point per l'immissione in rete del gas naturale (Porto Torres);
- un punto di interconnessione con la Sezione Centro-Sud, presso l'impianto di Palmas Arborea, facente parte della Sezione Centro-Sud, nel quale confluisce inoltre l'immissione dall'entry-point di Oristano (anch'esso appartenente alla Sezione Centro-Sud);
- impianti di lancio e ricevimento "pig" a Codrongianos, Borore e Nuoro;
- impianti di derivazione per allacciamento e per la successiva estensione della rete di trasporto;
- impianti di consegna per l'allacciamento alle reti cittadine di distribuzione (Sassari, Nuoro).

Il presente documento costituisce la **Relazione Idrogeologica** per il progetto definitivo del metanodotto, e tratterà degli aspetti climatici, idrologici, idrogeologici delle aree attraversate dal tracciato, considerando un corridoio della larghezza di 1000 m nell'intorno delle opere a progetto.

Le informazioni descritte sono state elaborate raccogliendo l'insieme di dati di letteratura disponibili, in particolare, sugli aspetti relativi all'idrologia superficiale e alla pericolosità idraulica, sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche delle diverse aree attraversate e sui parametri idrodinamici degli acquiferi e di monitoraggio chimico-quantitativo dei corpi idrici sotterranei.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 8 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 2 CLIMA E PRECIPITAZIONI

### 2.1 Inquadramento Climatico

Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come “Mediterraneo Interno”, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Da un punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. Di conseguenza si ha a che fare con grandi variazioni interstagionali di precipitazione accompagnate da variazioni di temperatura, senza però che le une e le altre raggiungano i valori estremi tipici delle due aree climatiche (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web).

La presenza di un mare chiuso relativamente poco profondo smorza gli eccessi di temperatura meno di quanto facciano gli Oceani Atlantico e Pacifico a latitudini analoghe e, allo stesso tempo, protegge parzialmente dalle intense perturbazioni tipiche di altre aree del Pianeta poste alle medesime latitudini, ma in zone continentali o lambite dagli oceani.

In linea generale, l'analisi delle variazioni delle medie mensili di temperatura e di precipitazione permette di individuare due stagioni climatiche tipiche delle regioni mediterranee: (i) da Ottobre ad Aprile e (ii) da Maggio a Settembre. I periodi di transizione sono identificati rispettivamente con i mesi di Marzo-Aprile e Settembre-Novembre. Le temperature medie risultano sostanzialmente costanti nel periodo estivo Luglio - Agosto e nel periodo invernale Dicembre - Febbraio. Le precipitazioni invece hanno un massimo cumulato nel mese di Dicembre, mentre Luglio ed Agosto risultano i mesi più secchi.

Un'analisi del clima, con particolare riferimento alle caratteristiche sia termometriche sia pluviometriche regionali e dell'area in esame è stata condotta utilizzando:

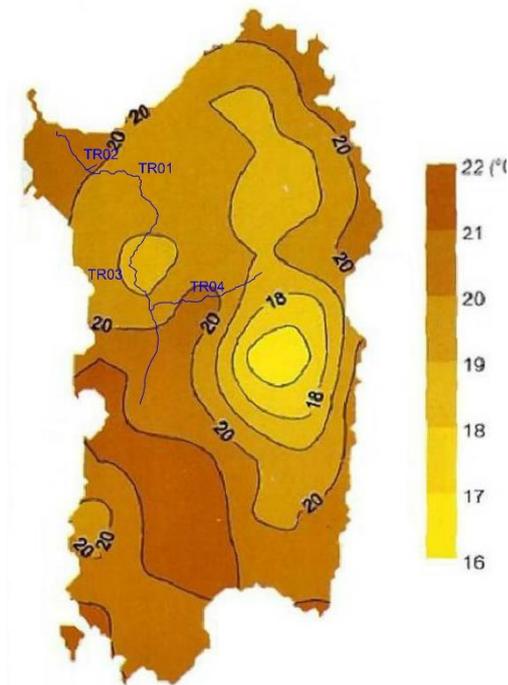
- i dati rilevati su base giornaliera e provenienti complessivamente da 259 stazioni, per il periodo 1951 e il 1980, riportati nell'analisi del clima della Sardegna effettuata dal Servizio Agrometeorologico Regionale (SAR) per la Sardegna (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web);
- i dati e le informazioni riportate nel documento redatto dal Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Sardegna (ARPAS): “*Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna, Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo Ottobre 2014 - Settembre 2015*” (ARPAS, 2016), che costituisce il rapporto annuale più recente tra quelli pubblicati dall'ente stesso. In tale studio l'andamento termo pluviometrico dell'annata 2014-2015 è stato confrontato con la media relativa al periodo 1995-2014 per le temperature e 1971-2000 per le precipitazioni.

#### 2.1.1 Temperature

L'analisi dei valori **medi annuali delle temperature massime** dei dati storici relativi al 1951-1980 mostra una forte influenza da parte dell'orografia. Come visibile nella seguente figura, risultano chiaramente individuabili le pianure così come le aree

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 9 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

montuose. L'area oggetto di studio mostra valori di 19-20°C per l'area del Sassarese interno, Logudoro e Meilogu e valori leggermente più alti per la parte più meridionale del tracciato (Marghine) e la Bretella Ottana-Nuoro (20-21°C).

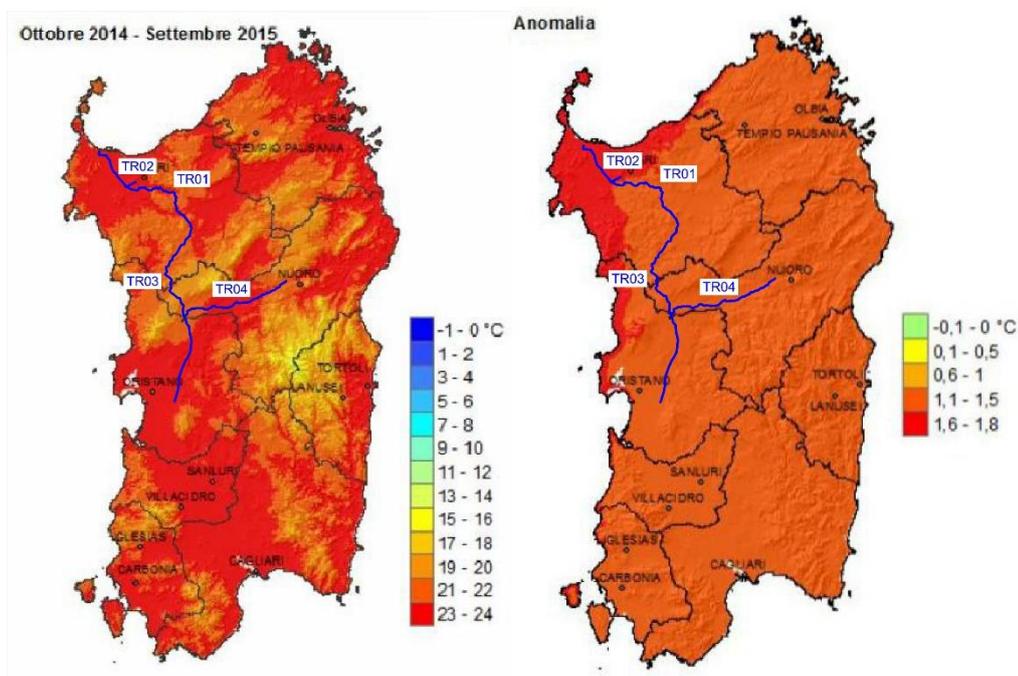


**Figura 2.1: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Massime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)**

La stessa indicazione viene fornita anche dall'analisi della media delle temperature massime per l'annata 2014-2015, per la quale però si nota un assestamento su valori più elevati, attorno a 22-24°C, in più della metà del territorio regionale, in particolare sulle coste, sulle pianure e in tutte le zone interne con quote medio basse.

L'area di interesse mostra valori prevalentemente compresi tra 21°C e 22°C e quindi anomalie positive (tra +1,1 e +1,5) rispetto alle medie relative al periodo di confronto 1995-2014.

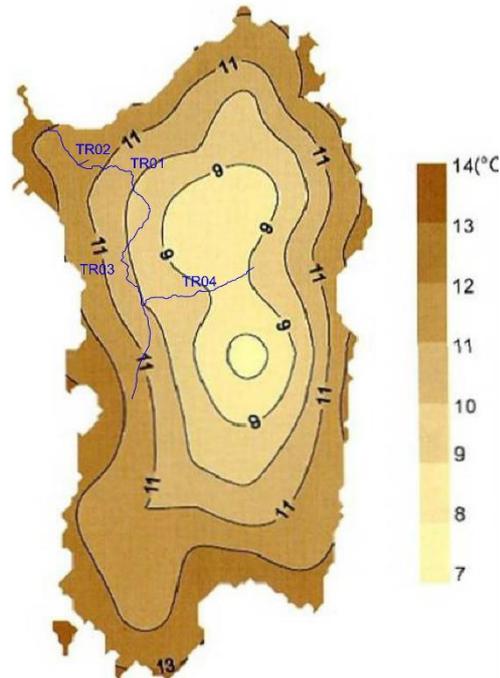
	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 10 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 2.2: Regione Sardegna, Media delle Temperature Massime dell' Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPAS, 2016)**

La distribuzione spaziale dei **valori medi di temperatura minima** (Figura 2.3) mostra un andamento decrescente dalla costa verso l'interno, legata alla presenza del mare, ma anche ad un leggero effetto dovuto alla variazione della latitudine ed alla presenza dei rilievi orografici centro-orientali. Secondo questo andamento, anche l'area oggetto di studio risulta caratterizzata prevalentemente da valori di circa 9°C -10°C nelle zone interne del Logudoro, Meilogu e del Marghine e valori tra 11°C e 12°C nelle aree in corrispondenza delle zone prossime al Golfo di Oristano e Golfo di Porto Torres.

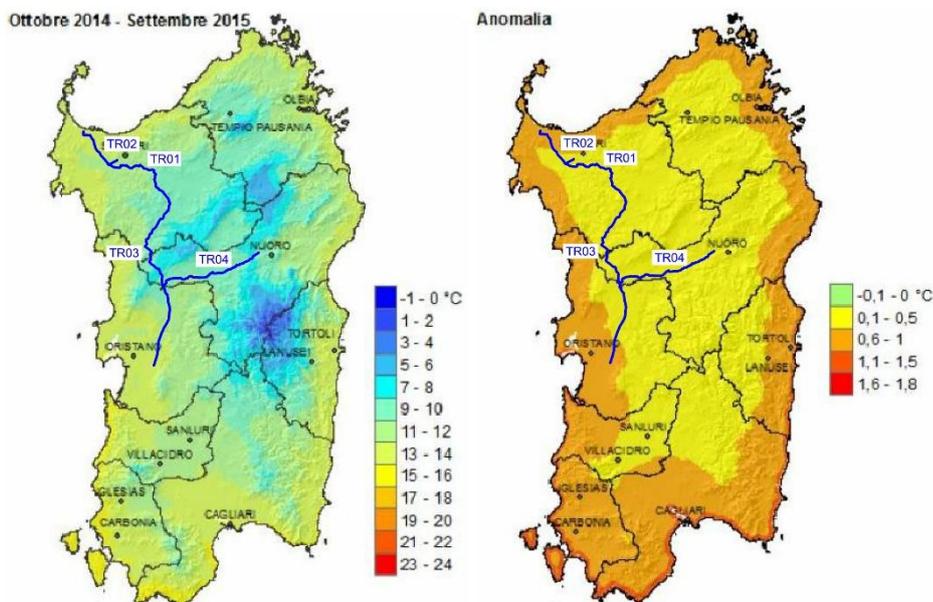
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 11 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 2.3: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Minime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)**

Per quanto concerne le medie delle temperature minime dell'anno 2014-2015 (si veda la figura seguente) l'area di interesse risulta caratterizzata da valori generalmente compresi tra 5 e 12 °C, corrispondenti ad anomalie prevalentemente positive rispetto al periodo 1995 – 2014, con valori compresi tra 0,1 e 0,5 °C lungo tutto il tracciato.

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 12 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



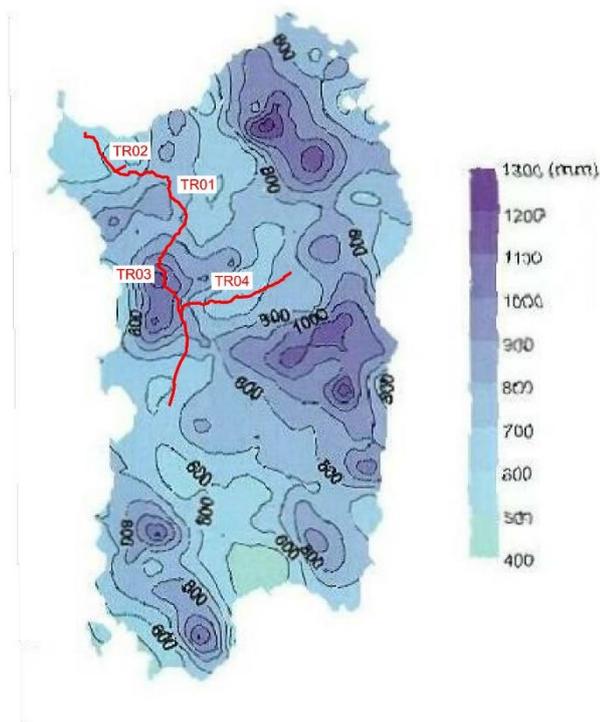
**Figura 2.4: Regione Sardegna, Media delle Temperature Minime dell'Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPAS, 2016)**

### 2.1.2 Precipitazioni

Per quanto concerne le **precipitazioni**, la seguente figura (Figura 2.5) riporta l'andamento **cumulativo delle precipitazioni medie annuali** per il periodo 1951-1980 a livello regionale. I massimi dei cumulati mostrano chiaramente la presenza sull'isola di quattro zone piovose: le aree a ridosso del Gennargentu, la parte centrale della Gallura, l'altopiano di Campeda e l'Iglesiente. Il tracciato della parte centro-nord del metanodotto in esame ricade prevalentemente nella zona con altezza media annuale di precipitazioni compresa tra 600 e 800 mm annui.

Per quanto concerne gli eventi estremi, registrati nel periodo in esame (dal 1951 al 1980), quasi tutti gli eventi di precipitazione superiori a 400 mm appartengono a due periodi, 15-18 ottobre 1951 e 26 settembre 1971, e si sono verificati in località nord-orientali, centro-orientali e sud-orientali dell'Isola, non appartenenti alle zone di studio.

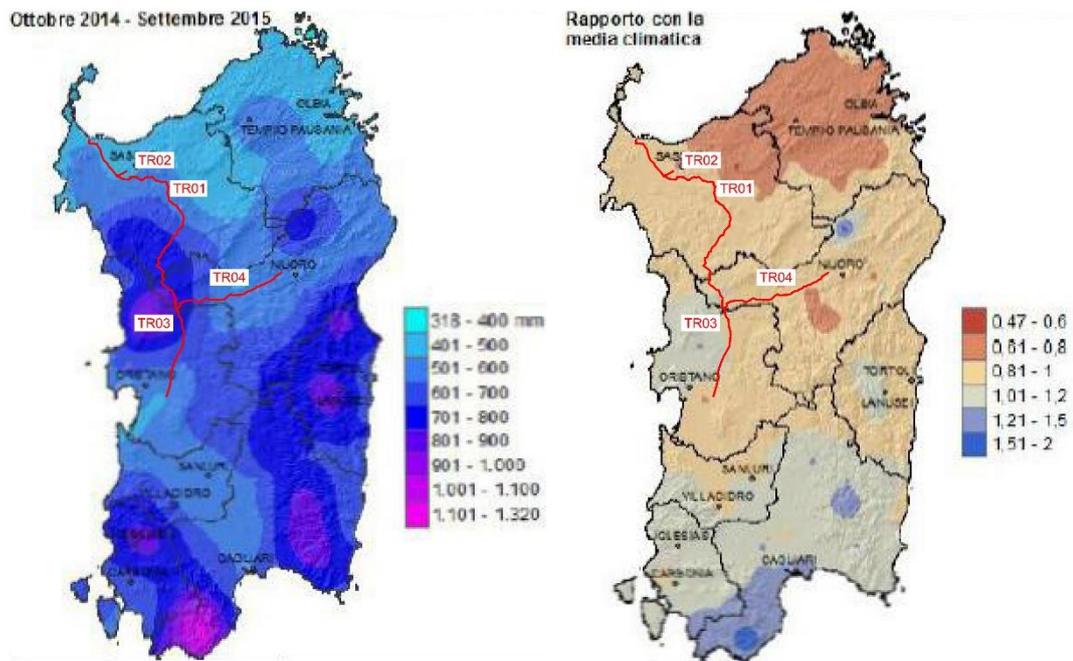
	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 13 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 2.5: Regione Sardegna, Altezza Media Annuale di Precipitazione Relativa al Periodo 1951 - 1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)**

Passando all'analisi dei cumulati di precipitazione da Ottobre 2014 a Settembre 2015 è possibile evidenziare un andamento crescente da Nord a Sud, che risulta piuttosto anomalo rispetto alla climatologia della Sardegna, con precipitazioni particolarmente scarse a Nord ed abbondanti nel Sud-Ovest dell'isola (come mostrato chiaramente dal confronto con la media climatica relativa la periodo 1971-2000). Nel dettaglio, l'area di interesse risulta caratterizzata da un rapporto con la media climatica pari a 0,8 - 1 nell'intero tratto del tracciato Centro Nord. I valori del cumulo di precipitazione risultano sostanzialmente compresi tra i 501 ed i 700 mm per la maggior parte del tracciato, presentando valori superiori nella zona meridionale del Marghine (601-700 mm) e inferiori nel tratto estremo settentrionale con minimi tra Sassari e Porto Torres (401-500 mm).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 14 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 2.6: Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Ottobre 2014 a Settembre 2015 e Rapporto con la Media Climatica nel Periodo 1971 – 2000 (ARPAS, 2016)**

## 2.2 Stazioni Meteorologiche

La rete di rilevamento regionale si compone di:

- una rete composta da 262 stazioni (stazioni storiche), gestite dal Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione della siccità;
- una rete di stazioni gestite da ARPAS, tramite il proprio Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico (ex Servizio Agrometeorologico Regionale – SAR), composta da oltre 50 stazioni di rilevamento dislocate su tutto il territorio regionale, oltre a 2 stazioni di ricezione dati da satellite in tempo reale.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 15 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

La seguente figura (Figura 2.7) riporta la rappresentazione di entrambe le reti di monitoraggio (in verde le stazioni della rete ARPAS, in blu quelle della rete storica).



**Figura 2.7: Regione Sardegna, Stazioni di Monitoraggio (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 16 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

La seguente tabella riporta i sensori presenti nelle stazioni della rete di monitoraggio ARPAS.

**Tabella 2.1: Sensori presenti nelle Stazioni di Monitoraggio**

Grandezza misurata	Altezza sensore	Unità di misura	Intervallo Minimo Disponibile
Temperatura aria	2 m	°C	1 ora
Temperatura superficiale	5 cm	°C	1 ora
Temperatura terreno	-10 cm	°C	1 ora
Temperatura terreno	-50 cm	°C	1 ora
Umidità aria	2 m	%	1 ora
Precipitazione piovosa	2 m	mm	10 min
Pressione atmosferica	2 m	hPa	1 ora
Intensità del vento	2 m	m/s	10 min
Intensità del vento	10 m	m/s	10 min
Direzione del vento	10 m	°	10 min
Bagnatura fogliare	2 m	min	1 ora

### 3 IDROLOGIA

#### 3.1 Unità Idrografiche e Bacini Imbriferi Principali

In generale l'idrografia della Sardegna è caratterizzata dalla quasi totale assenza di corsi d'acqua perenni; la maggior parte dei corsi d'acqua sono a carattere stagionale ed hanno regime torrentizio, con una notevole variazione dei deflussi durante l'anno legati ad una alimentazione esclusivamente pluviale.

Sono considerati fiumi perenni il Tirso, il Flumedosa, il Coghinas, il Cedrino, il Liscia ed il Temo, ma anche questi, pur avendo deflussi presenti tutto l'anno, sono soggetti a forti variazioni tra le portate minime e massime.

Dei fiumi sopra menzionati, solo il Tirso è attraversato dal tracciato centro-nord del metanodotto a progetto, che dall'allacciamento della stazione di rilancio di Palmas Arborea si dirige verso Nord attraversando le regioni del Marghine, Gocèano, Meilogu e Sassarese fino a raggiungere Porto Torres, incontrando corsi d'acqua appartenenti a 4 delle Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.)<sup>1</sup> definite dal Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Sardegna (RAS, 2006).

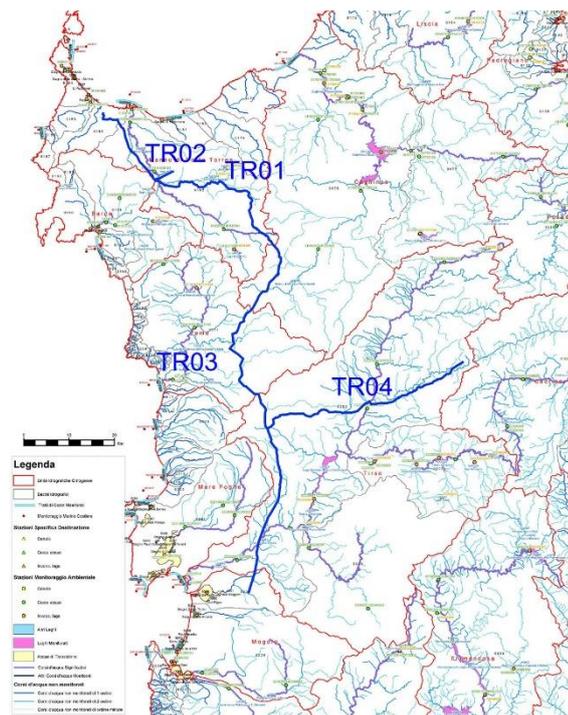
<sup>1</sup> Le U.I.O. accorpano bacini idrografici minori per caratteristiche geomorfologiche idrografiche ed idrologiche omogenee.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 17 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Le quattro U.I.O. attraversate dal tracciato di metanodotto in esame sono le seguenti (Figura 3.1):

- Mannu di Porto Torres;
- Coghinas;
- Temo; e
- Tirso.

Tutte e quattro le U.I.O. sono caratterizzate dalla presenza di zone morfologicamente elevate, con altopiani orlati da colline e rilievi montuosi. Solo gli estremi settentrionali e meridionali della tratta in esame percorrono zone di pianura (piana di Porto Torres e Piana di Oristano).



**Figura 3.1: Idrografia Superficiale e Unità Idrografiche Omogenee Attraversate dal Progetto**

### 3.1.1 U.I.O. di Mannu di Porto Torres

Il percorso del metanodotto interessa buona parte dell'U.I.O. di Porto Torres attraversandola da Nord-Ovest, presso Porto Torres, a Sud-Est, presso Codrongianos.

L' U.I.O. del Mannu di Porto Torres ha un'estensione di circa 1238,69 km<sup>2</sup>. Il bacino principale, che prende il nome dal fiume principale, si estende nell'entroterra per circa 670 km<sup>2</sup>. E' caratterizzato da un'intensa idrografia dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate. Il Riu Mannu ed i suoi affluenti hanno un andamento lineare, **ortogonale**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 18 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

alla linea di costa; esso ha origine nella zona comunale di Cheremule e Bessude. I principali affluenti del Riu Mannu sono: in destra: il Rio Bidighinzu, il Rio Mascari e il Rio Ottava; in sinistra: il Rio Minore e il Rio Ertas.

Il Riu Mannu nasce dal monte Sa Figu, a circa 376 m s.l.m., e dopo un percorso di 64,5 km si getta nel golfo dell'Asinara (formatosi dal corso del fiume per l'appunto), ad ovest di Porto Torres. L'area nella quale si sviluppa il corso d'acqua è caratterizzata da una serie di colline di media altezza, da falsipiani e tavolati modellati dei sedimenti calcarei di età miocenica. Tra gli altri corsi d'acqua di una certa importanza va citato il Rio Mascari, affluente del rio Mannu, di lunghezza 29,08 km, che attraversa la parte orientale dell'U.I.O. in senso Est-Ovest a sud di Sassari.

Il bacino del Riu Mannu di Porto Torres si sviluppa in una vasta area della Sardegna nord-occidentale, all'interno della cosiddetta 'Fossa Sarda', interessata in diversi periodi da ripetute trasgressioni e regressioni marine e da numerose manifestazioni vulcaniche. A seguito dei movimenti che hanno dato origine alla 'Fossa Sarda', questo territorio è stato invaso dal mare e ricoperto da imponenti coltri sedimentarie dalla cui emersione si è originato un esteso altopiano. Il settore centro orientale dell'U.I.O è caratterizzato da un rilievo particolarmente accentuato (zone di Tissi e Ossi) per la presenza di elevati massicci rocciosi costituiti da terreni sedimentari marini miocenici (arenarie e marne).

Il percorso del metanodotto partendo dal terminale di Porto Torres percorre dapprima la pianura in senso Nord-Sud, per poi volgere verso Est inoltrandosi tra i rilievi del Sassarese, e poi curvare verso Sud percorrendo il confine con la U.I.O. di Coghinas. I più importanti corsi d'acqua attraversati dal tracciato del metanodotto sono riportati nella tabella sottostante.

**Tabella 3.1: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Mannu di Porto Torres**

Comune	Corso d'acqua
Sassari	Riu Ertas
Sassari	<b>Mannu Porto Torres</b>
Sassari	Rio Mascari
Ossi	Riu Pizzinnu
Cargeghe	Rio Murrone

### 3.1.2 U.I.O. di Coghinas

Il percorso del metanodotto attraversa una piccola porzione del territorio al margine occidentale dell'U.I.O. di Porto Torres in corrispondenza dei rilievi da cui trae origine il Riu Mannu di Mores, presso la Valle dei Nuraghi a sud di Torralba, affluente del Riu Mannu di Ozieri.

L'U.I.O. di Coghinas ha un'estensione di circa 2551 km<sup>2</sup> ed è delimitata a Sud dalle catene del Marghine e del Goceano, ad est dai Monti Alà e dal M. Limbara, ad Ovest dal gruppo montuoso dell'Anglona e a Nord dal Golfo dell'Asinara.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 19 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Il bacino più importante è quello del Coghinas, che prende il nome dal fiume principale, ed è caratterizzato da una intensa idrografia con sviluppo molto articolato dovuto alle varie tipologie rocciose attraversate.

Il fiume Coghinas trae origine dalla catena del Marghine con il nome di Rio Mannu di Ozieri e sfocia nella parte orientale del Golfo dell'Asinara dopo un percorso di 115 km.

L'U.I.O. del Coghinas attraversa prevalentemente terreni di età paleozoica: una sequenza vulcano-sedimentaria permiana ricopre i terreni paleozoici e depositi detritici quaternari delimitano ad ovest **il corpo intrusivo suddetto**. La porzione sud-occidentale della U.I.O., quella attraversata dal metanodotto di progetto, è invece prevalentemente terziaria (formazioni di arenarie, conglomerati, calcari e marne mioceniche) con estesi ricoprimenti di depositi alluvionali quaternari (Valle dei Nuraghi).

Come anzidetto il tracciato del metanodotto attraversa solo il Rio Mannu di Mores, in corrispondenza della Valle dei Nuraghi, nel suo percorso iniziale di monte dove le portate d'acqua sono ancora ridotte.

### 3.1.3 U.I.O. di Temo

Anche in questo caso il percorso del metanodotto attraversa una piccola porzione del territorio al margine orientale dell'U.I.O. di Temo in corrispondenza dei rilievi presso Pozzomaggiore da cui traggono origine alcuni affluenti di sinistra del Fiume Temo.

L'U.I.O. del Temo ha un'estensione di circa 924,01 km<sup>2</sup> ed è delimitata ad Est e Sud Est dall'altopiano di Campeda e dalla catena del Marghine; ad Est l'elemento geomorfologico che individua la U.I.O. è il sistema dei coni vulcanici spenti del Meilogu (Monte Traessu). L'altimetria varia con quote che vanno da 0 m s.l.m. alla foce di Bosa Marina ai 1200 m s.l.m. in corrispondenza dei Monti della catena del Marghine.

Il fiume Temo, lungo circa 60 km, ha origine dai rilievi montuosi a Nord di Villanova Monteleone e dopo aver percorso un ampio arco verso Sud, devia in direzione Est-Ovest fino a sfociare in mare nei pressi di Bosa Marina.

Dal punto di vista geologico la U.I.O. del Temo è quasi tutta costituita da basalti e trachiti e solo in minor parte da calcari del Miocene. Il tracciato del metanodotto percorre di fatto le estese zone vulcaniche orientali dell'U.I.O. salvo alcuni affioramenti di depositi carbonatici presso Pozzomaggiore.

Il percorso del metanodotto entrando in questa U.I.O. da Nord dalla Valle di Nuraghi percorre dapprima l'altopiano di Pozzomaggiore in senso Nord-Sud per poi volgere verso Est a nord di Sindia verso Macomer per entrare nell'U.I.O. del Tirso. I corsi d'acqua attraversati dal tracciato, affluenti di sinistra del Temo, ma di modeste dimensioni in quanto nel loro settore di monte, sono riportati nella tabella sottostante.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 20 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 3.2: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Mannu di Porto Torres**

Comune	Corso d'acqua
Cossoine	Riu Mulinu
Pozzomaggiore	Rio Su Puntiggia
Sindia	Rio Mannu de Planu de Murtas

### 3.1.1 U.I.O. del Tirso

Il percorso del metanodotto interessa buona parte dell'U.I.O. del Tirso attraversando in senso Nord-Sud, da Macomer a Ollastra la porzione Ovest dell'U.I.O., e intersecandola nella parte centrale in senso Ovest Est con la bretella da Borore a Nuoro.

L' U.I.O. del tirso ha un'estensione di circa 3365,78 km<sup>2</sup> ed è costituita dall'omonimo bacino idrografico. L'U.I.O. è caratterizzata da un'intensa idrografia con sviluppo dendritico dovuto alle varie tipologie di rocce attraversate lungo la parte centrale ed è delimitata a Ovest dal massiccio del Montiferru, a Nord-Ovest dalle Catene del Marghine e del Goceano e dall'altopiano di Buddusò, a Est dal massiccio del Gennargentu, a Sud dall'altopiano della Giara di Gesturi e dal Monte Arci. L'altimetria varia notevolmente all'interno di questa U.I.O. in cui sono presenti aree pianeggianti, collinari e montuose che culminano con le vette del versante settentrionale del Gennargentu (Bruncu Spina 1829 m s.l.m.).

Il fiume Tirso nasce dall'altopiano di Buddusò e sfocia nel Golfo di Oristano dopo un percorso di 159 km circa. I principali affluenti ricadono tutti nella parte alta e media del corso e drenano talvolta dei sottobacini particolarmente significativi come quelli del Fiume Massari (840 km<sup>2</sup>) e del Fiume Taloro (505 km<sup>2</sup>).

Uno degli elementi di maggiore importanza di questa U.I.O. è sicuramente la presenza di numerosi invasi artificiali, tra cui si citano gli invasi di Omodeo, di Gusana e del Cucchinadorza. Tra questi, particolarmente rilevante dal punto di vista della quantità d'acqua invasabile è il lago di Omodeo, con capacità di invaso di 792 milioni di metri cubi.

Da un punto di vista geologico l'area è caratterizzata da una vasta eterogeneità che si traduce anche nello sviluppo di un reticolo asimmetrico. Le rocce più abbondanti sono rocce paleozoiche. In particolare, nel settore settentrionale è presente un complesso granitico sotto forma di altopiani (Altopiano di Alà dei Ardi e Buddusò) con morfologia molto regolare.

Nel settore orientale è presente una catena di vulcaniti oligo-mioceniche, graniti e rocce metamorfiche. Nella parte sud-orientale sono presenti rocce paleozoiche (Siluriano) debolmente metamorfosate, costituite da arenarie scistose, micascisti, quarziti e filladi.

Nel settore centro-occidentale sono presenti dei grandi espandimenti lavici plio-pleistocenici basaltici che formano un vasto altopiano. Infine, nella parte Sud affiorano sedimenti sabbioso-conglomeratici di età Miocenica.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 21 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Come detto, il percorso della dorsale del metanodotto attraversa in senso Nord-Sud, da Macomer a Ollastra, la porzione Ovest dell'U.I.O, mentre la bretella da Borore a Nuoro interessa la parte centrale della U.I.O. in senso Ovest Est.

I più importanti attraversamenti dal tracciato del metanodotto sono riportati nella tabella sottostante.

**Tabella 3.3: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. del Tirso**

Comune	Corso d'acqua
Nuoro	Riu Nurdole
Ottana	<b>Fiume Tirso</b>
Norogugume	Rio Murtazzolu
Ollastra	<b>Fiume Tirso</b>

## 3.2 Aree a Pericolosità Idraulica

### 3.2.1 Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi della legge No. 183/1989 e del Decreto Legge No. 180/1998, è stato approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna No. 67 del 10 Luglio 2006 (Regione Sardegna - Autorità di Bacino, RAS-ADB, 2006<sup>2</sup>).

Il Piano è composto dalla Relazione Generale, dalla Normativa del Piano (Norme di Attuazione) e dalla Cartografia. Con Decreto del Presidente della Regione No. 121 del 10 Novembre 2015 pubblicato sul BURAS No. 58 del 19 Dicembre 2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale N. 43/2 del 1 Settembre 2015, sono state approvate le modifiche alle Norme Tecniche del PAI.

Il Piano disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), moderata (Hi2) e bassa (Hi1), così definite:

- pericolosità molto elevata (Hi4) definita su tempo di ritorno di 50 anni;
- pericolosità elevata (Hi3) definita su tempo di ritorno di 100 anni;
- pericolosità media (Hi2) definita su tempo di ritorno di 200 anni;
- pericolosità moderata (Hi1) definita su tempo di ritorno di 500 anni.

Queste perimetrazioni tengono conto anche delle modifiche ed integrazioni che sono state definite nell'ambito di studi condotti in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici o di varianti agli stessi, nonché di approvazione di piani attuativi da parte dei Comuni, sulla base di quanto indicato dall'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I.).

<sup>2</sup> Sito web: <http://www.regione.sardegna.it/autoritadibacino>

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 22 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Il primo tratto dell'opera da Porto Torres a Codrongianos risulta maggiormente interessato da aree classificate con un certo grado di pericolosità, in particolare, per quanto concerne le aree a pericolosità elevata (Hi3) e molto elevata (Hi4), partendo da Nord, si può evidenziare quanto segue:

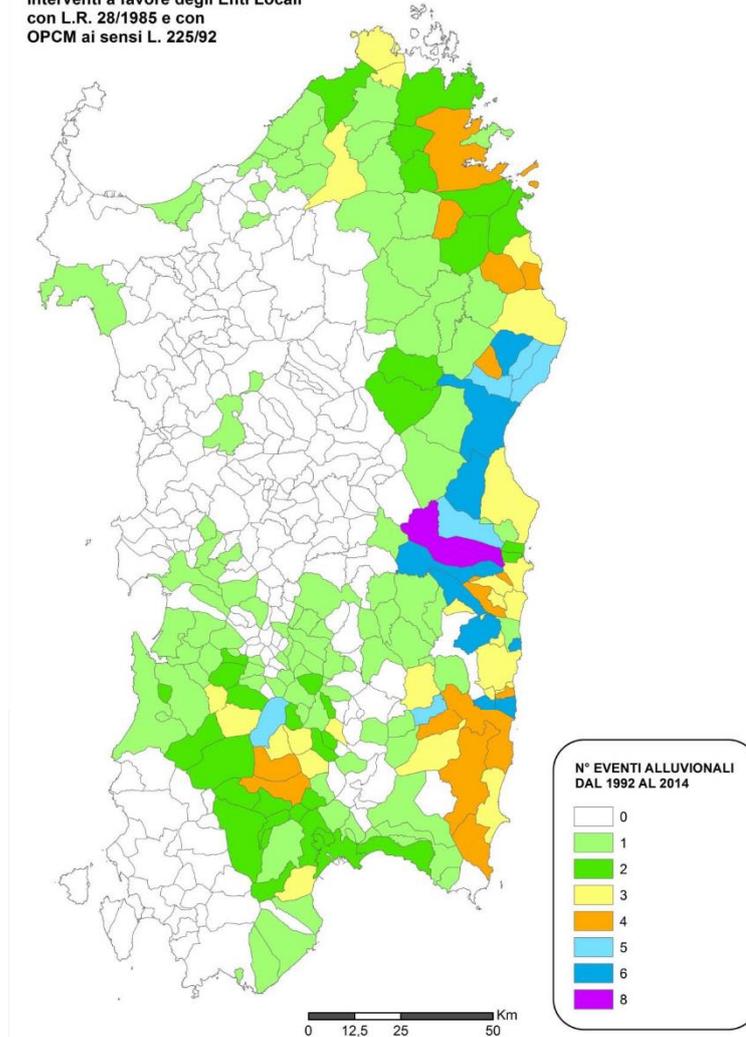
- nel tratto pianeggiante del TR01 il metanodotto attraversa due limitate aree a pericolosità idraulica elevata (Hi4) in corrispondenza di due corsi d'acqua minori affluenti di sinistra del rio Mannu di Porto Torres;
- nella zona a Sud Ovest di Sassari, in corrispondenza del raccordo tra il TR01 e la Bretella TR02, due tratti ravvicinati di metanodotto attraversano il Riu Mannu in un'area classificata a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4);
- nella zona a sud di Sassari del tratto TR01, in corrispondenza del tratto tra gli impianti TR01-TPL7 e TR01-TPL8, il metanodotto attraversa un'area classificata a pericolosità molto elevata (Hi4);
- nella parte intermedia del tracciato, TR03, presso Torralba attraversa un'area a pericolosità molto elevata (Hi4);
- la bretella Ottana Nuoro (TR04), ad est dell'abitato di Noragugume attraversa una ristretta area a pericolosità elevata (Hi4 corrispondente al corso idrico del Rio Murtazzolu);
- la bretella Ottana Nuoro (TR04), in corrispondenza di Ottana, ricade in un'area molto estesa a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), per l'attraversamento del Fiume Tirso;
- la parte meridionale del tratto TR03, nel tratto geograficamente ad Est dell'abitato di Ollastra, tra l'adduttore Destra Tirso e il canale adduttore Tirso Arborea, attraversa aree a diverso grado di pericolosità del Fiume Tirso, inclusa quella a pericolosità molto elevata (Hi4).

### 3.2.2 Eventi alluvionali della Sardegna Centro-Settentrionale Occidentale

La Sardegna ha un territorio propenso ai fenomeni di "dissesto geologico-idraulico", con particolare riguardo ai fenomeni alluvionali (ISPRA, 2013). Come evidente dalla seguente figura, che riporta la distribuzione degli eventi alluvionali principali più recenti, relativi al periodo 1992-2014 (RAS, 2015a), gli eventi alluvionali interessano in maniera preponderante il centro-meridionale e la fascia orientale dell'isola; nell'arco temporale esaminato (di circa 25 anni), nel settore centro-settentrionale e occidentale della Sardegna (interessato dal tracciato Centro-Nord oggetto della presente relazione), si sono verificati eventi sporadici, sebbene di natura significativa.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 23 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Interventi a favore degli Enti Locali  
con L.R. 28/1985 e con  
OPCM ai sensi L. 225/92



**Figura 3.2: Distribuzione degli Eventi Alluvionali nel Periodo 1992 - 2014 (RAS, 2015a)**

Tra gli eventi alluvionali storici verificatisi dalla seconda metà del '900 che hanno coinvolto anche il settore centro nord dell'isola (ISPRA, 2013; RAS, 2015a) ricordiamo i più significativi nella tabella seguente.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 24 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 3.4: Principali Eventi Alluvionali nel Settore Centro Nord della Sardegna dagli Anni '50 dello Scorso Secolo**

<b>Data Evento</b>	<b>Principali Aree / Centri / Abitati Coinvolti</b>	<b>Descrizione Evento / Effetti Principali</b>
15 – 17 Ottobre 1951	Sardegna centro-settentrionale e sud-orientale; Ogliastra, Baronia	<p>Violenti nubifragi colpiscono l'area centro-settentrionale e sud-orientale dell'isola provocando vaste inondazioni e numerose frane.</p> <p>La S.P. n. 9 viene interrotta da una grossa frana tra Bivio Carmine e Gairo, mentre la S.P. n.12 viene interessata dal crollo di un ponte. Interrotta la linea ferroviaria Ussania-Arabatax per il crollo di una galleria. Esondano il F.Foddeddu ed il F.Cedrino allagando campagne e centri abitati.</p> <p>In provincia di Nuoro sono particolarmente colpite l'Ogliastra e la Baronia. La S.P. n. 1 viene interrotta da una grande frana al km 9; un'altra interrompe la S.P. n. 22 presso Orgosolo dove crolla anche un ponte. Il F.Nurdole, tributario del Tirso, sormonta il ponte a valle di Oniferi sulla strada Nuoro-Macomer, asportando 30 metri di rilevato stradale e danneggiando la vicina ferrovia.</p> <p>Nella zona di Monte Albo numerose frane e smottamenti ostruiscono la strada Luia-Siniscola all'altezza di Guzzurra.</p> <p>In Gallura, in provincia di Sassari, lungo la ferrovia fra Calangianus e Tempio Pausania crollano due ponti (uno a Parafinta, l'altro a Badumeda) e vengono asportati circa 500 metri di binari. Un altro ponte viene abbattuto dalle acque del F.Liscia che esonda. Rompono gli argini anche il Rio Berchidala, il Rio Mannu ed il Rio Lernu. Esonda il F.Flumendosa vicino Villaputzu: 200 fabbricati crollati e 100 lesionati. Distruzione degli abitati di Gairo e Osini. 5 vittime.</p>
22 - 23 Novembre 1961	Campidano, Oristano, Sassari	<p>Ad Oristano crolla un'abitazione mentre presso Sassari le acque del Rio Mascari abbattano un ponte.</p> <p>Nel Cagliariitano, a seguito delle piogge che colpiscono il Campidano e l'area circostante lo Stagno di Cagliari, subiscono dissesti idrogeologici le località di Villasor (provocando 100 senzatetto), Serramanna, Decimomannu, Uta, Assemmini (con 50 fabbricati crollati, 100 danneggiati, 120 persone senza più un'abitazione), Capoterra (con un ferito travolto da un corso d'acqua in piena).</p>
17 Settembre 1967	Provincia di Sassari	In provincia di Sassari, sono allagate le località di Sennori e Sorso provocando 1 morto, alcuni feriti e danni alle abitazioni e all'agricoltura.
12 - 15 Ottobre 1986	Province di Cagliari, Nuoro e Sassari	Nuovamente colpita da nubifragi la zona di Assemmini e Uta nonché l'area montana dello Stagno di Cagliari, dove muore una donna travolta dalle acque del Rio Gutturreddu. Alluvioni e dissesti anche nella fascia costiera del Sarrabus e si ha un'altra vittima lungo le sponde del Rio Flumini Pisale, uno dei corsi d'acqua che scendono dalla zona montuosa del Salto di Quirra.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 25 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Data Evento	Principali Aree / Centri Coinvolti	Descrizione Evento / Effetti Principali
		<p>Severamente colpita anche l'Ogliastra sia in provincia di Nuoro che di Oristano, dove i dissesti maggiori si manifestano nei territori dei comuni posti alla pendici di Monte Ferru (Cuglieri, Narbolia, S.Vero Milis, Tresnuraghes) e della piana del Campidano (Arborea, Cabras, Santa Giusta, Oristano, Terralba).</p> <p>In totale i comuni interessati dai fenomeni di dissesto sono 22 (6 in provincia di Cagliari, 14 in provincia di Nuoro e 2 in quella di Sassari): Buggerru, Castiadas, Domusnovas, Muravera, San Vito, Villaputzu, Baunei, Desulo, Gairo, Jerzu, Orotelli, Siniscola, Ulassai, Urzu, Arzana, Loceri, Oliena, Talana, Tertenia, Triei, Bonnanaro e Nughedo S.Nicolò.</p>
8 – 9 Dicembre 1990	Bosa (OR)	A Bosa piogge intense provocano l'allagamento del centro abitato ove l'acqua raggiunge i 50 cm di altezza.
31 ottobre 1993	Campidano-Sarabus - Ogliastra	L'Alluvione ha interessato complessivamente n. 27, Comuni, così suddivisi: n. 16 Provincia dell'Ogliastra, n. 9 Provincia di Cagliari e n. 2 Provincia di Nuoro. In particolare: Prov. Di Nuoro: Dorgali - Torpè
18 – 19 Novembre 2013	Province OT, NU Bacino idrografico Cedrino, Rio Oddone, Rio Sologgi, Rio Posada	<p>La zona più colpita è quella di Olbia. Piogge abbondantissime provocano esondazioni e imponenti allagamenti. Una bomba d'acqua che ha scaricato sull'Isola circa 450 mm di pioggia in 12 ore, ha provocato 17 morti e più di 2.700 sfollati. Registrate piene record dei fiumi Cedrino e Posada, in particolare quest'ultimo che con oltre 3,000 m<sup>3</sup>/s inonda il paese di Torpè.</p> <p>Frane nei territori collinari e montani interruzioni viabilità statale e locale, esondazioni, rotture arginali, perdita manufatti, danni ad attività industriali, agricoltura e insediamenti antropici.</p>
18 Giugno 2014	Province SS, OT	Nubifragio nei Comuni di Sorso, Santa Teresa di Gallura e Sennori

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 26 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4 IDROGEOLOGIA

La Sardegna ha pesanti problemi d'approvvigionamento idrico non potendo contare su importanti complessi acquiferi. L'isola, infatti, è in gran parte costituita da rocce cristalline e vulcaniti, in genere poco permeabili per fratturazione. Fanno eccezione alcune ristrette aree lungo la costa orientale e nella zona sud-occidentale dove acquiferi carbonatici alimentano qualche sorgente di non grande portata, con acque di scarsa qualità per l'interazione dei relativi acquiferi con importanti giacimenti di solfuri misti. Nelle aree di pianura (il Campidano e l'Oristanese, la Pianura del Fiume Cixerri, il Bacino del Sulcis e le piccole aree costiere) sussistono, invece, risorse idriche sotterranee in acquiferi liberi fluenti in depositi alluvionali, a prevalente alimentazione fluviale. Ciò comporta problemi d'inquinamento antropico e naturale (ingressione marina) in particolare nel Cagliariitano e nella zona d'Oristano e Arborea.

La Regione Autonoma della Sardegna (RAS) ha individuato all'interno del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2016):

- i “**complessi idrogeologici (CI)**” (o complessi acquiferi principali) principalmente su base litologica; l'individuazione dei confini dei CI è stata effettuata su base geologica e stratigrafica, in riferimento alla Carta Geologica della Sardegna (scala 1:200.000) e alle informazioni desunte dalle stratigrafie dei sondaggi disponibili per le aree non in affioramento;
- gli “**acquiferi (ACQ)**”, individuati all'interno dei complessi idrogeologici, sulla base di limiti geologici o idrodinamici;
- i “**corpi idrici sotterranei (CIS)**” sulla base di limiti geologici, limiti idrodinamici, e di differenze significative sulla distribuzione delle pressioni antropiche o sulla base dello stato di qualità desunto dai monitoraggi disponibili. I CIS possono coincidere con l'ACQ o comprendere una parte di esso.

Sulla base dei criteri sopra riportati, nell'ambito del Distretto Idrografico della Sardegna sono stati individuati 38 CI e 114 CIS.

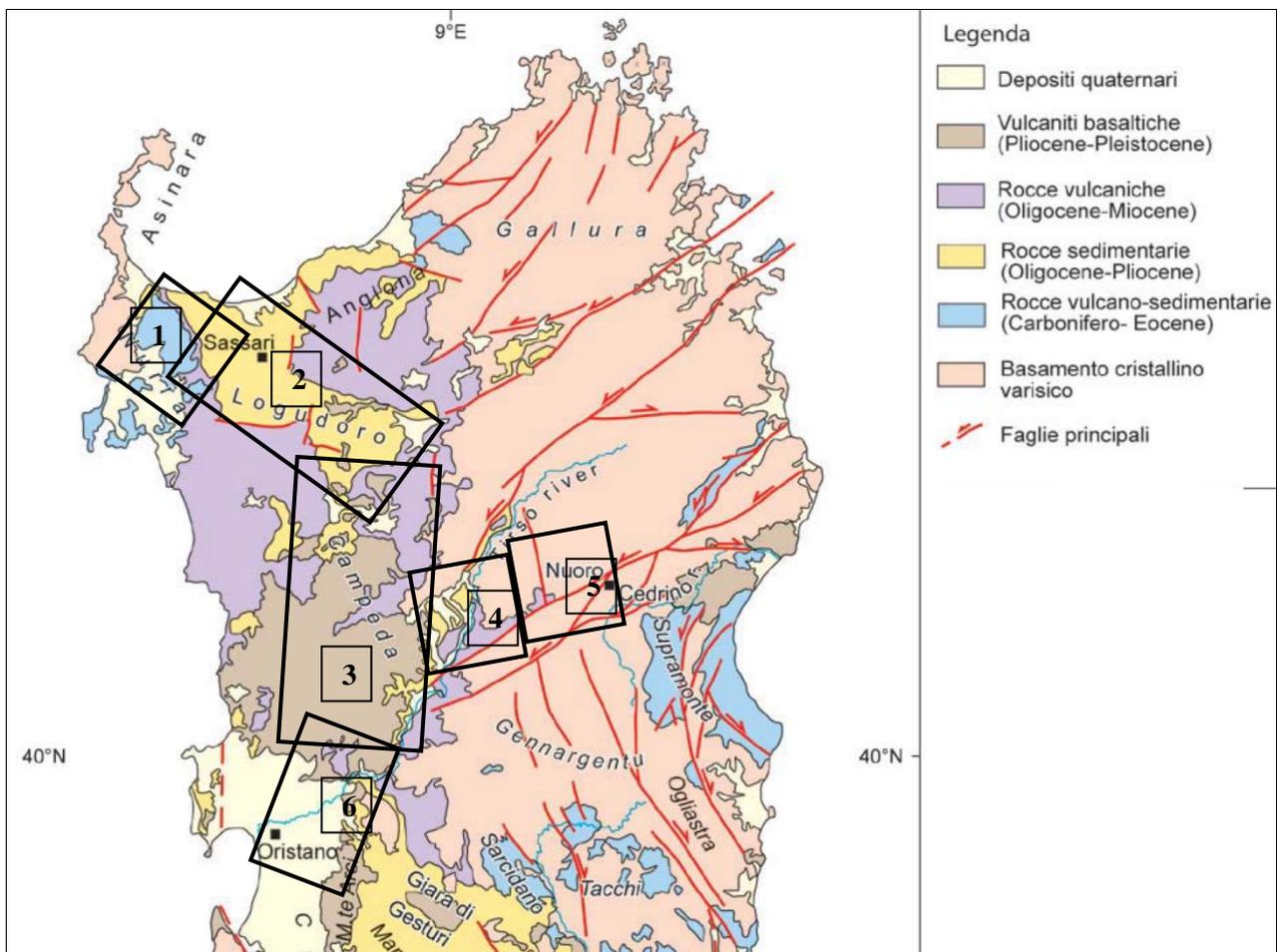
Il seguente Capitolo 4.1 introduce e descrive i CI, i relativi ACQ e CIS (RAS, 2016) lungo il tracciato del metanodotto.

Il settore nord-occidentale del tracciato (TR01-TR02) interessa rocce detritico carbonatiche oligo-mioceniche e carbonati mesozoici. Il tronco TR03 attraversa, nel settore centro nord, un'area dominata dalle vulcaniti Cenozoiche (Plio-quadernarie e oligo-mioceniche) per poi terminare nella parte settentrionale del graben del Campidano (Campidano di Oristano) presso Palmas Arborea. La bretella TR04 attraversa nel suo settore iniziale a Ovest le vulcaniti Plio Quaternarie e, successivamente, le rocce marnoso arenacee oligo-mioceniche e le vulcaniti del Bacino di Ottana, per poi terminare, nel tratto da Ottana a Nuoro, nelle rocce paleozoiche dei granitoidi del Nuorese.

In dettaglio, le opere a progetto attraversano 6 principali macro-aree geografiche e idrogeologiche del centro-nord della Sardegna, indicate con riquadri in Figura 4.1:

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 27 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

1. Nurra (Carbonati Mesozoici);
2. Bacino del Logudoro (Sedimenti Oligo-miocenici e Vulcaniti Cenozoiche);
3. Area centro occidentale (Vulcaniti Cenozoiche);
4. Bacino di Ottana (Sedimenti e Vulcaniti oligo-miocenici);
5. Nuorese (Granitoidi Paleozoici);
6. Piana del Campidano di Oristano (Sedimenti Plio-Quaternari).



**Figura 4.1: Mappa Geologico-Strutturale Semplificata del Centro-Nord della Sardegna (RAS, 2015b) e identificazione delle macro-aree geografiche e idrogeologiche**

Nel Capitolo 4.2 verranno descritti per ciascuna delle macro-aree i complessi idrogeologici, i relativi acquiferi e corpi idrici sotterranei perimetrati lungo il tracciato delle opere a progetto, sulla base di quanto definito nel Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2016).

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 28 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.1 Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Interessati dal Tracciato

La Tabella 4.1 sintetizza i CI, i relativi ACQ e CIS perimetrati (RAS, 2016) attraverso ed in prossimità del tracciato del metanodotto.

**Tabella 4.1: Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Sotterranei Perimetrati Lungo il Tracciato del Metanodotto**

Litologia ed Età	Complesso Idrogeologico (CI)		Acquifero (ACQ)		Corpo Idrico Sotterraneo (CIS)			Intersezioni con il Tracciato
	ID	Denominazione	ID	Denominazione	ID CIS	Denominazione	Superficie	TR
Sedimenti Plio Quaternari	17	Detritico-alluvionale plio-quaternario del Campidano	171	Campidano di Oristano	1712	Oristano	430,8	TR03
Vulcaniti Plio Quaternarie	19	Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale	191	Montiferru	1911	Campeda	264,2	TR03
					1912	Tirso	398,7	TR03-TR04
	18	Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro	181	Padria	1811	Padria	26,7	TR03
					182	Torralba	44,5	TR03
					184	Ploaghe	28,1	TR03
	Sedimenti Terziari	23	Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese	231	Sassarese	2311	Sassarese Settentrionale	321,9
2312						Sassarese Meridionale	272,0	TR01
2313						Porto Torres	16,6	TR01
232				Chilivani-Mores	2321	Chilivani-Mores	191,6	TR03
233				Giave-Semestene	2331	Giave-Semestene	52,0	TR03
Vulcaniti	27	Vulcaniti Oligo-Mioceniche della	271	Anglona-Logudoro	2712	Ozieri - Bonorva	520,6	TR03

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 29 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Litologia ed Età	Complesso Idrogeologico (CI)		Acquifero (ACQ)		Corpo Idrico Sotterraneo (CIS)			Intersezioni con il Tracciato
	ID	Denominazione	ID	Denominazione	ID CIS	Denominazione	Superficie	
Terziarie		Sardegna Nord-Occidentale			2713	Macomer-Bortigali	64,7	TR03
			272	Bosa	2721	Bosa	928,3	TR03
			273	Ottana	2731	Ottana	219,9	TR04
			274	Samugheo	2741	Samugheo	159,9	TR03
Carbonati Mesozoici	32	Carbonati Mesozoici della Nurra	321	Nurra Settentrionale	3211	Nurra Settentrionale	79,2	TR01
			322	Nurra Meridionale	3221	Nurra Meridionale	355,2	TR01
Granitoidi Paleozoici	38	Granitoidi Paleozoici della Sardegna Orientale e Sud-Occidentale	383	Nuorese-Gallura	3831	Nuorese	2047,2	TR04

Le figure seguenti illustrano le intersezioni del tracciato del metanodotto in progetto con i CIS elencati nella tabella sovrastante, afferenti ai diversi CI.

Si sottolinea che i CIS rappresentano le unità fondamentali a cui devono essere applicati i programmi di monitoraggio e le misure gestionali necessarie per il raggiungimento o il mantenimento del buono stato chimico e quantitativo (Art. 8 della Direttiva 2000/60/CE). I dati grezzi di monitoraggio chimico e quantitativo delle acque sotterranee dei diversi CIS (disponibili fino all'anno 2013) sono stati estratti dai seguenti documenti:

- Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei della Sardegna - Sintesi dei Risultati 2011, Allegato 3 – Dati in Formato Tabellare (RAS, 2013);
- Rapporto di Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna, Appendice A - Sintesi del monitoraggio 2011/2013-Schede per corpo idrico (RAS, 2014). La localizzazione della relativa rete di monitoraggio è disponibile nella Appendice B "Anagrafica delle stazioni di monitoraggio" in RAS (2014).

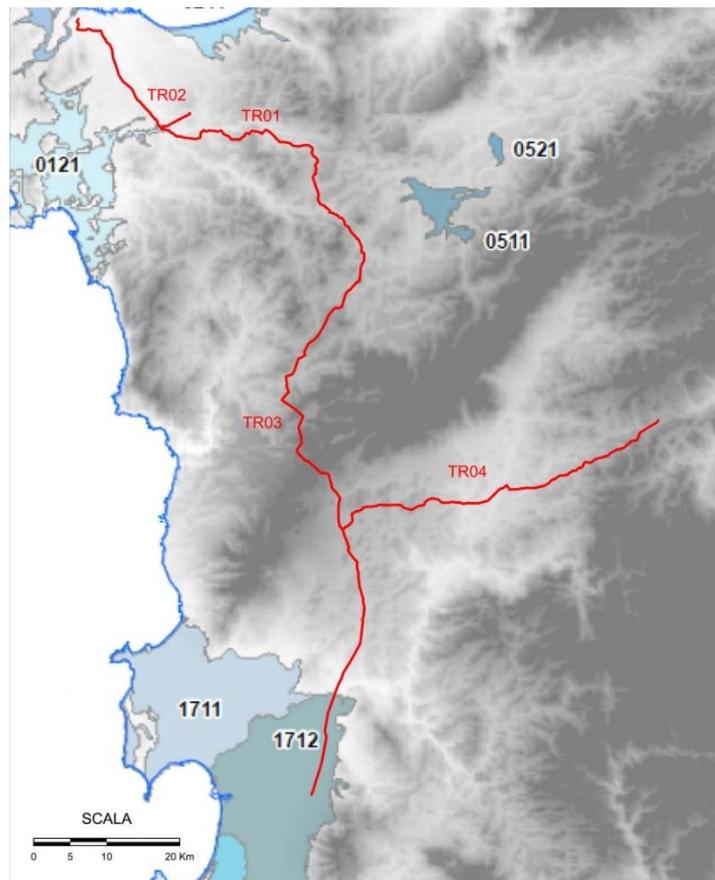
L'interrogazione del database del Centro Documentazione Bacini Idrografici (CEDOC) della Sardegna (<http://82.85.20.58/sardegna/webapp/index.php>), alla sezione Misure, consente di estrarre dati in formato excel relativi ai parametri chimico-fisici monitorati e alla soggiacenza della falda per i diversi punti di misura della rete di monitoraggio; tale database tuttavia contiene, ad oggi, solo un dataset parziale relativo all'anno 2011.

#### 4.1.1 Complessi Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari

Nell'ambito dei sedimenti plio-quaternari, il tracciato interseca nella parte meridionale del tronco TR3 (Tiria-Simaxis-Villanova) il complesso acquifero principale (CI) detritico alluvionale del Campidano (ID 17) ed in particolare, l'acquifero del Campidano di

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 30 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Oristano (ACQ1) ed il CIS 1712 (Figura 4.2)<sup>3</sup>. Depositi alluvionali recenti (Olocenici) vengono attraversato dai tronchi TR01 e TR03 del tracciato nella fossa del Logudoro (attraverso l'UIO di Mannu di Porto Torres) e dal TR04 fino ad Ottana (attraverso l'UIO del Tirso) ma non sono associati a CIS significativi (Figura 4.2) in RAS (2016).



**Figura 4.2: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari (RAS, 2016)**

#### 4.1.2 Complessi Acquiferi Vulcanici Plio-Pleistocenici

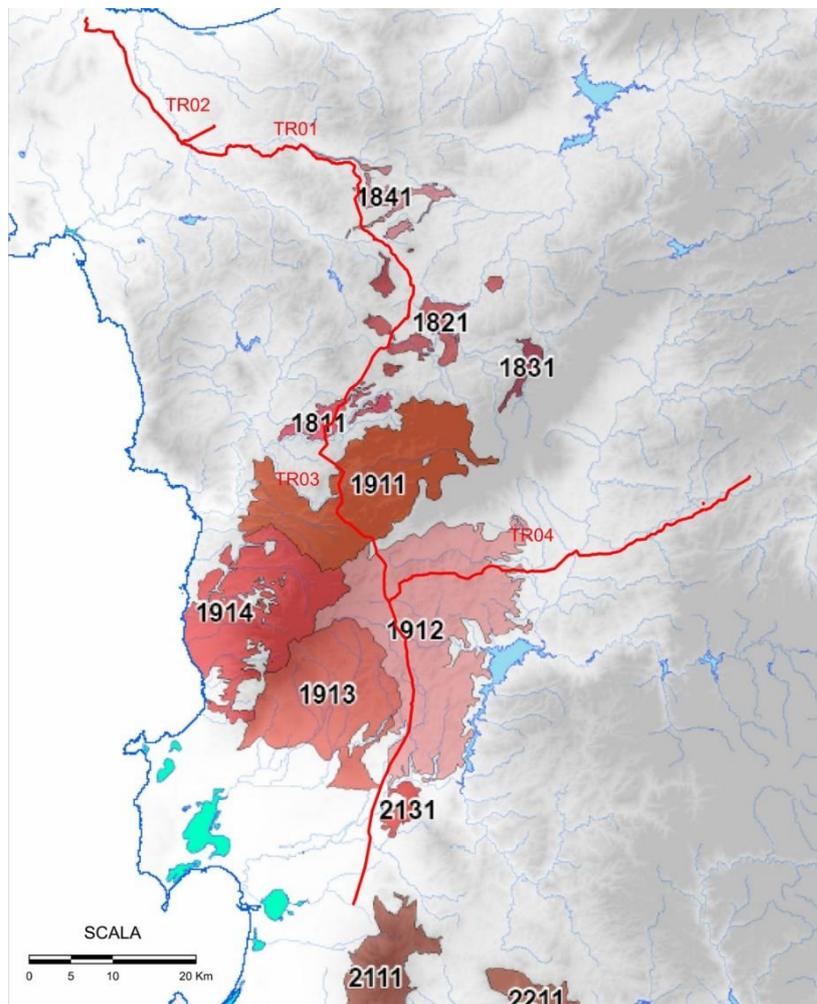
Il tracciato in oggetto, nei tronco TR03 (da Villanova a Sindia) e TR04 (tratto iniziale della bretella fino ad Ottana), interseca acquiferi ospitati nelle vulcaniti Plio-Quaternarie (Figura 4.3), e principalmente i due CIS 1911 e 1912, di notevole estensione areale

<sup>3</sup> Si precisa che per quanto riguarda il CI 17 ed in particolare l'ACQ1, del Campidano di Oristano, nell'aggiornamento 2016 del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2016; All. 2 Sezione 3) sono state modificate le perimetrazioni dei CIS individuati nel 2011. Tali modifiche rifuadano principalmente i limiti dei CIS detritico-alluvionali plio-aternari contigui al CIS detritico-alluvionale plio-aternario di Oristano (ID 1712), vale a dire Arborea (ID 1713) e Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714), non direttamente interessati dal tracciato in oggetto. Anche il CIS 1712 subisce piccole modifiche nel suo confine meridionale (zona non interessata dal tracciato in oggetto) per adattarlo al bacino idrografico superficiale.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 31 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

(Tabella 4.1), afferenti al CI delle Vulcaniti plio-pleistoceniche della Sardegna centro-occidentale (ID 19).

Più a nord (tra Sindia e Codrogianos) il tronco TR03 lambisce o attraversa CIS di estensione più limitata, in particolare 1811, 1821 e 1841, afferenti al CI delle Vulcaniti plio-pleistoceniche del Logudoro (ID 18).



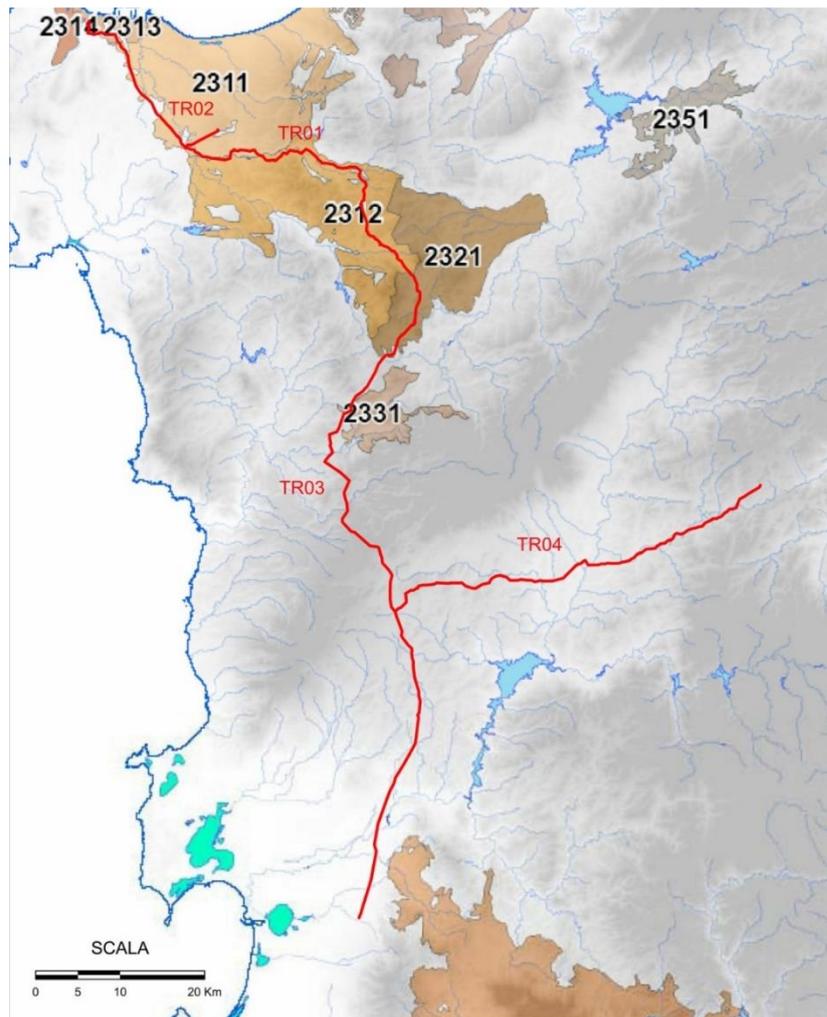
**Figura 4.3: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Plio-Quaternari (RAS, 2016)**

#### 4.1.3 Complessi Acquiferi Sedimentari Terziari

Gran parte del settore settentrionale del tracciato (il TR03, da Pozzomaggiore verso N, il TR01 ed il TR02) interseca acquiferi delle formazioni sedimentarie terziarie, in particolare i CIS 2331, 2321, 2312, 2311, 2313 (Figura 4.4) afferenti al CI detritico-carbonatico oligo-miocenico del Sassarese (ID 23). Si evidenzia che sequenze sedimentarie mioceniche (arenaceo marnose) in parte comparabili a quelle del Logudoro affiorano nel Bacino di Ottana (Par. 4.2.4), nel tratto iniziale del TR04; tuttavia è

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 32 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

presumibile che l'estensione areale limitata di questi affioramenti giustifichi l'assenza di CIS significativi perimetrati nei sedimenti terziari nell'area di Ottana (Figura 4.4).

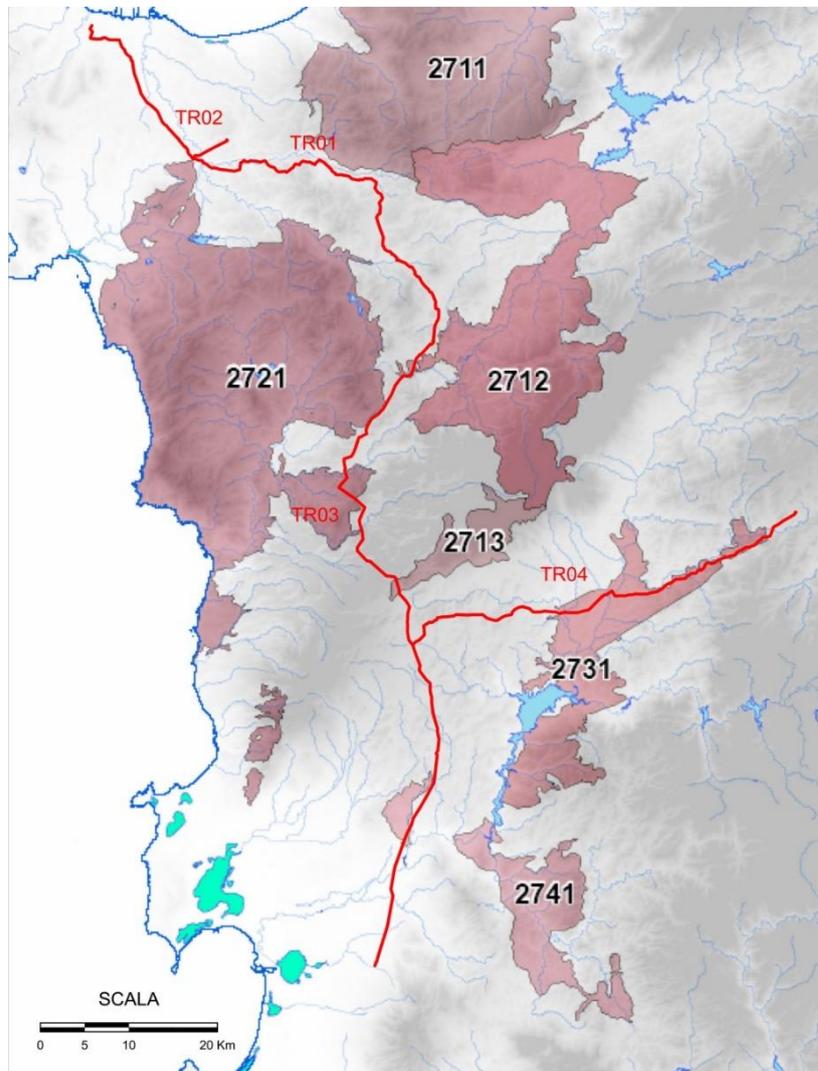


**Figura 4.4: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Terziari (RAS, 2016)**

#### 4.1.4 Complessi Acquiferi Vulcanici Terziari

Nell'ambito delle vulcaniti terziarie, il tracciato lambisce svariati CIS (Figura 4.5) afferenti al CI delle Vulcaniti oligo-mioceniche (ID 27). Il tratto in cui si riscontra maggiore intersezione con i CIS perimetrati è rappresentato dal secondo settore della bretella TR04 (da Ottana a Nuoro) che attraversa il CIS 2731 (Vulcaniti Oligo-mioceniche di Ottana).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 33 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

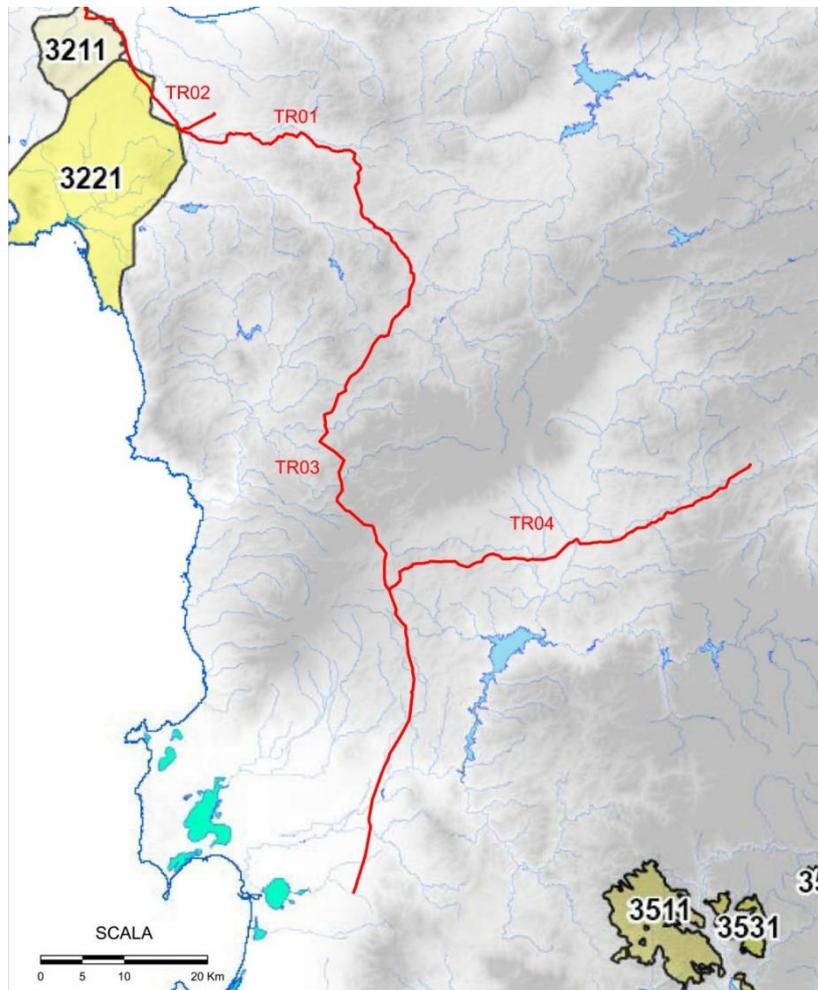


**Figura 4.5: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Terziari (RAS, 2016)**

#### 4.1.5 Complessi Acquiferi Carbonatici Mesozoici

Nel settore settentrionale del TR01, a nord dell'allacciamento Sassari (TR02), il tracciato lambisce il CI dei Carbonati Mesozoici della Nurra (CIS 3211 e 3221, Figura 4.6).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 34 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.6: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Carbonatici Mesozoici (RAS, 2016)**

#### 4.1.6 Complessi Acquiferi Granitoidi Paleozoici

La bretella di Nuoro (TR04) interessa nella seconda metà del tracciato (da Ottana a Nuoro) il CI dei Granitoidi paleozoici (ID 38) ed, in particolare, il CIS 3831 dei Granitoidi del Nuorese (Figura 4.7).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 35 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.7: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Granitoidi Paleozoici (RAS, 2016)**

## 4.2 Macro-Aree Idrogeologiche

Come introdotto in precedenza le 6 macroaree geografiche in cui è suddivisibile in tracciato Centro Nord in relazione alle principali variazioni delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche sono, da Nord a Sud (Figura 4.1):

- Nurra (Carbonati Mesozoici);
- Bacino del Logudoro (Sedimenti Oligo-Miocenici e Vulcaniti Cenozoiche);
- Area centro occidentale (Vulcaniti Cenozoiche);
- Bacino di Ottana (Sedimenti e Vulcaniti Oligo-Miocenici);
- Nuorese (Granitoidi Paleozoici); e
- Piana del Campidano di Oristano (Sedimenti Plio-Quaternari).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 36 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Nei paragrafi seguenti, per ciascuna delle aree sopra indicate, vengono riportate e discusse:

- le ricostruzioni stratigrafiche derivanti da singoli sondaggi o sezioni geologiche disponibili da letteratura;
- le informazioni disponibili relative ai parametri idrodinamici dell'acquifero (trasmissività, permeabilità), piezometrie, direzione di falda, soggiacenza, dati chimici (dai risultati di monitoraggio chimico e quantitativo sulla rete regionale, informazioni di letteratura e dati reperiti su singoli pozzi).

Tali dati verranno utilizzati al fine dell'attribuzione delle principali caratteristiche idrogeologiche dei litotipi attraversati dal tracciato e al fine della redazione della cartografia idrogeologica.

#### 4.2.1 Nurra (Carbonati Mesozoici)

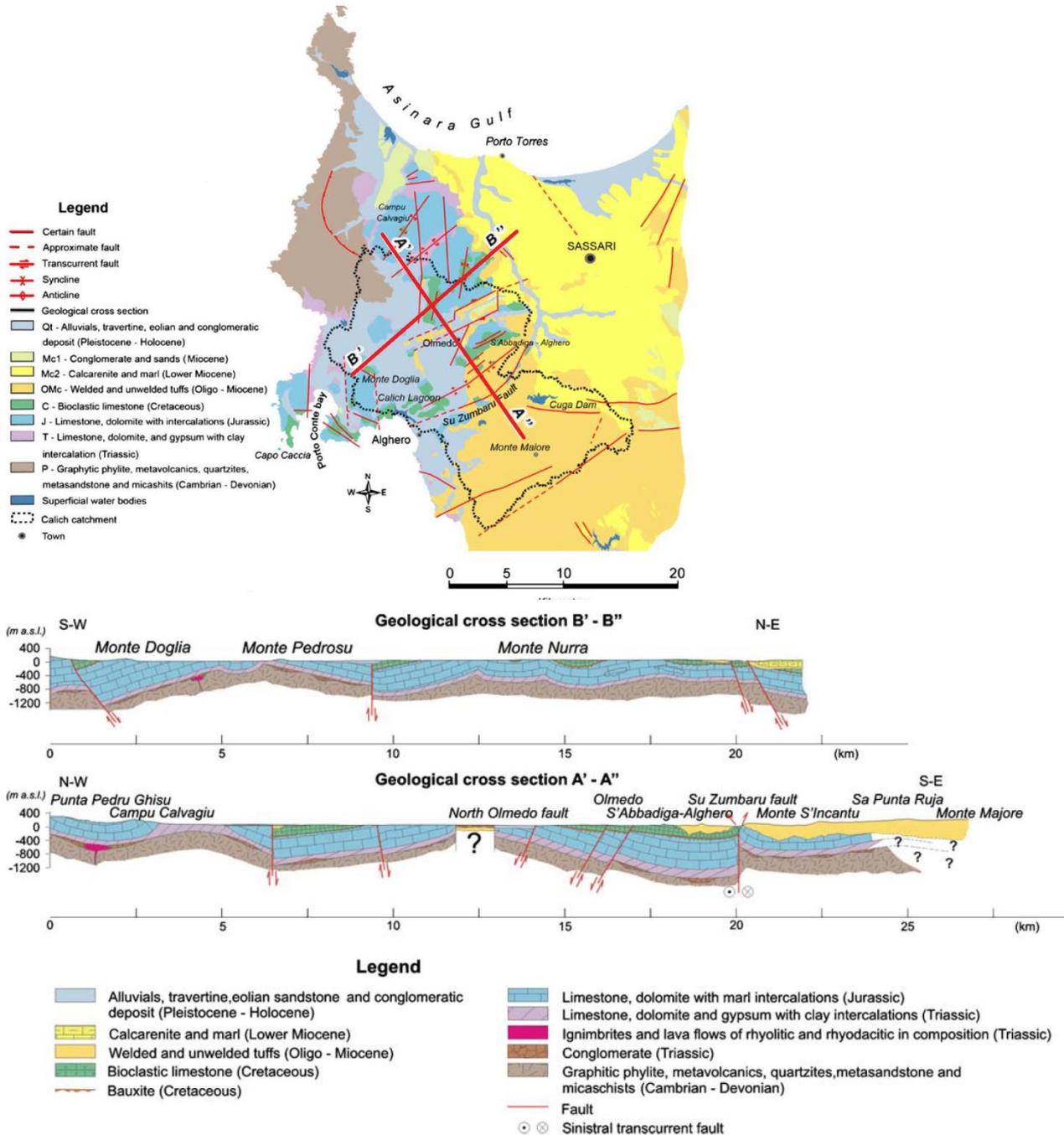
##### 4.2.1.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

La parte settentrionale del tracciato in oggetto (TR01), a nord dell'allacciamento Sassari (TR02), lambisce verso Ovest le potenti sequenze carbonatiche mesozoiche del Distretto della Nurra. Geologicamente, l'area si caratterizza come un alto strutturale, con le rocce più antiche progressivamente esposte verso ovest (basamento metamorfico Varisico, marrone in Figura 4.8), ed è delimitata a NE dai depositi Miocenici del Bacino di Porto Torres (giallo in Figura 4.8). Il basamento metamorfico è ricoperto da una potente successione Mesozoica costituita da (Ghiglieri et al., 2009):

- depositi trasgressivi dolomitici, calcarei ed evaporitici di età Triassica (con uno spessore stimato pari a circa a 80 m);
- un'ulteriore sequenza carbonatica di età Giurassica, principalmente costituita da dolomie e calcari, che ricopre le evaporiti Triassiche, e di spessore crescente verso sud fino a raggiungere quello massimo (circa 800 m) in prossimità della Faglia di Su Zumbaru;
- una successione Cretacica, costituita da due sequenze carbonatiche separate da una disconformità angolare (marcata da depositi di bauxite e rappresentativa di uno hiatus del Cretacico medio).

Al di sopra di una paleosuperficie carsica sviluppata sulle rocce carbonatiche Mesozoiche, la sequenza stratigrafica prosegue con i depositi piroclastici del Miocene (vulcaniti discusse al Par. 4.2.3) che hanno formato il plateau vulcanico presente nella zona sud-orientale dell'area (arancio in Figura 4.8).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 37 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.8: Mappa Geologica Semplificata e Sezioni Geologiche attraverso il Distretto della Nurra (Ghiglieri et al., 2009)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 38 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.2.1.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

##### ***Permeabilità delle Formazioni***

Le successioni carbonatiche Mesozoiche sopra descritte, considerando anche il loro spessore, rappresentano il principale acquifero della regione della Nurra. L'Unità carbonatica mesozoica presenta una permeabilità media, di tipo secondario, per fatturazione e carsismo, ed ospita un acquifero di notevole interesse che alimenta numerosi pozzi ad uso irriguo, industriale e potabile (Comune di Porto Torres, 2014).

I coefficienti di permeabilità (K) attribuiti (Ghiglieri et al., 2009) alle sequenze dell'unità idrogeologica Mesozoica sono i seguenti (Figura 4.9):

- sequenze carbonatiche, dolomitiche e evaporitiche Triassiche: calcari, dolomie e gesso con intercalazioni argillitiche ( $K = 10^{-6}$  m/s);
- sequenze carbonatiche Giurassiche: calcari e dolomie con intercalazioni marnose ( $K = 10^{-4}$  m/s); la sequenza Giurassica è caratterizzata da permeabilità e trasmissività elevate per la presenza di fratture e condotti carsici;
- sequenze carbonatiche Cretaciche: calcari bioclastici ( $K = 10^{-5}$  m/s).

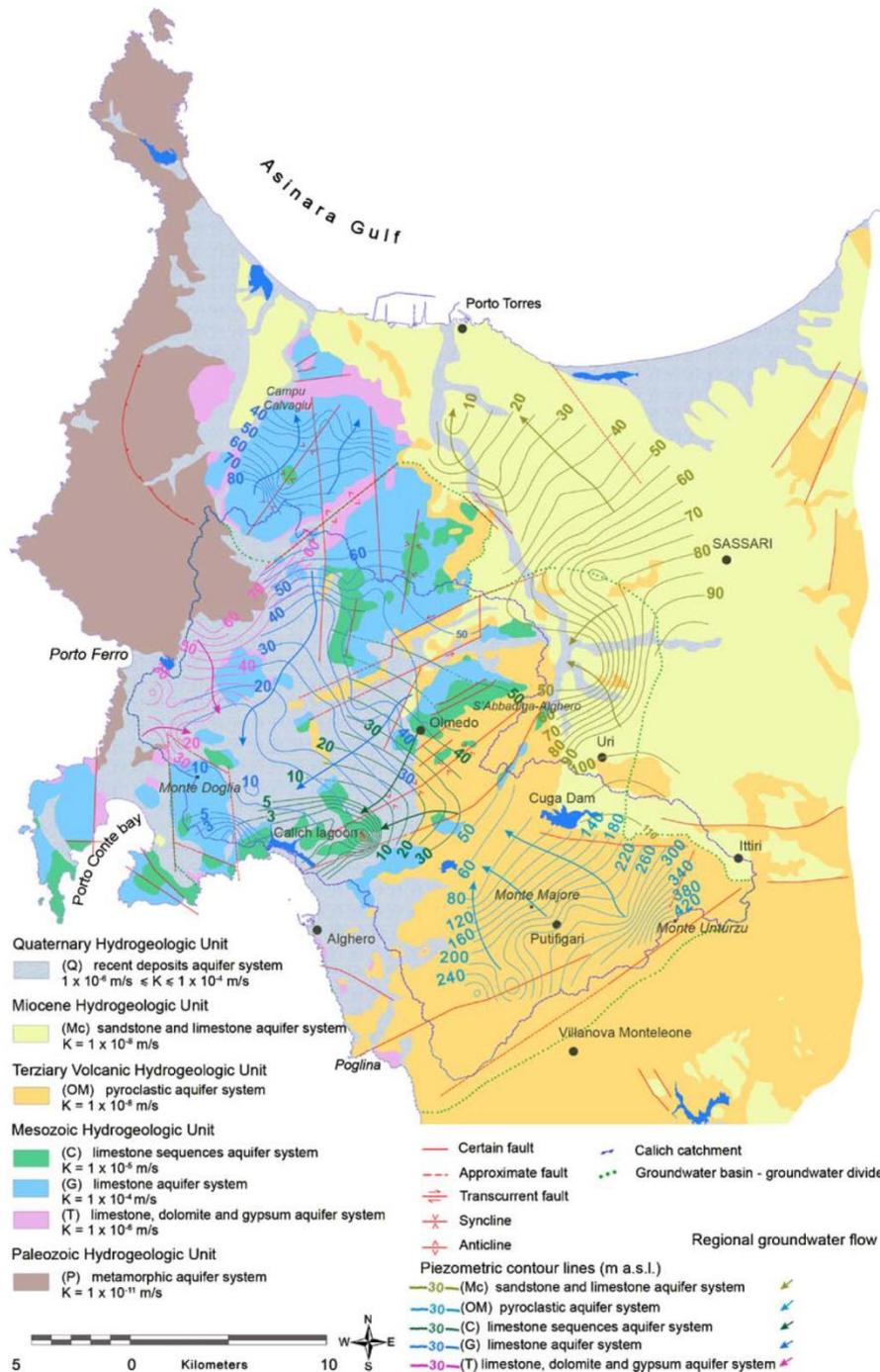
##### ***Piezometria e Direzione di Flusso***

La direzione di flusso negli acquiferi carbonatici della Nurra ("Unità Idrogeologica Mesozoica" in Figura 4.9; Ghiglieri et al., 2009) è controllata da caratteristiche strutturali della regione (in cui il flusso è condizionato dagli assi di sinclinali ed anticlinali a prevalente allineamento NE-SO) e da processi di alterazione. Da quanto evidenziato nella carta idrogeologica sotto riportata la direzione principale di flusso negli acquiferi carbonatici risulta verso NE nella Nurra Settentrionale e verso SE nella Nurra Meridionale.

Come visibile in Figura 4.9 questi acquiferi carbonatici (sequenze del Triassico, Giusassico e Cretaceo) sono contornati nel loro complesso:

- verso Ovest dal basamento varisco, che ne rappresenta il limite inferiore impermeabile;
- verso Est dagli acquiferi sedimentari Miocenici del Logudoro (par. 4.2.2) che li ricoprono e li alimentano lateralmente; e
- verso Sud dal contatto con i complessi vulcanici (par. 4.2.3).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 39 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.9: Mappa Idrogeologica e di Conducibilità Idraulica (K) (Ghiglieri et al., 2009) – In Verde (C), Azzurro (G) e Rosa (T) i Sistemi Acquiferi dell'Unità Idrogeologica Mesozoica**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 40 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### **Monitoraggio Chimico e Quantitativo**

Le misure di soggiacenza della falda riportate in RAS (2013) per i CIS dei Carbonati Mesozoici della Nurra Settentrionale (ID 3211) e della Nurra Meridionale (ID 3221), (Figura 4.10) sono riassunte nella Tabella 4.2 (i dati relativi ai pozzi localizzati più prossimità del tracciato sono evidenziati in grassetto); i punti di monitoraggio e relativi dati riportati in RAS (2013) sono relativi all'anno 2011.

Come visibile dalla Figura sottostante, nella parte settentrionale del TR01 il tracciato lambisce, verso Ovest, i CIS carbonatici mesozoici (percorrendo in questo settore il limite tra i CIS della Nurra a ovest e, verso Est, i CIS dei depositi sedimentari Miocenici del Logudoro (si veda il successivo paragrafo 4.2.2).

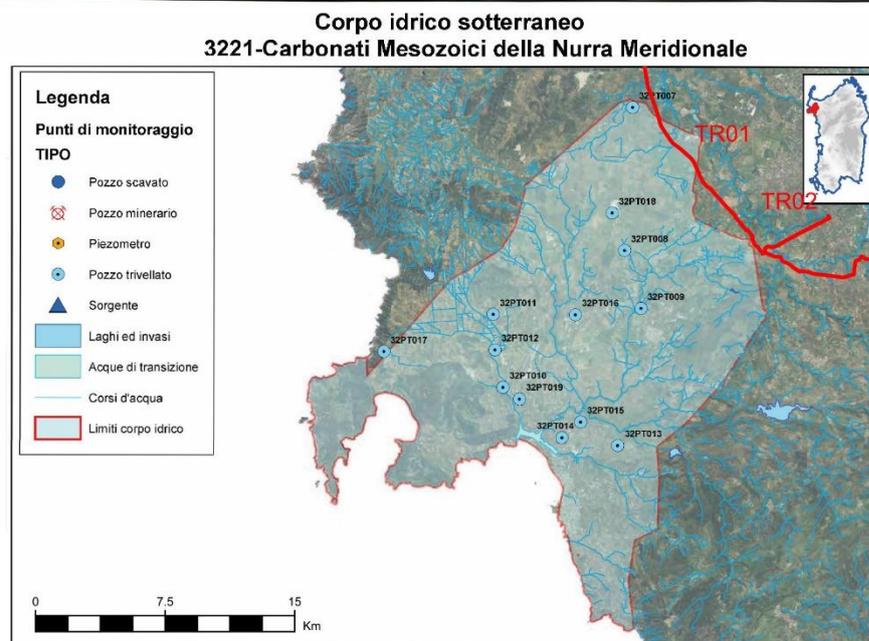
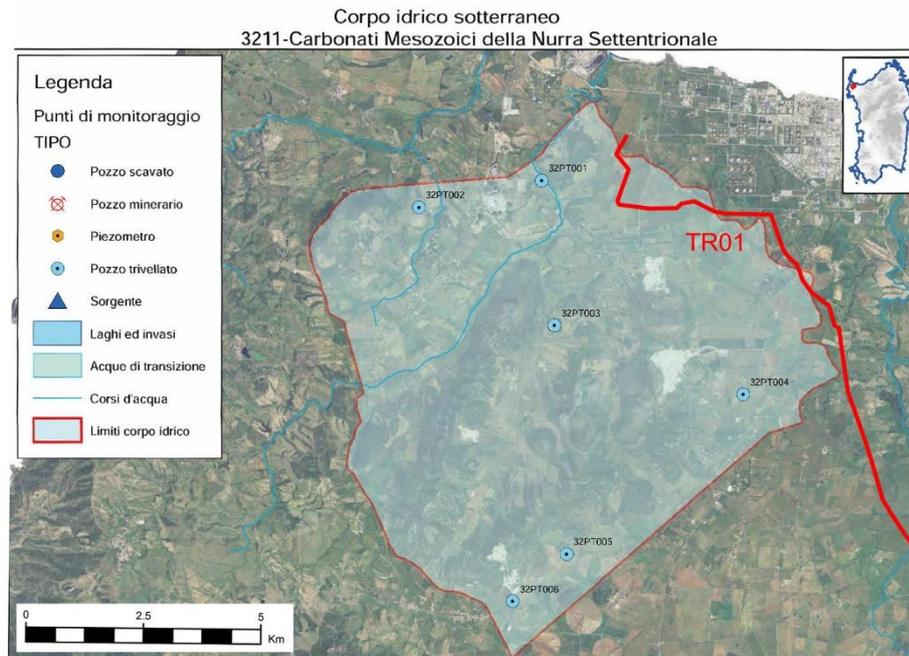
Dall'analisi dei dati disponibili (Tabella 4.2) emerge che le soggiacenze misurate nel 2011 sono comprese negli intervalli 5,5 – 47 m da p.c. nella Nurra Settentrionale (CIS 3211) e 7,3-42,6 m da p.c. nella Nurra Meridionale (CIS 3221).

I punti di monitoraggio più prossimi al tracciato con misurazioni disponibili indicano soggiacenze dell'ordine di 17-20 m da p.c. (pozzo 32PT004) e 7-8 m da p.c. (pozzo 32PT007).

L'andamento dei valori di soggiacenza sul triennio 2011-2013 (RAS, 2014), mostrato nei grafici delle Figure 4.11 e 4.12, indica variazioni accentuate sul pozzo 32PT004, che raggiunge un valore prossimo a 7 m da p.c., e variazioni modeste nel 32PT007, che raggiunge un valore minimo pari a circa 6 m da p.c.; in base ai dati disponibili, tali valori e variazioni sono tali da non causare interferenze della falda con le opere a progetto.

I risultati del monitoraggio chimico sulla rete di punti di monitoraggio operativo presenti al 2013 (RAS, 2014), 5 per il CIS 3211 e 13 per il 3221, indicano eccedenze dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) per i parametri Conducibilità Elettrica Specifica (CES), nitrati (NO<sub>3</sub>) e cloruro (Cl<sup>-</sup>) nella Nurra Settentrionale e dei parametri precedenti più nitriti (NO<sub>2</sub>), solfati (SO<sub>4</sub>) e composti organici clorurati nella Nurra Meridionale. In base alle conclusioni riportate in RAS (2016), relative all'anno 2015, per i due CIS si registra un miglioramento dello stato chimico rispetto alla classificazione 2011.

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 41 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.10: Punti di Monitoraggio CIS Carbonatici della Nurra Settentrionale e Meridionale (ID 3111 e 3121)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 42 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 4.2: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS dei Cabonati Mesozoici della Nurra Settentrionale (ID 3211) e Meridionale (ID 3221) (RAS, 2013)**

CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Luglio - Ago 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Ott-Nov 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
3211 – Nurra Settentrionale	<b>32PT001</b>	<b>1440674</b>	<b>4519055</b>	<b>Sassari</b>	<b>29/08/2011</b>			
	32PT002	1438033	4518474	Sassari	27/07/2011	19,90	13/10/2011	24,90
	32PT003	1440948	4515920	Sassari	27/07/2011	41,40	13/10/2011	47,00
	<b>32PT004</b>	<b>1445002</b>	<b>4514430</b>	<b>Sassari</b>	<b>27/07/2011</b>	<b>17,70</b>	<b>06/10/2011</b>	<b>20,40</b>
	32PT005	1441212	4510969	Sassari	27/07/2011	11,60	04/10/2011	14,20
	32PT006	1440052	4509943	Sassari	26/07/2011	5,50	04/10/2011	n.r.
3221 – Nurra Meridionale	<b>32PT007</b>	<b>1446365</b>	<b>4513344</b>	<b>Sassari</b>	<b>26/07/2011</b>	<b>7,50</b>	<b>16/11/2011</b>	<b>n.r.</b>
	32PT008	1445909	4505032	Sassari	26/07/2011	n.r.	16/11/2011	n.r.
	32PT009	1446846	4501666	Olmedo	06/09/2011	n.r.	27/12/2011	n.r.
	32PT010	1438887	4497084	Alghero	26/07/2011	7,90	16/11/2011	9,80
	32PT011	1438334	4501298	Alghero	25/07/2011	10,65	13/10/2011	12,40
	32PT012	1438431	4499264	Alghero	26/07/2011	n.r.	16/11/2011	n.r.
	32PT013	1445554	4493717	Alghero	28/07/2011	10,65	27/10/2011	12,70
	32PT014	1442299	4494163	Alghero	25/07/2011	13,45	18/10/2011	n.r.
	32PT015	1443378	4495069	Alghero	25/07/2011	42,60	18/10/2011	11,50
	32PT016	1443071	4501297	Alghero	25/07/2011	8,78	06/10/2011	9,40
	32PT017	1432014	4499140	Alghero	25/07/2011	7,25	13/10/2011	7,30
	32PT018	1445194	4507209	Sassari	29/08/2011	n.r.	06/10/2011	10,90
	32PT019	1439846	4496405	Alghero	28/07/2011	n.r.	13/10/2011	n.r.

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 43 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## Corpo idrico 3211 - Carbonati Mesozoici della Nurra Settentrionale

### Monitoraggio chimico

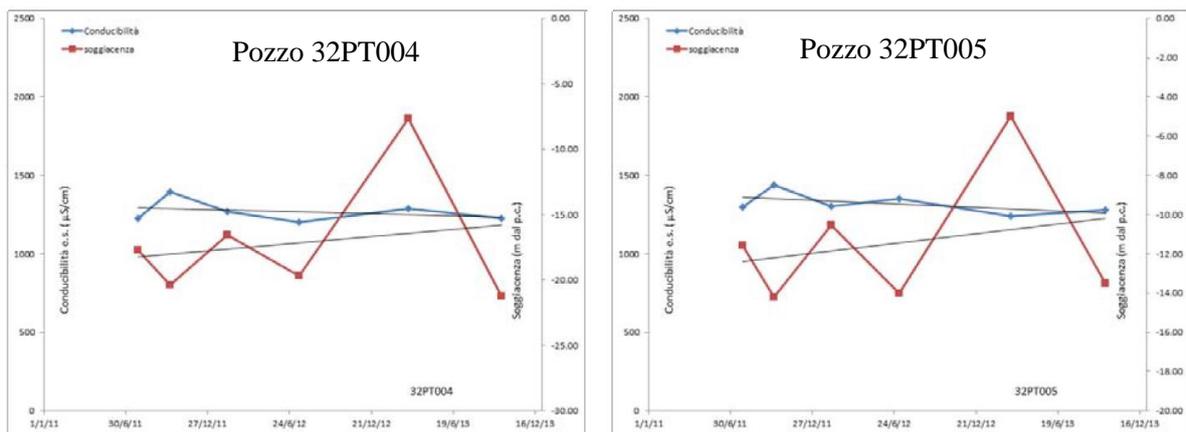
Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	5	5

parametri che superano il valore soglia D,Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	1747	4220	2067	1257	1	20,0%	SI
NO <sub>3</sub> (mg/L)	50,0	37,5	58,0	140	58,4	49,0	2	40,0%	NO
Cl (mg/L)	250	188	304	1106	389	148	1	20,0%	SI

\* Limite di confidenza superiore al 95% della media

\*\* L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

### Monitoraggio quantitativo



**Figura 4.11: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - CIS dei Carbonati Mesozoici della Nurra Settentrionale (ID 3211) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 44 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## Corpo idrico 3221 - Carbonati Mesozoici della Nurra Meridionale

### Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	13	13

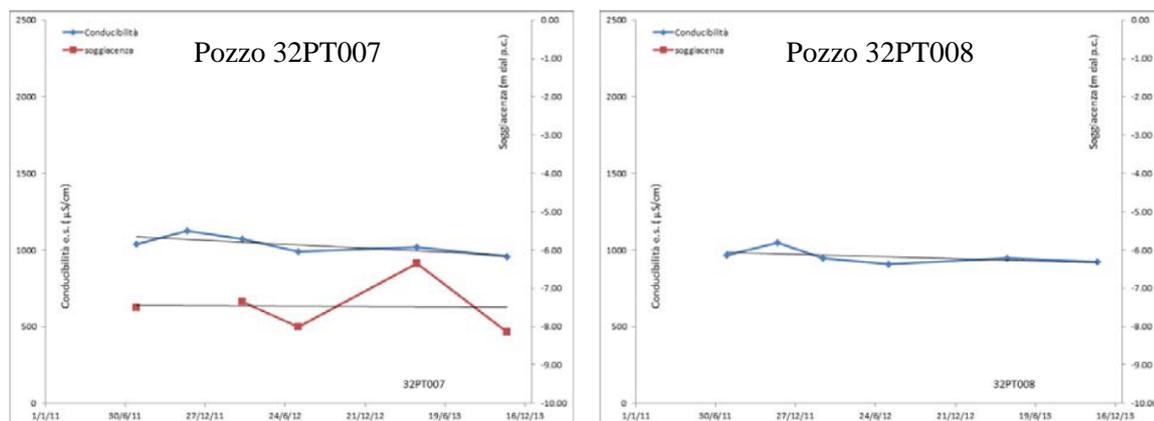
parametri che superano il valore soglia D,Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio o che superano il valore soglia per il parametro	Potenziali origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	1699	4080	1866	1490	2	15,4%	SI
NO <sub>3</sub> (mg/L)	50,0	37,5	31,8	137	33,3	27,5	1	7,69%	NO
Cl (mg/L)	250	188	307	1068	337	240	6	46,0%	SI
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,50	0,38	0,13	4,60	0,44	0,01	1	7,69%	NO
SO <sub>4</sub> (mg/L)	250	188	115	332	125	85,5	2	15,4%	SI
Triclorometano (µg/L)	0,15	0,11	0,67	3,27	1,67	0,52	2	15,4%	NO
Dibromoclorometano (µg/L)	0,13	0,10	1,14	4,10	3,17	1,14	2	15,4%	NO
Bromodichlorometano (µg/L)	0,17	0,13	0,46	2,90	1,23	0,62	2	15,4%	NO

\* Limite di confidenza superiore al 95% della media

\*\* L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: I composti organici sono stati analizzati solo su un gruppo limitato di punti di campionamento in accordo con le evidenze emerse dai precedenti campionamenti e/o dall'analisi delle pressioni.

### Monitoraggio quantitativo



**Figura 4.12: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - CIS dei Carbonati Mesozoici della Nurra Meridionale (ID 3221) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 45 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.2.2 Logudoro (Depositi Sedimentari Oligo-Miocenici e Vulcaniti Cenozoiche)

##### 4.2.2.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

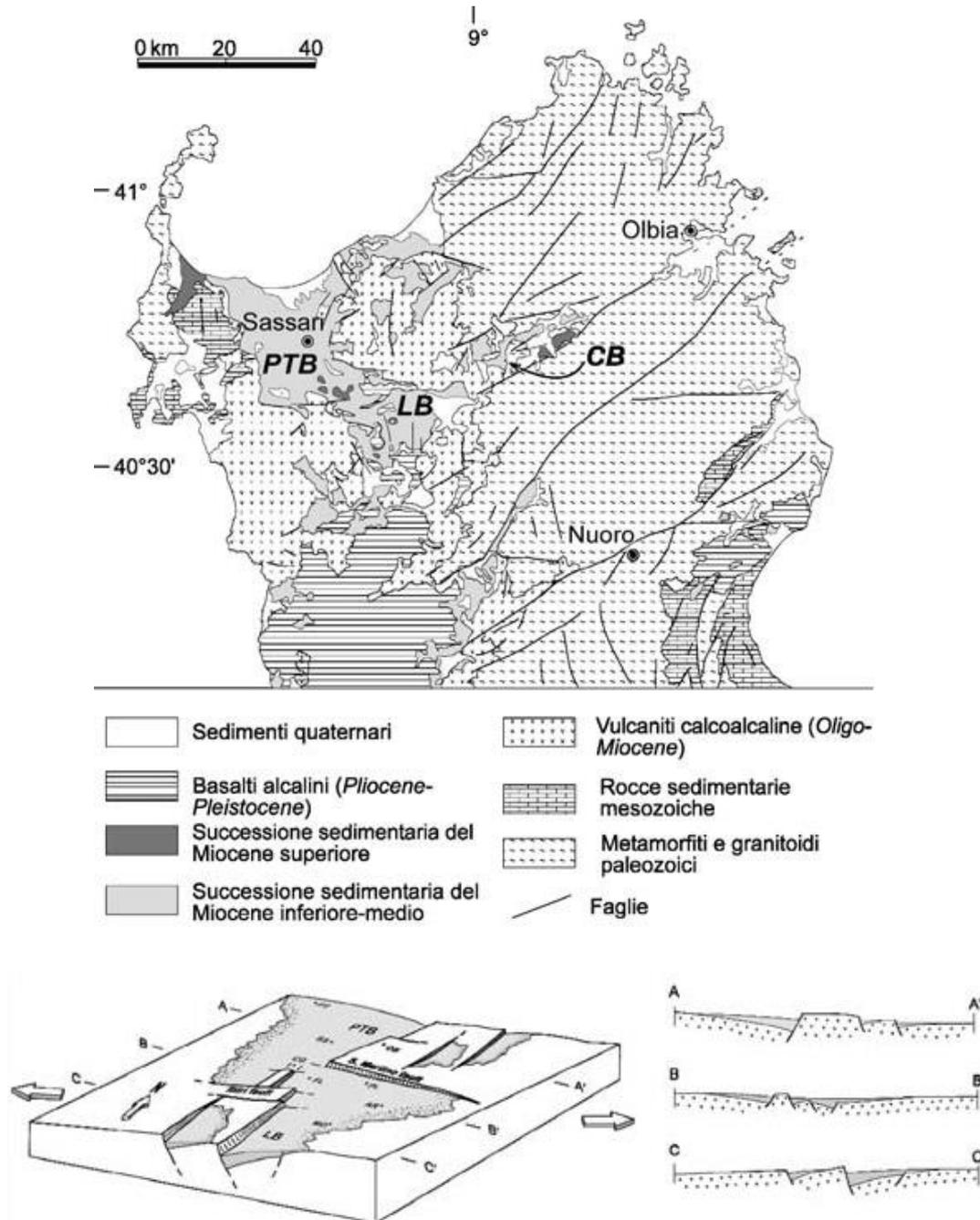
Da un punto di vista geologico l'area del Logudoro è caratterizzata da un fossa tettonica di età terziaria, ad orientazione NNO-SSE, che si estende dal Golfo dell'Asinara a nord fino all'altopiano di Campeda a sud (Figura 4.13). Tale bacino è riempito da successioni sedimentarie connesse al 2° ciclo (Burdigaliano – Serravalliano) e al 3° ciclo (Tortoniano – Messiniano) sedimentario oligo-miocenico della Sardegna. Il riempimento sedimentario del bacino è rappresentato in ordine stratigrafico-temporale da (RAS, 2015b):

- carbonati e sabbie di ambiente litorale e marne di ambiente marino più profondo;
- sabbie marine e fluviali e carbonati di piattaforma.

La sequenza sedimentaria miocenica ha, alla base, vulcaniti calcoalcaline oligo-mioceniche ed è tagliata, a tetto, da una superficie erosiva e ricoperta da prodotti di attività vulcanica più recente (pliocenica e pleistocenica).

La fossa del Logudoro è suddivisa strutturalmente in due bacini, chiamati (Funedda et al., 2003) Bacino del Logudoro (*LB*) a Sud-Est e Bacino di Porto Torres (*PTB*) a Nord-Ovest (Figura 4.13); tali bacini si configurano come due semi-graben con faglie principali su bordi opposti, connessi da zone di taglio prevalentemente trascorrenti ad orientamento Est-Ovest. Come visibile dalla Figura 4.13, i due bacini sono geometricamente invertiti: con il PTB delimitato da faglie a Est e con ciclo trasgressivo da Ovest, ed il LB delimitato da faglie a Ovest e con ciclo trasgressivo da Est.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 46 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



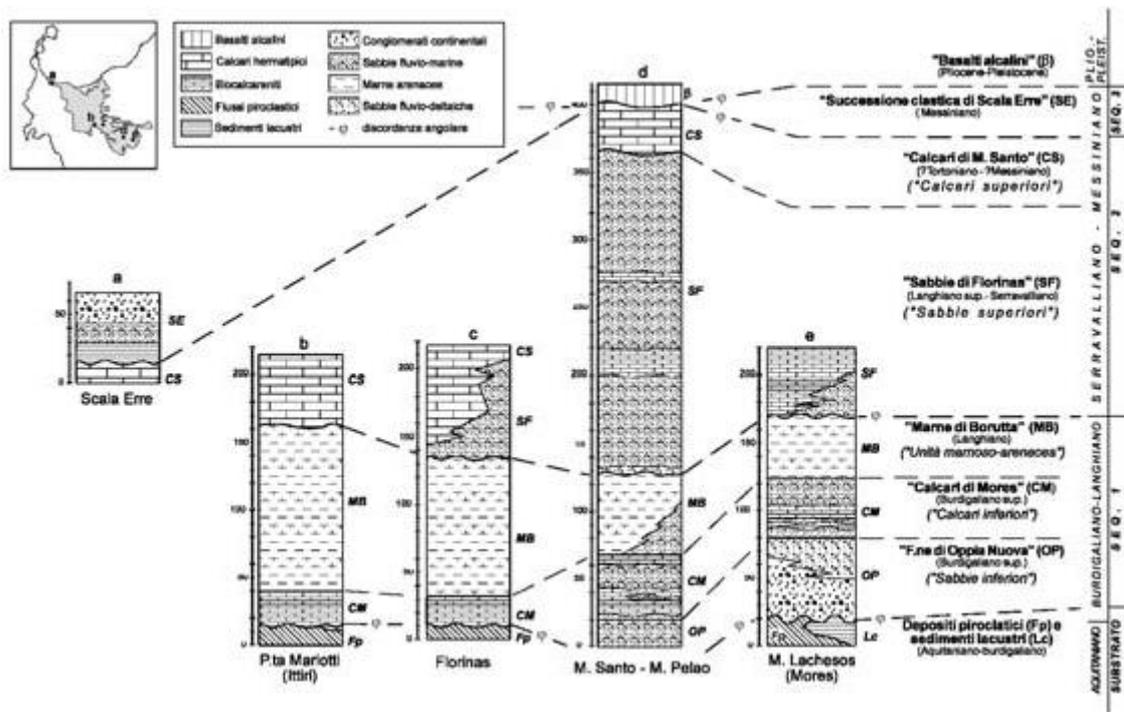
**Figura 4.13: Inquadramento Geologico della Fossa del Logudoro e Geometria dei due Bacini (Semi-Graben) di Porto Torres (PTB) e del Logudoro (LB) (Funedda et al., 2003)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 47 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Nella successione stratigrafica miocenica del Logudoro è possibile distinguere 3 sequenze deposizionali sedimentarie (Figura 4.14) delimitate da discordanze riconoscibili alla scala di bacino (Funedda et al., 2003):

- la sequenza più antica (Seq.1, Burdigaliano Sup. - Langhiano) costituita alla base da sedimenti clastici grossolani tipici di ambiente di fluvio-delta che passano a calcari litorali e sabbie, seguiti da silti e marne arenacee tipiche di ambiente marino più profondo. La Seq.1 poggia sulle sottostanti vulcaniti oligo-aquitaniense ed è interrotta superiormente da una superficie erosiva;
- una seconda sequenza deposizionale (Seq.2, Serravalliano - Tortoniano(?), Messiniano), costituita da sabbie fluvio-marine alla base e da calcari di piattaforma interna;
- una sequenza più giovane (Seq.3, Messiniano) caratterizzata da sedimenti clastici grossolani di ambiente fluviale (successione clastica di Scala Erre).

Le Seq. 1 e 2 sono entrambe caratterizzate da un passaggio da depositi clastici di ambiente fluvio-deltizio a depositi carbonatici francamente marini di piattaforma. Della Seq.3 rimane testimonianza nella zona a ovest dell'abitato di Porto Torres, presso gli impianti industriali di Fiume santo (Scala Erre).



**Figura 4.14: Stratigrafie della Successione Miocenica dei Bacini di Porto Torres (PTB) e del Logudoro (LB) (Funedda et al., 2003)**

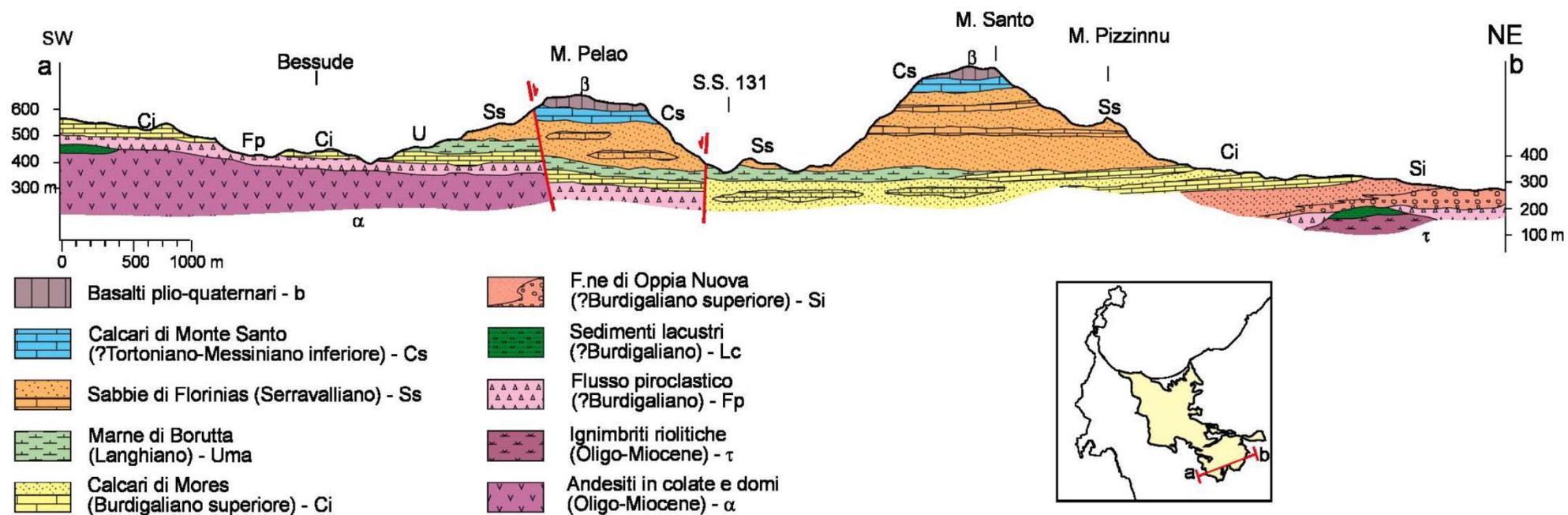
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 48 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

I depositi continentali e deltizi più antichi (Seq.1), sovrastanti stratigraficamente le vulcaniti, sono indicati con il nome di *Formazione di Oppia Nuova (OP)* (“*Sabbie inferiori*” Auct). I depositi marini che ricoprono la Formazione di OP sono costituiti da calcari e marne. I calcari sono indicati come *Formazione dei Calcari di Mores (Cm)*, (“*Calcari inferiori*” Auct). Le marne ed i calcari marnosi sovrastanti sono indicati con il nome di *Marne di Borutta MB* (“*Unità marnoso arenacea*” Auct.) – Figura 4.14.

I depositi fluvio-marini (“*Sabbie superiori*” Auct.) e carbonatici di piattaforma (“*Calcari superiori*” Auct.) della Seq.2 sono indicati rispettivamente come *Sabbie di Florinas (SF)* e *Calcari di Monte Santo (CS)* – Figura 4.14. Lo spessore delle SF varia da 50 m nell’area più occidentale (Florinas) a 250 m nella parte più orientale (Monte Santo). I CS sono costituiti alla base da sabbie a cemento carbonatico, che passano a calcareniti e calcari fossiliferi.

La seguente sezione geologica attraverso la fossa del Logudoro (Figura 4.15, SGI-ISPRA, 2012) fornisce una visione complessiva della sequenza stratigrafica miocenica sopra descritta, con alla base i depositi vulcanici oligo-miocenici e a tetto i basalti del ciclo vulcanico plio-quadernario.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 49 di 118	Rev. 1



**Figura 4.15: Sezione Geologica Attraverso il Bacino del Logudoro (SGI - ISPRA, 2012)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 50 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.2.2.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

##### ***Permeabilità delle Formazioni***

Le successioni mioceniche sedimentarie descritte al paragrafo precedente sono sede di acquiferi e corpi idrici (CIS mostrati al Par. 4.1.3).

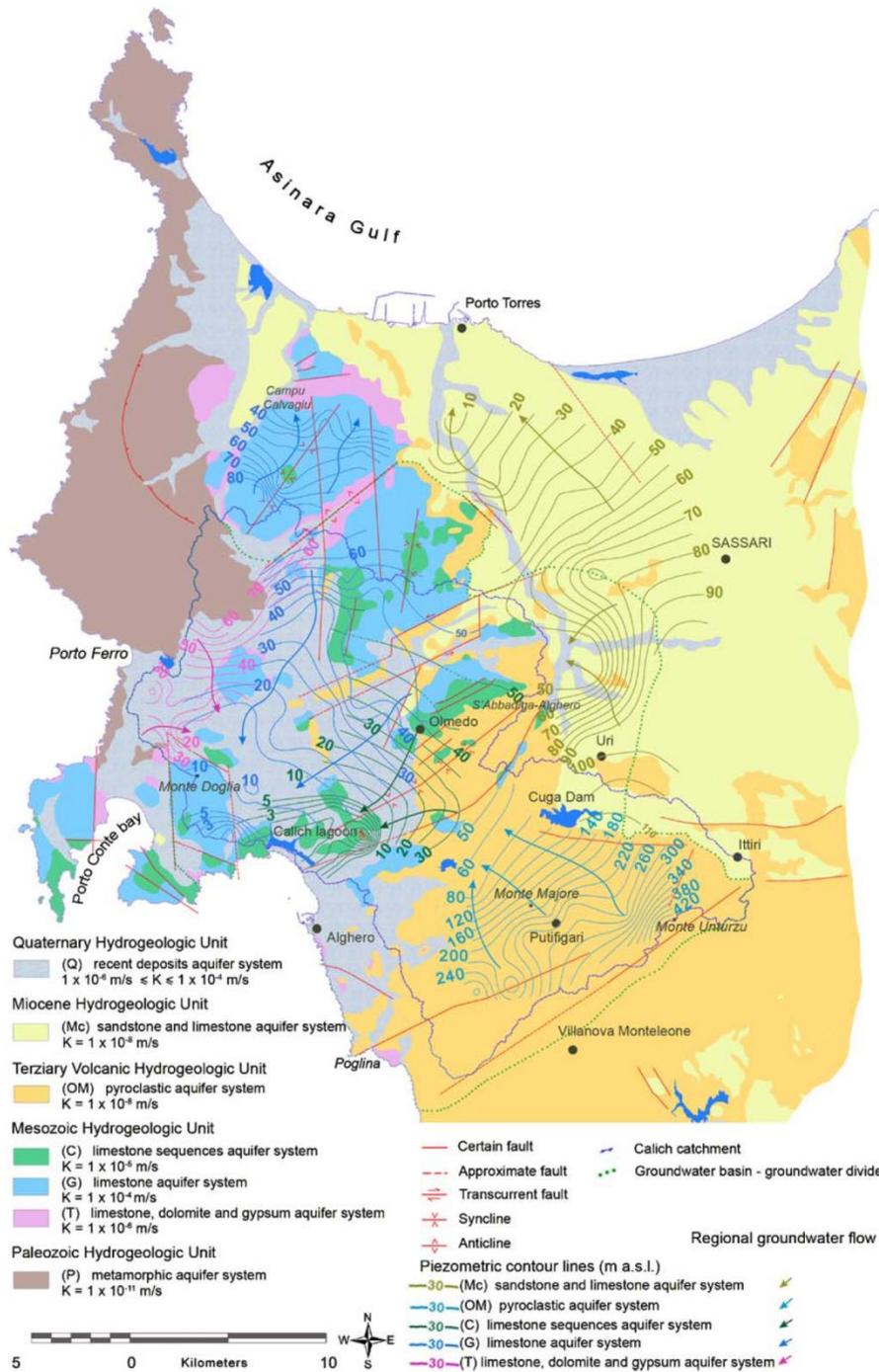
La permeabilità associata al sistema acquifero sabbioso-calcareo miocenico è, nel complesso, relativamente bassa, con un valore di conducibilità idraulica pari a  $10^{-8}$  m/s (Figura 4.16). Le formazioni geologiche costituenti la successione miocenica, presentano le seguenti caratteristiche in termini di conducibilità idraulica (Comune di Siligo, 2004):

- le “Sabbie di Florinas”, le sabbie relative ai “Calcari di Mores”, e le sabbie della “Formazione di Oppia Nuova” mostrano una permeabilità superficiale che oscilla da alta ( $K > 10^{-1}$  m/s) a media ( $10^{-1} > K > 10^{-6}$  m/s) per porosità;
- gli affioramenti litici coerenti di natura sedimentaria, in particolare i “Calcari di Monte Santo” e i “Calcari di Mores”, sono da impermeabili ( $K < 10^{-9}$  m/s) a scarsamente permeabili ( $10^{-6} > K > 10^{-9}$  m/s) per fessurazione;
- la Formazione delle Marne di Borutta è rappresentata da litologie sedimentarie coesive definite impermeabili ( $K < 10^{-9}$  m/s) che, spesso, costituiscono il letto su cui si accumulano le acque che si infiltrano sui depositi permeabili sovrastanti, dando così origine a falde sotterranee medio-profonde.

##### ***Piezometria e Direzione di Flusso***

In riferimento all'Unità Idrogeologica Miocenica (mostrata in giallo nella mappa idrogeologica seguente; Ghiglieri et al., 2009) si evidenzia che il complesso acquifero nei depositi sabbiosi e carbonatici ha una direzione di flusso principale verso Nord - Nord Ovest ed in parte verso il Riu Mannu.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 51 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



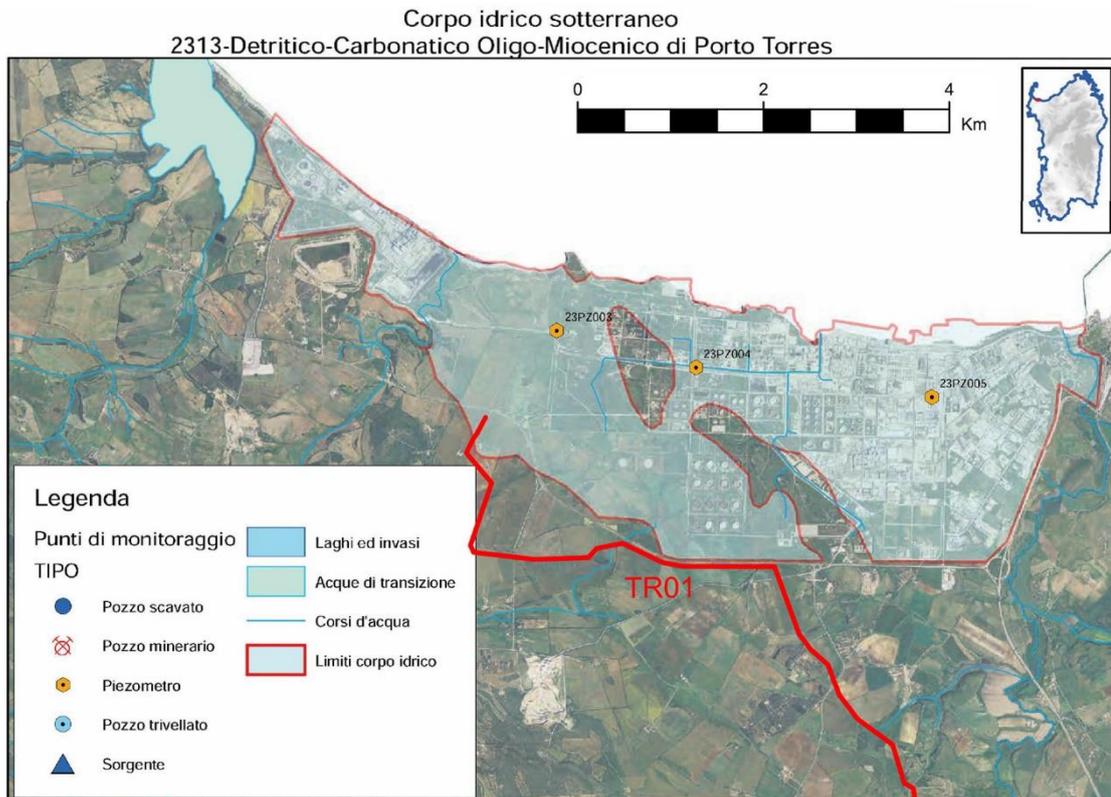
**Figura 4.16: Mappa Idrogeologica e di Conducibilità Idraulica (K) (Ghiglieri et al., 2009) – In Giallo: Sistema Acquifero in Arenarie e Calcari dell'Unità Idrogeologica Miocenica**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 52 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### **Monitoraggio Chimico e Quantitativo**

I punti di monitoraggio presenti al 2011 per i CIS afferenti all'unità idrogeologica sedimentaria Miocenica del Logudoro sono mostrati nelle figure che seguono per ciascun corpo idrico. Le relative misure di soggiacenza della falda riportate in RAS (2013) sono riassunte nella Tabella 4.3 (i dati relativi ai pozzi localizzati più prossimità del tracciato sono evidenziati in grassetto).

I dati disponibili per il CIS di Porto Torres (ID 2313) indicano soggiacenze variabili tra circa 2 e 14 m da p.c. in tre piezometri ubicati in vicinanza dell'area costiera (non in prossimità al tracciato in oggetto).

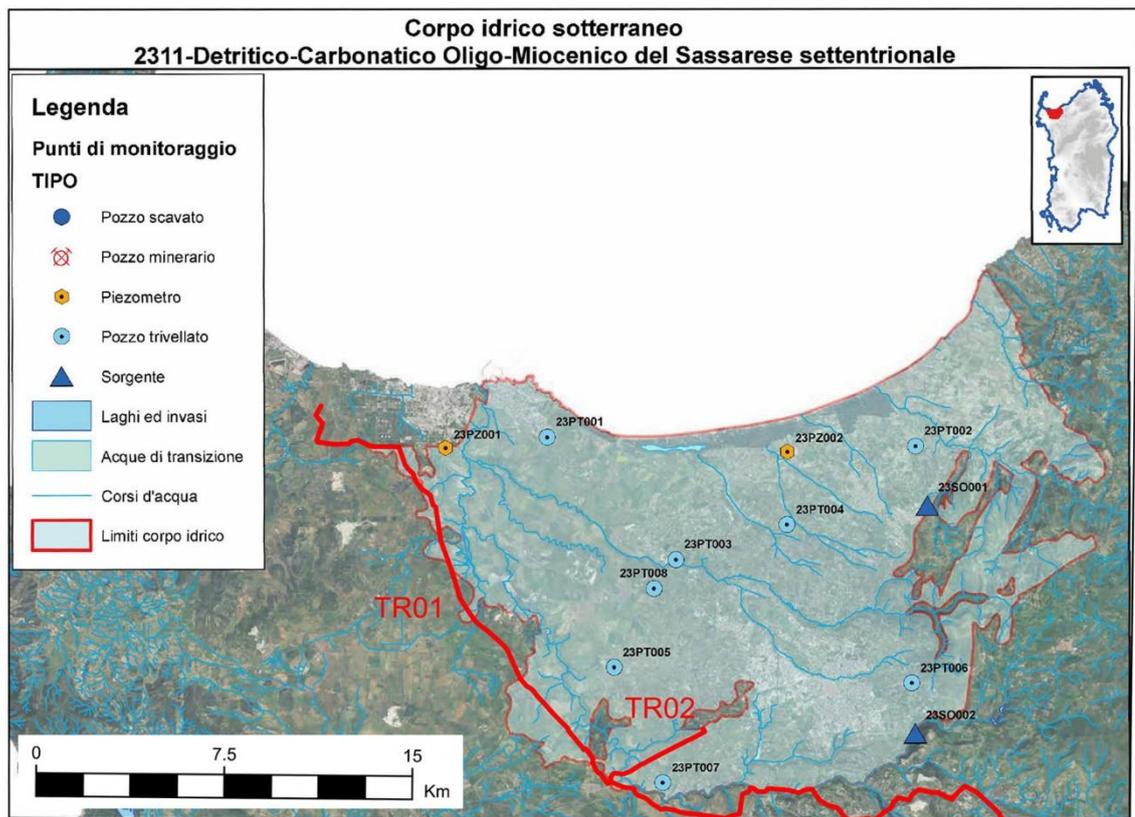


**Figura 4.17: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico di Porto Torres (ID 2313)**

Nel Sassarese Settentrionale (CIS 2311) le soggiacenze misurate (anno 2011) nei punti più prossimi al tracciato sono pari a 17-18 m da p.c. in 23PZ001 e pari a circa 62 m in 23PT007 (in prossimità dell'allacciamento Sassari TR02). Come visibile dai grafici in Figura 4.22, l'andamento dei valori di soggiacenza sul triennio 2011-2013 (RAS, 2014) per tali pozzi mostra costanza dei valori in 23PZ001 e variazioni più marcate in 23PT007 che, sul periodo di misura, raggiunge un valore minimo di circa 50 m da p.c.. I risultati del monitoraggio chimico sulla rete di punti di monitoraggio operativo presenti al 2013 (RAS, 2014) indicano eccedenze dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) per i parametri

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 53 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

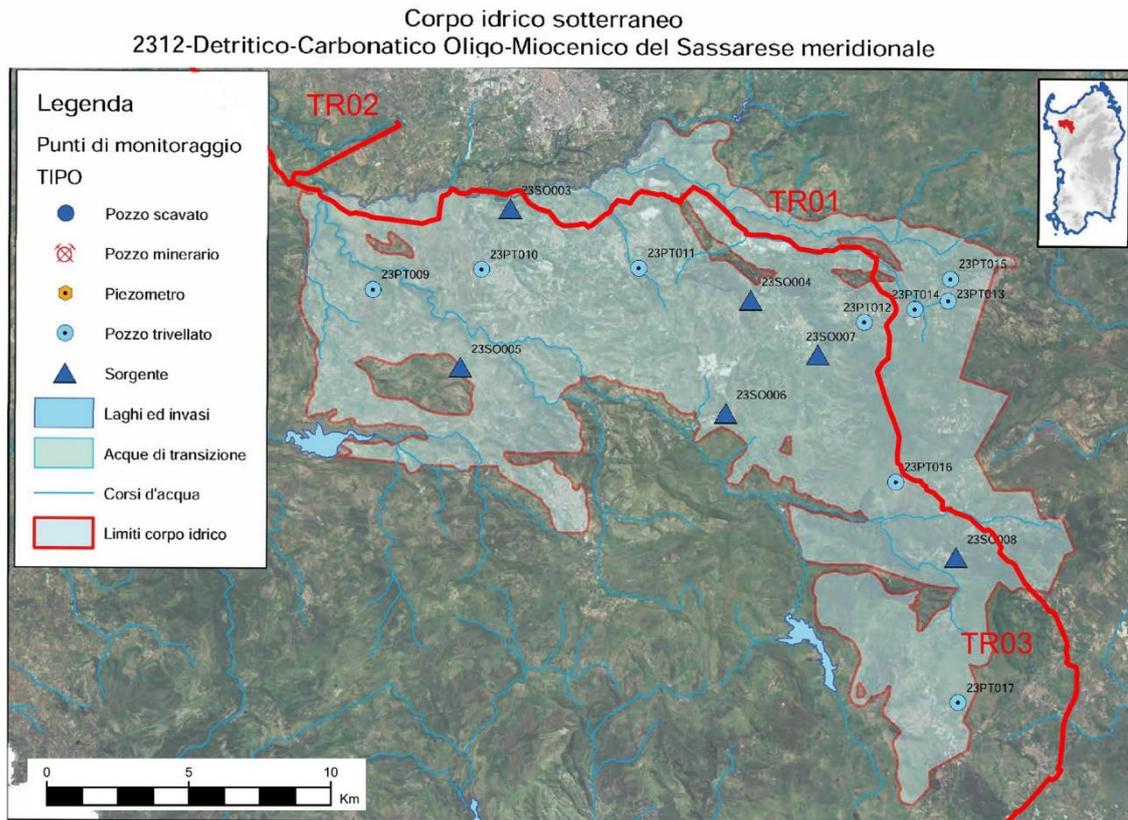
Conducibilità elettrica specifica (CES), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ione ammonio ( $\text{NH}_4$ ), cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ), solfati ( $\text{SO}_4$ ), e triclorometano, in generale sotto il 30% dei punti misurati ad eccezione del  $\text{Cl}^-$  che eccede nel 60% dei campioni.



**Figura 4.18: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese Settentrionale (ID 2311)**

Per il Sassarese Meridionale (CIS 2312), il documento RAS (2013) non fornisce dati di soggiacenza utili, a parte quelli relativi: (i) al pozzo 23PT016, in prossimità del tracciato, nel Comune di Siligo, che indicano una falda molto profonda (90-100 m da p.c.), e (ii) al pozzo 23PT009, distante alcuni km dal tracciato che fornisce valori di soggiacenza intorno a 70 m dal p.c.. Come visibile dai grafici in Figura 4.23 (RAS, 2014), l'andamento della profondità di falda per tali pozzi sul triennio 2011-2013 si mostra pressoché costante. I risultati del monitoraggio chimico riportati nella stessa figura indicano eccedenze per il solo parametro nitrati ( $\text{NO}_3$ ) nel 36% dei punti misurati.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 54 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

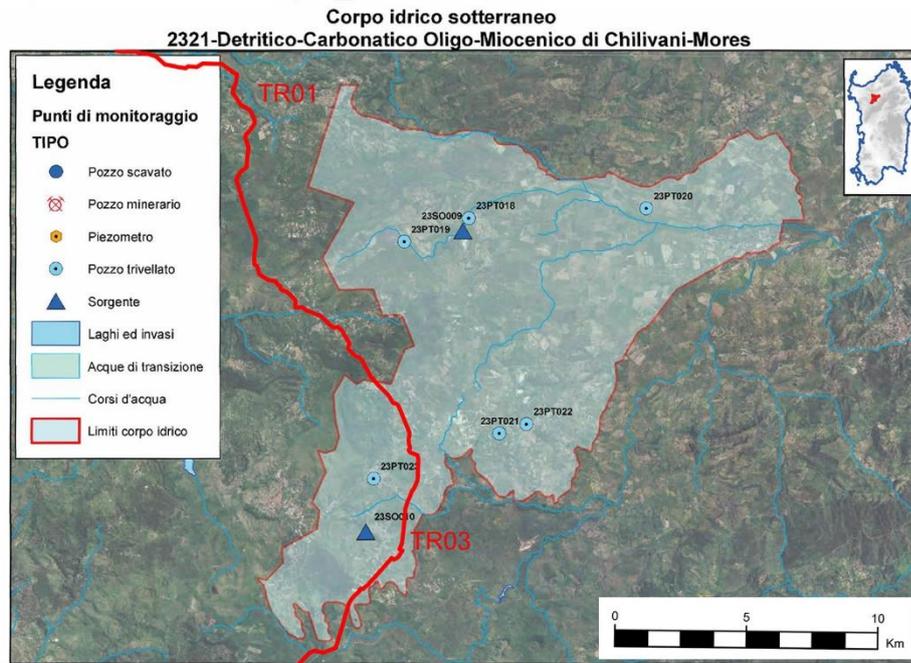


**Figura 4.19: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese Meridionale (ID 2312)**

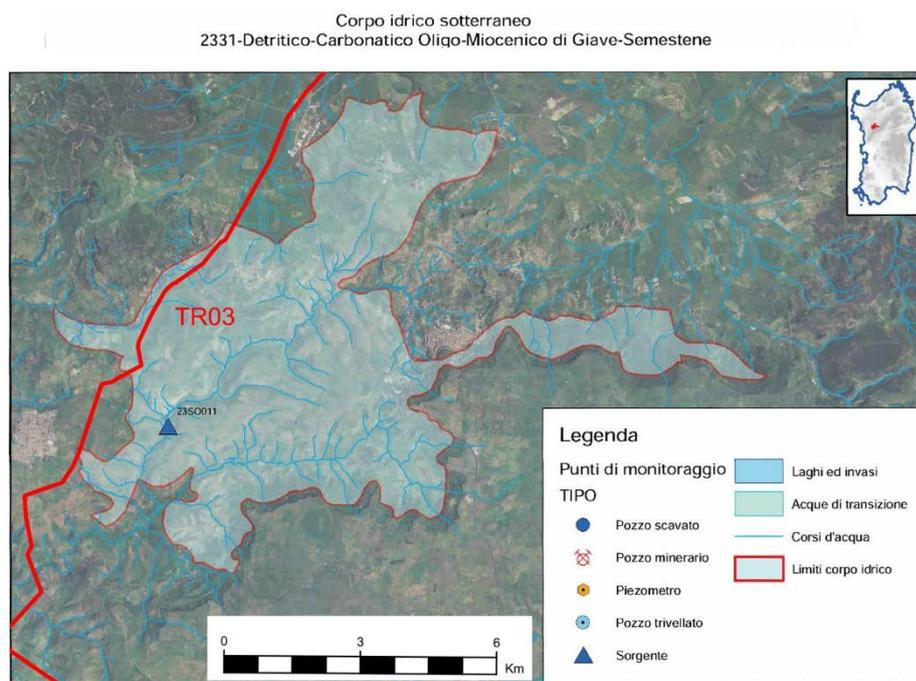
Per quanto riguarda i CIS detritico-carbonatici oligo-miocenici perimetrati più a sud nella fossa del Logudoro, afferenti agli acquiferi di Chilivani-Mores (ID 2321) e Giave Semestene (ID 2331), si rileva quanto segue: (i) i dati di soggiacenza disponibili per il CIS 2321 indicano valori variabili tra circa 7 e 40 m da p.c. (mentre nell'unico pozzo in prossimità del tracciato [23PT023] il valore non è stato rilevato [n.r., in Tabella 4.3]), (ii) per il CIS 2331 la rete di monitoraggio include un'unica sorgente con dati di portata non presenti nel 2011 (Tabella 4.3).

Tutte le sorgenti monitorate nell'insieme dei CIS degli acquiferi detritico-carbonatici Oligo-Miocenici mostrano portate modeste (< 2l/s, Tabella 4.3).

 <b>S.G.I.</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 55 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.20: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico Chilivani-Mores (ID 2321)**



**Figura 4.21: Punti di Monitoraggio CIS Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico Giave-Semestene (ID 2331)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 56 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 4.3: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS dei Depositi Detritico-Carbonatici Oligo Miocenici (ID 2311, 2312, 2313, 2321, 2331) (RAS, 2013)**

CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Giu-Luglio 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)	Data Misura (Ott-Nov 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)
2311 – Sassarese Settentrionale	<b>23PZ001</b>	<b>1447438</b>	<b>4518371</b>	Porto Torres	<b>30/06/2011</b>	<b>18,70</b>		<b>17/10/2011</b>	<b>19,35</b>	
	23PT001	1451520	4518825	Porto Torres	05/07/2011	n.r.		09/11/2011	n.r.	
	23PZ002	1461147	4518208	Sorso	30/06/2011	3,20		17/11/2011	3,80	
	23PT002	1466281	4518437	Sorso	30/06/2011	35,50		17/10/2011	17,30	
	23PT003	1456670	4513866	Sassari	30/06/2011	25,10		17/10/2011	27,20	
	23PT004	1461132	4515265	Sorso	30/06/2011	4,38		17/10/2011	4,70	
	<b>23SO001</b>	<b>1466742</b>	<b>4516009</b>	Sennori	27/06/2011		0,60	04/10/2011		2,00
	23PT006	1466123	4508868	Sassari	05/07/2011	n.r.		18/10/2011	n.r.	
	<b>23PT007</b>	<b>1456144</b>	<b>4504844</b>	<b>Sassari</b>	<b>05/07/2011</b>	<b>62,00</b>		<b>18/10/2011</b>	<b>61,80</b>	
	23PT008	1455786	4512708	Sassari	05/07/2011					
	<b>23SO002</b>	<b>1466257</b>	<b>4506813</b>	Sassari	29/06/2011		n.r.	18/10/2011		n.r.
2312 – Sasserese Meridionale	23PT009	1456608	4501135	Uri	08/06/2011	67,60		14/11/2011	n.r.	
	<b>23SO003</b>	<b>1461442</b>	<b>4504029</b>	Tissi						
	23PT010	1460438	4501872	Usini						
	23PT011	1466004	4501941	Ossi						
	<b>23SO004</b>	<b>1469967</b>	<b>4500806</b>	Florinas						
	23PT012	1473971	4500052	Codrongianos						
	23PT013	1476927	4500829	Ploaghe						
	23PT014	1475751	4500520	Ploaghe						
	23PT015	1477008	4501604	Ploaghe						

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 57 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Giu-Luglio 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)	Data Misura (Ott-Nov 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)
	23SO005	1459703	4498367	Ittiri						
	23SO006	1469094	4496795	Ossi						
	23SO007	1472340	4498877	Florinas	09/06/2011		1,00	07/12/2011		0,50
	23SO008	1477247	4491708	Siligo						
	<b>23PT016</b>	<b>1475111</b>	<b>4494383</b>	<b>Siligo</b>	<b>07/06/2011</b>	<b>91,35</b>		<b>01/12/2011</b>	<b>100,00</b>	
	23PT017	1477349	4486544	Thiesi						
2313 - Porto Torres	23PZ003	1443233	4520954	Porto Torres	05/07/2011	9,40		20/12/2011	9,90	
	23PZ004	1444734	4520553	Porto Torres	06/07/2011	2,50		20/12/2011	2,30	
	23PZ005	1447285	4520232	Porto Torres	06/07/2011	14,00		20/12/2011	13,90	
2321 - Chilivani - Mores	23SO009	1483355	4496379	Ardara	29/06/2011		n.r.	01/12/2011		n.r.
	23PT019	1481082	4495977	Siligo	28/07/2011	8,10		11/10/2011	6,90	
	23PT020	1490420	4497277	Ozieri	28/07/2011	15,65		11/10/2011	12,80	
	23PT021	1484763	4488556	Mores	28/07/2011	44,10		17/10/2011	40,30	
	23PT022	1485796	4488918	Mores	28/07/2011					
	<b>23PT023</b>	<b>1479913</b>	<b>4486803</b>	<b>Bonnanaro</b>	<b>08/09/2011</b>	<b>n.r.</b>		<b>01/12/2011</b>	<b>n.r.</b>	
	23SO010	1479619	4484731	Torralba	28/07/2011		0,60	17/10/2011		0,10
2331 Giave-Semestene	23SO011	1474119	4472247	Semestene						

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 58 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## Corpo idrico 2311 - Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese Settentrionale

### Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	15	15

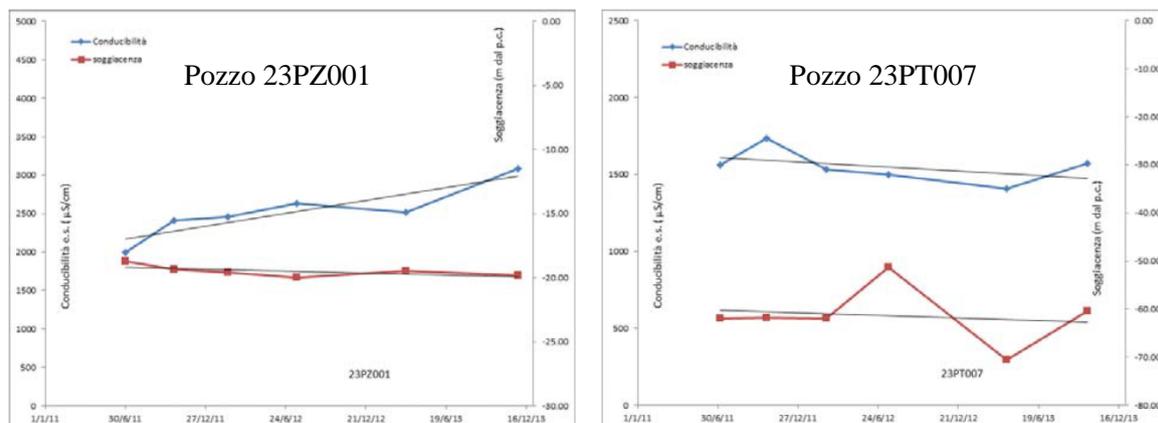
parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	1518	6140	1663	1553	3	20,0%	SI
NO <sub>3</sub> (mg/L)	50,0	37,5	42,1	174	49,8	42,3	4	26,7%	NO
NH <sub>4</sub> (mg/L)	0,50	0,38	0,25	3,59	0,43	0,03	2	13,3%	SI
Cl (mg/L)	250	188	281	1821	350	270	9	60,0%	SI
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,50	0,38	0,10	3,98	0,31	0,01	1	6,67%	NO
SO <sub>4</sub> (mg/L)	250	188	77,8	440	84,5	44,0	1	6,67%	SI
Triclorometano (µg/l)	0,15	0,11	0,24	0,62	0,30	0,15	1	6,67%	NO

\* Limite di confidenza superiore al 95% della media

\*\* L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: I composti organici sono stati analizzati solo su un gruppo limitato di punti di campionamento in accordo con le evidenze emerse dai precedenti campionamenti e/o dall'analisi delle pressioni.

### Monitoraggio quantitativo



**Figura 4.22: Monitoraggio Chimico e Quantitativo**  
**CIS del Sassarese Settentrionale (ID 2311) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 59 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## Corpo idrico 2312 - Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese Meridionale

### Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Sorveglianza	11	11

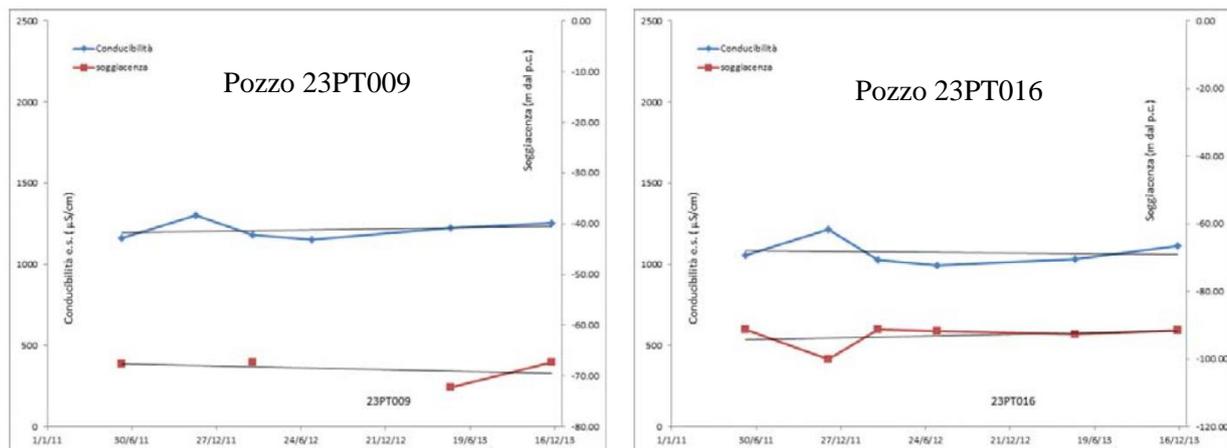
parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
NO <sub>3</sub> (mg/L)	50,0	37,5	46,4	160	-	34,9	4	36,4%	NO

\* Limite di confidenza superiore al 95% della media

\*\* L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: limite di confidenza superiore al 95% della media non calcolabile su un solo anno di monitoraggio

### Monitoraggio quantitativo



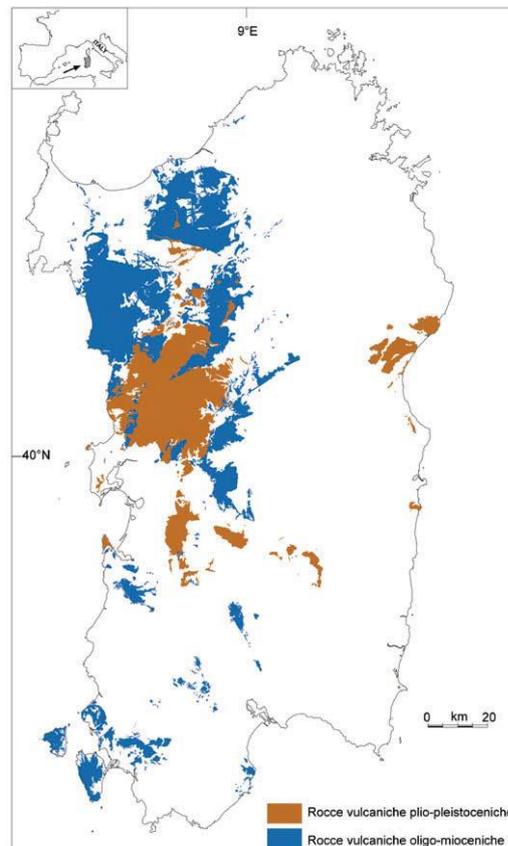
**Figura 4.23: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - CIS del Sassarese Meridionale (ID 2312) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 60 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.2.3 Area Centro-Occidentale (Vulcaniti Cenozoiche)

Il settore occidentale centro-settentrionale della Sardegna è caratterizzato da ampi depositi vulcanici connessi a due cicli di età Cenozoica, in particolare (RAS, 2015b):

- il ciclo vulcanico calcalcalino oligo-miocenico (da 32 Ma a circa 15 Ma) (aree blu in Figura 4.24), rappresentato da estese coperture ignimbriche, duomi e colate laviche; l'attività vulcanica di questo ciclo è di prevalente natura esplosiva, come suggerito dai grandi volumi di ingnimbriti messi in posto, e secondariamente effusiva; sono preponderanti le rocce acide, rioliti e daciti, caratterizzate da un elevato contenuto in silice e da una tessitura porfirica;
- il ciclo più recente, di età plio-pleistocenica (da 6,4 a 0,1 Ma), rappresentato da colate basaltiche, duomi e depositi di scorie vulcaniche (aree marrone in Figura 4.24). Tale ciclo è caratterizzato da un'intensa attività effusiva, responsabile delle estese colate di lava che dominano il paesaggio di numerosi ed estesi altopiani (e.g. l'altopiano di Abbasanta), e da una più sporadica attività esplosiva.



**Figura 4.24: Distribuzione delle Aree Vulcaniche di Età Cenozoica (RAS, 2015b)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 61 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.2.3.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

L'importanza dell'attività vulcanica Oligo-Miocenica (associata ad un arco vulcanico ad orientazione N-S) è testimoniata dalla grande estensione degli affioramenti (come mostrato in Figura 4.24) e dai cospicui spessori delle successioni vulcaniche che raggiungono parecchie centinaia di metri.

Le caratteristiche e la composizione di questo complesso vulcanico sono molto variabili nelle diverse zone dell'isola (Figura 4.25): si alternano prodotti a composizione da intermedia ad acida ("Serie ignimbratica" [11]) e da basica ad intermedia ("Serie andesitica" [12]), localmente attraversati da sistemi di filoni (13).

I distretti vulcanici principali interessati dal tracciato del gasdotto centro-nord sono il Logudoro-Bosano a Nord ed il Marchine-Barigado e l'Ottana al Centro (RAS, 2015b). Il distretto Logudoro-Bosano si caratterizza per la presenza di duomi e lave andesitiche e basaltiche, depositi ignimbrici e depositi epiclastici. I distretti della Sardegna centrale si caratterizzano per la presenza di lave andesitiche e ignimbriti, sia sciolte che densamente saldate. Di solito le tipologie più basiche prevalgono nella parte basale delle successioni, anche se talvolta le intercalazioni di termini acidi e basici sono frequenti (Carmignani et al., 2001).

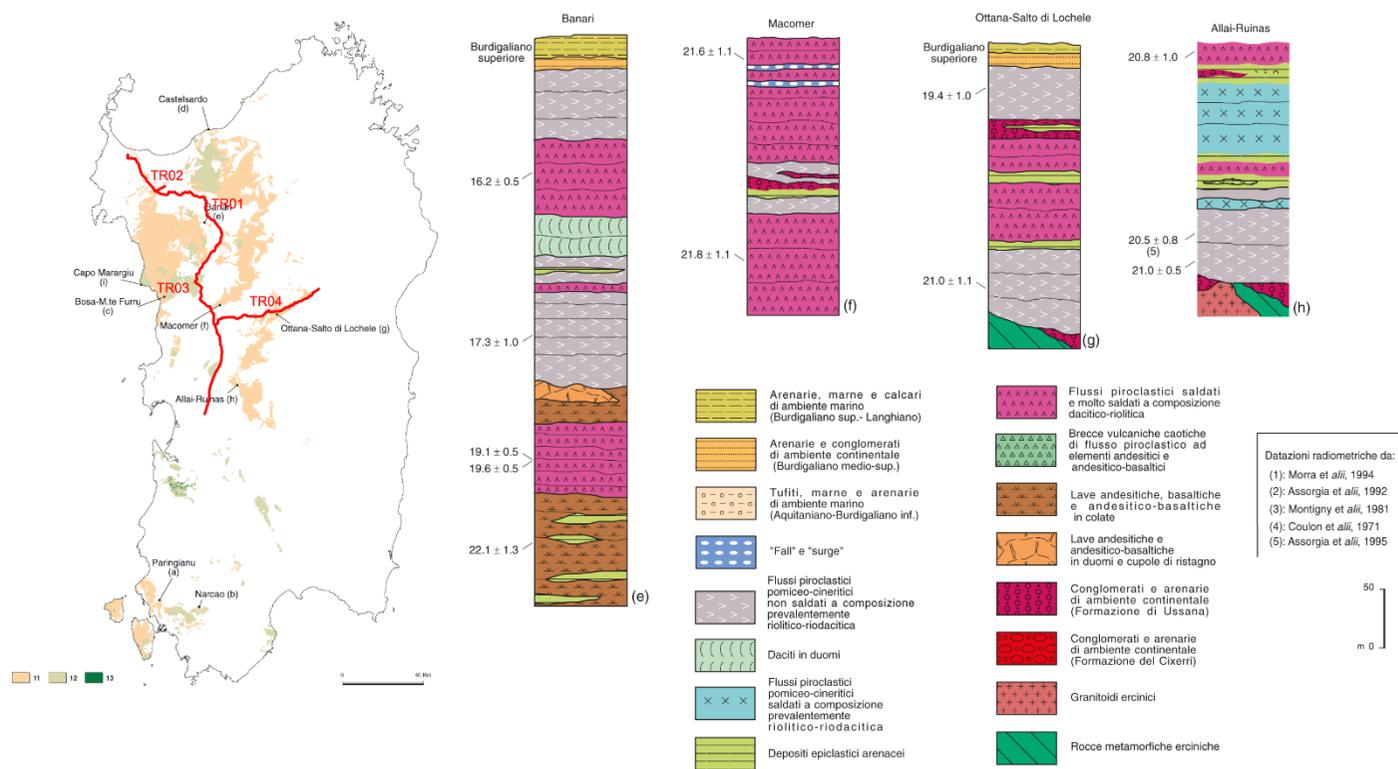
La Figura 4.25 riporta alcune successioni tipiche più in prossimità del tracciato.

Presso Banari (sezione (e) di Figura 4.25), la successione vulcanica è caratterizzata da un'alternanza di prodotti basici (andesiti e andesiti basaltiche in domi e colate laviche) e intermedio-acidi (flussi piroclastici pomiceo-cineritici, ignimbriti saldate, domi dacitici).

Più a Sud, nell'area di Macomer (sezione (f) in Figura 4.25), la successione vulcanica, spessa alcune centinaia di metri, è composta da unità ignimbriche saldate a composizione dacitica e da livelli discontinui di flussi piroclastici pomiceo-cineritici con relative epiclastiti, contenenti lenti di depositi fluvio-lacustri.

Nell'area di Ottana - Allai Ruinas affiora una potente successione di prodotti vulcanici a composizione dacitico-riodacitica, alternati a livelli sedimentari ed epiclastici fluvio-lacustri (sezioni (g) ed (h) di Figura 4.25).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 62 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.25: Ubicazione degli affioramenti di Rioliti (11), Andesiti (12) e Filoni (13) del ciclo calcalciano oligo-miocenico e Colonne Stratigrafiche delle Successioni Vulcaniche in Prossimità del Tracciato (Carmignani et al. 2001)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 63 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

In riferimento all'attività vulcanica del ciclo più recente (Plio-Pleistocenica), questa è considerata il risultato del regime distensivo instauratosi in connessione all'apertura del Tirreno meridionale. È associata dunque a prodotti ascrivibili ad un vulcanismo intraplacca, costituiti essenzialmente da lave basaltiche, da alcaline ad alcaline-transizionali e sub-alcaline talvolta associate a differenziati più evoluti (Carmignani et al., 2001).

Il complesso vulcanico del Montiferro (di estensione pari a circa 400 km<sup>2</sup>), situato nella zona centro-occidentale della Sardegna, si colloca circa all'intersezione tra il graben del Campidano ed una delle maggiori faglie ad andamento Nord Est – Sud Ovest che interessano il Nord della Sardegna. A Est del Montiferro, si estende il plateau di Abbasanta-Paulilatino-Campeda, su cui affiorano estesamente rocce basaltiche; il plateau è diviso approssimativamente in due blocchi aventi una quota media s.l.m di circa 350 m a Sud e 650 m a Nord.

#### 4.2.3.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

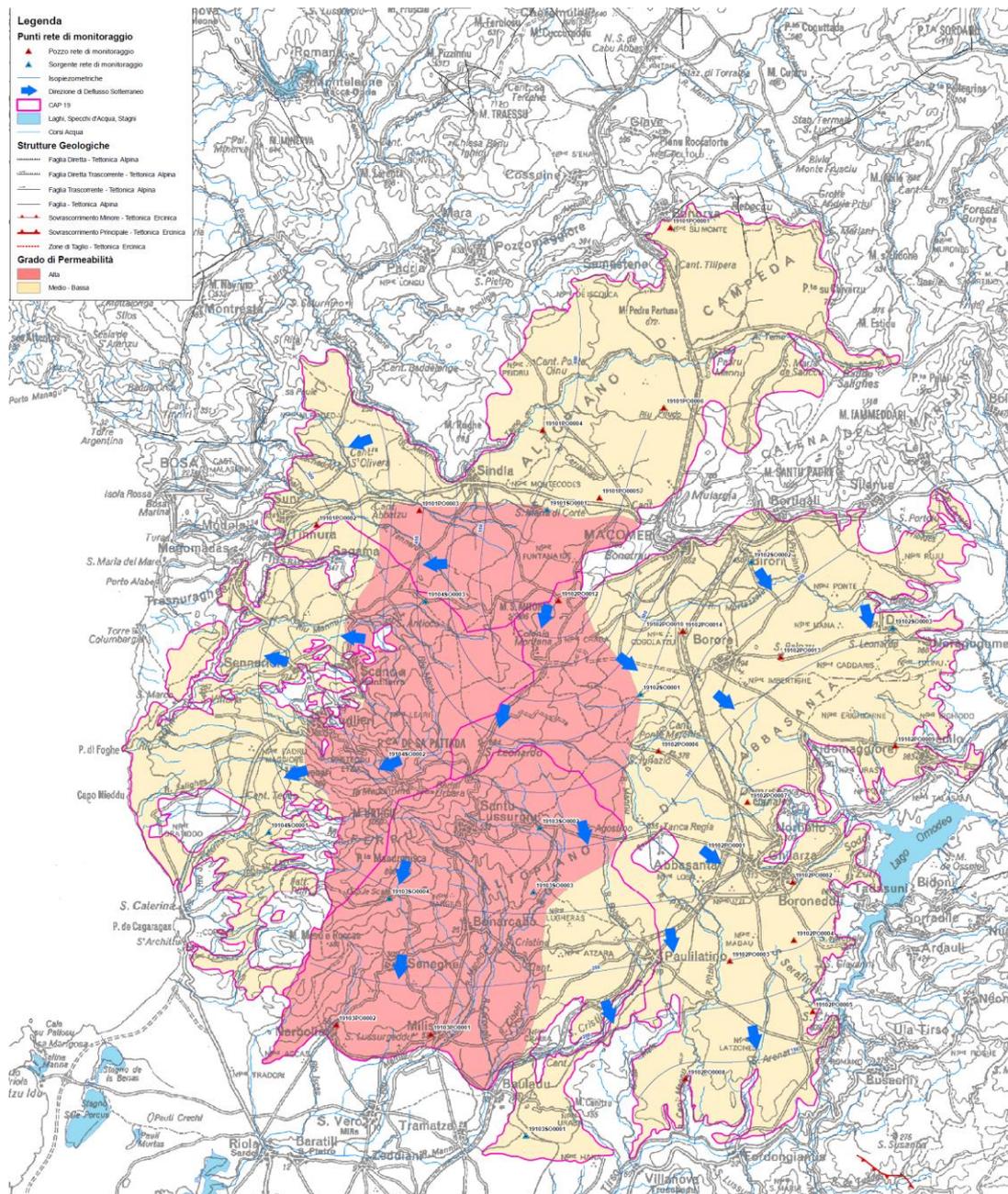
##### ***Permeabilità delle Formazioni***

Le vulcaniti dell'Oligo-Miocene sono caratterizzate nel complesso da una permeabilità medio-bassa e bassa, del tipo per fessurazione. La permeabilità aumenta nelle facies con sviluppati sistemi di fratture come le colate laviche e gli espandimenti ignimbrici e diminuisce nelle facies da poco fratturate a compatte come i duomi (Comune di Solarussa, 2016). Alle piroclastiti sciolte o debolmente saldate o depositi sedimentari di rimaneggiamento di prodotti piroclastici è associabile una permeabilità medio-bassa per porosità e fessurazione; la permeabilità diminuisce in presenza di argillificazione.

Le vulcaniti del Plio-Pleistocene sono caratterizzate da una permeabilità del tipo per fessurazione ed in generale medio-bassa e bassa; localmente, nelle facies maggiormente fratturate e con scarsi riempimenti detritici, vescicolari e cavernose può essere media o alta sempre per fessurazione e subordinatamente per porosità. (Comune di Solarussa, 2016). Le aree a permeabilità maggiore sono localizzate in particolare nelle porzioni più elevate del complesso vulcanico; prove di pompaggio eseguite nell'area di San Leonardo hanno dato valori di trasmissività di  $1,4 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. Le colate basaltiche del pianoro di Abbasanta-Borore e dell'altopiano della Campeda sono invece caratterizzate da un grado di permeabilità medio-basso (RAS, 2009a).

##### ***Piezometria e Direzione di Flusso***

Il complesso acquifero ospitato nelle vulcaniti Plio-Pleistoceniche degli altipiani di Abbasanta-Campeda mostra un deflusso delle acque sotterranee che avviene prevalentemente in direzione radiale, a partire dai settori a quota più elevata dell'edificio vulcanico, che corrispondono alle aree di alimentazione dell'acquifero, verso i settori a quota inferiore (Figura 4.26). La circolazione idrica sotterranea risulta strettamente condizionata dalla struttura geologica dell'acquifero tipica di un grande edificio vulcanico a forma di cono a larga base, con espandimenti lavici disposti a raggiera tutt'intorno ad un nucleo centrale (RAS, 2009a). È di fondamentale importanza lo spessore della formazione in quanto da questo fattore dipende la capacità di immagazzinamento dell'acquifero. I basalti presentano una estesa rete di fratture da raffreddamento, specialmente ai bordi degli altipiani (Comune di Aidomaggiore, 1995).



**Figura 4.26: Carta Idrogeologica del Complesso Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale, CI 19 (RAS, 2009a)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 65 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

In riferimento al *settore orientale del complesso acquifero (Pianoro di Abbasanta-Borore)*, si evidenzia quanto segue (Comune di Aidomaggiore, 1995, RAS, 2009a)

- nella zona di Aidomaggiore, che rappresenta la parte terminale dell'altopiano di Abbasanta, lo spessore delle colate basaltiche diminuisce, verso la valle del Tirso, per cui l'acquifero in esso contenuto è potenzialmente ridotto;
- l'acquifero ha maggiore capacità nella zona verso Borore, dove lo spessore della roccia è maggiore e i pozzi si estendono in alcuni casi fino a 160 m da p.c. non raggiungendo la base della formazione. La successione basaltica presenta un'alternanza di livelli compatti e livelli scoriacei, bollosi o fratturati; sono inoltre frequenti intercalazioni di livelli argillosi con spessore fino a 4-5 m, originati dall'alterazione dei basalti stessi. I livelli acquiferi più produttivi sono rinvenuti in particolare nella fascia tra 30 e 80m.

*Nell'area sud-orientale dell'acquifero (comuni di Abbasanta e Paulilatino)* i basalti presentano spessori fino a 170 m (RAS, 2009a). All'interno delle colate basaltiche sono intercalati livelli di limi e argille derivanti dall'alterazione dei basalti stessi e paleosuoli, con spessori fino a 7 m e livelli di depositi continentali di composizione marnosa spessi fino a 20 m. Nei primi 20-40 m i basalti risultano molto alterati, in alcuni casi sono presenti lave scoriacee, molto bollose e frequentemente fratturate. A maggiori profondità i basalti sono più compatti, con struttura microcristallina con vacuoli di degassazione millimetrici o submillimetrici. Come sopra, verso sud-est, in corrispondenza della valle del Tirso (comuni di Ghilarza, Sedilo, Ulà Tirso) lo spessore delle colate basaltiche si riduce progressivamente fino a scomparire ed essere sostituite da una successione sedimentaria, prevalentemente marnoso-sabbiosa nella parte superiore e prevalentemente arenacea nella parte sottostante, attribuita al Miocene (si veda Paragrafo 4.2.4. Bacino di Ottana).

*Nel settore settentrionale dell'acquifero, (comuni di Suni, Sindia e Semestene)* lo spessore dei basalti risulta superiore a 100 m con alternanza di livelli compatti e livelli fratturati in particolare nella porzione più superficiale dove si osserva frequentemente una fessurazione di tipo colonnare. Sono presenti frequenti intercalazioni di livelli argillosi e conglomeratici (RAS, 2009a).

*Nell'altopiano della Campeda (comuni di Bonorva e Macomer)* lo spessore dei basalti ("bancata basaltica di Campeda") varia tra 45 e 60 m; alla base sono presenti ignimbriti e calcari oligomioceni. La falda viene rilevata in genere tra 20 e 50 m di profondità. I pozzi presenti nell'area captano in prevalenza gli acquiferi profondi presenti nelle vulcaniti terziarie, tuttavia durante i lavori per le gallerie ferroviarie è stata incontrata una notevole quantità di acqua sotterranea all'interno dei basalti, che allo stato attuale resta scarsamente utilizzata (RAS, 2009a).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 66 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

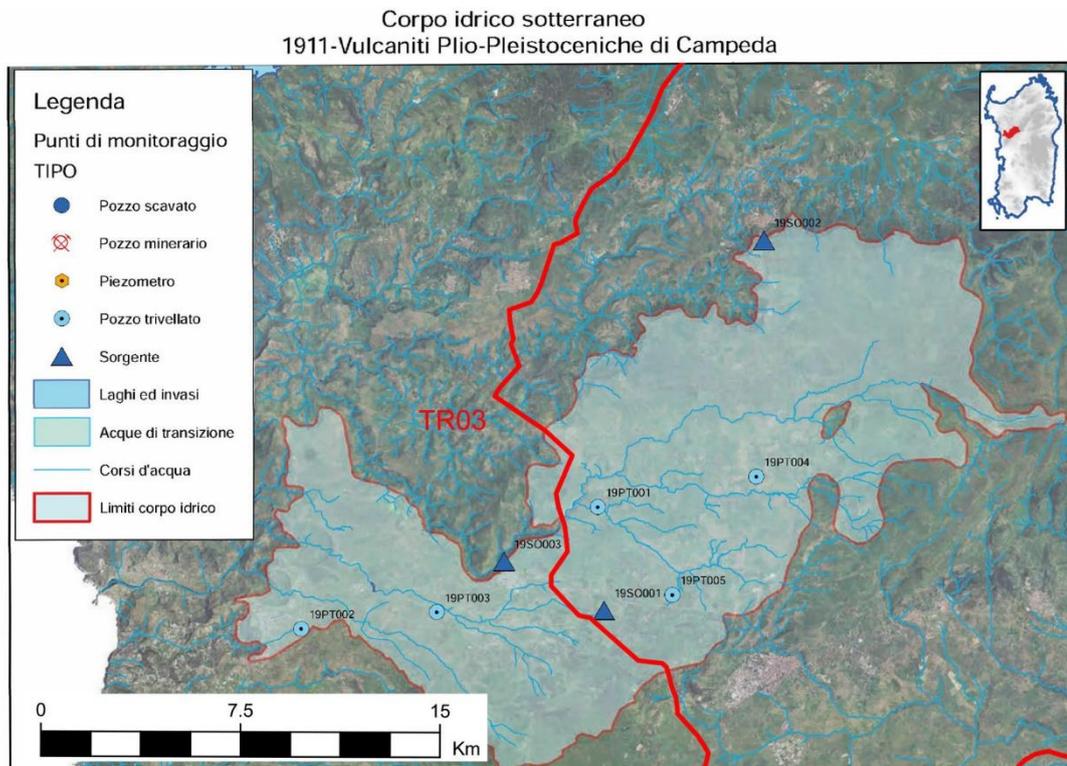
### **Monitoraggio Chimico e Quantitativo**

Le Figure seguenti mostrano i punti di monitoraggio delle acque sotterranee, presenti al 2011, negli acquiferi delle Vulcaniti plio-pleistoceniche della Sardegna centro-occidentale (ID 19), in particolare nei CIS di Campeda (ID 1911) e del Tirso (ID 1912).

I dati di soggiacenza della falda e di portata delle sorgenti (relativi all'anno 2011, da RAS, 2013) sono riassunti nella Tabella 4.4, dove i dati relativi ai pozzi/sorgenti localizzati in prossimità del tracciato sono evidenziati in grassetto.

Per quanto riguarda il CIS delle vulcaniti di Campeda (ID 1911), nel punto di monitoraggio più prossimo al tracciato con dati disponibili, vale a dire il pozzo 19PT005, sono state registrate nell'arco dell'anno 2011 soggiacenze variabili da circa 6 a 18 m da p.c., dunque variazioni particolarmente marcate. Le sorgenti campionate nel corpo idrico esaminato variano in portata da < 1 a 5 l/s.

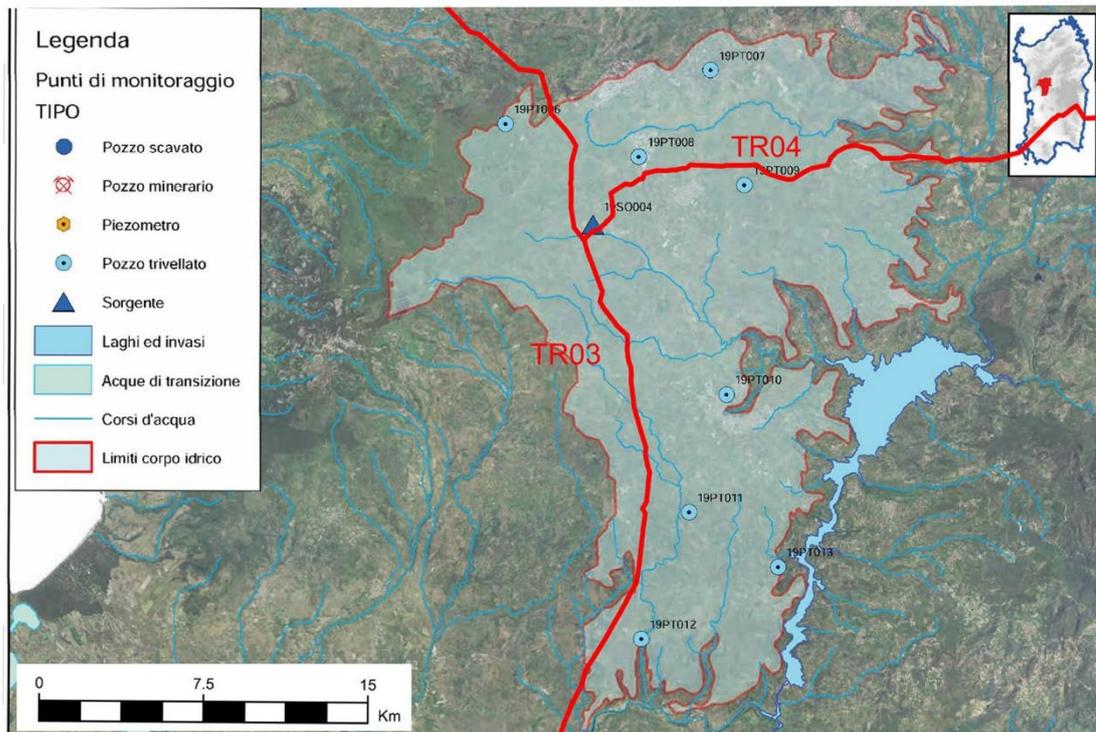
Per quanto riguarda, più a sud, il CIS 1912 delle vulcaniti del Tirso, i punti di monitoraggio più prossimi con dati disponibili, 19PT009 e 19PT011, indicano nei due pozzi valori di soggiacenza per l'anno 2011 intorno a 14 e 17 m da p.c., rispettivamente. Come visibile dai dati in Tabella 4.4, le variazioni nell'arco dell'anno sono risultate minime.



**Figura 4.27: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Campeda (ID 1911)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 67 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Corpo idrico sotterraneo  
1912-Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Tirso



**Figura 4.28: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Tirso (1912)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 68 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 4.4: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda/ Portata Sorgenti per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Campeda - ID 1911 e del Tirso - ID 1912 (RAS, 2013)**

CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)	Data Misura (Ott 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)
1911 - Campeda	19PT001	1474200	4463346	Sindia	13/07/2011	n.r.		10/10/2011	n.r.	
	19SO001	1474416	4459417	Sindia	13/07/2011		n.r.	10/10/2011		5,00
	19SO002	1480472	4473408	Bonorva	13/07/2011		n.r.	10/10/2011		0,025
	19PT002	1463039	4458758	Suni	27/06/2011	n.r.		31/10/2011	n.r.	
	19SO003	1470674	4461270	Sindia	27/06/2011		0,60	10/10/2011		1,00
	19PT004	1480155	4464481	Macomer	27/06/2011	42,00		10/10/2011	n.r.	
	19PT005	1476986	4460010	Macomer	27/06/2011	6,00		10/10/2011	18,50	
1912 - Tirso	19PT006	1474977	4454906	Macomer						
	19PT007	1484349	4457393	Birori						
	19PT008	1481085	4453399	Macomer						
	19SO004	1479008	4450267	Borore						
	19PT009	1485912	4452109	Borore	06/06/2011	14,30		31/10/2011	13,40	
	19PT010	1485115	4442474	Abbasanta						
	19PT011	1483398	4437051	Ghilarza	07/06/2011	16,55		31/10/2011	17,10	
	19PT012	1481217	4431200	Paulilatino						
	19PT013	1487486	4434544	Ghilarza						

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 69 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

I dati disponibili per gli anni 2011-2013 (RAS, 2014) relativi al monitoraggio quantitativo (andamento soggiacenza per alcuni pozzi, di portata su alcune sorgenti e della conducibilità elettrica) e al monitoraggio chimico su differenti parametri sono riportati nelle figure seguenti.

Dall'analisi dei grafici si evince che nel periodo esaminato le variazioni di portata registrate sulle sorgenti per il CIS 1911 sono fino a 4-5 l/s in 19SO001 e 1,5 l/s in 19SO002 mentre le variazioni dei valori di soggiacenza misurate nei pozzi 19PT009 e 19PT011 del CIS 1912 sono dell'ordine dei 2 m.

Inoltre, i risultati del monitoraggio chimico sui punti monitorati della rete di monitoraggio operativa presente al 2013, indicano sporadiche eccedenze (<15% dei dati) dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) per il parametro nitrati (NO<sub>3</sub>) nel CIS 1911 e per i parametri NO<sub>3</sub> e cloruro (Cl<sup>-</sup>) nel CIS 1912.

In base alle conclusioni riportate in RAS (2016) per i CIS delle vulcaniti di Campeda e del Tirso, i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati fino al 2015<sup>4</sup> non evidenziano pressioni significative né sullo stato chimico né sullo stato quantitativo.

---

<sup>4</sup> I dati grezzi non sono disponibili

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 70 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## Corpo idrico 1911 - Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Campeda

### Monitoraggio chimico

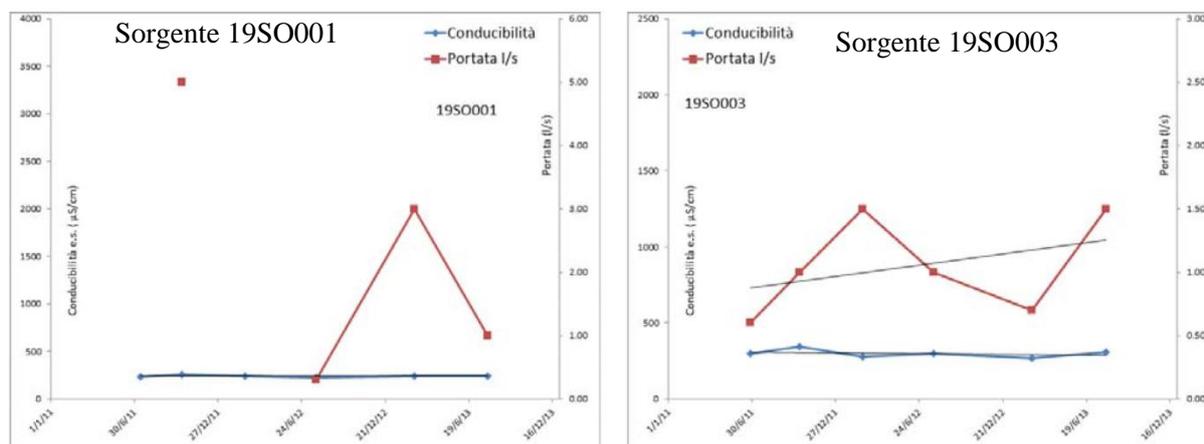
Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	9	9

parametri che superano il valore soglia D,Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
NO <sub>3</sub> (mg/L)	50,0	37,5	22,4	93,5	32,8	16,5	1	11,1%	NO

\* Limite di confidenza superiore al 95% della media

\*\* L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna

### Monitoraggio quantitativo



**Figura 4.29: Monitoraggio Chimico e Quantitativo CIS di Campeda (ID 1911) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 71 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## Corpo idrico 1912 - Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Tirso

### Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Sorveglianza	9	6*

\* 19PT007, 19PT008, 19PT012: non svolta l'attività prevista per problemi tecnici.

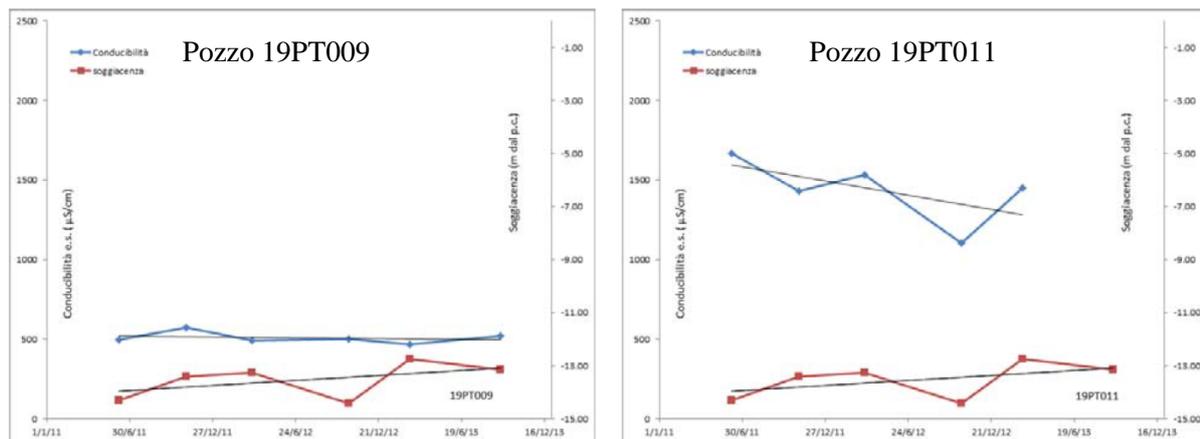
parametri che superano il valore soglia D,Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
NO3 (mg/L)	50,0	37,5	26,4	91,5	-	20,0	1	16,7%	NO
Cl (mg/L)	250	188	152	363	-	128	2	33,3%	SI

\* Limite di confidenza superiore al 95% della media

\*\* L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna

Nota: limite di confidenza superiore al 95% della media non calcolabile su un solo anno di monitoraggio

### Monitoraggio quantitativo

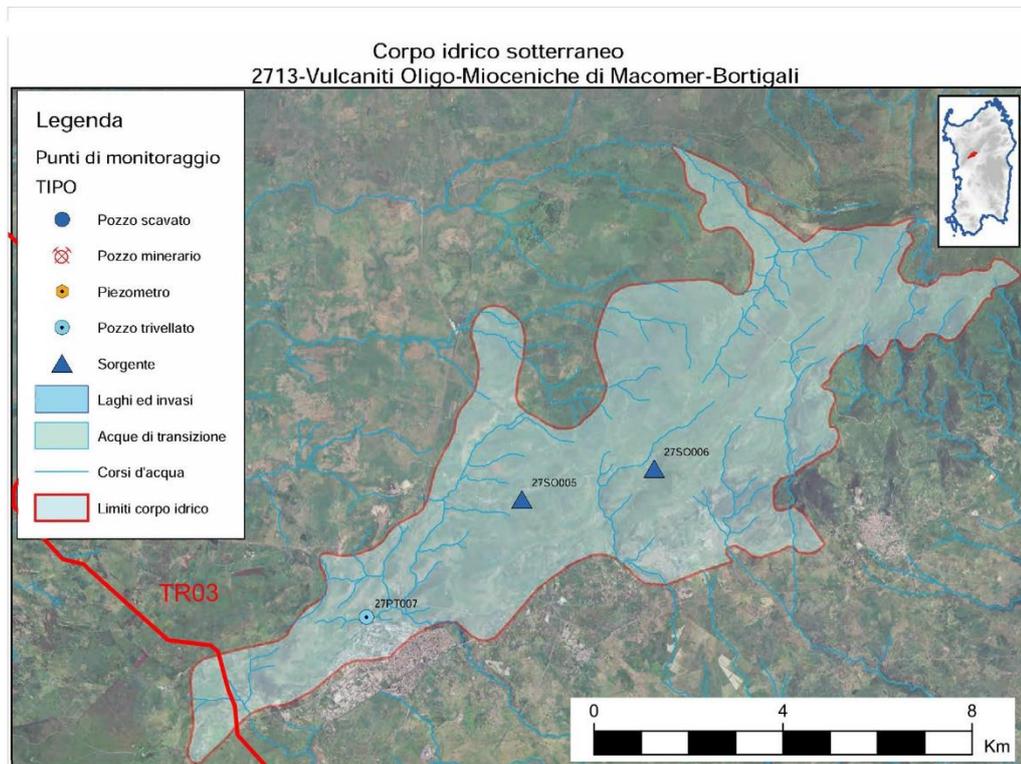


**Figura 4.30: Monitoraggio Chimico e Quantitativo CIS del Tirso (ID 1912) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 72 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

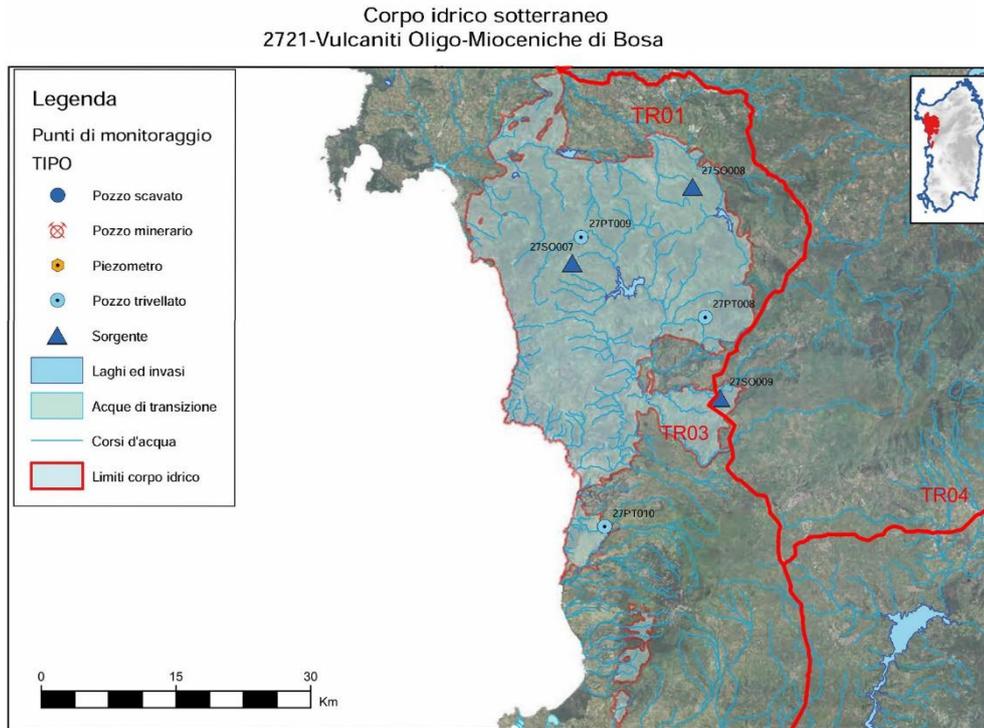
Per quanto concerne i CIS ospitati nelle Vulcaniti più antiche (oligo-mioceniche) di Macomer - Bortigali (ID 2721) e di Bosa (ID 2713), il tronco TR03 del tracciato all'interno di questa macro-area attraversa per un breve tratto, di circa 2 km, il CIS 2721 e per un tratto di circa 5 km il CIS 2713, lambendolo poi per altrettanti 5 km (si vedano figure seguenti).

I dati di monitoraggio disponibili su questi CIS vulcanici non sono in prossimità del tracciato e sono limitati ad un pozzo (27PT009) che fornisce un valore di soggiacenza pari a circa 11 m da p.c. e a poche sorgenti che forniscono valori di portate di alcuni l/s fino a 10 l/s (Tabella 4.5)



**Figura 4.31: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Macomer-Bortigali (ID 2713)**

 <b>S.G.I.</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 73 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.32: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Bosa (ID 2721)**

**Tabella 4.5: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda / Portata Sorgenti per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Macomer-Bortigali - ID 2713 e di Bosa - ID 2721 (RAS, 2013)**

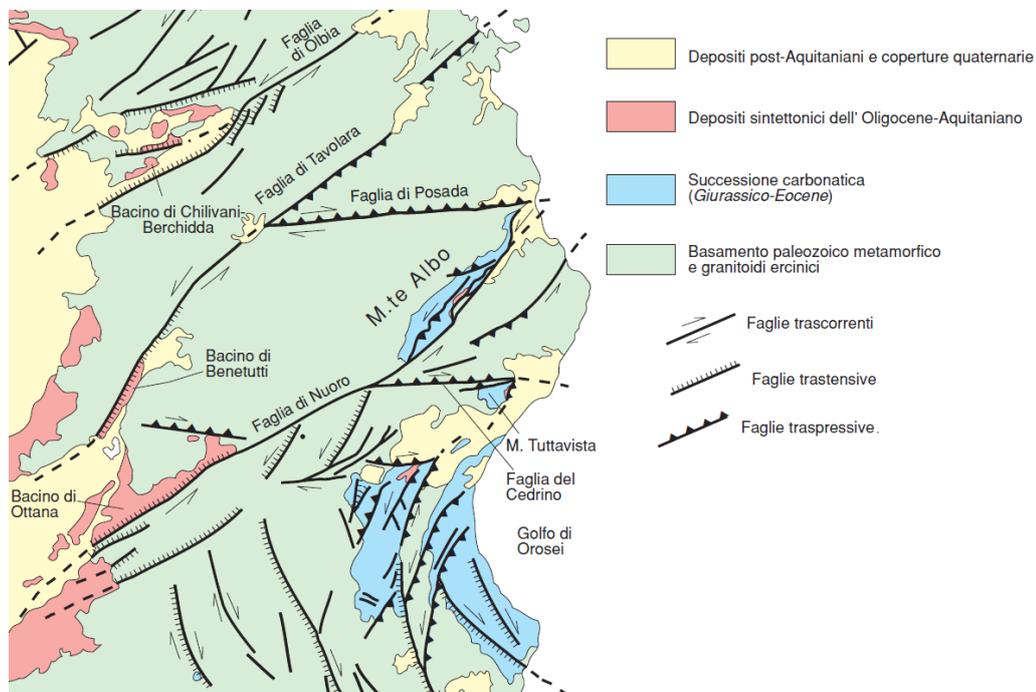
CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Giugno 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)	Data Misura ((Niv 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)
2713 – Macomer Bortigali	27SO005	1483200	4460408	Bortigali						
	27SO006	1486010	4461069	Bortigali	14/06/2011		6,00	08/11/2011		10,00
2721 - Bosa	27SO007	1455200	4483421	Villanova Monteleone						
	27PT008	1469978	4477372	Mara						
	27SO008	1468535	4491965	Ittiri	08/06/2011		1,00	14/11/2011		2,00
	27PT009	1456183	4486348	Villanova Monteleone	08/06/2011	11,80		14/11/2011	n.r.	

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 74 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Giugno 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)	Data Misura ((Niv 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)
	27SO009	1471692	4468322	Pozzomaggiore						
	27PT010	1458835	4453921	Tresnuraghes						

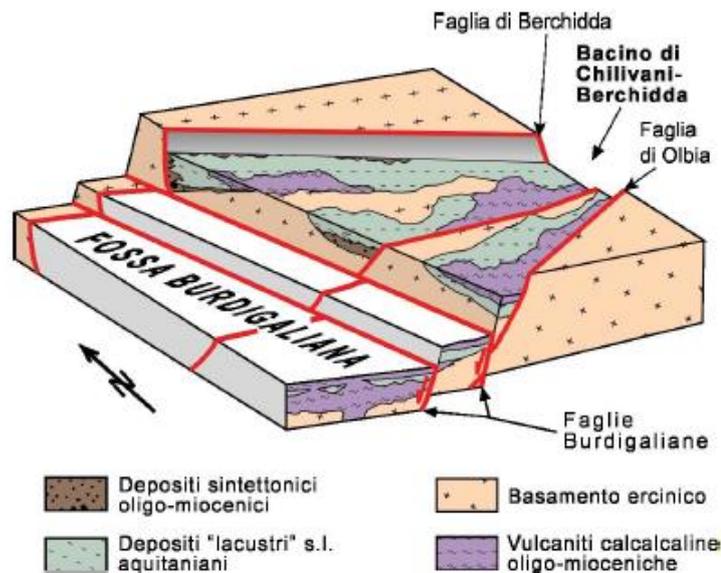
#### 4.2.4 Bacino di Ottana (Depositi Sedimentari Oligo-Miocenici e Vulcaniti Cenozoiche)

Il graben di Ottana è un bacino trastensivo (bacino di pull apart) legato al sistema di faglie trascorrenti della Sardegna centro settentrionale orientato NE-SO (e.g. Faglia di Nuoro); tale bacino, con orientazione parallela alle faglie trascorrenti principali, è riempito da prodotti vulcano-sedimentari sintettonici di età compresa tra l'Oligocene medio-superiore e l'Aquitaniense (Figura 4.33), appartenenti al 1° ciclo tettonico sedimentario oligo-miocenico (SGI-ISPRA, 2012). I bacini trastensivi aquitaniensi orientati NE-SO (mostrati in Figura 4.33, tra cui il graben Ottana) sono stati successivamente intercettati dallo sviluppo delle fosse estensionali burdigaliane orientate NO-SE (e.g. Graben del Logudoro, discusso al Par. 4.2.2). Le relazioni tra i due sistemi di bacini sono mostrate in maniera esemplificativa nella Figura 4.34 (SGI-ISPRA, 2012).



**Figura 4.33: Bacini Trastensivi Oligo-Aquitaniensi Connessi con il Sistema di Faglie Trascorrenti della Sardegna Centro Settentrionale**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 75 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.34: Relazione Schematica tra i Bacini Trastensivi Aquitaniani ed i Bacini Estensionali Burdigaliani (SGI-ISPRA, 2012)**

#### 4.2.4.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

Il 1° ciclo tettono sedimentario oligo-miocenico (Oligocene medio-sup. – Burdigagliano inf. - medio) è caratterizzato soprattutto da depositi clastici continentali, tra cui alcuni di ambiente lacustre, talora alternati a prodotti vulcanici calcalcalini. Questa successione continentale localmente evolve anche ad ambienti marini transizionali e sub-litorali. Il 1° ciclo sedimentario poggia in discordanza angolare su formazioni più antiche (di età Paleozoica nell'area del Bacino di Ottana) ed è a sua volta ricoperto in discordanza angolare dal 2° ciclo sedimentario (si veda Graben del Logudoro, Par. 4.2.2) che inizia nel Burdigaliano Sup. (SGI-ISPRA, 2012).

I depositi clastici sintettonici presenti nei bacini trastensivi della Sardegna settentrionale (e.g. Ottana) sono composti prevalentemente da breccie, conglomerati e arenarie che poggiano direttamente sul basamento ercinico. Nei livelli basali i clasti derivano esclusivamente da formazioni paleozoiche senza elementi di rocce vulcaniche terziarie. Breccie poco classate ed in giacitura caotica sono presenti ai bordi dei bacini mentre le facies più distali sono rappresentate da livelli di conglomerati elaborati ed arenarie stratificate, riferibili ad ambiente di *fan* subacqueo. Verso l'alto questi depositi sono spesso alternati a prodotti vulcanici calcalcalini e a formazioni di ambiente lacustre.

Depositi continentali e transizionali alla base della successione trasgressiva del Burdigaliano superiore sono localizzati all'intersezione tra le fosse burdigaliane (orientate NNO-SSE) ed i bacini di trascorrenza del 1° ciclo, ad esempio nella Media Valle del Tirso tra Sedilo e Dualchi ("Arenarie di Dualchi"). Infatti, nel Burdigaliano Sup. i bacini di trascorrenza del 1° ciclo divengono tributari delle fosse in evoluzione e maggiormente depresse del 2° ciclo.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 76 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Nella Media Valle del Tirso si possono distinguere tre complessi (Comune di Aidomaggiore, 1995):

- Complesso continentale inferiore:
  - Basamento paleozoico cristallino (marghine-Goceano, Graben di Ottana),
  - Vulcaniti ignimbriche e loro tufi (Marghine, Valle del Tirso),
  - Conglomerati e sabbioni rossastri (Arenarie di Sedilo),
  - Tufi a legni silicizzati,
  - Sabbioni conglomeratici (Arenarie di Dualchi);
- Formazione Marina:
  - Serie marnoso arenacea fossilifera;
- Complesso continentale superiore:
  - Sabbie grigio giallastre sterili,
  - Basalti,
  - Alluvioni recenti; detrito di falda.

#### 4.2.4.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

##### ***Permeabilità delle Formazioni***

La formazione marnoso - arenacea ha una permeabilità variabile, maggiore nei livelli sabbiosi e minima in quelli argillosi. Nella Media Valle del Tirso gli episodi argillosi sono frequenti, mentre sono scarsi quelli sabbiosi. La permeabilità generale, contrariamente a quanto avviene per esempio nella Marmilla, è bassa. Inoltre, essa è maggiore in senso orizzontale che verticale.

Maggiore permeabilità hanno invece i sabbioni (arenarie di Dualchi), specialmente laddove la formazione appaia poco cementata. La formazione è inoltre piuttosto spessa e arealmente molto estesa per cui sono possibili alimentazioni dell'acquifero, specialmente per permeabilità orizzontale, anche da zone distanti.

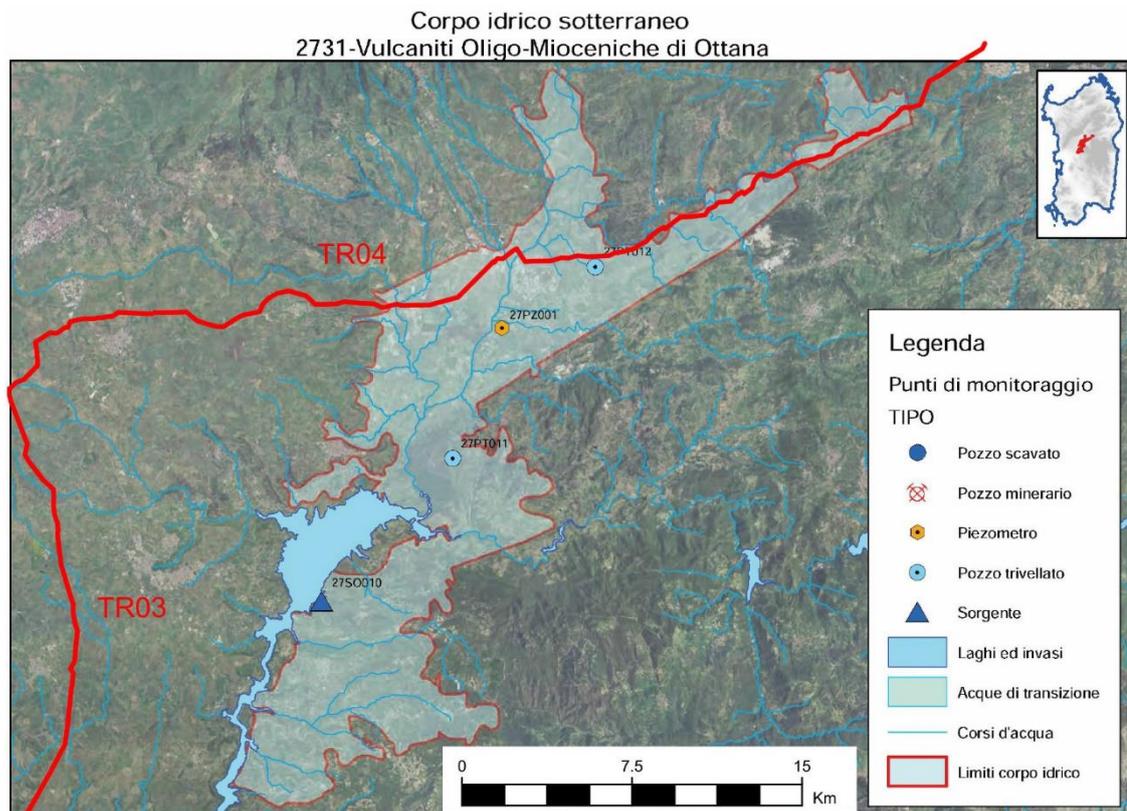
Dunque, nei depositi oligo-miocenici dell'area di Ottana, gli acquiferi sono rappresentati o dalle arenarie di Dualchi o da quelle di Sedilo, mentre i tufi sono da ritenersi praticamente impermeabili. In queste formazioni la qualità delle acque è nettamente inferiore a quella dei basalti degli altopiani che si estendono ad Ovest (Vulcaniti Plio-Pleistoceniche, discusse al Par. 4.2.3).

##### ***Monitoraggio Chimico e Quantitativo***

Come anticipato al par. 4.1.3, RAS (2016) non include, tra gli acquiferi sedimentari terziari, CIS significativi nelle sequenze sedimentarie oligo-mioceniche del Bacino di Ottana (Par. 4.2.4); è presumibile che ciò sia correlato all'estensione areale limitata di questi affioramenti rispetto altri CIS significativi perimetrati nei sedimenti terziari (e.g. nell'area del Logudoro).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 77 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Per quanto concerne i CIS ospitati nelle Vulcaniti oligo-mioceniche (ID 27, si veda par. 4.1.4), il CIS di Ottana (ID 2731) viene attraversato per un tratto di circa 20 km del tronco TR04 (Figura 4.35). Il pozzo più prossimo al tracciato (27PT012) non ha dati di monitoraggio disponibili in RAS(2013), mentre il piezometro 27PZ001 nel Comune di Ottana indica una soggiacenza della falda pari a circa 9 m da p.c. nel 2011 (Tabella 4.6). Le rocce vulcaniche oligo-mioceniche presenti nell'area tra Ottana e Nuoro (che ospitano il CIS di Ottana) sono messe a contatto a sud con le rocce cristalline del basamento varisco affioranti nel nuorese (si veda par. 4.2.5) da un importante lineamento tettonico (Faglia di Nuoro).



**Figura 4.35: Punti di Monitoraggio CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Ottana (ID 2731)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 78 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 4.6: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda/ Portata Sorgenti per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Ottana - ID 2731 (RAS, 2013)**

CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Ago 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)	Data Misura (Ott 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata (l/s)
2731 - Ottana	27PZ001	1500495	4452367	Ottana	29/08/2011	9,00		20/10/2011	9,20	
	27SO010	1492468	4440152	Sorradile	29/08/2011		0,01	20/10/2011		n.r.
	27PT011	1498313	4446551	Sedilo	01/09/2011					
	27PT012	1504639	4455133	Ottana	01/09/2011					

#### 4.2.5 Nuorese (Granitoidi Paleozoici)

##### 4.2.5.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

Rocce metamorfiche paleozoiche ricoprono un settore non trascurabile del territorio nuorese. Le rocce paleozoiche sono state interessate, nel Permo - Trias, dalla messa in posto delle rocce magmatiche intrusive connesse all'orogenesi ercinica. Nell'area di Nuoro sono presenti affioramenti chilometrici di plutoni granitoidi di varia composizione (tonaliti, granodioriti, monzograniti, leucograniti), che sono venuti a contatto o si sono intrusi nelle più antiche metamorfite, sia sotto forma di ammassi sia sotto forma di filoni e dicchi. I granitoidi sono interessati da sistemi di fratture variamente intersecantesi e caratterizzati da vario grado di alterazione (Comune di Nuoro, 2008).

I termini sedimentari più recenti, ricoprenti a tratti sia il basamento paleozoico che le litologie granitoidi, sono rappresentati da coltri di sedimenti eluvio-colluviali e da detriti alluvionali.

##### 4.2.5.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

###### **Permeabilità delle Formazioni**

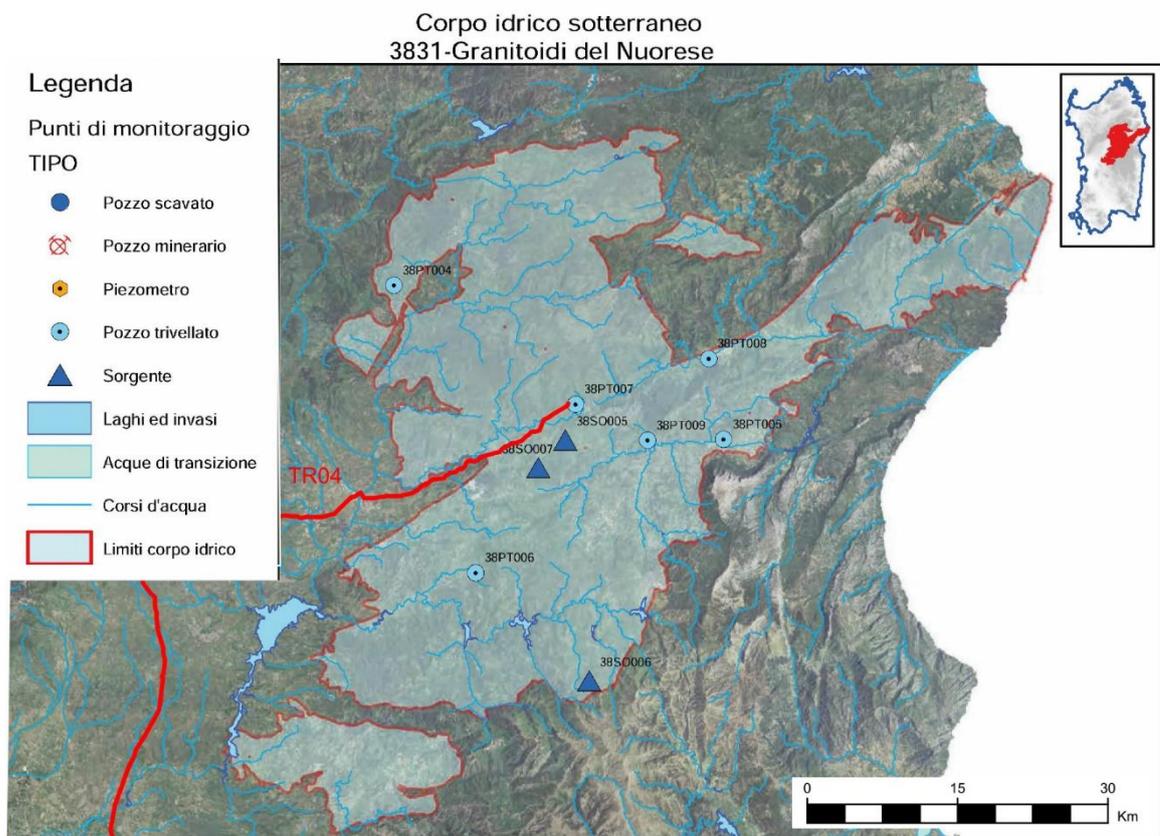
Le formazioni metamorfiche e granitoidi paleozoiche sono generalmente poco permeabili. La permeabilità può essere descritta come da bassa a medio-bassa in funzione del grado di fratturazione secondaria e dell'alterazione più o meno spinta.

###### **Monitoraggio Chimico e Quantitativo**

I punti di monitoraggio presenti al 2011 per il CIS ospitato nei Granitoidi del Nuorese (CIS 3831) sono mostrati in Figura 4.36.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 79 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Le misure di soggiacenza della falda riportate in RAS (2013) sono disponibili unicamente per due pozzi (Tabella 4.7), di cui il 38PT007, in prossimità del punto terminale del TR04 (Nuoro), fornisce valori di soggiacenza pari a circa 14 m da p.c. (dato 2011).



**Figura 4.36: Punti di Monitoraggio CIS dei Granitoidi del Nuorese (ID 3831)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 80 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 4.7: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – dei Granitoidi del Nuorese (ID 3831) (RAS, 2013)**

CIS ID	ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Giu-Luglio 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Dic 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
3831 – Granitoidi Nuorese	38PT004	1504350	4476547	Anela				
	38SO005	1521518	4460976	Nuoro				
	38PT005	1537340	4461055	Oliena				
	38SO006	1523878	4436717	Fonni				
	38PT006	1512549	4447611	Olzai	20/06/2011	13,80	16/12/2011	n.r.
	<b>38PT007</b>	<b>1522508</b>	<b>4464565</b>	<b>Nuoro</b>	<b>13/06/2011</b>	<b>14,60</b>	<b>22/12/2011</b>	<b>n.r.</b>
	38PT008	1535844	4469188	Nuoro				
	38PT009	1529741	4460973	Nuoro				
	38SO007	1518822	4458195	Orani				

#### 4.2.6 Piana del Campidano di Oristano (Sedimenti Plio-Quaternari)

Una piccola parte del tracciato a progetto (settore sud del TR03) attraversa la parte settentrionale del graben del Campidano, caratterizzato dalla presenza del complesso acquifero detritico alluvionale del Campidano (ID 17).

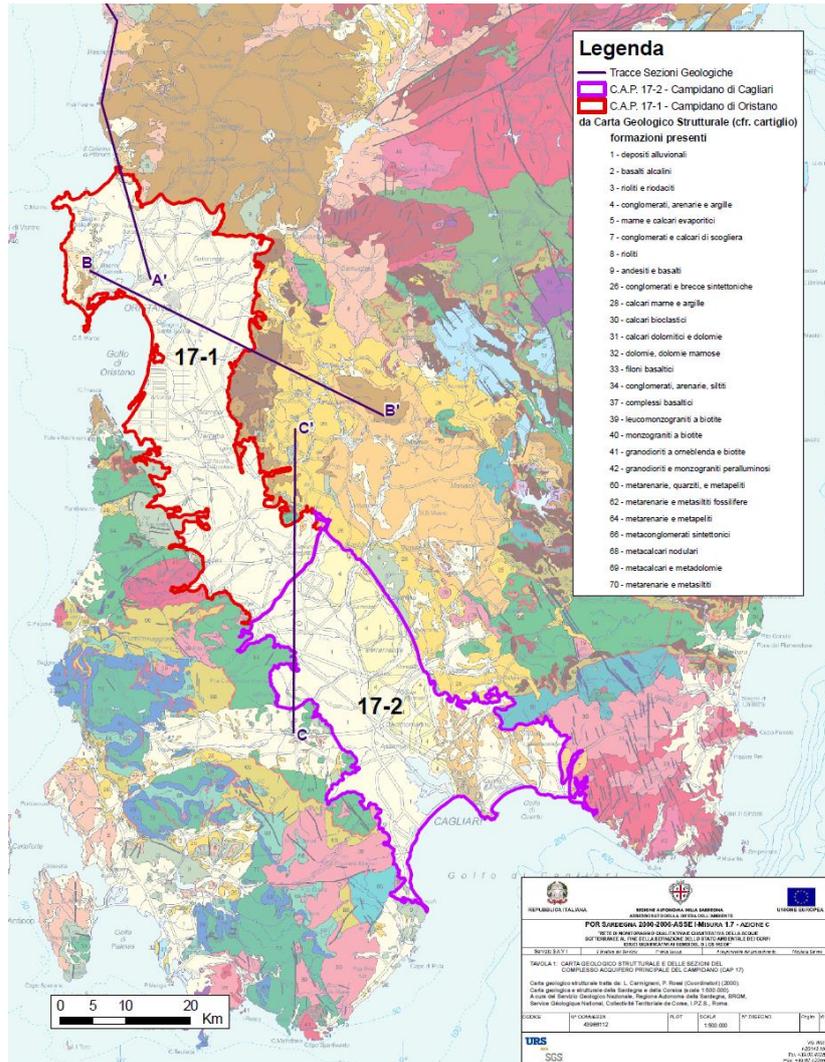
Tale complesso acquifero principale è essenzialmente costituito da una **serie sabbioso conglomeratica, intercalata da strati limoso-argillosi** di età Plio-Quaternaria con potenze variabili lungo il graben del Campidano da alcune decine di metri ai 200-300 m.

All'interno della successione sabbioso-ghiaiosa, intercalata da strati limoso-argillosi, possono individuarsi **livelli piezometrici differenti** su aree limitate; tuttavia su **scala regionale la falda può essere considerata del tipo multistrato** essendo stati accertati i collegamenti verticali e orizzontali tra i vari livelli. Inoltre, vista la natura dei sedimenti (intercalazioni di ghiaie, sabbie, limi e argille), i valori di permeabilità e trasmissività, pure avendo una omogeneità in grande, presentano variazioni locali (come riportato nel seguito). La **permeabilità generale di questo complesso può essere considerata media**.

Una soglia strutturale compresa tra il piccolo horst di Sardara ed il massiccio vulcanico del Monte Arcuentu, pressappoco all'altezza di S.Gavino Monreale – Pabillonis, rappresenta lo spartiacque sotterraneo che delimita l'acquifero del Campidano di Oristano (settore NO, 17-1, interessato dalle opere a progetto) dall'acquifero del Campidano di Cagliari (settore Sud Est, 17-2), e separa i deflussi sotterranei del settore

 <b>S.G.I.</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 81 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

meridionale, con direzione da Nord verso Sud, da quelli del settore settentrionale di verso opposto (Note CARG Foglio 547 “Villacidro”), Figura 4.37.

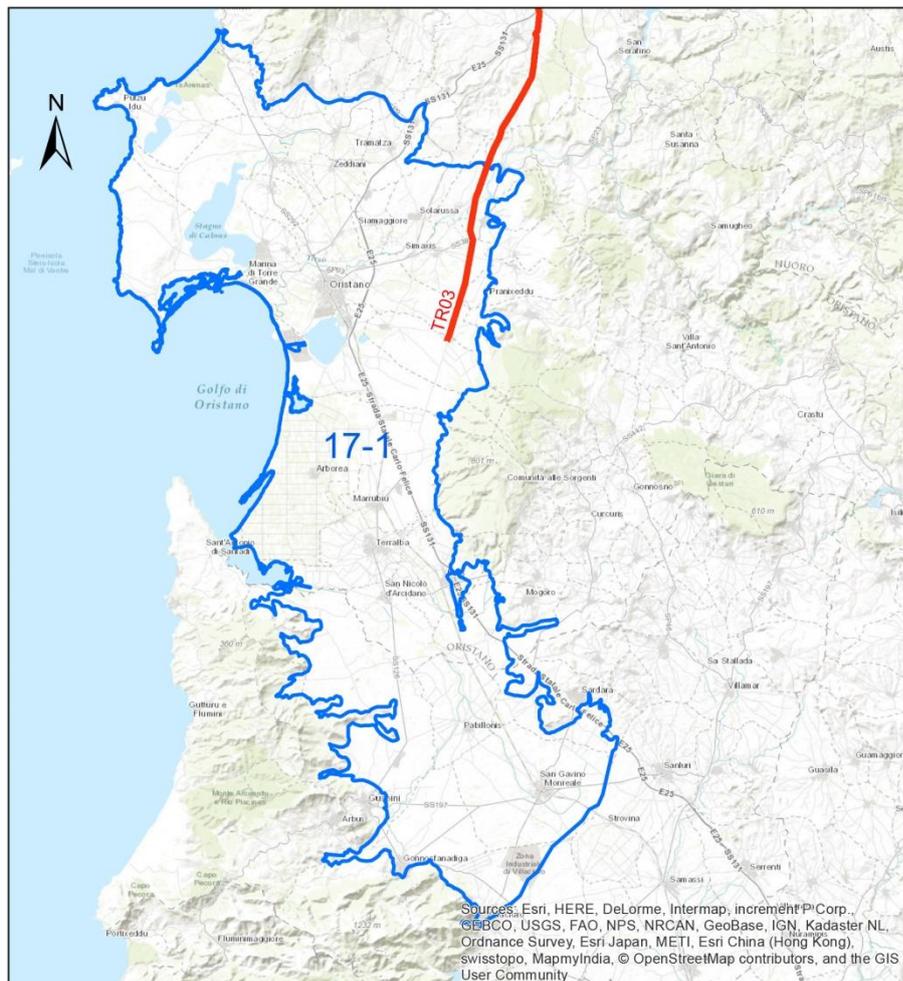


Nei paragrafi seguenti vengono riportate e discusse per l'**acquifero del Campidano di Oristano (17-1)**, le informazioni disponibili in letteratura relative a: (i) stratigrafie dei sondaggi o sezioni geologiche; (ii) parametri idrodinamici dell'acquifero, piezometrie, direzione di falda, soggiacenza, e risultati del monitoraggio chimico e quantitativo effettuati sulla rete di monitoraggio regionale, in particolare per il CIS detritico alluvionale plio-quadernario di Oristano (ID 1712) interessato dalle opere a progetto (Par. 4.1.1).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 82 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.2.6.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

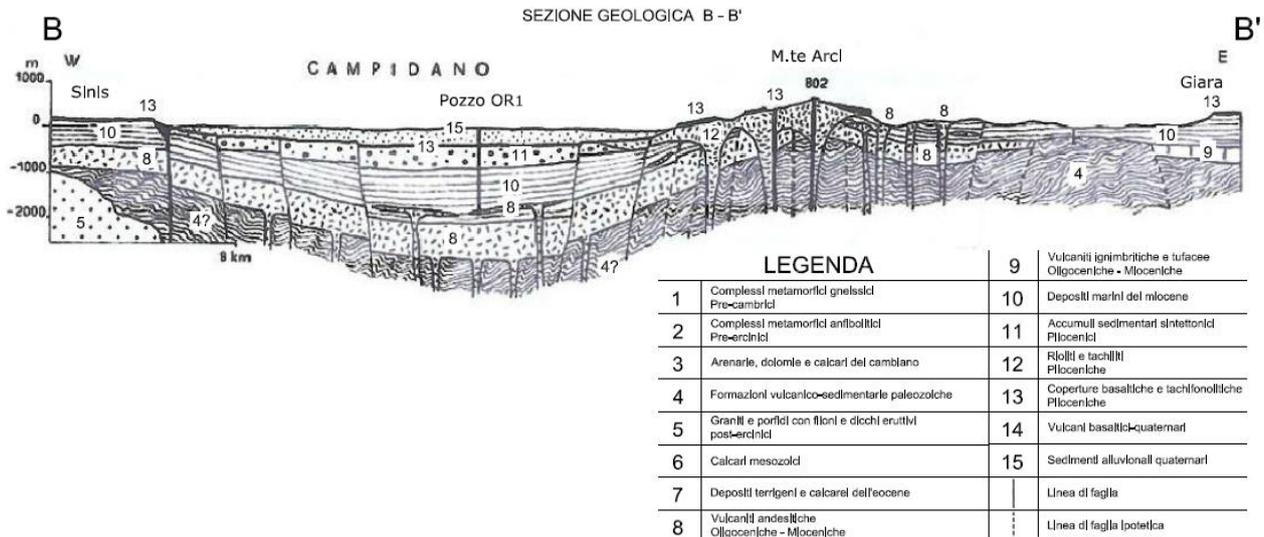
Come sopra introdotto, l'acquifero del Campidano di Oristano (17-1, Figura 4.38) occupa il settore più settentrionale della piana campidanese, a Nord del limite idrogeologico compreso tra il piccolo horst di Sardara ed il massiccio vulcanico del Monte Arcuentu.



**Figura 4.38: Macro-Area Idrogeologica del Campidano di Oristano e Localizzazione del Tracciato (Tratto Interessato TR03)**

La sezione geologica sottostante (indicata come B-B' in Figura 4.37) descrive la geometria dell'acquifero del Campidano di Oristano (ACQ1), costituito principalmente da sedimenti quaternari in prevalenza alluvionali (litotipo indicato con il numero 15 nella figura sottostante).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 83 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.39: Sezione Geologica del Campidano di Oristano (RAS, 2009b)**

La stratigrafia del pozzo Oristano 1 (Figura 4.40, OR1)<sup>5</sup> evidenzia una serie stratigrafica caratterizzata da un forte spessore (oltre 800 m) di sedimenti Quaternari e Pliocenici, fra i quali si intercala un unico orizzonte basaltico piuttosto sottile (a circa 300 m di profondità, n°13 in Figura 4.39: Coperture basaltiche e trachionolitiche del Pliocene). I sedimenti Pliocenici sottostanti tale livello (n°11 in Figura 4.39) rappresentano gli accumuli sedimentari sintettonici nel graben campidanese (Formazione di Samassi). Al di sotto un complesso miocenico pressoché esclusivamente marino (n°10 in Figura 4.39), con intercalari vulcanici alla base, ha potenze di almeno 1000 m.

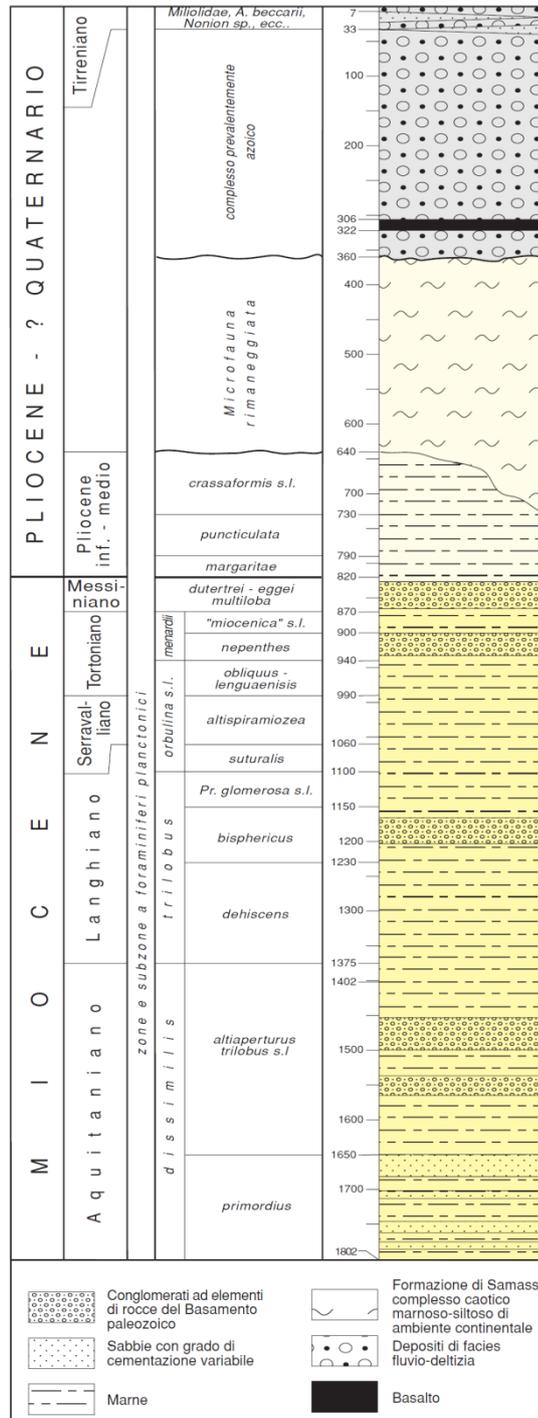
Gli spessori della copertura alluvionale dedotti dalle stratigrafie dei pozzi perforati nell'area sono estremamente variabili e, come detto, raggiungono i 300 m nel pozzo OR1. In generale si distingue una parte superiore con un maggior numero di strati sabbiosi e ghiaiosi, rispetto ad un complesso basale con tenori più elevati di argilla (Figura 4.40).

Un accumulo deltizio nel Tirso con potenza che supera i 100 m riempie una vasta depressione tra Simaxis e Santa Giusta. La permeabilità delle alluvioni è elevata nei primi 50 metri, più ridotta in profondità.

Nel settore nord orientale del Campidano di Oristano, da Tiria all'abitato di Uras, è presente una vasta area di conoidi, con spessori che a tratti raggiungono i 150 m, alla base dei rilievi vulcanici di Monte Arci (attività vulcanica Plio-Pleistocenica, si veda par. 4.2.3).

<sup>5</sup> La profondità raggiunta dal sondaggio OR1 è pari a 1802 m. Il pozzo OR1 è localizzato tra gli stagni di S.Giusta e S'Ene Arrubia in prossimità della costa nel golfo di Oristano (la localizzazione in pianta del pozzo OR1, denominato **W1** da Ghiglieri et al. (2016), è visibile in Figura 4.41

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 84 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.40: Stratigrafia del Pozzo Oristano 1 (Carnignani et al., 2001)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 85 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

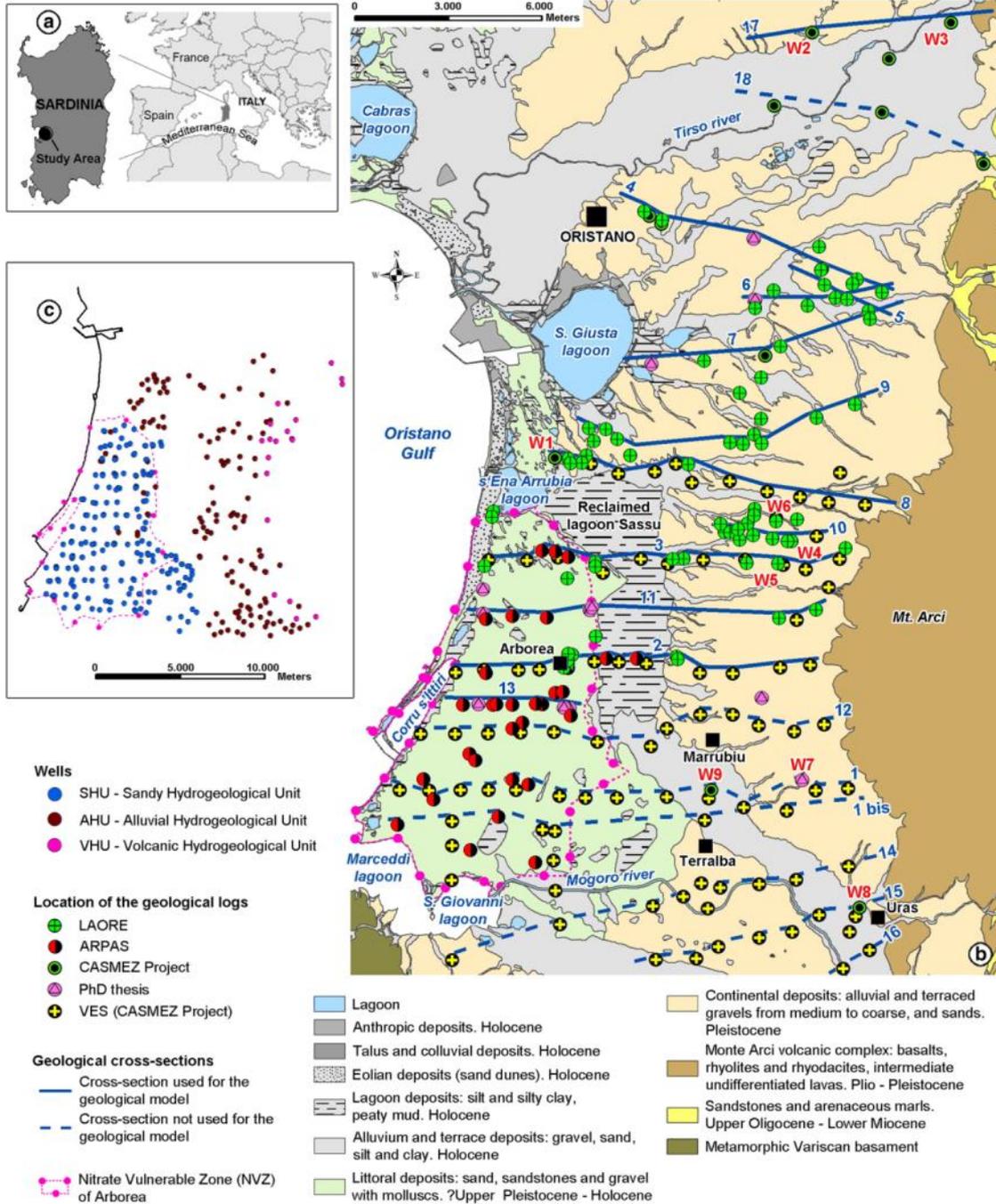
In riferimento ai depositi quaternari, i sedimenti identificati nei pozzi e affioramenti nelle piane di Arborea ed Oristano appartengono ai seguenti gruppi (Ghiglieri et al., 2016):

- sedimenti alluvionali, costituiti da sabbie con limo e argilla, che passano velocemente (specialmente nell'area del fiume Tirso) a ghiaie da medie a grossolane, più o meno argillose (Olocene);
- depositi lagunari, costituiti da limo e argille (Olocene);
- sedimenti litoranei formati in larga parte da sabbia e ghiaia, con del limo lagunare (Olocene);
- depositi continentali pleistocenici, costituiti da ghiaia, con delle sabbie eoliche e materiale alluvionale (Pleistocene Superiore).

Ghiglieri et al. (2016) riportano ricostruzioni stratigrafiche e dati di permeabilità relativi all'acquifero Plio-Quaternario del Campidano di Oristano nel settore Nord (Golfo di Oristano, Figure 4.41 e 4.42). L'unità idrogeologica delle alluvioni (AHU) è rappresentata da depositi continentali pleistocenici che ospitano un acquifero multistrato consistente di ghiaie con sabbie o sabbie argillose che affiorano in tutta l'area a est della piana di Arborea fino al Monte Arci. Livelli impermeabili rappresentati da argille lagunari (si vedano sezioni geologiche in Figura 4.42) caratterizzano ciascuna sequenza deposizionale. Come anche indicato da Pala e Cossu (1994), sottoposte alla falda freatica contenuta nei depositi alluvionali del Quaternario sono presenti alcune falde profonde, nelle aree ad est di Oristano e Palmas Arborea, le quali a causa della natura dei livelli argillosi impermeabili sopra descritti, non risultano perfettamente isolate, pur assumendo a volte caratteristiche di artesianità. Dall'andamento delle isopiezometriche dell'acquifero alluvionale (discusso nel successivo paragrafo "Parametri Idrodinamici") Pala e Cossu (1994) concludono che sia gli acquiferi superficiali che quelli profondi hanno la stessa zona di alimentazione (fascia pedemontana del Monte Arci) e la stessa direzione di scorrimento (da Est a Ovest) a conferma che sia più opportuno parlare di falda multistrato piuttosto che di acquiferi diversi.

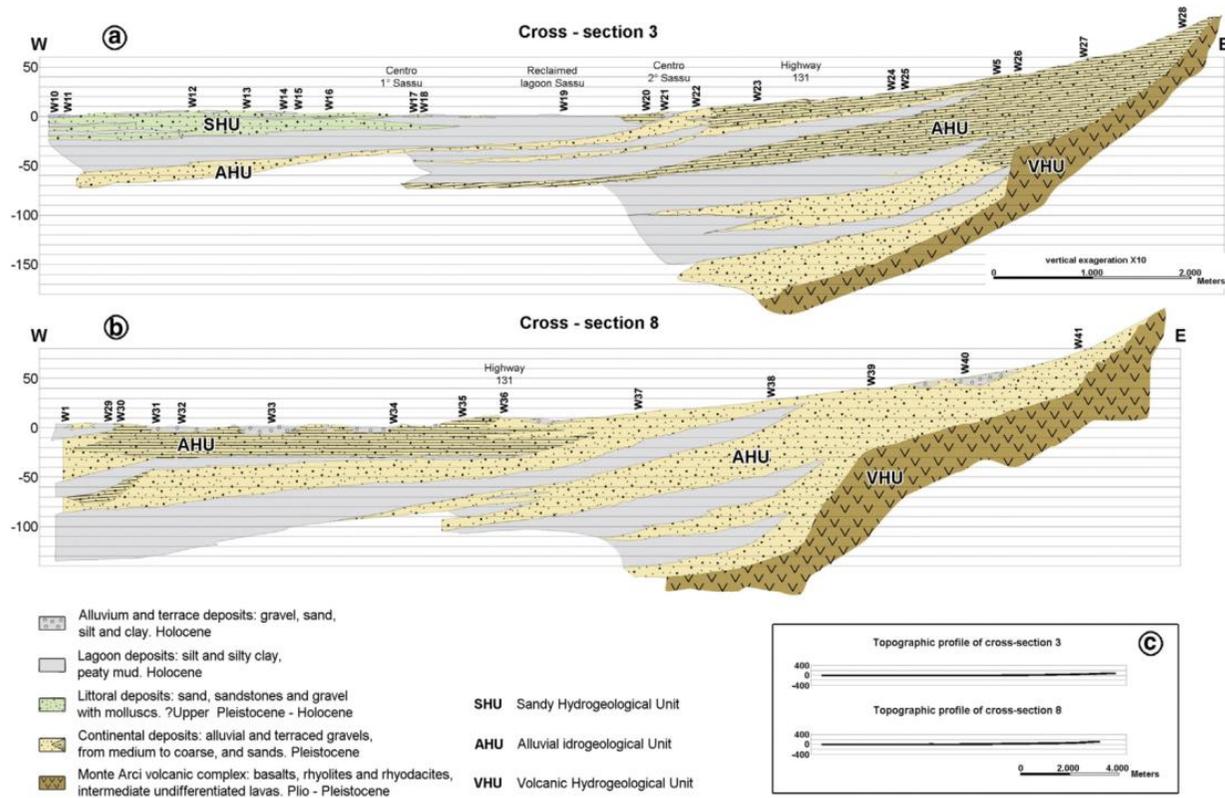
Il massimo spessore dell'acquifero può essere dedotto dal log stratigrafico del pozzo OR1 [discusso più sopra e denominato W1 da Ghiglieri et al. 2016 (Figura 4.41)], che indica che la profondità del basamento vulcanico è 300 m sotto la successione quaternaria.

 <p><b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.</p>	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 86 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.41: Schema Litologico del Campidano di Oristano Settore Nord (da Ghiglieri et al., 2016)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 87 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



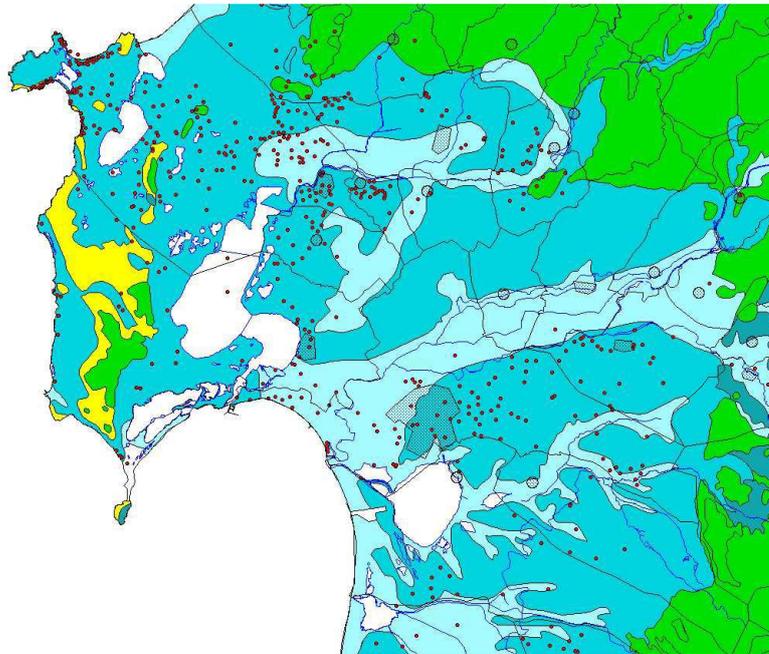
**Figura 4.42: Sezioni Geologiche del Campidano di Oristano – Settore Nord (da Ghiglieri et al., 2016)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 88 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.2.6.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

##### ***Permeabilità delle Formazioni***

Nella seguente figura (Fig. 4.43) estratta dallo studio di compatibilità geologico e geotecnico del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Oristano (Comune di Oristano, 2015) sono differenziate in celeste le formazioni detritiche della fascia pedemontana e le alluvioni antiche che hanno una permeabilità media per porosità, ed in azzurro chiaro i terreni quaternari sciolti che hanno una permeabilità alta per porosità. Sono anche riportate in verde le vulcaniti terziarie e quaternarie (permeabilità per fratturazione) mentre le formazioni carbonatiche sono in giallo (permeabilità per carsismo).



**Figura 4.43: Distribuzione della Permeabilità e dei Pozzi nel Settore Nord del Campidano di Oristano (Comune di Oristano, 2015)**

L'unità delle alluvioni affiorante, come visto più sopra, tra la piana di Arborea ed il Monte Arci (AHU in Ghiglieri et al., 2016, Figura 4.41) è attraversata dal tracciato nel suo settore meridionale, tra Tiria e Simaxis. Questa unità idrogeologica include anche formazioni sabbioso-ghiaiose di buona permeabilità ( $K = 10^{-4} - 10^{-5}$  m/s) depositate dall'azione fluviale e intercalate con i depositi continentali. La permeabilità decresce nei livelli sabbioso-argillosi. Successivamente il tracciato procede nei depositi Olocenici del Tirso, che hanno permeabilità elevata per porosità.

Nell'area in esame le perforazioni sono numerose ed i parametri idrodinamici dedotti sia dai pozzi eseguiti per conto della Cassa per il Mezzogiorno (CasMez), in cui sono state eseguite prove di emungimento (si veda successivo elenco), sia dalle portate specifiche di numerosi altri pozzi ubicati soprattutto nella piana del Tirso. Ingengere il complesso alluvionale ha mostrato valori di trasmissività superiori a  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (RAS, 2009b).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 89 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

In dettaglio, si riportano i seguenti parametri idrodinamici dedotti dai sondaggi profondi CasMez effettuati nel settore settentrionale del Campidano di Oristano (con portate che oscillano mediamente intorno ai 7 l/s):

- Pozzo n°2: interessa parzialmente i basalti, oltre che le ghiaie e le sabbie; ha una profondità di 72 m con uno strato saturo di 49 m; la trasmissività è pari a  $1,7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , la conducibilità idraulica  $3,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ;
- Pozzo n°3, presso Solarussa: ha profondità di 32 m e potenza dello strato saturo 17 m; anche in questo caso si sono raggiunti i basalti. La trasmissività è pari a  $1,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ , la conducibilità idraulica  $7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ;
- Pozzo n°4 presso Ollastra Simaxis: ha profondità 98 m, potenza dell'acquifero 91 m; la trasmissività è pari a  $7,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , la conducibilità idraulica  $8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ;
- Pozzo n°5 presso Simaxis, profondità 91 m, potenza acquifero saturo 76 m; trasmissività  $2,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , conducibilità idraulica  $3,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ;
- Pozzo n°6 presso Oristano (Azienda agricola universitaria): profondità 152 m, spessore acquifero saturo 117 m; trasmissività  $2,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ , conducibilità idraulica  $2,1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ .

I parametri idrodinamici dedotti da una serie nuova di pozzi riportati in RAS (2009b) sono riassunti nella seguente tabella.

**Tabella 4.8: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell'Acquifero di Oristano (nuovi pozzi da RAS, 2009b)**

Denominazione pozzo/piezometro	Comune	Portata critica ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	Trasmissività ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Coefficiente di immagazzinamento
17101PZ0001	Nurachi	> 2,45	1,7E-03	4,7E-03
17101PZ0002	Cabras	> 5,4	1,1E-03	2,2E-02
17101PZ0003	Torre Grande	> 4,7	2,9E-04	1,3E-03
17101PZ0004	Cabras	> 1,8	3,3E-05	7,6E-02
17102PZ0001	Arborea	> 5,4	2,2E-04	7,4E-02
17102PZ0002	Arborea	4	6,5E-05	3,9E-02
17102PZ0003	Terralba	> 4,7	1,2E-04	7,9E-02
17102PZ0004	Santa Giusta	> 6	7,4E-03	9,2E-04
17104PZ0001	Guspini	n.d.	n.d.	n.d.
17104PZ0002	San Gavino	6	1,2E-04	6,7E-03

Nella seguente tabella si riportano parametri idrodinamici dell'acquifero, da Pala e Cossu (1994), derivanti da prove di emungimento (a portata costante) effettuate su trivellazioni effettuate nella zona. Nella Tabella sono riassunti i dati di trasmissività, conducibilità idraulica e spessore dell'acquifero e le località di pertinenza dei pozzi (San Quirico, Santa Giusta, Oristano). **Le prove hanno messo in luce valori di trasmissività ( $10^{-3}$ - $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ) e di conducibilità idraulica ( $10^{-4}$ - $10^{-5} \text{ m/s}$ ) medio-alte** in accordo ai dati sopra riportati da RAS (2009b).

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 90 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

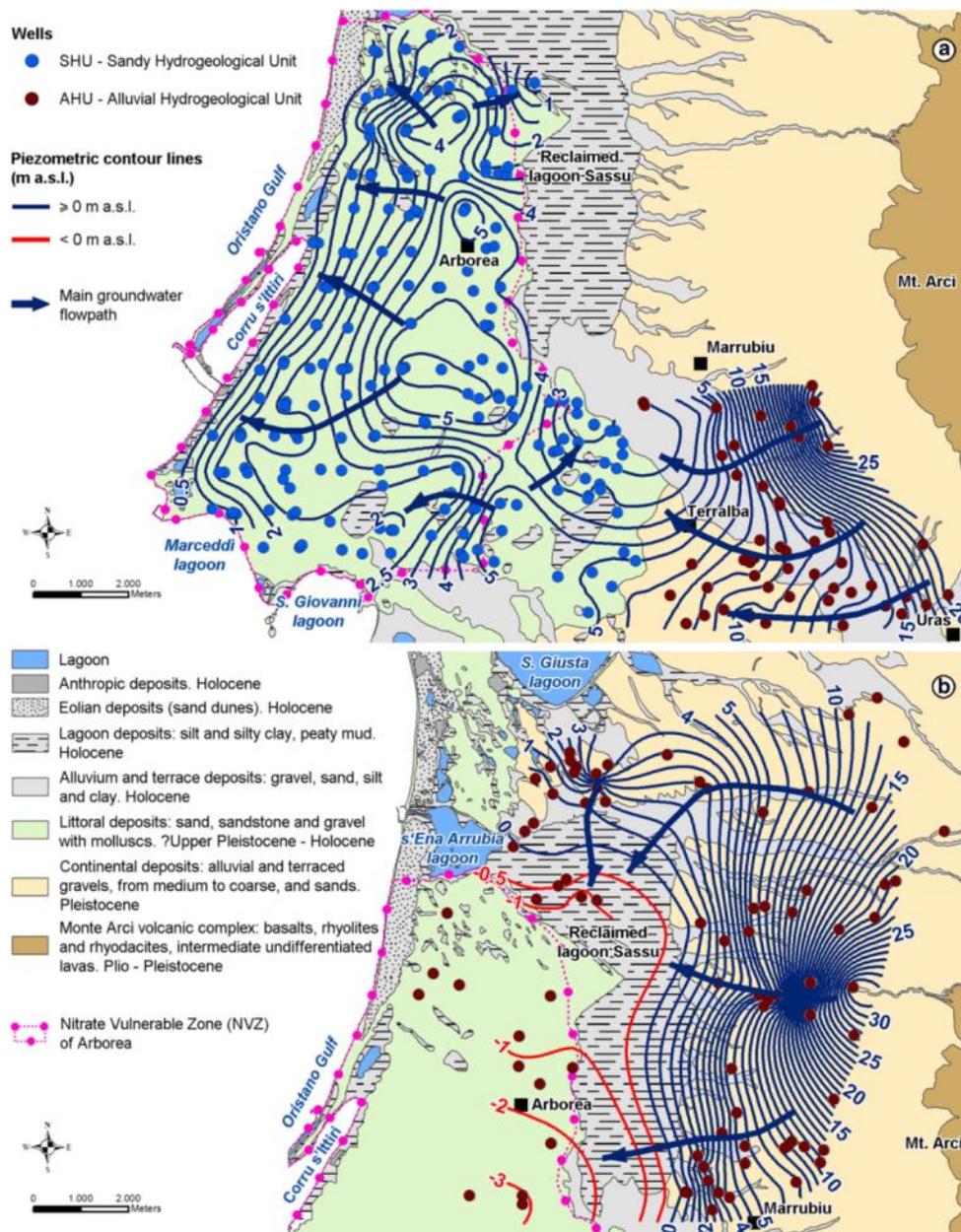
**Tabella 4.9: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell'Acquifero di Oristano (Pala e Cossu, 1994)**

N°Sondaggio	Località	Spessore dell'acquifero (m)	Trammissività (m <sup>2</sup> /s)	Conducibilità idraulica (m/s)
7	S.Quirico	23	7,3E-04	3,1E-05
8	S.Quirico	15,5	1,6E-04	1,0E-04
9	S.Quirico	10	1,2E-03	1,2E-04
10	S.Quirico	20	3,5E-04	1,7E-05
11	S.Quirico	13,5	1,3E-03	1,0E-04
12	S.Quirico	7	8,6E-04	1,2E-04
13	S.Quirico	18,5	4,6E-04	2,5E-05
14	S.Quirico	19	2,5E-04	2,5E-04
15	S.Quirico	7,5	7,2E-04	9,6E-05
16	S.Quirico	3	3,1E-04	1,0E-04
17	S.Quirico	14	2,2E-04	1,6E-05
31	S.Quirico	17	5,5E-04	3,3E-05
20	S.Giusta	8	2,3E-04	2,8E-05
21	S.Giusta	20,4	3,2E-04	1,6E-05
22	S.Giusta	26	4,4E-04	1,7E-05
23	S.Giusta	26	6,1E-04	2,3E-05
45	S.Giusta	21	8,0E-03	3,8E-04
29	S.Giusta	26	2,0E-04	7,9E-05
2	Oristano	22,5	1,5E-03	6,6E-05
32	Oristano	24	7,9E-04	3,3E-05
33	Oristano	19,5	3,8E-04	1,9E-05
34	Oristano	26,5	1,0E-03	3,7E-05
35	Oristano	22	1,4E-03	6,4E-05
37	Oristano	30	2,8E-03	9,6E-05
38	Oristano	45	1,5E-02	3,3E-04
41	Oristano	45	1,7E-03	3,8E-05
42	Oristano	30	6,6E-03	2,2E-04
1	Donigala	8	1,7E-03	2,2E-04
4	Zeddiani	10,5	1,0E-03	9,5E-05
5	Pardu Accas	45	6,6E-04	1,2E-05
6	Pardu Nou	3,5	1,1E-04	3,0E-05

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 91 di 118	Rev. 1

### Piezometria e Direzione di Flusso

La piezometria e la direzione di flusso ricostruite per l'acquifero multistrato ospitato nelle alluvioni (AHU) nella zona centro settentrionale dell'area di studio – da Marrubiu all'altezza di Tiria - lago di Santa Giusta (Figura 4.44 riquadro b) indicano una direzione generale di flusso da Est a Ovest mentre nel settore più a nord della piana la direzione diviene più da nord verso sud.



**Figura 4.44: Piezometria delle Falde del Campidano di Oristano (Ghiglieri et al., 2016)**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 92 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### **Monitoraggio Chimico e Quantitativo**

Le misure di soggiacenza della falda riassunte in RAS (2013) per il CIS Alluvionale Plio-Quaternario di Oristano (1712) sono relative ai punti di monitoraggio presenti al 2011 (Figura 4.45). I dati di soggiacenza per il CIS 1712 relativi all'anno 2011 sono riassunti nella Tabella 4.10, dove i dati relativi ai pozzi localizzati più in prossimità del tracciato sono evidenziati in grassetto.

Dall'analisi complessiva dei dati disponibili per il CIS 1712, emerge che le soggiacenze misurate variano da un minimo di 0,8 m da p.c. (17PT035) ad un massimo di 37,5 m da p.c. (17PT032) con un valor medio pari a circa 10 m da p.c. (calcolato su tutti i dati di monitoraggio relativi a 32 pozzi). In generale i valori di soggiacenza maggiori si rilevano nella zona settentrionale del CIS (17PT011, 17PT012) o orientale in prossimità dei rilievi vulcanici (e.g. 17PT032, 17PT026).

Il tracciato TR03 passa in prossimità di tali zone caratterizzate da soggiacenze medio-alte; in particolare, in base ai dati disponibili 2011, i pozzi più prossimi al tracciato, 17PT026 e 17PT015, presentano valori di soggiacenza dell'ordine dei 15-20 m da p.c. (Tabella 4.10), dunque non interferenti con le opere a progetto.

Le variazioni di soggiacenza misurate sui singoli pozzi considerando le variazioni stagionali (monitoraggio semestrale o bimestrale) variano tra 0,25 e 3,3 m (considerando i dati 2011 in Tabella 4.10).

Il Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2014) nell'Appendice A (Sintesi del monitoraggio 2011/2013 - Schede per corpo idrico) riporta inoltre per gli anni 2011-2013 dati relativi sia al monitoraggio quantitativo (andamento soggiacenza e conducibilità) sia al monitoraggio chimico su differenti parametri.

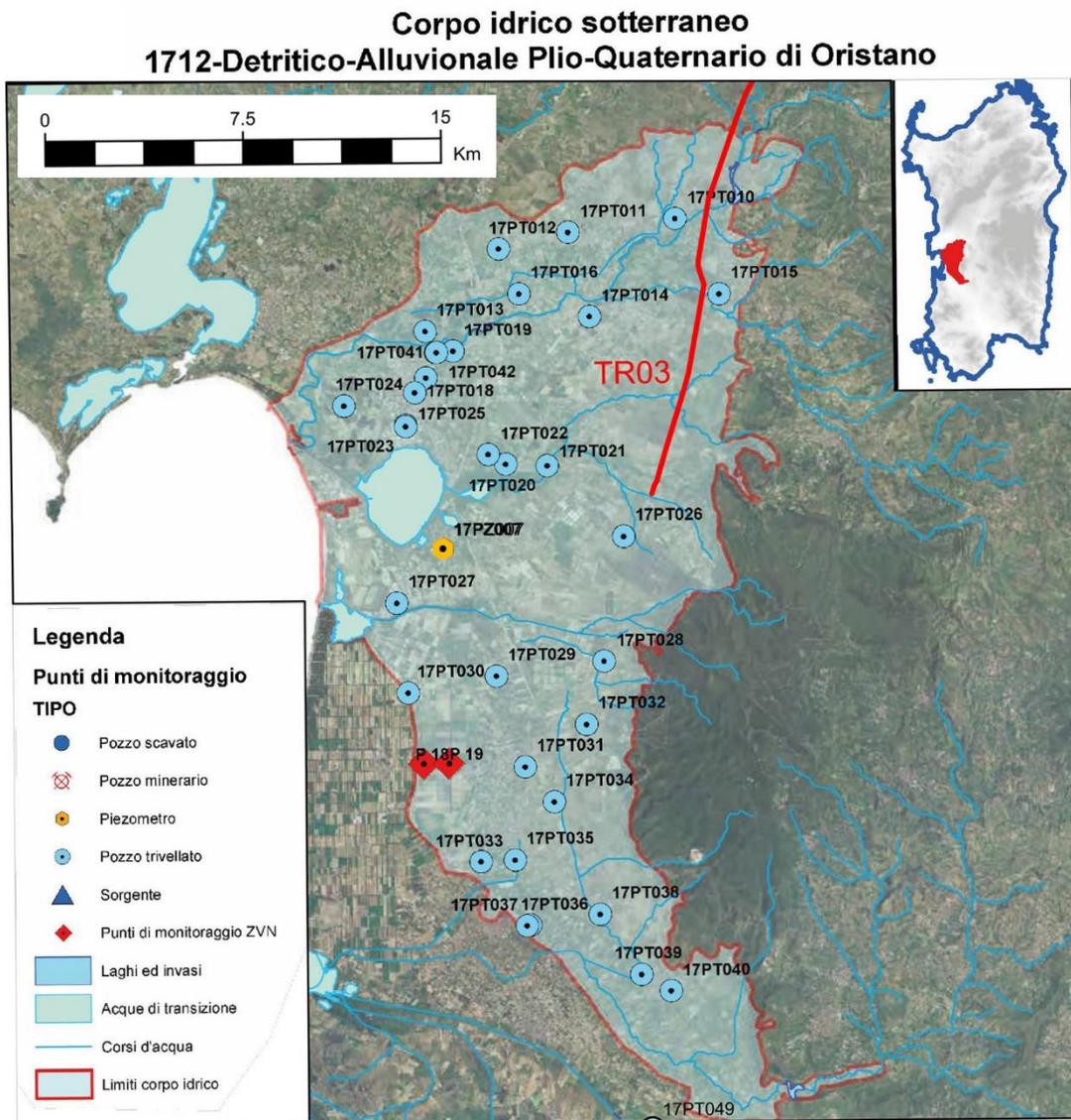
I grafici che riportano l'andamento di soggiacenza e conducibilità sul triennio 2011-2013 (RAS, 2014) mostrano, nei pozzi prossimi al tracciato con dati disponibili<sup>6</sup>, variazioni di soggiacenza nel corso del triennio, fino a circa 1 m in 17PT015 e ai 2m in 17PT014 (Figura 4.46), tali da non causare interferenze della falda con le opere a progetto.

La Figura 4.47 riporta, inoltre, i risultati del monitoraggio chimico sulla rete di punti (36 per il CIS 1712) di monitoraggio operativo presenti al 2013 (RAS, 2014). I monitoraggi quantitativi indicano sporadiche eccedenze (<15% dei dati) dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) per i parametri conducibilità elettrica specifica (CES), nitrati (NO<sub>3</sub>), nitriti (NO<sub>2</sub>), solfati (SO<sub>4</sub>), ammonio (NH<sub>4</sub>), Clorpyrifos, ed una maggiore percentuale di eccedenze sul cloruro (Cl<sup>-</sup>). In base alle conclusioni riportate in RAS (2016) per il CIS di Oristano, i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati fino al 2015<sup>7</sup> non evidenziano al 2016 pressioni significative né sullo stato chimico né sullo stato quantitativo, con un miglioramento della situazione di rischio approvata nel 2011 per il corpo idrico.

<sup>6</sup> Andamento 2011-2013 per i pozzi 17PT026 e 17PT010 non disponibile.

<sup>7</sup> I dati di monitoraggio non sono disponibili nel rapporto citato

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 93 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.45: Punti di Monitoraggio Acquifero del Campidano di Oristano - CIS di Oristano (1712)**

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 94 di 118	Rev. 1

**Tabella 4.10: Dati 2011 di Soggiacenza della Falda nelle Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Oristano - ID 1712 (RAS, 2013)**

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Mag 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett-Ott 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Nov 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
17PT026	1473367	4411407	Palmas Arborea	11/04/2011	21,00	04/05/2011	21,30	18/07/2011	21,40	14/09/2011	21,15	03/11/2011	21,60
17PT015	1477112	4420622	Simaxis	12/04/2011	13,90	31/05/2011	14,35	18/07/2011	14,60	28/09/2011	14,60	07/11/2011	14,65
17PT010	1475471	4423515	Zerfaliu	12/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			28/09/2011	n.r.		
17PT014	1472175	4419806	Simaxis	11/04/2011	6,50	04/05/2011	6,65	18/07/2011	6,90	14/09/2011	7,20	03/11/2011	7,10
17PT011	1471399	4423021	Solarussa	02/05/2011	24,50					24/10/2011	n.r.		
17PT012	1468763	4422420	Siamaggiore	02/05/2011	18,10					24/10/2011	18,35		
17PT016	1469509	4420705	Siamaggiore	12/04/2011	2,50	31/05/2011	3,10	18/07/2011	3,20	05/10/2011	3,60	07/11/2011	3,30
17PT022	1468279	4414571	Santa Giusta	11/04/2011	2,50	04/05/2011	2,40	26/07/2011	2,65	15/09/2011	2,60	07/11/2011	2,50
17PT023	1465153	4415723	Oristano	13/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			15/09/2011	n.r.		
17PT025	1465157	4415657	Santa Giusta	13/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			15/09/2011	n.r.		

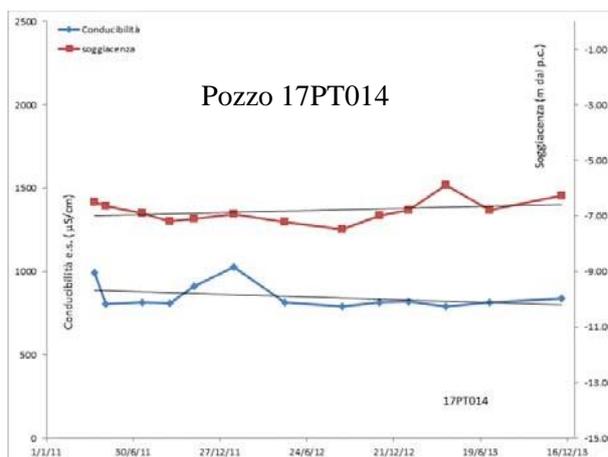
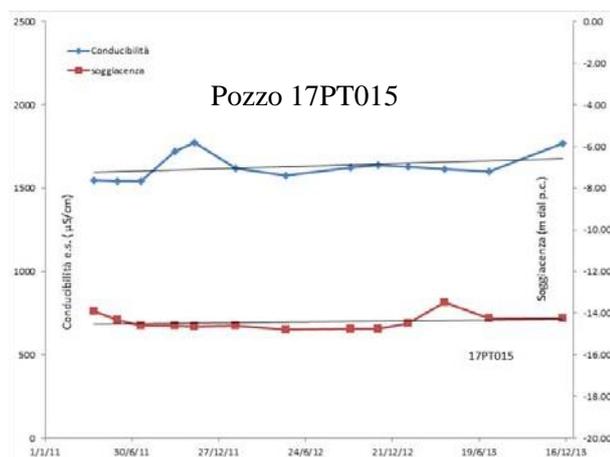
	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 95 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Mag 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett-Ott 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Nov 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
17PZ007	1466506	4410988	Santa Giusta	18/04/2011	2,60	05/05/2011	2,55	19/07/2011	2,70	21/09/2011	2,80	03/11/2011	2,80
17PT029	1468497	4406123	Arborea	11/04/2011	4,90	04/05/2011	5,00	19/07/2011	5,10	14/09/2011	5,30	03/11/2011	5,60
17PT030	1465141	4405509	Arborea	12/04/2011	2,80	04/05/2011	2,70	19/07/2011	3,00	15/09/2011	3,00	03/11/2011	2,90
17PT031	1469565	4402647	Marrubiu	14/04/2011	8,25	04/05/2011	8,30	19/07/2011	8,60	15/09/2011	8,70	03/11/2011	8,75
17PT032	1471904	4404246	Marrubiu	14/04/2011	37,45	12/05/2011	37,40	19/07/2011	37,20	14/09/2011	37,00	07/11/2011	37,00
17PT033	1467839	4399017	Terralba	14/04/2011	9,30	05/05/2011	7,60	19/07/2011	10,90	14/09/2011	10,80	22/11/2011	n.r.
17PT034	1470650	4401300	Marrubiu	12/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			15/09/2011	n.r.		
17PT035	1469137	4399089	Marrubiu	11/04/2011	2,10	12/05/2011	1,90	20/07/2011	3,10	14/09/2011	1,80	09/11/2011	0,80
17PT037	1469570	4396571	Terralba	14/04/2011	6,20	12/05/2011	6,30	19/07/2011	6,70	15/09/2011	7,10	03/11/2011	7,15
17PT038	1472335	4396976	Uras	14/04/2011	11,10	12/05/2011	11,00	20/07/2011	11,90	15/09/2011	10,25	03/11/2011	10,00
17PT040	1474991	4394022	Uras	18/04/2011	6,50	12/05/2011	6,60	20/07/2011	7,90	15/09/2011	7,80	09/11/2011	7,25

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 96 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Mag 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett-Ott 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Nov 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
17PT013	1465929	4419305	Oristano	02/05/2011									
17PT017	1465943	4417515	Oristano	27/04/2011	10,40					19/10/2011	n.r.		
17PT018	1465501	4416954	Oristano	03/05/2011	10,10					19/10/2011	n.r.		
17PT019	1466972	4418527	Oristano	03/05/2011	13,50					19/10/2011	12,30		
17PT024	1462797	4416485	Oristano	13/04/2011									
17PT027	1464744	4408943	Santa Giusta	28/04/2011	4,20					26/10/2011	2,30		
17PT028	1472596	4406643	Marrubiu	02/05/2011	n.r.					14/09/2011	n.r.		
17PT036	1469684	4396577	Terralba	27/04/2011	23,10					19/10/2011	n.r.		
17PT039	1473875	4394671	Uras	28/04/2011	n.r.					26/10/2011	n.r.		
17PT041	1466322	4418486	Oristano	27/04/2011	n.r.					26/10/2011	n.r.		
17PT042	1466342	4418475	Oristano	27/04/2011	n.r.					26/10/2011	n.r.		

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 97 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>



**Figura 4.46: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Oristano (ID 1712) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

**Corpo idrico 1712 - Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Oristano**

**Monitoraggio chimico**

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	36	36

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	2285	40100	2473	1081	2	5,56%	SI
NO <sub>3</sub> (mg/L)	50,0	37,5	17,0	114	18,0	12,2	4	11,1%	NO
NH <sub>4</sub> (mg/L)	0,50	0,38	0,73	28,9	1,23	0,03	5	13,2%	SI
Cl (mg/L)	250	188	639	15923	814	222	14	36,8%	SI
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,50	0,38	0,04	1,88	0,05	0,01	1	2,63%	NO
SO <sub>4</sub> (mg/L)	250	188	86,2	2073	94,2	49,3	1	2,63%	SI
Clorpirifos (µg/l)	0,10	0,08	0,03	1,4	0,09	0,01	1	2,63%	NO

\* Limite di confidenza superiore al 95% della media

\*\* L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: pesticidi e composti organici sono stati analizzati solo su un gruppo limitato di punti di campionamento in accordo con le evidenze emerse dai precedenti campionamenti e/o dall'analisi delle pressioni.

**Figura 4.47: Monitoraggio Chimico – CIS di Oristano (ID 1712) Anni 2011-2013 (RAS, 2014)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 98 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### 4.3 Quadro Riassuntivo delle Principali Caratteristiche Idrogeologiche dei Litotipi

La tabella seguente riassume le caratteristiche di permeabilità (grado e tipologia) attribuiti ai diversi litotipi associati a ciascun complesso acquifero attraversato dal tracciato. I litotipi attraversati (in un intorno di 1 km a cavallo del tracciato) sono stati definiti sulla base delle tavole 1:10.000 associate alla Relazione Geologica (Doc. RT-0040). Le sigle e descrizioni associate ai diversi litotipi sono consistenti con quanto riportato nella Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000 (ROMA40) della Regione Autonoma della Sardegna (RAS, 2008)<sup>8</sup>.

I litotipi sono stati classificati all'interno di cinque diverse classi per il coefficiente di permeabilità (K):

- Alta:  $K > 10^{-3}$  m/s;
- Medio-alta:  $10^{-3} > K > 10^{-5}$  m/s;
- Medio-bassa:  $10^{-5} > K > 10^{-7}$  m/s;
- Bassa:  $10^{-7} > K > 10^{-9}$  m/s;
- Nulla:  $K < 10^{-9}$  m/s.

Si è inoltre indicato il tipo di permeabilità dei litotipi distinguendo tra le principali tipologie di permeabilità per porosità, per fessurazione, per carsismo.

Le attribuzioni sono state effettuate in base alla analisi complessiva della bibliografia consultata ed in particolare delle informazioni presenti nella documentazione relativa ai Piani Urbanistici Comunali (P.U.C.) dei principali Comuni interessati dal tracciato.

<sup>8</sup> Il Progetto "Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000" ha inteso realizzare una carta geologica omogenea ed estesa a tutta l'Isola, adeguata agli obiettivi di pianificazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e conforme alle indicazioni del Servizio Geologico d'Italia. Per l'operatività l'Agenzia regionale Progemisa ha messo a disposizione il suo patrimonio di cartografia (Ricerche Minerarie di Base, 1980-1999; Progetto CARG, 1993-2008), conoscenze geologiche e professionalità. E' stata operata la revisione (soprattutto nelle aree più sensibili quali zone costiere, piane alluvionali), la mosaicatura e l'informatizzazione dei dati, compreso il passaggio dalla originaria base IGMI alla nuova base CTR GDB10k. La geologia è stata rappresentata al 1:25.000, scala di compromesso tra la disomogeneità del dato di base e la necessità di disporre una cartografia unica ed omogenea per l'intera Isola (58 Fogli in scala 1:50.000, comprendenti 197 Sezioni in scala 1:25.000). I layers in formato shapes della carta geologica RAS (2008), includono diversi tematismi come elementi areali, lineari, e puntuali, scaricabili dal geoportale della Regione Sardegna (<http://www.sardegnaigeoportale.it/index.html>).



 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5663</b>	UNITÀ <b>000</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE          SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD          PROGETTO DEFINITIVO          RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 99 di 118	Rev. <b>1</b>

Tabella 4.11: Sintesi delle Caratteristiche di Permeabilità dei Litotipi Attraversati dal Tracciato (Fascia di 1 Km)

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
			Alta (A) $K > 10^{-3}$	Medio-Alta (MA) $10^{-3} > K > 10^{-5}$	Medio-Bassa (MB) $10^{-5} > K > 10^{-7}$	Bassa (B) $10^{-7} > K > 10^{-9}$	Nulla (N) $K < 10^{-9}$						
<b>PLIO-QUATERNARIO</b>													
Depositi Antropici. Manufatti antropici.	Olocene	ha	A					P			TR04	Depositi Olocenici dell'Area Continentale	--
Depositi Antropici. Discariche minerarie.	Olocene	h1m	A					P			TR01		
Depositi Antropici. Materiali di Riporto e aree bonificate.	Olocene	h1r	A					P			TR04		
Depositi di Versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati.	Olocene	a		MA				P			TR01, TR03, TR04	Sedimenti Legati a Gravità	
Depositi di Frana. Corpi di frana.	Olocene	a1		MA				P			TR01		
Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica.	Olocene	b2			MB			P			TR01, TR03, TR04		
<b>Depositi lacustri.</b> Calcarei lacustri talvolta con gasteropodi polmonati.	Olocene	e2			MB			P			TR01	Sedimenti Lacustri	--
<b>Depositi palustri.</b> Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi.	Olocene	e5				B		P			TR03, TR04		
<b>Depositi alluvionali</b>	Olocene	b		MA				P			TR01, TR03, TR04	Sedimenti Alluvionali	Complesso Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano (17)
Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie.	Olocene	ba	A					P			TR01		
Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille.	Olocene	bb			MB			P			TR01, TR02		
<b>Depositi alluvionali terrazzati</b>	Olocene	bn			MB			P			TR03, TR04		
<b>Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme)</b> Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie.	Pleistocene	PVM2a	A					P			TR03	Depositi Pleistocenici dell'Area Continentale	

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  D'APPOLONIA <small>consulenza, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 100 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
			Alta (A) K>10 <sup>-3</sup>	Medio-Alta (MA) 10 <sup>-3</sup> >K>10 <sup>-5</sup>	Medio-Bassa (MB) 10 <sup>-5</sup> >K>10 <sup>-7</sup>	Bassa (B) 10 <sup>-7</sup> >K>10 <sup>-9</sup>	Nulla (N) K<10 <sup>-9</sup>						
<b>FORMAZIONE DI NURAGHE CASTEDDU.</b> Argilliti, siltiti, arenarie arcosiche, conglomerati, ad elementi subarrotondati di quarzo e metamorfiti, con resti vegetali; subordinate breccie eterometriche ad elementi di calcari mesozoici. Ambiente fluvio-deltizio e litoraneo.	Pliocene	NCA				B		P			TR03	Successione Sedimentaria Plio Pleistocenica	--
<b>BASALTI DEL LOGUDORO</b>	Plio-Pleistocene	BGD			MB				F		TR01	Basalti dei Plateau (Logudoro)	Complesso Acquifero delle Vulcaniti Plio - Pleistoceniche del Logudoro (18)
<b>BASALTI DEL LOGUDORO - Subunità di Thiesi.</b> Basaniti ad analcime, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx, con abbondanti noduli peridotitici; in colate. Hawaiiiti olocristalline, porfiriche per fenocristalli di Ol, Cpx con Anl interstiziale ed abbondanti noduli peridotitici; in colate.	Pliocene Sup.	BGD1			MB				F		TR03		
<b>BASALTI DEL LOGUDORO - Subunità di Semestene.</b> Hawaiiiti, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx, Anl, con frequenti noduli peridotitici; in colate. Basaniti ad analcime, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx.	Pliocene Sup.	BGD2			MB				F		TR03		
<b>BASALTI DEL LOGUDORO - Subunità di Monte Ruju.</b> Basalti alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, e frequenti xenocristalli di Opx; rari xenoliti quarzosi a struttura granoblastica, frequenti noduli gabbri e peridotitici.	Pleistocene Medio	BGD3			MB				F		TR03		
<b>BASALTI DEL LOGUDORO - Subunità di San Matteo.</b> Trachibasalti olocristallini, porfirici per fenocristalli di Pl, Cpx, Ol, con noduli gabbri e peridotitici, e xenoliti quarzosi; in estese colate.	Pleistocene Medio	BGD4			MB				F		TR03		
<b>BASALTI DEL LOGUDORO - Subunità di Monte Poddighe.</b> Basalti transizionali e subordinati basalti alcalini, afirici, ipocristallini, con noduli peridotitici; in limitate colate.	Pleistocene Medio	BGD5			MB				F		TR03		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5663</b>	UNITÀ <b>000</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE          SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD          PROGETTO DEFINITIVO          RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 101 di 118	Rev. <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)	
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)				
			Alta (A) K>10 <sup>-3</sup>	Medio-Alta (MA) 10 <sup>-3</sup> >K>10 <sup>-5</sup>	Medio-Bassa (MB) 10 <sup>-5</sup> >K>10 <sup>-7</sup>	Bassa (B) 10 <sup>-7</sup> >K>10 <sup>-9</sup>	Nulla (N) K<10 <sup>-9</sup>							
<b>BASALTI DEL LOGUDORO - Subunità di Punta Sos Pianos.</b> Basalti alcalini generalmente olocristallini, debolmente porfirici per fenocristalli di Ol, Pl, Cpx, con xenoliti quarzosi.	Pleistocene Medio -Sup.?	<b>BGD6</b>			MB					F		TR01, TR03		
<b>BASALTI DELLA CAMPEDA - PLANARGIA. Subunità di Campeda.</b> Basalti più raramente andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx e Ol. Basalti e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; in estese colate.	Pliocene	<b>BPL1</b>			MB					F		TR03	Basalti dei Plateau (Campeda-Planargia)	Complesso Acquifero delle Vulcaniti Plio - Pleistoceniche della Sardegna Centro - Occidentale (19)
<b>BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA-Subunità di Dualchi.</b> Andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx;	?Pliocene-Pleistocene	<b>BPL2</b>			MB					F		TR03, TR04		
<b>BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA - Subunità di Funtana di Pedru Oe.</b> Basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Px; in estese colate.	Pliocene Sup.	<b>BPL3</b>			MB					F		TR03, TR04		
<b>BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA-Subunità di Sindia.</b> Basalti debolmente alcalini olocristallini, porfirici per fenocristalli di Ol, Pl, e rari xenocristalli quarzosi; in colate. Trachibasalti, trachibasalti debolmente alcalini, olocristallini.	Pliocene-Pleistocene	<b>BPL4</b>			MB					F		TR03		
<b>TERZIARIO</b>														
<b>FORMAZIONE DI FIUME SANTO.</b> Argille arrossate con livelli e lenti di conglomerati a ciottoli di basamento paleozoico, vulcaniti e calcari mesozoici. Ambiente fluviale.	Tortoniano-Messiniano	<b>FUA</b>						N				TR01	Successione Sedimentaria Oligo-Miocenica del Logudoro-Sassarese.	Complesso Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese (23)
<b>FORMAZIONE DI MONTE SANTO.</b> Calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali; calcareniti.	Serravalliano - ? Tortoniano	<b>NST</b>			MB					F		TR01, TR03		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5663</b>	UNITÀ <b>000</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE          SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD          PROGETTO DEFINITIVO          RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 102 di 118	Rev. <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
			Alta (A) K>10 <sup>-3</sup>	Medio-Alta (MA) 10 <sup>-3</sup> >K>10 <sup>-5</sup>	Medio-Bassa (MB) 10 <sup>-5</sup> >K>10 <sup>-7</sup>	Bassa (B) 10 <sup>-7</sup> >K>10 <sup>-9</sup>	Nulla (N) K<10 <sup>-9</sup>						
<b>FORMAZIONE DI FLORINAS.</b> Sabbie quarzoso-feldspatiche, biancastre, poco o nulla cementate, di ambiente fluvio-marino; alla base siltiti scure e conglomerati continentali.	? Serravalliano	LNS		MA				P			TR01		
<b>Litofacies nella FORMAZIONE DI FLORINAS.</b> Sabbie.	?Serravalliano	LNSa	A					P			TR03		
<b>Litofacies nella FORMAZIONE DI FLORINAS.</b> Biocalcareni.	? Serravalliano	LNSb		MA				P	F		TR03		
<b>FORMAZIONE DI BORUTTA.</b> Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanze ritmiche.	Langhiano	RTU					N				TR01, TR03		
<b>FORMAZIONE DI MORES - Litofacies (a)</b> Calcareni, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.).	Burdigaliano	RESa			MB			P	F	C	TR01 TR02 TR03		
<b>FORMAZIONE DI MORES - Litofacies (b)</b> Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores).	Burdigaliano	RESb		MA				P	F		TR01 TR02 TR03		
<b>FORMAZIONE DI OPIA NUOVA.</b> Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici, ad elementi di basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici (Nurra). Ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio.	Burdigaliano? Medio-Sup.	OPN		MA				P			TR01, TR03		
<b>FORMAZIONE DEL RIO MINORE.</b> Depositi epiclastici con intercalazioni di selci, siltiti e marne con resti di piante, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre (Formazione lacustre Auct.).	Burdigaliano	LRM				B			F		TR01, TR03		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5663</b>	UNITÀ <b>000</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 103 di 118	Rev. <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
			Alta (A) K>10 <sup>-3</sup>	Medio-Alta (MA) 10 <sup>-3</sup> >K>10 <sup>-5</sup>	Medio-Bassa (MB) 10 <sup>-5</sup> >K>10 <sup>-7</sup>	Bassa (B) 10 <sup>-7</sup> >K>10 <sup>-9</sup>	Nulla (N) K<10 <sup>-9</sup>						
<b>CALCARI DI VILLAGRECA.</b> Calcari bioclastici e biocostruiti (bioherme a coralli - Porites- e briozoi, e biostromi ad alghe - Lithothamnium - e molluschi - Ostrea edulis lamellosa-).	Aquitano Inf.	VLG		MA				P	F	C	TR03	Successione sedimentaria oligo-miocenica del Campidano-Sulcis	
<b>FORMAZIONE DI TADASUNI.</b> Conglomerato basale, a componente arenacea variabile, con faune a molluschi ed echinodermi, passante verso l'alto ad arenarie. Alternanze marnoso-arenacee, in banchi decimetrici più o meno compatti	Burdigaliano-Langhiano	TDI			MB				F		TR03	Successione sedimentaria oligo-miocenica del Bacino del Tirso	
<b>ARENARIE DI DUALCHI.</b> Sabbioni conglomeratici rossastri e grigiastri, ad elementi paleozoici e vulcanici, localmente fossiliferi (scarsi e piccoli pettinidi), passanti verso l'alto a conglomerati fossiliferi. Ambiente fluvio-deltizio e litorale.	Burdigaliano	DAL		MA				P	F		TR04		
<b>ARENARIE DI SEILO.</b> Sabbioni conglomeratici, generalmente rossastri, ad elementi prevalentemente paleozoici e subordinatamente vulcanici. Abbondante flora fossile negli strati sommitali. Ambiente continentale.	Chattiano Sup.? - Burdigaliano Inf.	SEI		MA				P	F		TR04		
<b>ARENARIE DI RIU BICOLE.</b> Arenarie e conglomerati eterometrici, poligenici, a matrice argillosa e sabbiosa con ricca componente vulcanoclastica. Ambiente continentale, facies fluviale e fluvio-deltizia.	Chattiano-Aquitano	ICO			MB			P	F		TR04		
<b>UNITÀ DI PUNTA RUJA.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, da mediamente a fortemente saldati, di colore da rosato a nerastro, con pomici nerastre.	Burdigaliano	PRJ				B			F		TR01, TR02	Distretto Vulcanico di Capo Marargiu	Complesso Acquifero delle Vulcaniti Oligo Mioceniche della Sardegna Nord Occidentale (ID 27)
<b>UNITÀ DI CANDELAZZOS.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, prevalentemente non saldati, di colore grigio-violaceo.	Burdigaliano	CZS			MB			P	F		TR01		
<b>UNITÀ DI MONTE RUGIU.</b> Daciti e riocaciti porfiriche per fenocristalli di Pl, San, Am e Bt; in cupole di ristagno.	Burdigaliano	RUG				B			F		TR03		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza, design, operazioni &amp; manutenzione impiantistica</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 104 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
			Alta (A) $K > 10^{-3}$	Medio-Alta (MA) $10^{-3} > K > 10^{-5}$	Medio-Bassa (MB) $10^{-5} > K > 10^{-7}$	Bassa (B) $10^{-7} > K > 10^{-9}$	Nulla (N) $K < 10^{-9}$						
<b>UNITÀ DI MONTE PEDRU.</b> Andesiti basaltiche e basalti, porfirici per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in potenti colate talora autoclastiche, cupole di ristagno, filoni, block and ash flows.	Burdigaliano	PED				B			F		TR03		
<b>UNITÀ DI MONTE RUGHE.</b> Andesiti basaltiche ed andesiti ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Am, Mag; in cupole di ristagno, con prodotti epiclastici associati.	Aquitano - Burdigaliano	MRH				B			F		TR03		
<b>UNITÀ DI MONTE SA SILVA.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, bianco grigiastri, non saldati.	Burdigaliano	ILV			MB			P	F		TR01, TR03	Distretto Vulcanico di Osilo-Castelsardo	
<b>UNITÀ DI OSILO.</b> Andesiti porfiriche per fenocristalli di Pl, Am, e Px; in cupole di ristagno e colate.	? Aquitano - BURDIGALIANO	OSL				B			F		TR02		
<b>UNITÀ DI CHILIVANI.</b> Depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritici in facies ignimbritica, debolmente saldati, spesso argillificati, ricchi in pomici, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Am; la componente clastica è poligenica ed eterometrica.	Burdigaliano	HVN				B		P	F		TR03	Distretto Vulcanico di Bonorva	
<b>UNITÀ DI MACOMER.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, saldati, con strutture da vitroclastiche ad eutaxitiche; in bancate alternate a depositi piroclastici di flusso, caduta e di onda basale.	Burdigaliano	OER				B			F		TR03		
<b>UNITÀ DI TRAMATZA.</b> Andesiti basaltiche ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, in sottili colate scoriacee.	Burdigaliano	TTZ				B			F		TR03		
<b>UNITÀ DI SEDILO.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riodacitico, pomiceo-cineritici, debolmente saldati, spesso argillificati, ricchi in pomici, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Qtz.	Burdigaliano	EDI				B		P	F		TR04	Distretto Vulcanico di Ottana	
<b>UNITÀ DI NURAGHE ZAVOS.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riolitico, saldati, a tessitura eutaxitica, con cristalli liberi di Pl, Sa, Am e Bt	Burdigaliano	ZAV				B			F		TR04		

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  D'APPOLONIA <small>consulenza, design, operazioni &amp; manutenzione engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 105 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)	
			Alta (A) K>10 <sup>-3</sup>	Medio-Alta (MA) 10 <sup>-3</sup> >K>10 <sup>-5</sup>	Medio-Bassa (MB) 10 <sup>-5</sup> >K>10 <sup>-7</sup>	Bassa (B) 10 <sup>-7</sup> >K>10 <sup>-9</sup>	Nulla (N) K<10 <sup>-9</sup>	Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)				
<b>UNITÀ DI MANDRA PUZZONES.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riolitico, saldati, a struttura eutaxitica, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Am, Qtz.	Burdigaliano	<b>PUZ</b>				B				F		TR04		
<b>LITOFACIES NELL' UNITA DI MANDRA PUZZONES.</b> Deposito sedimentario di rimaneggiamento e risedimentazione in ambiente continentale di prodotti piroclastici, al tetto della unità PUZ.	Burdigaliano	<b>PUZa</b>			MB			P		F		TR04		
<b>UNITA DI OROTELLI.</b> Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, debolmente saldati, a chimismo riolitico, pomiceo-cinereitici, con strutture vitroclastiche e cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Qtz.	Aquitaniiano?-Burdigaliano	<b>OTL</b>			MB			P		F		TR04		
<b>UNITA DI BAULADU.</b> Andesiti e andesiti basaltiche, talora autoclastiche, glomeroporfiriche, con fenocristalli di Px, Am, Bt; in cupole di ristagno, con associati depositi epiclastici.	Aquitaniiano?-Burdigaliano	<b>BDU</b>				B				F		TR03		
<b>UNITA DI S. VITTORIA.</b> Andesiti basaltiche e andesiti, porfiriche, pirossenico-anfiboliche; in cupole di ristagno e colate, con associati prodotti epiclastici e sottili intercalari sedimentari.	Aquitaniiano?-Burdigaliano	<b>VTT</b>				B				F		TR03		
<b>MESOZOICO</b>														
<b>FORMAZIONE DI CAPO CACCIA.</b> Calcarei a rudiste.	Coniaciano (Cretaceo Sup.)	<b>POC</b>			MB					F		TR01	Successione Sedimentaria Mesozoica della Sardegna Settentrionale	Complesso Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Nurra (ID 32)
<b>FORMAZIONE DI MONTE UCCARI.</b> Calcarei micritici e bioclastici grigio biancastri ben stratificati; dolomie grigiastre e lenti di calcare oolitico con ciottoli a carofite.	Malm	<b>MUC</b>		MA						F	C	TR01		
<b>FORMAZIONE DI MONTE NURRA.</b> Dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose. Alla base calcari e dolomie scure di ambiente lacustre a carofite.	Dogger	<b>NRR</b>		MA						F	C	TR01		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA <b>5663</b>	UNITÀ <b>000</b>
	LOCALITÀ <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	PROGETTO / IMPIANTO <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE          SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD          PROGETTO DEFINITIVO          RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 106 di 118	Rev. <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)	
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)				
			Alta (A) K>10 <sup>-3</sup>	Medio-Alta (MA) 10 <sup>-3</sup> >K>10 <sup>-5</sup>	Medio-Bassa (MB) 10 <sup>-5</sup> >K>10 <sup>-7</sup>	Bassa (B) 10 <sup>-7</sup> >K>10 <sup>-9</sup>	Nulla (N) K<10 <sup>-9</sup>							
<b>FORMAZIONE DI CAMPANEDDA.</b> Calcari oolitici, oncolitici e bioclastici, marne e calcari marnosi; calcari grigio-bluastrati con lenti di selce.	Lias	<b>NDD</b>		MA						F	C	TR01		
<b>KEUPER AUCT.</b> Marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi; argille varicolori gessifere.	Trias Sup. (Longobardico Sup.- ?Retico)	<b>KEU</b>						N				TR01		
<b>MUSCHELKALK AUCT.</b> Calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati.	Triassico Medio (Ladinico)	<b>MUK</b>			MB					F		TR01		
<b>PALEOZOICO</b>														
<b>UNITÀ INTRUSIVA DI BENETUTTI - Facies Nule.</b> Granodioriti tonalitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari per fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 12 cm; tessitura orientata.	Carbonifero Sup. - Permiano	<b>BTUa</b>			MB					F		TR04	Complesso Granitoide del Goceano - Bittese	Complesso acquifero granitoidi paleozoici (38)
<b>UNITÀ INTRUSIVA DI BENETUTTI - Facies Orune.</b> Granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari per Kfs biancastri di taglia 8-10 cm; tessitura orientata per flusso magmatico.	Carbonifero Sup. - Permiano	<b>BTUb</b>			MB					F		TR04		
<b>UNITÀ INTRUSIVA DI NURAGHE OLA.</b> Tonaliti e granodioriti tonalitiche, a grana media, equigranulari, ricche in enclaves basici microgranulari; tessitura marcatamente foliata.	Carbonifero Sup. - Permiano	<b>NOL</b>			MB					F		TR04		
<b>UNITÀ INTRUSIVA DI NUORO - Subunità intrusiva di Ottana.</b> Tonaliti e granodioriti tonalitiche, anfibolico-biotitiche, grigio-scure, a grana media, moderatamente equigranulari; tessitura moderatamente orientata, talora foliata.	Carbonifero Sup. - Permiano	<b>NUO1</b>			MB					F		TR04		
<b>UNITÀ INTRUSIVA DI ORGOSOLO - Facies Monte Locoe.</b> Granodioriti monzogranitiche grigie, a grana media, moderatamente equigranulari, localmente eterogranulari per raro Kfs bianco-rosato di taglia 1-3 cm; tessitura orientata.	Carbonifero Sup. - Permiano	<b>ORGb</b>			MB					F		TR04		

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 107 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Coefficiente di Permeabilità					Tipo di Permeabilità			Tronchi Interessati (TR)	Tipologia di Deposito / Successione	Complesso Acquifero (ID)
			K (m/s)					Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
			Alta (A) $K > 10^{-3}$	Medio-Alta (MA) $10^{-3} > K > 10^{-5}$	Medio-Bassa (MB) $10^{-5} > K > 10^{-7}$	Bassa (B) $10^{-7} > K > 10^{-9}$	Nulla (N) $K < 10^{-9}$						
<b>UNITA INTRUSIVA DI MONTE SAN BASILIO</b> <b>- Subunità intrusiva di Punta Biriai - Facies Ponte S'Archimissa.</b> Monzograniti a due miche e cordierite, a grana medio-fine, inequigranulari, porfirici per Kfs biancastri di taglia centimetrica e subordinato Qtz		BLA2b			MB				F		TR04		
Filoni e ammassi pegmatitici.	Carbonifero Sup. - Permiano	pe				B			F		TR04	Corteo Filoniano	
Miscascisti e paragneiss indifferenziati.	?Precambriano- ?Paleozoico	mc				B			F		TR04	Paraderivati	



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 108 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 5 CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA

Nelle tavole della carta idrogeologica, in scala 1:10.000, vengono riportate, in una fascia di circa 1 km a cavallo dell'opera a progetto, le principali informazioni idrogeologiche: la classificazione delle litologie in funzione dei valori del coefficiente di permeabilità, la localizzazione di pozzi e sorgenti, i punti di monitoraggio della rete regionale, le misure di soggiacenza della falda (ove disponibili).

Si riporta di seguito una breve nota illustrativa alla lettura della cartografia idrogeologica allegata alla relazione.

Le tavole della carta idrogeologica sono state redatte utilizzando come base cartografica le Carte Tecniche Regionali in scala 1:10.000 della Regione Sardegna. È stato rappresentato, al di sopra della base cartografica, il tematismo del coefficiente di permeabilità (K) dei litotipi attraversati dall'opera in progetto. Sono state distinte cinque diverse classi utilizzando in legenda cinque colori per i seguenti valori di K:

- Giallo: Alta:  $K > 10^{-3}$  m/s;
- Arancio: Medio-alta:  $10^{-3} > K > 10^{-5}$  m/s;
- Verde: Medio-bassa:  $10^{-5} > K > 10^{-7}$  m/s;
- Marrone: Bassa:  $10^{-7} > K > 10^{-9}$  m/s;
- Grigio: Nulla:  $K < 10^{-9}$  m/s.

Oltre ai suddetti tematismi è stata riportata in carta, in una fascia di circa 1 km a cavallo dell'opera in progetto, la localizzazione dei pozzi afferenti alla Rete di Monitoraggio della Regione Sardegna e, per ciascun pozzo è stato indicato il codice identificativo e le variazioni di soggiacenza (valore minimo e massimo) misurati per l'anno 2011 (derivati da RAS, 2013, e ampiamente discussi nel testo).

Inoltre, è stata rappresentata la localizzazione pozzi censiti dalla Regione (S.I.R.A., Sistema Informativo Regionale Ambientale) all'interno di 3 macro-raggruppamenti in relazione al diverso uso, ove specificato nel database S.I.R.A.<sup>9</sup>. In particolare:

- i pozzi ad uso idropotabile o per consumo umano;
- i pozzi ad uso irriguo o zootecnico;
- i pozzi ad uso industriale, produttivo o altro.

Le tre categorie sopra indicate, derivano dal raggruppamento, come indicato nella seguente tabella, delle differenti denominazioni presenti nel database del S.I.R.A., in gruppi ritenuti omogenei in termini di destinazioni d'uso, al fine di una più agevole lettura delle carte.

<sup>9</sup> La carta idrogeologica riporta nella categoria "uso non specificato" la localizzazione dei pozzi per i quali il database S.I.R.A. non specifica la destinazione d'uso.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 109 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

**Tabella 5.1: Riclassificazione dei Pozzi S.I.R.A. per Macro-Categoria d'Uso**

<b>USO IDROPOTABILE O CONSUMO UMANO</b>	<b>USO AGRICOLO O ZOOTECNICO</b>	<b>USO INDUSTRIALE/ PRODUTTIVO O ALTRO</b>
<b>Denominazioni Database S.I.R.A.</b>		
Acquedottistico	Abbeveraggio Bestiame	Antincendio
Domestico	Agricolo - Zootecnico	Autolavaggio
	Igienico e Zootecnico	Aziendale
	Irriguo	Igienico
	Irriguo e Zootecnico	Igienico e assimilati
	Uso Anticendio-Servizi-Irriguo	Igienico e simili
	Uso Irriguo	Igienico ed assimilati
	Uso Irriguo-Zootecnico	Industriale
	Uso Zootecnico	Produttivo
	Zootecnico	Uso igienico
	Zootecnico e Irriguo	Uso Igienico, Servizi Anticendio, Verde Aziendale e Attrezzature Sportive
	Uso Agricolo	
	Verde	

Analogamente a quanto fatto per i dati RAS (2013), anche per i pozzi e piezometri S.I.R.A sono stati riportati in carta i valori di soggiacenza della falda, ove disponibili nel database fornito dalla Regione. Tali valori devono però essere considerati con maggior cautela nella definizione della soggiacenza della falda nelle aree attraversate dal tracciato poiché le misure si riferiscono ad un arco temporale molto esteso, trattandosi non di misure periodiche, ma di dati misurati al momento della realizzazione del pozzo/piezometro.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 110 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 6 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE SUL TRACCIATO

Di seguito vengono descritti gli aspetti idrogeologici dei diversi tronchi del tracciato a Progetto.

La sottostante descrizione idrogeologica fa riferimento alla cartografia idrogeologica (Tavola PG-1082, Fogli da 0 a 60), redatta utilizzando come base cartografica le Carte Tecniche Regionali in scala 1:10.000 della Regione Sardegna, secondo quanto descritto al precedente Capitolo 5.

### 6.1 Dorsale Nord-Ovest (TR01), Porto Torres - Codrongianos

Il tracciato della dorsale Nord-Ovest TR01 da Porto Torres a Codrongianos interessa acquiferi delle formazioni sedimentarie terziarie, in particolare i CIS 2311, 2312, 2313, 2314 (Figura 4.4 al Paragrafo 4.1.3) afferenti al CI detritico-carbonatico oligo-miocenico del Sassarese (ID 23). Per un breve tratto a sud-ovest di Sassari il tracciato lambisce il CI dei Carbonati Mesozoici della Nurra (CIS 3211 e 3221).

La parte settentrionale del tracciato in oggetto (TR01), a nord dell'allacciamento Sassari (TR02), lambisce verso Ovest le potenti sequenze carbonatiche mesozoiche del Distretto della Nurra. In questo tratto la direzione principale di flusso negli acquiferi carbonatici risulta verso NE nella Nurra Settentrionale e verso NO nella Nurra Meridionale.

Il tracciato del gasdotto parte dal terminale di ingresso gas di Porto Torres (TR 01– PL01) nei pressi della S.P. n. 57 e procede verso Sud incontrando nel primo breve tratto di circa 300m la Formazione di Fiume Santo caratterizzata da una permeabilità quasi nulla ( $K < 10^{-9}$  m/s).

Con un cambio di direzione verso Est al km 1+700, la linea prosegue fino al km 5 a nord dell'area industriale di Porto Torres interessando formazioni sedimentarie a permeabilità medio alta salvo brevi tratti in formazioni a permeabilità minore, in particolare nei tratti a litologia maggiormente marnosa e argillosa tra il km 0+900m e km 1+300m e tra km 2+950 e km 3+850. Questo tratto di circa 5 km attraversa la parte meridionale della rete di monitoraggio dell'area industriale di Porto Torres. In questo tratto la falda risulta a profondità generalmente maggiori di 10m dal piano campagna.

Dopo il km 5+000, il tracciato, volta nuovamente verso Sud proseguendo fino al km 16+300 all'interno delle formazioni appartenenti alla Successione Sedimentaria oligo-miocenica del Logudoro–Sassarese a permeabilità medio-alta, in particolare la formazione arenacea di Mores e la formazione sabbioso conglomeratica di Oppia Nuova, salvo brevi tratti a permeabilità minore in massima parte dovuti ad affioramenti della formazione piroclastica-ignimbritica di Punta Ruja e dell'Unità di Candelazzos del Distretto Vulcanico di Capo Marargiu.

Dal km 16+300 al km 19+650 il tracciato permane all'interno della Successione Sedimentaria oligo-miocenica del Logudoro–Sassarese ma attraversa la litofacies a carattere calcarenitico di Mores caratterizzata da una permeabilità minore rispetto alla precedente litofacies arenitica della stessa formazione. Le soggiacenze della falda

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 111 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

restano a profondità elevate al di sotto dei 10m dal piano campagna con direzione di flusso verso i quadranti nord-occidentali.

Dalla progressiva km 19+650 all'impianto TR01-PL04/TR02-PL01, il tracciato resta all'interno della Formazione di Mores in litofacies arenacea a permeabilità medio-alta della successione sedimentaria del Logudoro-Sassarese, salvo due tratti in terreni a permeabilità medio-bassa ( $10^{-7} < K < 10^{-5}$  m/s), rispettivamente di 200m, dal km 20+000 al km 20+200, sulle ignimbriti dell'Unità di Caldelazzosa e di 500m, dal km 21+000 al km 21+500, sulla Formazione di Mores, in litofacies calcarenitica.

Dall'impianto TR01-PL04/TR02-PL01 (km 21+550) all'impianto TR01-PL05 (km 23+050) il tracciato permane sulla Formazione di Mores in litofacies arenacea a permeabilità alta, dopodichè percorre un lungo tratto in Formazione di Mores in litofacies calcarenitica (Resa) fino all'impianto TR01-PL07 al km 28+850 dove intercetta le coperture alluvionali del Riu Mascari sempre a permeabilità medio bassa per proseguire poi verso Est, quasi sempre in destra idraulica, all'interno della vallata alluvionale del Riu Mascari. Come i precedenti tratti nel CIS 2311 del Sassarese Settentrionale anche in questo tratto nel CIS 2312 del Sassarese Meridionale la profondità della falda è elevata, ben oltre i 10m di profondità dal piano campagna, con direzione di flusso verso i quadranti nord-occidentali.

All'altezza dell'impianto TR01-PL08 (km 31+150) e TR01-PL09 (km 31+350) il tracciato devia verso SE ed entra nella Formazione di Borutta costituita da Marne e Marne arenacee bioturbate e calcari marnosi di età Langhiana, appartenenti all'Unità gerarchica del Logudoro- sassarese per rimanerci fino al km 37+750. La permeabilità di questa formazione risulta essere quasi nulla ( $K < 10^{-9}$  m/s), non vi è quindi una vera e propria falda acquifera.

Successivamente fino al km 37+750 incontra dapprima una sottile lingua di terreni a permeabilità bassa della Formazione del Rio Minore e poi una circoscritta area di depositi di versante a permeabilità medio alta.

Dal km 37+750 fino al km 43+800 il tracciato prosegue su terreni a permeabilità medio-bassa dapprima per un tratto di circa un chilometro all'interno dell'Unità di Monte Sa Silva per poi proseguire verso Sud-Est, nei depositi alluvionali costituiti da sabbie con subordinati limi ed argille di età olocenica. In questi depositi alluvionali alcuni piezometri segnalano una piezometrica di pochi metri dal piano campagna.

All'altezza del km 43+800 il gasdotto incontra i depositi alluvionali olocenici a permeabilità medio-alta per rientrare poi in successione alternata fino al km 46+450 con i litotipi dell'Unità di Monte Sa Silva a permeabilità medio-bassa e i suddetti depositi alluvionali (permeabilità alta).

Da questo punto, in territorio del comune di Codrongianos, la tubazione si dirige verso Sud, attraversando dapprima fino al km 48+900 i terreni a permeabilità alta delle sabbie quarzoso-feldspatiche di Oppia Nuova e successivamente quelle a permeabilità praticamente nulla di Borutta fino alla località Martedu nei pressi del km 49+500.

Nel tratto finale del TR01 dal km 49+500 al km 50+350 il metanodotto arriva alla stazione di lancio e ricevimento di Codrongianos, punto di arrivo del TR01 (TR01-PL14/TR03-PL01) attraverso i terreni a permeabilità medio-bassa dei basalti alcalini della Sub-unità di Punta Sos Pianos.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 112 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Come in precedenza anche questi ultimi tratti di tracciato del TR01, appartenenti al CIS 2312 del Sassarese Meridionale, sono caratterizzati da una quasi assenza di una vera e propria falda, nel caso comunque di acque sotterranee i livelli idrici risultano a profondità elevata, ben oltre i 10m dal piano campagna, tenuto conto che il tracciato percorre la zona di spartiacque alle quote tra 200 e 300m dal livello del mare tra le Unità Idrografiche Omogenee di Mannu di Porto Torres e di Coghinas (Paragrafo 3.1).

## 6.2 Allacciamento Sassari (TR02)

Questo allacciamento parte dall'impianto TR01-PL04/TR02-PL01 posto lungo la tratta TR01 si sviluppa in direzione Nord-Est verso Sassari raggiungendo il Punto di Consegna DSO Sassari TR02-PL02.

Dalla partenza fino all'attraversamento del Riu Mannu, al km 0+842, il tracciato interessa i terreni a permeabilità medio-alta della litofacies arenacea della Formazione Mores. Successivamente fino alla stazione del Punto di Consegna al km 4+700 percorre sempre la Formazione Mores, appartenente anch'essa all'unità gerarchica della Successione sedimentaria oligo-miocenica, ma nella litofacies calcarenitica caratterizzata da minore permeabilità (permeabilità medio-bassa ( $10^{-7} < K < 10^{-5}$  m/s).

Nella parte terminale di questo allacciamento sono presenti numerosi pozzi ad uso idropotabile per l'approvvigionamento di questo settore occidentale dell'area urbana di Sassari.

## 6.3 Dorsale Centro – Nord (TR03), Codrongianos – Palmas Arborea

A partire dalla stazione di lancio/ricevimento pig di Codrongianos, che si trova all'interno terreni a permeabilità medio-bassa dei basalti alcalini della Sub-unità di Punta Sos Pianos, la linea si dirige verso Sud in direzione della SS n.131 "Carlo Felice" dapprima per circa un chilometro all'interno dei litotipi praticamente impermeabili della Formazione di Borutta per correre poi, per circa 2,5 km, parallelamente alla suddetta statale all'interno delle coltri eluvio-colluviali detritiche oloceniche caratterizzate da permeabilità medio-bassa.

Successivamente il tracciato, rientra dapprima nella formazione praticamente impermeabile di Borutta, dal km 3+500 al km 4+200, poi per un breve tratto di 250m, dal km 4+200 al 4+450 nella formazione di permeabilità medio bassa dei basalti alcalini della Subunità di Monte Ruju e infine nuovamente nella formazione impermeabile di Borutta per un tratto di 300m fino al km 4+800. Come per la parte terminale meridionale del TR01, in questo tratto non esiste una vera e propria falda, nel caso comunque di acque sotterranee i livelli idrici sono a profondità elevata ben oltre i 10m dal piano campagna, tenuto conto che il tracciato percorre la zona di spartiacque alle quote tra 200 e 300m dal livello del mare tra le Unità Idrografiche Omogenee di Mannu di Porto Torres e di Coghinas.

Dal km 5+200 dopo essere entrato per circa 400m nella formazione calcarenitica a permeabilità medio-bassa della Formazione di Mores il tracciato prosegue nel bacino di un affluente di sinistra idrografica del Riu Funtana, all'interno dei depositi alluvionali olocenici poco spessi e a permeabilità medio-alta. In questo tratto di conca morfologica presso Siligu sono presenti diversi pozzi ad uso idropotabile ed irriguo.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 113 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Dopo circa 650m dal TR03-PL02 n.2, spostandosi in direzione S.E., al km 7+250 la condotta rientra nelle marne e marne arenacee impermeabili della Formazione di Borutta.

In corrispondenza dell'affiancamento alla S.P. n.41 Bis, al km 8+800 il gasdotto incontra la Formazione di Florinas, costituita da sabbie ad elevata permeabilità. Questa condizione prosegue, sempre parallelamente alla SS 131, per circa 1,2 km fino a rincontrare la formazione impermeabile di Borutta e proseguire su questi terreni impermeabili in parallelismo con la S.S n.131 'Carlo Felice'.

Dal km 16+00 al km 16+800 in corrispondenza dell'attraversamento del Riu Mazzone, posto all'incirca al km 16+500, nei pressi del TR03-PL03, il tracciato intercetta dapprima la Formazione di Mores in facies calcarenitica a permeabilità medio-bassa, poi l'Unità di Chilivani, costituita da depositi piroclastici a bassa permeabilità.

Dal km 16+800 la tubazione si ritrova, per un breve tratto, nella formazione di Mores a permeabilità medio-bassa in facies calcarenitica per poi proseguire fino km 19+000 all'interno di terreni di permeabilità medio-bassa delle trachibasalti olocristallini e della litofacies calcarenitiche della Formazione di Mores.

Come in precedenza, anche per questi tratti appartenenti al CIS 2321 di Chilivani Mores, le quote elevate oltre ai terreni poco permeabili non si può parlare di falde acquifere vere e proprie. I livelli idrici dell'acqua sotterranea si attesta a profondità elevate dell'ordine delle decine di metri.

Da questo punto, dal km 18+800 fino al km 23+000, la tubazione prosegue verso Sud lungo la Statale n 131 attraversando in sequenza le formazioni già incontrate di Mores RESa (circa 1000m), formazione di Borutta (circa 700m), formazione di Mores RESa (circa 1200m), Sub-Unità di San Matteo (400m), formazione di Mores RESa (circa 400m) e coltri eluvio-colluviali detritiche oloceniche b2 (1200m).

Tra il km 23+000 e il km 23+250 il tracciato attraversa un affioramento di depositi piroclastici di bassa permeabilità.

Da qui il gasdotto devia verso sud-ovest in direzione Pozzomaggiore percorrendo per 5 km la piana coperta da coltri eluvio-colluviali a permeabilità medio bassa. Dal km 28+600 percorre per circa 4 km il fondovalle ai piedi dei rilievi collinari di Cossoine formati dalle calcareniti sempre a permeabilità medio-bassa della Formazione di Mores affiancandosi alla strada statale n. 292 fino al km 32+700. Da questo punto in poi il gasdotto continua la sua direzione verso Sud abbandonando poco oltre la strada statale ed entrando nelle formazioni dei Basalti dei Plateau sempre a permeabilità medio-bassa. In particolare dal km 32+700 al 34+900, all'interno della formazione della Subunità di Semestene, costituita da hawaii porfiriche con frequenti noduli peridotitici, e dal km 34+900 al km 37+000, all'interno della formazione della Subunità di Thiesi, costituita da basaniti ad analcime con abbondanti noduli peridotitici.

In questo tratto da Pozzomaggiore a Sindia siamo in pieno altopiano di Campeda (CIS 1911 delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Campeda) caratterizzato da formazioni vulcaniche a permeabilità da medio bassa a bassa con livelli idrici profondi delle acque sotterranee. La falda acquifera principale è stata rilevata tra 20 e 50m di profondità.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 114 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Dal km 37+000 il tracciato prosegue verso Sud zigzagando all'interno della formazione andesitica e porfirica a permeabilità bassa appartenente al Distretto Vulcanico di Capo Marargiu fino al km 42+900 dove prosegue, virando drasticamente dopo un chilometro verso Sud-Ovest, nei basalti debolmente alcalini, porfirici, a permeabilità medio-bassa della Subunità di Sindia appartenente all'Unità Gerarchica dei Basalti dei Plateau. In queste condizioni raggiunge il km 54+700 per circa quindi 12 km salvo un breve tratto di 500m in corrispondenza del riu Carrabusu a Nord Est di Sindia (km 46+500) dove l'incisione fluviale mostra sui versanti affioramenti della formazione basaltica della Subunità di Campeda, sempre a permeabilità medio-bassa e della formazione andesitica della Unità di Monte Rughe, a permeabilità bassa.

In seguito cambia direzione, flettendo verso S.S.E., all'interno dell'Unità di Macomer, formazione a permeabilità bassa costituita da flussi piroclastici.

In corrispondenza dell'attraversamento della S.P. 43 (km 56+350), il tracciato entra nel CIS 1912 delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Tirso caratterizzate anch'esse da permeabilità medio-bassa con assenza di falde acquifere significative. Le acque sotterranee intercettate dai pozzi risultano a profondità elevate, maggiori di 10m di profondità.

In particolare il tracciato scende dapprima su basalti debolmente alcalini e successivamente andesiti basaltiche, trachibasalti e basalti debolmente alcalini appartenenti sempre all'Unità gerarchica Basalti dei Plateau.

Dopo l'impianto di Borore TR03-PL09/TR04-PI01, il tracciato prosegue fino a circa il km 83+700 nei basalti del Plateau salvo per brevi tratti piccoli lembi di depositi palustri a permeabilità bassa costituiti da limi e argille limose di età olocenica: il primo si trova tra le località di Oronale e Tragala, in corrispondenza dell'impluvio del Riu Margheri Stara, mentre il secondo, più a Sud, si rinviene nei pressi del toponimo Sa Pauldda in corrispondenza di Riu Mannu che viene attraversato dalla condotta all'incirca al km 71+300. In questa piana tra Borore e Abbasanta i livelli acquiferi più produttivi sono stati rinvenuti nella fascia tra 30 e 80m di profondità con una direzione di falda verso i quadranti sud-orientali.

All'altezza del km 74+200 la condotta intercetta ed attraversa nuovamente la SS "Carlo Felice", sempre all'interno dei basalti mentre in corrispondenza del km 80+000 intercetta per 200m il lembo marginale orientale della Unità di Bauladu costituita da andesiti e andesiti basaltiche a permeabilità bassa appartenenti al Distretto Vulcanico di Ottana.

Al Km 83+700 la condotta abbandona l'Altopiano di Acquasanta dove incontra, scendendo rapidamente verso il Riu Sa Mela, dapprima un breve intervallo di depositi di versante a permeabilità medio-alta e poi la formazione di Tadasuni, costituita da conglomerato basale a permeabilità medio-bassa. Dopo un chilometro incontra un breve lembo di andesiti basaltiche a bassa permeabilità dell'Unità di Tramatzza per poi proseguire, all'interno dei depositi alluvionali olocenici (b), in corrispondenza della vallecchia del Riu Sa Mela che viene attraversato al km 85+150 del tracciato.

Dopo questo attraversamento il gasdotto passa nei pressi della collinetta dove sorge il nuraghe Santa Barbara, dove affiorano i conglomerati e le arenarie alternate a marne arenacee a permeabilità medio bassa della formazione oligo-miocenica di Tadasuni, ai

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 115 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

quali fanno seguito, per una lunghezza di circa 500m, le andesiti basaltiche a permeabilità bassa della formazione di Tramatzza seguite poi, per circa 150 m, dai depositi alluvionali olocenici permeabili del Riu Urasa che scorre nei pressi di S.Barbara.

Qui la morfologia è pianeggiante con quote attorno ai 40 m s.l.m. e con l'affioramento delle ghiaie alluvionali terrazzate ad alta permeabilità del subsistema di Portoscuso. Successivamente la morfologia degrada verso S.O., fino a raggiungere i depositi alluvionali dapprima terrazzati olocenici a permeabilità medio-bassa, seguiti dai depositi alluvionali sempre olocenici, ma a permeabilità medio-alta presso il fiume Tirso che scorre in direzione S.O. tagliando il tracciato in maniera sub- perpendicolare in corrispondenza del km 90+250 della condotta. La soggiacenza della falda resta profonda al di sotto dei 10m dal piano campagna con direzione di flusso verso sud.

Risalendo la sponda destra meridionale del Tirso la linea ritrova la stessa successione di depositi alluvionali a permeabilità medio-alta in precedenza superati, sino al Canale Adduttore Tirso–Arborea che viene attraversato dal metanodotto al km 93+550 all'interno di un lembo di depositi alluvionali terrazzati olocenici a permeabilità medio-bassa.

Proseguendo lungo tracciato in direzione Sud per circa 2 km ripercorre la precedente successione di depositi alluvionali dapprima a permeabilità medio alta e poi medio bassa fino al km 95+350 circa del tracciato entrando delle litofacies alluvionali a permeabilità alta del subsistema di Portoscuso fino alla stazione lancio/ricevimento pig di Palmas Arborea (km 101+700), salvo in brevi tratti di esigui depositi alluvionali olocenici a permeabilità medio-alta.

#### 6.4 Bretella Ottana - Nuoro (TR04)

La bretella Ottana-Nuoro inizia dalla Stazione L/R di Borore TR03-PI09/TR04-PL01 e fino ad Ottana ricade nel CIS 1912 delle Vulcaniti del Tirso caratterizzato da formazioni vulcaniche (andesiti basaltiche, trachibasalti e basalti debolmente alcalini) a permeabilità medio bassa fino al km 19, salvo brevissimi tratti in depositi palustri a bassa permeabilità rispettivamente al km 6 (100m), al km 7+250 (850m), al km 10 (100m) e al km 11+500 (300m). Le soggiacenze dei punti di monitoraggio più prossimi con dati disponibili indicano valori intorno a 14 e 17 m da p.c..

Al km 18+950 il gasdotto scende un altipiano da quota 284 m s.l.m. al Riu Martazzolu (km 20+175) a quota 150 m s.l.m., dove inizia la piana di Ottana. Da questo punto il tracciato passa dal CIS 1912 delle Vulcaniti del Tirso al CIS 2731 di Ottana. Le rocce vulcaniche oligo-mioceniche di questo CIS presenti nell'area tra Ottana e Nuoro (che ospitano il CIS di Ottana) sono messe a contatto a sud con le rocce cristalline del basamento varisco affioranti nel nuorese da un importante lineamento tettonico (Faglia di Nuoro).

Dopo aver disceso l'altopiano delle formazioni vulcaniche del Tirso, in corrispondenza del corso idrico la condotta incontra, per un breve tratto di circa 100m, la formazione dell'Unità di Sedilo costituita da un deposito di flusso piroclastico riodacitico debolmente saldati e spesso argillificati, a permeabilità bassa.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operations &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 116 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Dall'alveo del Riu Martazzolu affiorano i depositi alluvionali olocenici di permeabilità medio-bassa preceduti e seguiti dai depositi alluvionali terrazzati di età olocenica di permeabilità medio alta.

Da qui in avanti la linea prosegue in parallelismo e restando a Nord di una strada secondaria, nel territorio comunale di Noragugume, all'interno fino al km 23+000 delle arenarie a permeabilità medio alta della Formazione di Dualchi e dal km 23+000 sino al km 25+500 all'interno della formazione a permeabilità bassa dell'Unità di Sedilo.

Successivamente il tracciato interessa nuovamente depositi terrazzati a permeabilità medio bassa in corrispondenza dei fossi Riu s'Erenosu e Riu s'Ispararba e più avanti del Fiume Tirso (al km 26+600). Dal al km 27+000 riaffiorano i sabbioni conglomeratici permeabili delle Arenarie di Sedilo, salvo un tratto di 500m di depositi di flusso piroclastico di permeabilità bassa dell'Unità di Sedilo.

Al km 29+600 il gasdotto risale i versanti ondulati che fiancheggiano la valle percorsa dalla Strada Statale Abbasanta Nuoro n. 131 formati dai depositi di flusso piroclastico a permeabilità bassa fino al km 41+200, salvo due tratti, dal km 33+300 al km 34+500 e dal km 36+250 al km 38+000 in cui affiorano i terreni a permeabilità medio-bassa rispettivamente corrispondenti ai granodioriti tonalitici, biotitici a grana medio-grossa del Complesso Granitoide del Goceano-Bittese e ai depositi di flussi piroclasti poco saldati dell'Unità di Orotelli.

All'incirca in questo punto il tracciato passa dal CIS 2731 di Ottana al CIS 3831 dei Granitoidi del Nuorese. Verso Nuoro infatti sono presenti affioramenti chilometrici di plutoni granitoidi di varia composizione (tonaliti, granodioriti, monzograniti, leucograniti), che sono venuti a contatto o si sono intrusi nelle più antiche metamorfiti, sia sotto forma di ammassi sia sotto forma di filoni e dicchi.

Al km 41+200 il tracciato incontra la dislocazione tettonica che mette in contatto i depositi di flusso piroclastico a bassa permeabilità dell'Unità di Nuraghe Zavos e dell'Unità di Mandra Puzzones a Nord della faglia, con le tonaliti e granodioriti tonalitiche a permeabilità medio-bassa dell'Unità Intrusiva di Ottana.

Il tracciato segue la faglia fino al km 45+300 percorrendo le tonaliti e granodioriti a permeabilità medio-bassa dove incontra un complesso di faglie che dislocano la faglia principale della valle congiungente Ottana a Nuoro. Da questo punto il tracciato percorre un tratto di 900m sulle arenarie e conglomerati eterometrici a permeabilità medio bassa delle Arenarie di Riu Bicole per poi proseguire nuovamente sulla sequenza alternata a permeabilità bassa dell'Unità di Nuraghe Zavos e dell'Unità di Mandra Puzzones) fino al Km 47+900. In corrispondenza del fondovalle attraversato dalla Strada Statale n 131 alcuni piezometri a circa 300m dal tracciato segnalano una piezometrica di pochi metri dal piano campagna

A questo punto il gasdotto reincontra il complesso granotoide del Goceano-Bittese paleozoico a permeabilità medio bassa fino al km 51+350 del Punto di Consegna DSO Nuoro TR04-PL10.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 117 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 7 RIFERIMENTI

ARPAS (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Sardegna), 2016, Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna. Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo Ottobre 2014 - Settembre 2015

Carmignani L., G. Oggiano, S. Barca, P. Conti, I. Salvadori, A. Eltrudis, A. Funedda, S. Pasci, 2001, Geologia della Sardegna: Note Illustrative della Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000, Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. 60. Servizio Geologico d'Italia, Roma, 283 pp

Comune di Aidomaggiore, 1995, Piano Urbanistico Comunale, Relazione sui criteri informativi del Piano, integrata in base alle richieste del Comitato Regionale di Controllo nella seduta del 20 novembre 1998

Comune di Nuoro, 2008, Piano Urbanistico Comunale, Relazione Geologica, Elaborato 46 del 17.01.2008

Comune di Oristano, 2015, Piano Urbanistico Comunale 2009 Oristano– Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica – art. 8 c.2 delle Norme di Attuazione del PAI esteso a tutto il territorio comunale – Tavola 1R Relazione Geologica Geomorfologica, Dicembre

Comune di Porto Torres, 2014, Piano Urbanistico Comunale – Sistema Ambientale. Studio di Compatibilità Idraulica e Geologico e Geotecnica. Relazione Studio di Compatibilità Idraulica. Rel. Amb. D.1., 15.11.2014

Comune di Siligo, 2004, P.U.C. Piano Urbanistico Comunale, Relazione Illustrativa delle Carte Tematiche

Comune di Solarussa, 2016, Piano Urbanistico Comunale, in adeguamento al PPR, Assetto Ambientale, Relazione Geologica, PUC adottato con Deliberazioni C.C. N.10 del 07.09.2015 e N.7 del 24.02.2016

Funedda A., G. Oggiano, V. Pascucci, 2003, I depositi Miocenici della Sardegna Settentrionale: Il Bacino del Logudoro, Atti del convegno GeoSed 2003, 381-414

Ghiglieri G., G. Oggiano, M. D. Fidelibus, T. Alemayehu, G. Barbieri, A. Vernier, 2009, Hydrogeology of the Nurra Region, Sardinia (Italy): Basement-Cover Influences on Groundwater Occurrence and Hydrogeochemistry, Hydrogeology Journal, 17, 447-466

Ghiglieri G., A. Carletti, S. Da Pelo, F. Cocco, A. Funedda, A. Loi, F. Manta, D. Pittalis, 2016, Three-dimensional hydrogeological reconstruction based on geological depositional model: A case study from the coastal plain of Arborea (Sardinia, Italy), Engineering Geology, 207, 103–114

ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), 2013, Annuario dei Dati Ambientali. Tematiche in Primo Piano 2013. Capitolo 8: Pericolosità ambientale

Pala A., Cossu M., 1994, Idrogeologia di un Settore del Campidano di Oristano. Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università di Cagliari, Vol. 64 Fasc. 1

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2006, Piano di Tutela delle Acque (PTA). Piano Stralcio di Settore del Piano di Piano di Bacino. Linee Generali – Relazione di Sintesi e Cartografia correlata

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0041</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO NORD</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONE IDROGEOLOGICA</b>	Pag. 118 di 118	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2008, Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000 (ROMA40)

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2009a, POR Sardegna 2000-2006 –Asse I – Misura 1.7 – Azione C “Rete di Monitoraggio Qualitativa e Quantitativa delle Acque Sotterranee al Fine della Definizione dello Stato Ambientale dei Corpi Idrici Significativi ai Sensi del D.Lgs 152/06” - I Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Sardegna: loro Qualità ambientale e Rischio di Non Raggiungimento degli Obiettivi di cui al D.Lgs. 152/06 (Fase 3). Allegato 2 C.A.P. Vulcaniti Plio-Pleistoceniche - Titolo 19 C.A.P. Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale (CAP 19), 26 Ottobre 2009, Rev.1

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2009b, POR Sardegna 2000-2006 –Asse I – Misura 1.7 – Azione C “Rete di Monitoraggio Qualitativa e Quantitativa delle Acque Sotterranee al Fine della Definizione dello Stato Ambientale dei Corpi Idrici Significativi ai Sensi del D.Lgs 152/06” - I Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Sardegna: loro Qualità ambientale e Rischio di Non Raggiungimento degli Obiettivi di cui al D.Lgs. 152/06 (Fase 3). Allegato 1 C.A.P. Detritico-Alluvionali Plio-Quaternari - Titolo 17 C.A.P. Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano (CAP 17), 26 Ottobre 2009, Rev.3

Regione Autonoma Sardegna (RAS), 2013, Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei della Sardegna - Sintesi dei Risultati 2011

Regione Autonoma Sardegna (RAS), 2014, Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna – Progetto di Aggiornamento del Piano di Gestione- Allegato – Caratterizzazione, Obiettivi e Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei – Direttiva 2000/60/CE – D.Lgs 152/2006. Appendice A – Sintesi del monitoraggio 2011/2013 - Schede per corpo idrico

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2015a, Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni. Censimento piani di protezione civile locali

Regione Autonoma Sardegna (RAS), 2015b, Gli edifici Vulcanici Cenozoici della Sardegna – Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e della Qualità del Paesaggio – Strumenti n. 4

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2016, Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna 2° Ciclo di pianificazione 2016 - 2021 Allegato No.2 - sez. No. 3 Caratterizzazione, Obiettivi e Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei

Regione Autonoma della Sardegna - Autorità di Bacino (RAS - ADB), 2006, Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Relazione Generale, Interventi sulla Rete Idrografica e sui Versanti Legge 183/89 e Legge 267/98, Norme di Attuazione e Cartografia

Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web: <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota2/index.asp>

Società Geologica Italiana – Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (SGI – ISPRA), 2012, La Geologia della Sardegna, 84° Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana, Sassari 15-17 Settembre 2008, Geological Field Trips, Vol 4 (2.2).