

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 1 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

METANIZZAZIONE SARDEGNA

MET. CAGLIARI – PALMAS ARBOREA DN 650 (26"), DP 75 bar
MET. VALLERMOSA – SULCIS DN 400 (16"), DP 75 bar
MET. COLL. TERMINALE DI ORISTANO DN 650 (26"), DP 75 bar
e
DERIVAZIONI DN 250 (10") / DN 150 (6")

RELAZIONE SISMICA

Il Committente



SNAM RETE GAS

Progetto Centro Nord
 Il Project Manager
 (Ing. Enzo Scratini)

Il Progettista



Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data
0	Emissione	G.AMORE	M.IAFRATE	V. FORLIVESI G.GIOVANNINI	12/06/2017

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 2 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	CLASSIFICAZIONE SISMICA NAZIONALE	8
2.1	STATI LIMITE E PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	10
2.2	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	11
2.3	CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONALE E ZONAZIONE SISMICA	14
2.4	SISMICITÀ STORICA	17
2.5	PERICOLOSITÀ SISMICA LUNGO I TRACCIATI	19
2.5.1	Categorie di sottosuolo.....	19
2.5.2	Vita Nominale - VN.....	20
2.5.3	Classe d'uso – CU.....	20
2.5.4	Periodo di riferimento per l'azione sismica – VR.....	21
2.5.5	Azione sismica.....	21
2.5.6	Condizioni topografiche.....	22
2.5.7	Amplificazione topografica	23
2.5.8	Parametri sismici	23
2.6	ELABORAZIONE SISMICA SOTTOSUOLO DI TIPO B.....	24
2.6.1	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali	24
2.6.2	Spettro di progetto	26
2.7	ELABORAZIONE SISMICA SOTTOSUOLO DI TIPO C.....	28
2.7.1	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali	29
2.7.2	Spettro di progetto	30
3	CONCLUSIONI	33

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 3 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

1 INTRODUZIONE

Il progetto denominato "Metanizzazione Sardegna " prevede, come intervento principale, la posa di tre condotte, due di diametro DN 650 (26") denominate rispettivamente "Met. Cagliari – Palmas Arborea DN 650 (26") DP 75 bar" e "Met. Coll. Terminale di Oristano DN 650 (26"), DP 75 bar", la terza di diametro inferiore, denominata "Met. Vallermosa – Sulcis DN 400 (16"), DP 75 bar"

L'opera, nel suo complesso, ricade nel territorio della regione Sardegna, interessando tre province, Città Metropolitana di Cagliari, Sud Sardegna ed Oristano e si articola in una serie di interventi che riguardano la posa delle condotte principali e di diverse linee secondarie (o derivate) funzionalmente connesse alla realizzazione delle nuove strutture di trasporto, che assicureranno il collegamento tra le condotte principali e le diverse utenze esistenti lungo il tracciato delle stesse.

In sintesi, il progetto prevede la messa in opera di:

- tre condotte principali DN 650 (26") / DN 400 (16") per una lunghezza complessiva pari a 150,570 km così ripartita:
 - Met. Cagliari – Palmas Arborea DN 650 (26"), DP 75 bar di km 94,100;
 - Met. Vallermosa – Sulcis DN 400 (16"), DP 75 bar di km 42,950;
 - Met. Coll. Terminale di Oristano DN 650 (26"), DP 75 bar di km 13,520;
- otto linee secondarie di vario diametro (DN 250 (10") / DN 150 (6")) per una lunghezza complessiva pari a 80,060 km.

Più in dettaglio si prevede la messa in opera di sette linee secondarie derivate dal metanodotto "Cagliari – Palmas Arborea DN 650 (26"), DP 75 bar" e una linea secondaria derivata dal metanodotto "Collegamento Terminale di Oristano DN 650 (26"), DP 75" (vedi Figure 1 ÷ 3).

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 4 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Il metanodotto si sviluppa interamente nel settore sud-occidentale del territorio della Sardegna per una lunghezza totale di circa 230,5 Km.

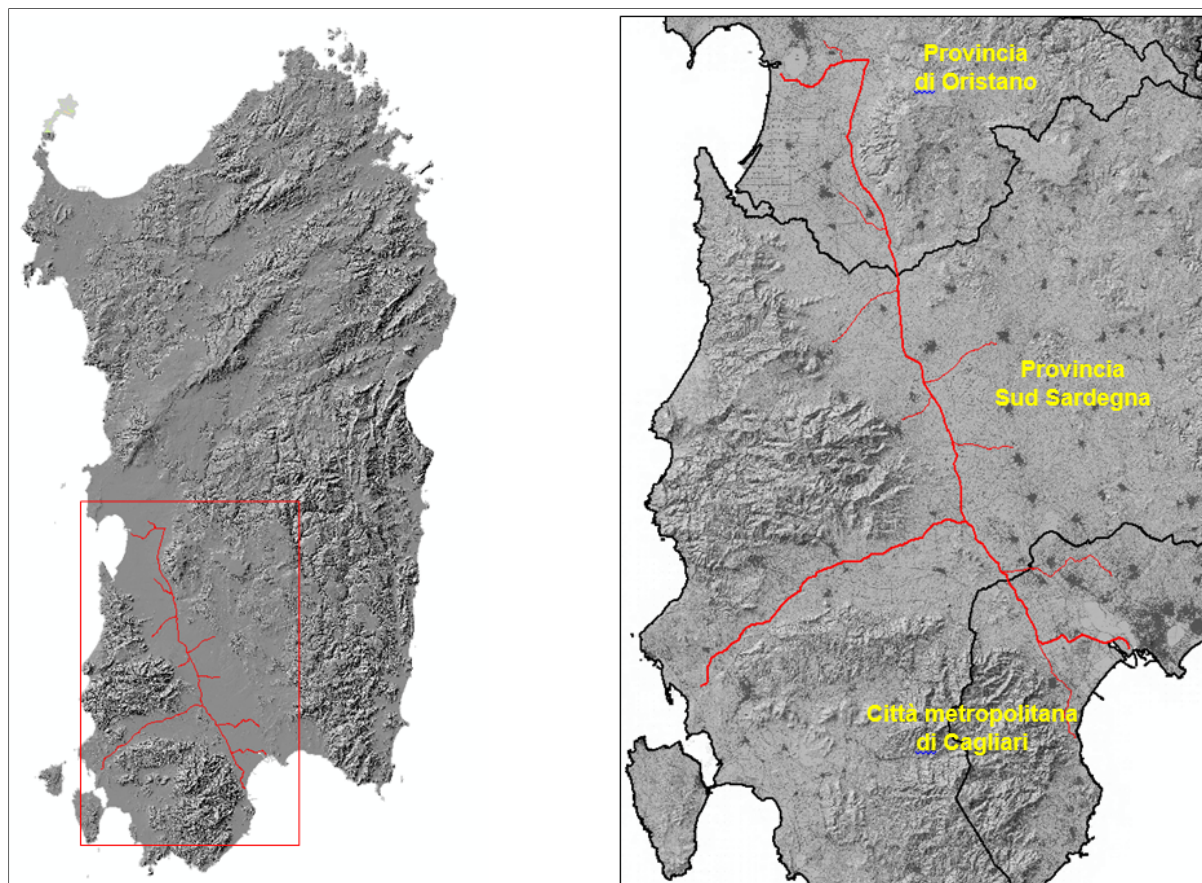


Figura 1 Inquadramento geografico dell'intervento su base DEM 10 m (fonte RAS). In rosso il tracciato del metanodotto e delle derivazioni. In nero i limiti delle nuove provincie.

La linea principale denominata "Cagliari - Palmas Arborea DN 650 (26")" - con le interconnesse derivazioni per il trasporto del gas nei principali centri urbani interessati - si sviluppa in direzione circa SSE-NNO attraversando la piana del Campidano e i territori ricadenti nelle provincie dell'Area Metropolitana di Cagliari, del Sud Sardegna e di Oristano.

Le due altre due linee principali, denominate "Vallermosa – Sulcis DN 400 (16")" e "Collegamento Terminale di Oristano DN 500 (20")", con andamento circa ortogonale rispetto alla linea principale, interessano rispettivamente le provincie del Sud Sardegna la prima, e di Oristano la seconda.

Il settore territoriale interessato dalle opere in progetto ricade nei fogli IGM in scala 1:25.000 editi dall'istituto Geografico Militare Italiano riportati nella figura seguente.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") - DP 75 bar	Pag. 5 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

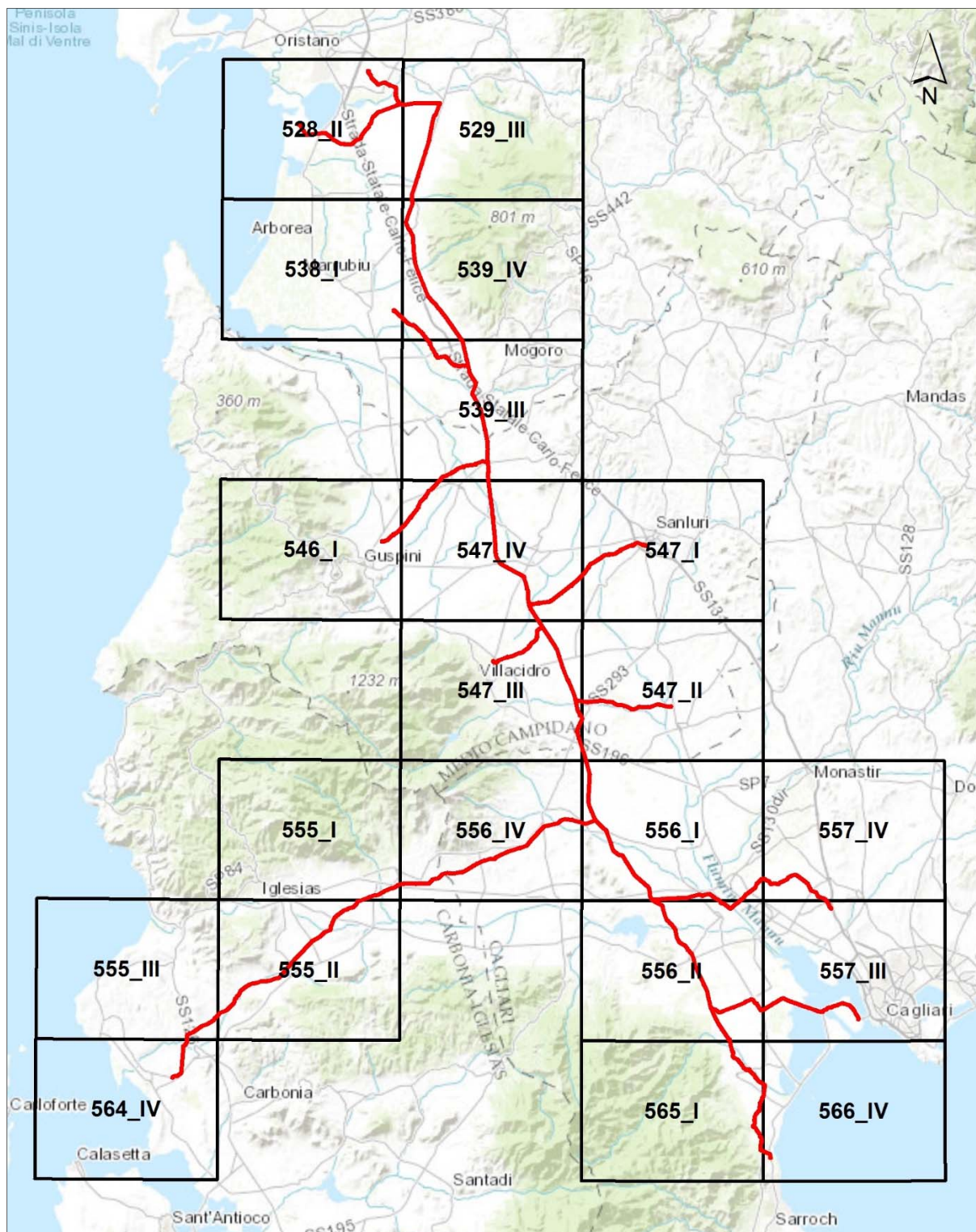


Figura 2 Inquadramento dei fogli IGM al 25.000 interessati dal tracciato.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6")– DP 75 bar	Pag. 6 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

IL METANODOTTO CAGLIARI – PALMAS ARBOREA snodandosi per una lunghezza complessiva di 94,100 km interessa i territori comunali di:

- Cagliari, Assemini e Uta (all'interno dei limiti amministrativi della Provincia dell'Area Metropolitana di Cagliari);
- Villaspeciosa, Decimoputzu, Vallermosa, Villasor, Serramanna, Villacidro, San Gavino Monreale, Sardara, Pabillonis, Mogoro, Uras e Marrubiu (territorio della Provincia Sud Sardegna);
- Santa Giusta, Palmas Arborea, (territorio della Provincia di Oristano);

IL METANODOTTO VALLERMOSA-SULCIS snodandosi per una lunghezza complessiva di 42,950 km interessa i territori comunali di:

- Vallermosa, Siliqua, Musei, Domusnovas, Villasamargia, Iglesias, Carbonia (territorio della Provincia Sud Sardegna)

Il Metanodotto COLLEGAMENTO TERMINALE DI ORISTANO snodandosi per una lunghezza complessiva di 13,520 km interessa i territori comunali di:

- Santa Giusta e Palmas Arborea (territorio della Provincia di Oristano).

Nella pagina seguente in Figura 3 si riporta l'inquadramento territoriale del tracciato mostrante i territori amministrativi interessati dall'opera in progetto.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 7 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

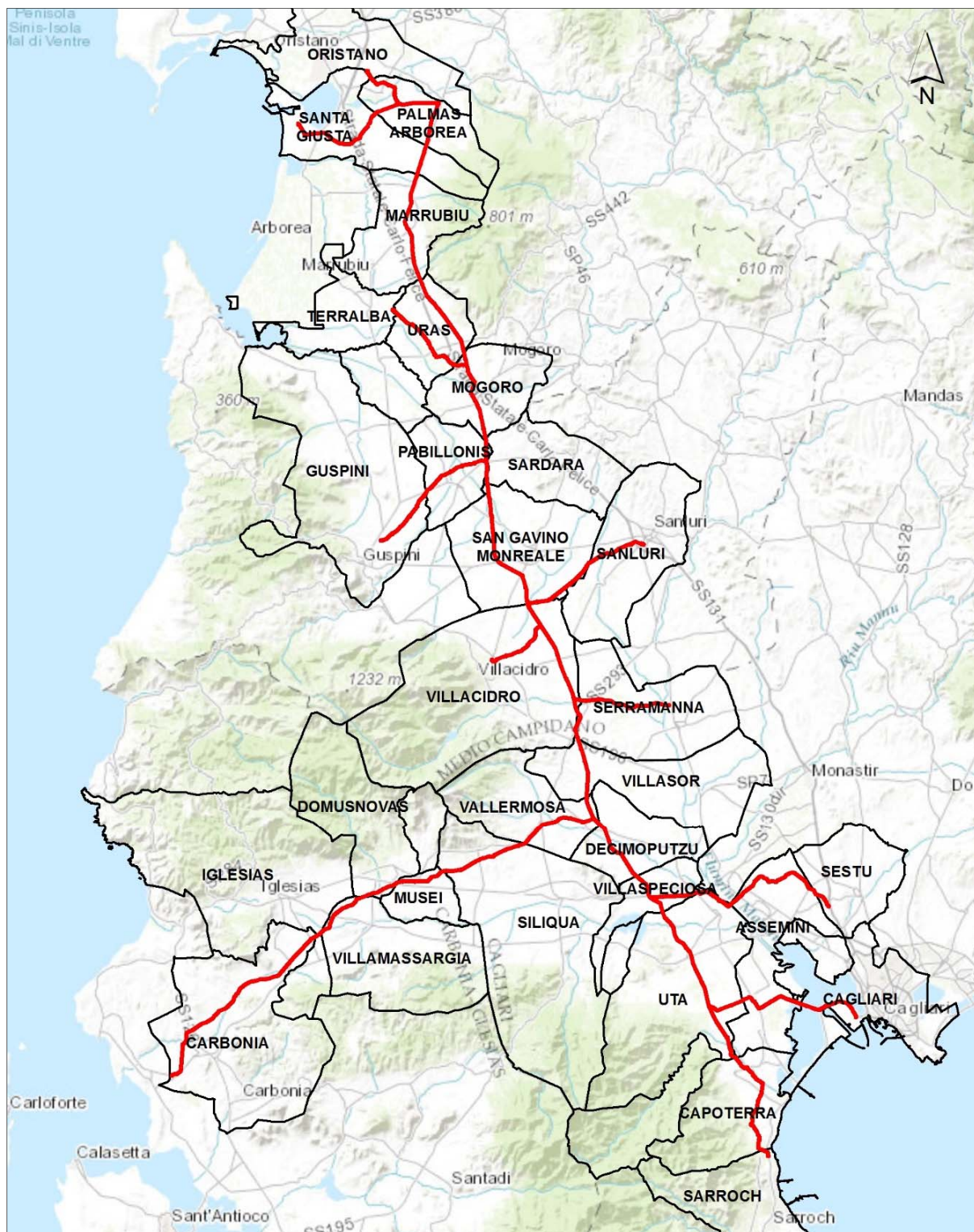


Figura 3 Inquadramento dei territori amministrativi comunali interessati dal tracciato del metanodotto in progetto.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6")– DP 75 bar	Pag. 8 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

2 CLASSIFICAZIONE SISMICA NAZIONALE

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona intesa come territorio comunale, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.). La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

La parte relativa alla determinazione delle azioni sismiche (allegati A e B del D.M. 81/08) rappresenta una delle principali novità del nuovo testo normativo: definitivamente abbandonato il concetto di "Zone Sismiche", il documento introduce un nuovo metodo di calcolo che considera la maglia elementare di riferimento come più preciso parametro per la classificazione sismica del territorio.

Il territorio nazionale ora viene catalogato con ben 10751 punti disseminati in modo omogeneo sul territorio nazionale. La maglia tipica è grosso modo quadrata con lato di 5,5 km circa, quindi si è in grado di determinare, dato un certo punto geografico, quale terremoto ha una certa probabilità di verificarsi.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la tabella A1 delle NTC, è costituita da mappe di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato. Le Norme Tecniche utilizzano gli stessi nodi su cui sono state condotte le stime di pericolosità sismica da parte di INGV.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> o dai vari software che consentono il calcolo dei parametri sismici e relativi spettri di risposta.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle forme spettrali di sito. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 9 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Questi tre parametri sono definiti sempre in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento suddetto, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Ai fini della valutazione delle azioni sismiche di progetto, noti i parametri di progetto, deve essere però valutata anche l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie (risposta sismica locale).

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate, dunque, in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU.

$$VR = VN \times CU$$

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella sottostante Tabella 1 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 1 Vita nominale dell'opera.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale VN (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante Tabella 2.

Tabella 2 Coefficiente d'uso.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE CU	0,7	1,0	1,5	2,0

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") - DP 75 bar	Pag. 10 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e ad impianti di produzione di energia elettrica.

2.1 Stati limite e probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 11 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_r , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Tabella 3

Tabella 3 Stati limite.

Stati Limite		P_{V_s} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento Tabella 4.

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente VS30 di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test), N_{SPT30} (definito successivamente) nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente CU_{30} (definita successivamente) nei terreni prevalentemente a grana fina.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

In riferimento alle condizioni topografiche si può affermare che per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione riportata in Tabella 5.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 12 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Tabella 4 *Categorie di sottosuolo.*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 5 *Configurazioni superficiali.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le sopraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

La verifica dei parametri sismici di riferimento tiene conto dei coefficienti di amplificazione stratigrafica SS e amplificazione topografica ST secondo quanto riportato nelle seguenti Tabella 6 e Tabella 7.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 13 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Tabella 6 *Coefficienti di amplificazione stratigrafica.*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 7 *Coefficienti di amplificazione topografica.*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6")– DP 75 bar	Pag. 14 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

2.3 Classificazione sismica regionale e zonazione sismica

Le opere in progetto interessano le province dell'Area Metropolitana di Cagliari, Sud Sardegna e Oristano ed i territori comunali attraversati sono: Cagliari, Assemmini, Uta, Villaspeciosa, Decimoputzu, Vallermosa, Siliqua, Musei, Domusnovas, Villamassargia, Iglesias, Carbonia, Villasor, Serramanna, Villacidro, San Gavino Monreale, Pabillonis, Sardara, Mogoro, Uras, Marrubiu, Santa Giusta e Palmas Arborea.

Tutti i Comuni interessati, in base alla normativa antecedente alle N.T.C. 2008, ossia l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la DGR 153 del 02/03/2004 ricadono in **zona sismica 4**, pericolosità sismica **molto bassa**.

Tabella 8 *Classificazione sismica dei comuni interessati.*

Codice ISTAT 2001	Comune	Categoria secondo il decreto MLP (1984)	Categoria secondo la proposta del GDL (1998)	Zona ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 e ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n. 15/31 del 30.3.2004(2003)
20092009	Cagliari	N.C.	N.C.	4
20092003	Assemmini	N.C.	N.C.	4
20092090	Uta	N.C.	N.C.	4
20092102	Villaspeciosa	N.C.	N.C.	4
20092016	Decimoputzu	N.C.	N.C.	4
20092091	Vallermosa	N.C.	N.C.	4
20092078	Siliqua	N.C.	N.C.	4
20092040	Musei	N.C.	N.C.	4
20092019	Domusnovas	N.C.	N.C.	4
2092094	Villamassargia	N.C.	N.C.	4
20092033	Iglesias	N.C.	N.C.	4
20092012	Carbonia	N.C.	N.C.	4
20092101	Villasor	N.C.	N.C.	4
20092072	Serramanna	N.C.	N.C.	4
20092092	Villacidro	N.C.	N.C.	4
20092055	San Gavino Monreale	N.C.	N.C.	4
20092045	Pabillonis	N.C.	N.C.	4
20092065	Sardara	N.C.	N.C.	4
20095029	Mogoro	N.C.	N.C.	4
20095069	Uras	N.C.	N.C.	4
20095025	Marrubiu	N.C.	N.C.	4
20095047	Santa Giusta	N.C.	N.C.	4
20095039	Palmas Arborea	N.C.	N.C.	4
20092011	Capoterra	N.C.	N.C.	4
20092066	Sarroch	N.C.	N.C.	4
20092003	Assemmini	N.C.	N.C.	4
20092074	Sestu	N.C.	N.C.	4
20111077	Serramanna	N.C.	N.C.	4
20111067	Sanluri	N.C.	N.C.	4
20111034	Guspini	N.C.	N.C.	4
20095065	Terralba	N.C.	N.C.	4
20095038	Oristano	N.C.	N.C.	4

Al largo delle coste della Sardegna, non sono presenti aree o strutture sismogenetiche, ad eccezione della struttura presente a sud dell'isola dovuta al movimento di subduzione della placca Africana.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 15 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Tali affermazioni trovano conferma dalla consultazione dello strumento cartografico DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) Figura 4.

La non pericolosità sismica dall'area in studio è confermata anche dal fatto che essa non ricada all'interno di nessuna zona sismogenetica ZS9 (zonizzazione sismogenetica del territorio italiano, che prevede una suddivisione in 36 zone i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico – strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità).

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazioni stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica. Infatti, in seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20/03/2003, n. 3274, dopo l'elaborazione della ZS9, è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica".

La pericolosità viene definita come la probabilità di eccedenza di un parametro descrittivo del moto del terreno in un determinato intervallo di tempo. Tale parametro è espresso generalmente in termini di accelerazione al bedrock mediante metodi probabilistici che consentono di associare una probabilità, e quindi una incertezza, a un fenomeno tipicamente aleatorio quale il terremoto.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 16 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

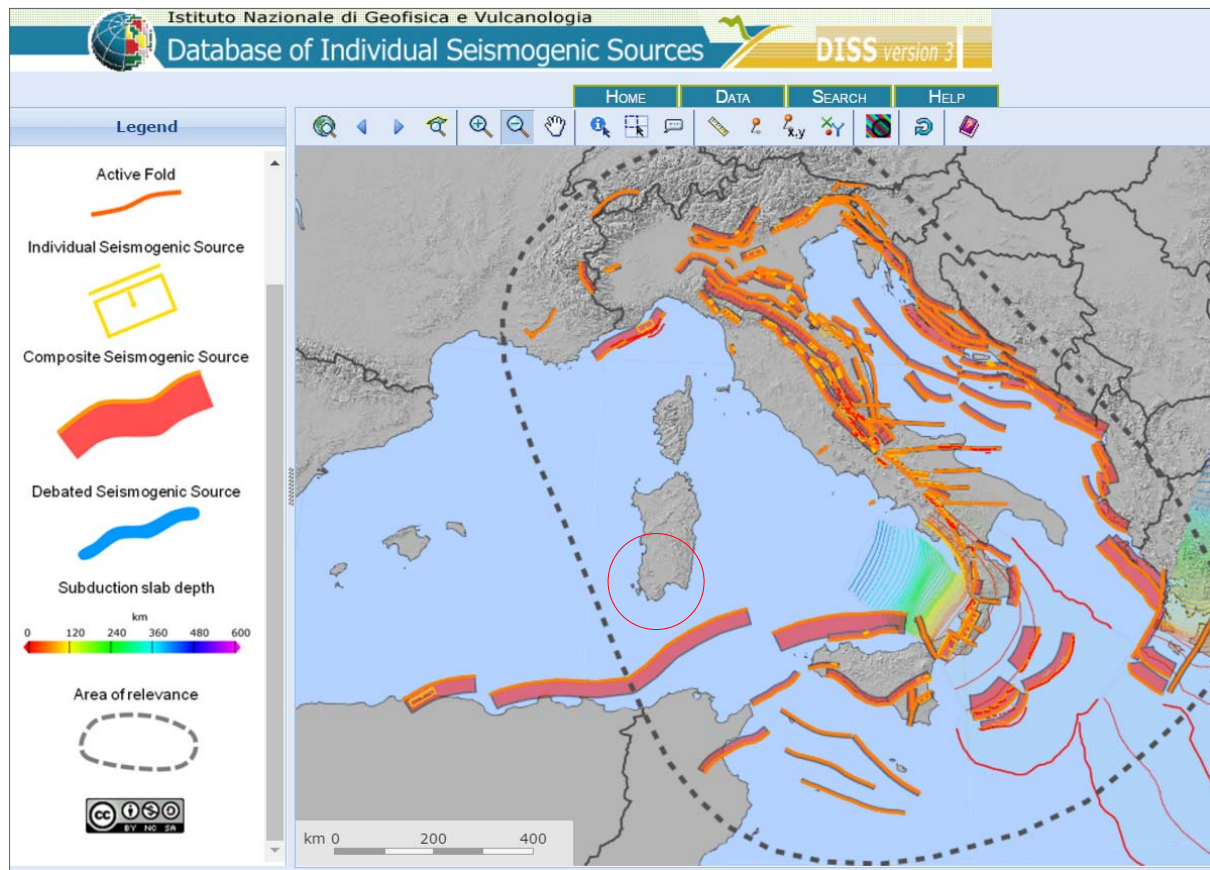


Figura 4 Stralcio del DISS, il cerchio di colore rosso indica la zona in studio.

In base a questo approccio, e secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche del 2008 l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate.

Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia sismica riportata nel catalogo sismico nazionale e che viene espresso in termini probabilistici. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 50 anni.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6")– DP 75 bar	Pag. 17 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

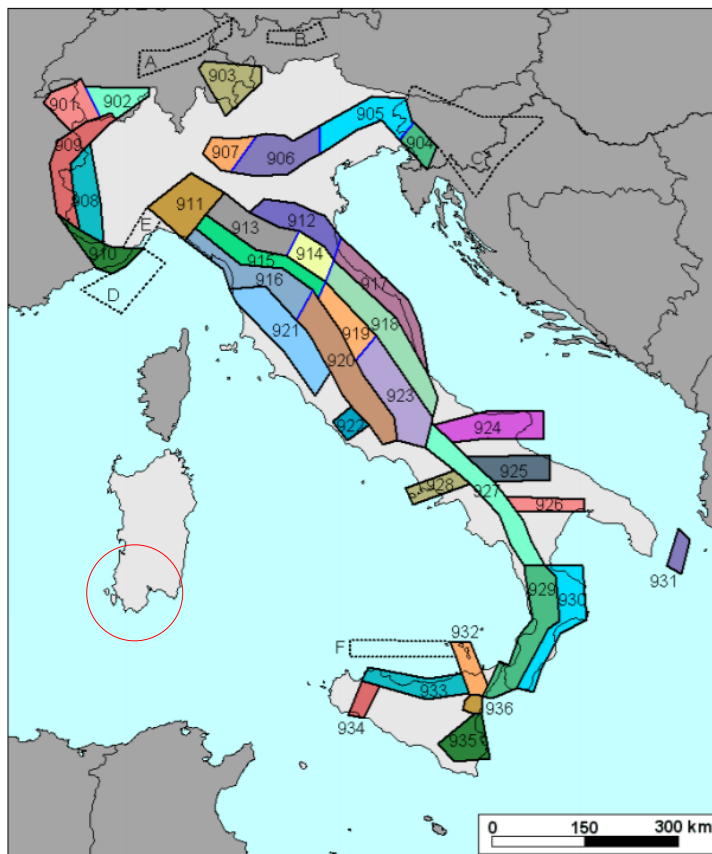


Figura 5 Zonizzazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano, il cerchio di colore rosso indica la zona in studio.

2.4 Sismicità storica

La sismicità storica dell'area in esame è stata analizzata consultando i seguenti cataloghi:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15) redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2004 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV);
- Data Base Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, INGV).

Il catalogo CPTI 15 copre all'incirca la stessa area di CPTI11, vale a dire l'intero territorio italiano con porzioni delle aree e dei mari confinanti, e contiene 4584 terremoti nella finestra temporale 1000-2014. Il catalogo, quindi, considera e armonizza il più possibile dati di base di diverso tipo e provenienza. La magnitudo utilizzata è la magnitudo momento (Mw) e in tutti i casi è riportata la relativa incertezza.

Per la compilazione del CPTI15 sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato, di seguito si riporta lo stralcio dei principali terremoti storici localizzati in Sardegna secondo il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Figura 6).

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6")– DP 75 bar	Pag. 18 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

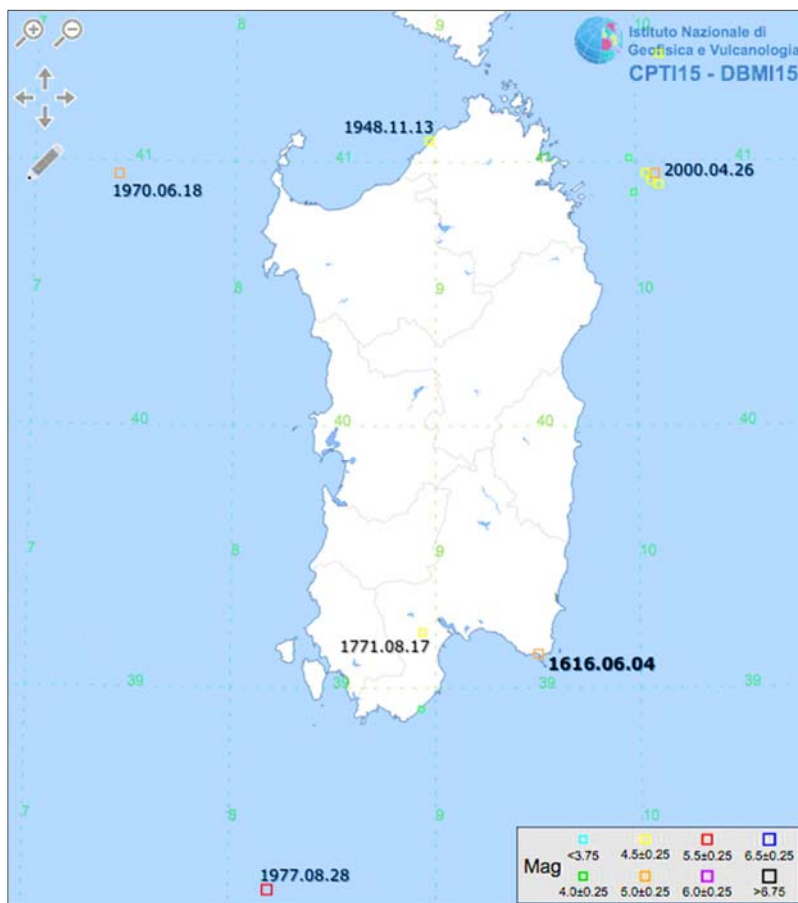


Figura 6: Stralcio del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (INGV).

Negli ultimi decenni non sono stati pochi i terremoti di energia non esattamente trascurabile localizzati in Sardegna oppure a poche decine di chilometri dalle sue coste con epicentro in mare. Il 18 giugno 1970, ad esempio, un terremoto di magnitudo Mw 4.8 localizzato nel Mare di Sardegna, alcune decine di chilometri a nord-ovest di Porto Torres, viene avvertito distintamente anche lungo le coste Liguri e in Costa Azzurra. Sette anni più tardi, il 28 agosto 1977, è la volta di un terremoto di magnitudo Mw 5.4 localizzato in mare, un centinaio di km a sud-ovest di Carloforte. Anche se la distanza è considerevole, la scossa viene avvertita in modo molto sensibile in tutta la Sardegna meridionale e provoca panico a Cagliari. Più di recente, il 26 aprile 2000, due forti scosse (la maggiore di magnitudo Mw 4.8) localizzate nel Tirreno centrale, poche decine di km a est di Olbia sono avvertite in gran parte dell'isola suscitando spavento lungo la costa nord orientale, in particolare a Olbia e Posada.

Sono noti anche che, tra i terremoti storicamente più antichi, quello del 4 giugno 1616 determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius. Altri terremoti degni di nota (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado della scala Mercalli) e al 1960 (V grado della scala Mercalli, con epicentro i dintorni di

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 19 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Tempio Pausania). Allora, i terremoti venivano registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica, e gli effetti venivano misurati soltanto con la scala Mercalli in quanto non esistevano strumentazioni per poter misurare la magnitudo.

2.5 Pericolosità sismica lungo i tracciati

I tracciati del metanodotto in oggetto attraversano, per tutto il loro percorso aree caratterizzate da morfologia pianeggiante, talvolta con leggere ondulazioni con assenza di pendenze significativa.

Le caratteristiche geologiche variano a seconda che il tracciato si trovi nella piana del Campidano piuttosto che nella valle del Cixerri o nel settore sulcitano in s.s.

Nella valle del Campidano la condotta in progetto attraversa aree caratterizzate da litologie costituite prevalentemente dai materiali granulari delle conoidi alluvionali del Pleistocene ed Olocene e dai depositi alluvionali attuali e sub attuali. Solo in prossimità del porto canale a Cagliari il tracciato interseca depositi antropici costituiti dalle saline e vasche di salificazione ed aree costituite da materiali di riporto eterogenei ed aree bonificate.

I depositi palustri, vengono intercettati nell'area di Santa Giusta solo marginalmente e in ogni caso sovrapposti a terreni granulari alluvionali o marino litorali.

Nella valle del Cixerri oltre ai depositi quaternari sopra descritti si incontrano depositi piroclastici oligo miocenici, la successione sedimentaria paleogenica rappresentata da alternanze irregolari di arenarie e conglomerati, argille carboniose e calcari ± marnosi nonché il basamento metamorfico costituito dalla successione vulcano sedimentaria autoctona dell'Ordoviciano superiore.

Con riferimento al contesto litostratigrafico e tettonico del corridoio interessato dai tracciati è possibile utilizzare, per la definizione della pericolosità sismica, l'approccio semplificato, in quanto non sono stati individuati tratti in cui si possono verificare amplificazioni sismiche significative dovute a zone di faglie attive, liquefazione o instabilità dei versanti.

2.5.1 Categorie di sottosuolo

Per lo studio della pericolosità sismica di base, è necessario valutare di quanto variano i valori dell'accelerazione massima su suolo rigido di riferimento, attraverso la propagazione dalla zona d'origine (sorgente sismica) alla superficie. La norma consente la stima della risposta sismica locale mediante la valutazione delle caratteristiche dei terreni sciolti disposti a ricoprimento della formazione rigida (effetti "locale").

Sulla base della natura litologica, dei rilievi in superficie e da ricerca bibliografica dei terreni affioranti lungo il tracciato del metanodotto in progetto, sono state attribuite le principali categorie (di massima) di sottosuolo secondo le NTC 2008, riassunte nella Tabella 9.

Con riferimento alla carta geologica disponibile e alle osservazioni eseguite in campo la maggior parte del tracciato interessa depositi alluvionali e depositi pleistocenici dell'area continentale ricoperte da una sottile coltre pedogenetica. Tali litotipi possono essere associati a suolo di **categoria C** in base al grado di addensamento.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 20 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

In considerazione che allo stato attuale non sono disponibili misure di Vs lungo il tracciato del metanodotto si è optato in modo cautelativo di attribuire la categoria C.

Tabella 9 Litologia.

LITOTIPI	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO
Apparato vulcanico del Monte Arci	A
Distretto Vulcanico di Siliqua	A
Successione sedimentaria paleogenica della Sardegna sud - Occidentale	B
Successione sedimentaria mesozoica della Sardegna Sud - Occidentale	B
Sedimenti alluvionali	C
Depositi pleistocenici dell'area continentale	C
Depositi di spiaggia antichi	C
Depositi antropici	E
Depositi palustri	E

2.5.2 Vita Nominale - VN

La normativa (NTC 2008) definisce la Vita Nominale VN delle strutture (art. 2.4.1) a cui si associano tre tipi di costruzioni con diverso valore, espresso in anni, della loro durata come definito al variare della classe d'uso.

La struttura in oggetto sarà progettata, come grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica considerando una VN = 100 anni.

2.5.3 Classe d'uso – CU

La normativa definisce in presenza di azione sismica 4 classi di costruzioni in base al loro utilizzo (Classe d'uso – art. 2.4.2) a cui si associa un coefficiente d'uso (Cu).

Nel caso in esame, l'opera in progetto rientra in: Classe d'uso IV → Coefficiente Cu = 2

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 21 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

2.5.4 Periodo di riferimento per l'azione sismica – VR

La normativa NTC 2008 prevede, quindi, la definizione di un periodo di riferimento VR per le azioni sismiche su ciascuna costruzione ottenibile dalla formula:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Dove VN è la vita nominale di un'opera strutturale intesa come il numero di anni nel quale la struttura purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, il periodo di riferimento.

$$V_R = 100 \times 2 = 200$$

2.5.5 Azione sismica

Stati limite e relative probabilità di superamento

La normativa (DM – NTC 2008) nei confronti delle azioni definisce quattro stati limite, al fine di indicare il comportamento, in chiave sismica, che dovrà sopportare la struttura in progetto: Stati limite di esercizio (Stato Limite di Operatività e Stato Limite di Danno) e stati limite ultimi (Stato Limite di salvaguardia della Vita Stato Limite di prevenzione del Collasso).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento P_{VR} ovvero, la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata avente frequenza media annua di ricorrenza come indicato nella tabella seguente = $1/TR$.

Tabella 10 *Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR.*

Stati limite			P_{VR}
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%
	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limi di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Tempo di ritorno

Noti P_{VR} e V_R si ottiene il tempo di ritorno (anni), attraverso la formula:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Poiché è $V_R = 200$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 22 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Stati limite			T_R
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	120
	Stato limite di danno	SLD	201
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	1898
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	2475

Tabella 11 Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR.

2.5.6 Condizioni topografiche

Le categorie topografiche definite dalla NTC 2008 si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica.

Nel caso del progetto in esame si considera la categoria topografica T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Amplificazione stratigrafica

In base alla stratigrafia ricostruita attraverso dati bibliografici e da rilievi diretti in campo i fattori di amplificazione stratigrafica S_s e C_c possono essere ricavati mediante le espressioni fornite nella Tabella seguente, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 12 *Espressioni di S_s e C_c (amplificazione stratigrafica).*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 23 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

2.5.7 Amplificazione topografica

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T , riportati nella tabella seguente.

Tabella 13 *Espressioni di S_s e C_c (amplificazione topografica).*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per l'area di intervento si indica un coefficiente di amplificazione topografico **$S_T = 1,0$** .

2.5.8 Parametri sismici

Al fine di individuare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali delle azioni sismiche di progetto del territorio indagato, è stato utilizzato un programma di calcolo (Geostru Parametri Sismici) i cui risultati, riferiti ad uno stato limite, sono riassunti e riportati di seguito. Il software permette di calcolare i parametri di pericolosità sismica sulla base delle coordinate del punto.

Per la Sardegna, come esplicitato dall'Allegato A alle NTC "Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri" gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di a_g , F_0 T_c uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola".

L'elaborazione è stata prendendo in considerazione terreni caratterizzati da sottosuolo di tipo B, che sottosuolo di tipo C, ovvero i sottosuoli più rappresentativi lungo tutto il tracciato in progetto.

Inoltre sono stati considerati i seguenti parametri comuni alle due elaborazioni eseguite:

- Vita nominale (V_n): 50 [anni]
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso (C_u): 2
- Periodo di riferimento (V_r): 200 [anni]
- Periodo di ritorno (T_r) SLO: 120 [anni]
- Periodo di ritorno (T_r) SLD: 201 [anni]
- Periodo di ritorno (T_r) SLV: 1898 [anni]
- Periodo di ritorno (T_r) SLC: 2475 [anni]
- Tipo di interpolazione: Media ponderata

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 24 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

2.6 Elaborazione sismica sottosuolo di Tipo B

Categoria sottosuolo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica **T1:** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15° .

Nella tabella seguente si riportano i parametri sismici riferiti alla Sardegna per i diversi stati limite.

Tabella 14 Parametri sismici per la Sardegna.

STATO LIMITE	Probabilità Superamento (%)	Tr (anni)	ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	81	120	0.033	2.756	0.310
Danno (SLD)	63	201	0.039	2.820	0.322
Salvaguardia della vita (SLV)	10	1898	0.070	3.058	0.393
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	2475	0.075	3.090	0.401

Tabella 15 Parametri sismici per la Sardegna.

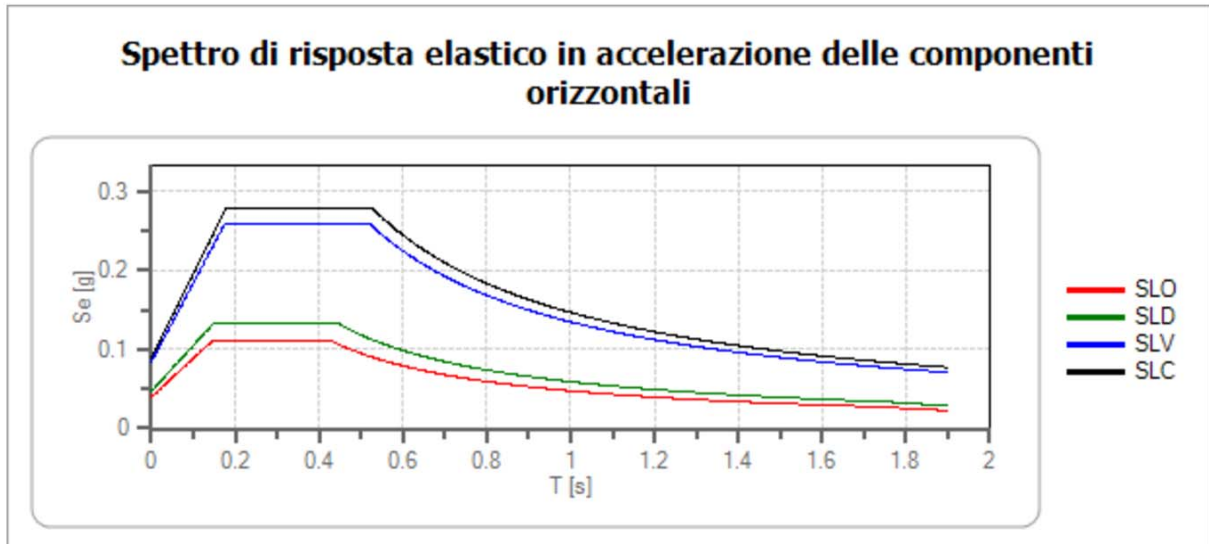
STATO LIMITE	Ss (-)	Cc (-)	St (-)	Kh (-)	Kv (-)	A max (m/s ²)	Beta (-)
Operatività (SLO)	1.200	1.390	1.000	0.008	0.004	0.392	0.200
Danno (SLD)	1.200	1.380	1.000	0.009	0.005	0.462	0.200
Salvaguardia della vita (SLV)	1.200	1.330	1.000	0.017	0.008	0.827	0.200
Prevenzione dal collasso (SLC)	1.200	1.320	1.000	0.018	0.009	0.879	0.200

2.6.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

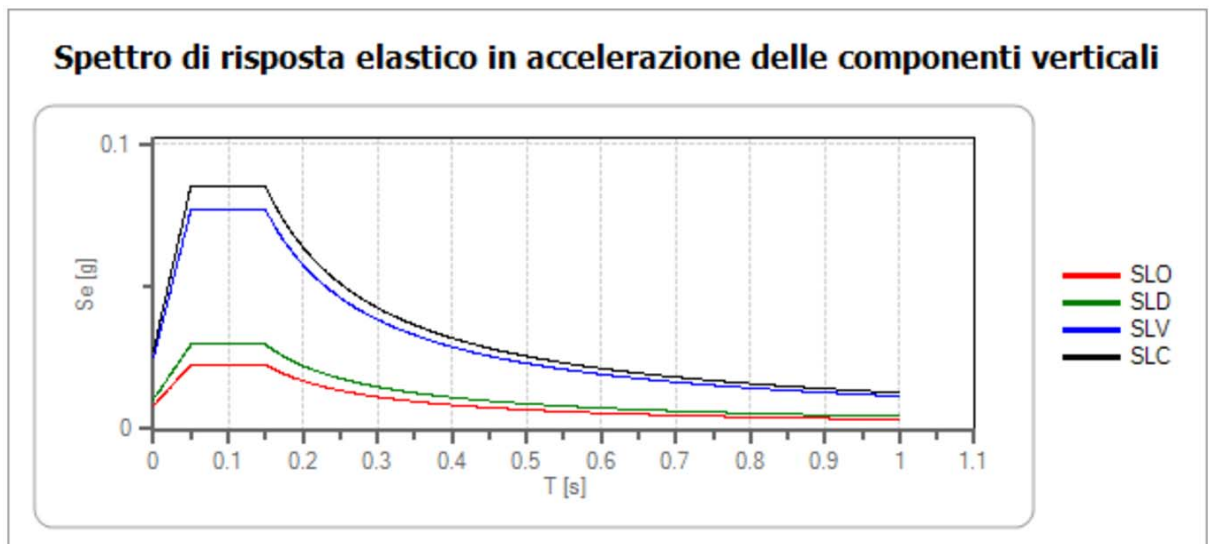
- Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
- Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") - DP 75 bar	Pag. 25 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0.033	2.756	0.310	1.200	1.390	1.000	1.200	1.000	0.144	0.431	1.733
SLD	2	0.039	2.820	0.322	1.200	1.380	1.000	1.200	1.000	0.148	0.444	1.757
SLV	2	0.070	3.058	0.393	1.200	1.330	1.000	1.200	1.000	0.174	0.522	1.881
SLC	2	0.075	3.090	0.401	1.200	1.320	1.000	1.200	1.000	0.176	0.529	1.899



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0.033	2.756	0.310	1.000	1.390	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLD	2	0.039	2.820	0.322	1.000	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLV	2	0.070	3.058	0.393	1.000	1.330	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLC	2	0.075	3.090	0.401	1.000	1.320	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 26 di 33	Rev. 0

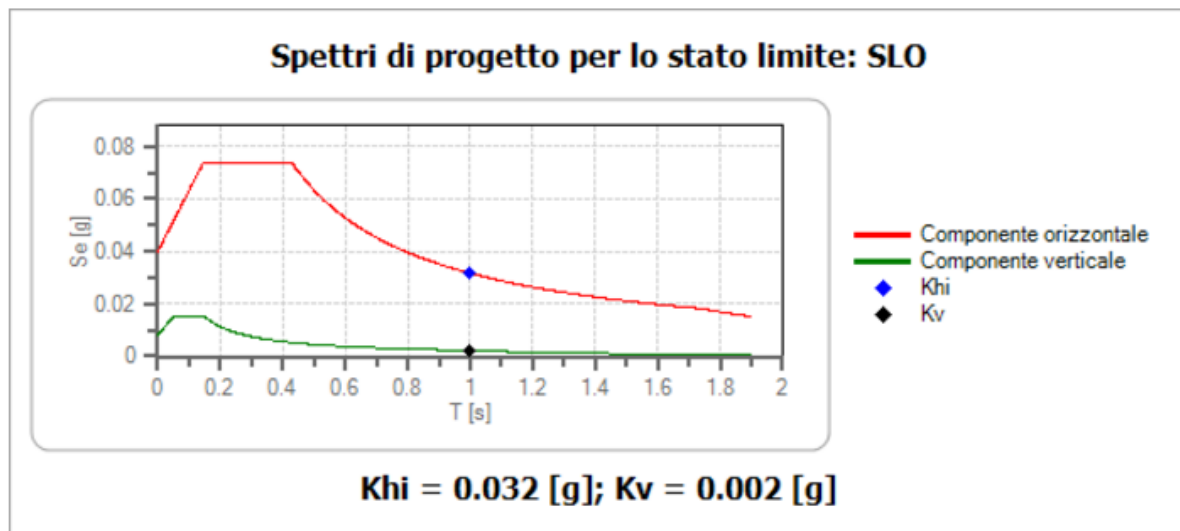
Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

2.6.2 Spettro di progetto

- Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50
- Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50
- Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
K _{hi} = S _{de} (T) orizzontale [g]	0.032	0.039	0.09	0.098
K _v = S _{dve} (T) verticale [g]	0.002	0.003	0.008	0.009

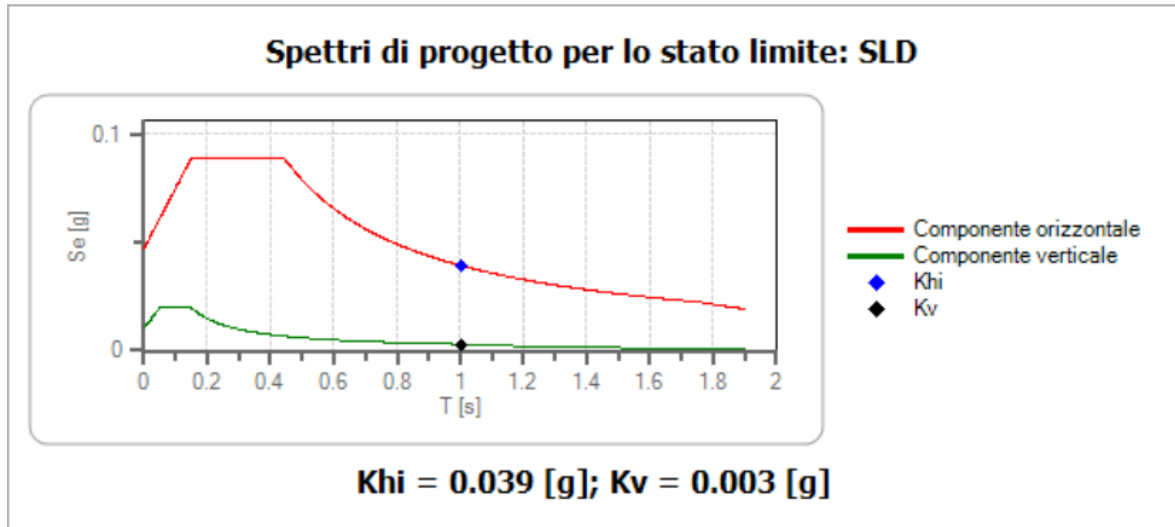
Tabella 16 Parametri relativi allo spettro di progetto.



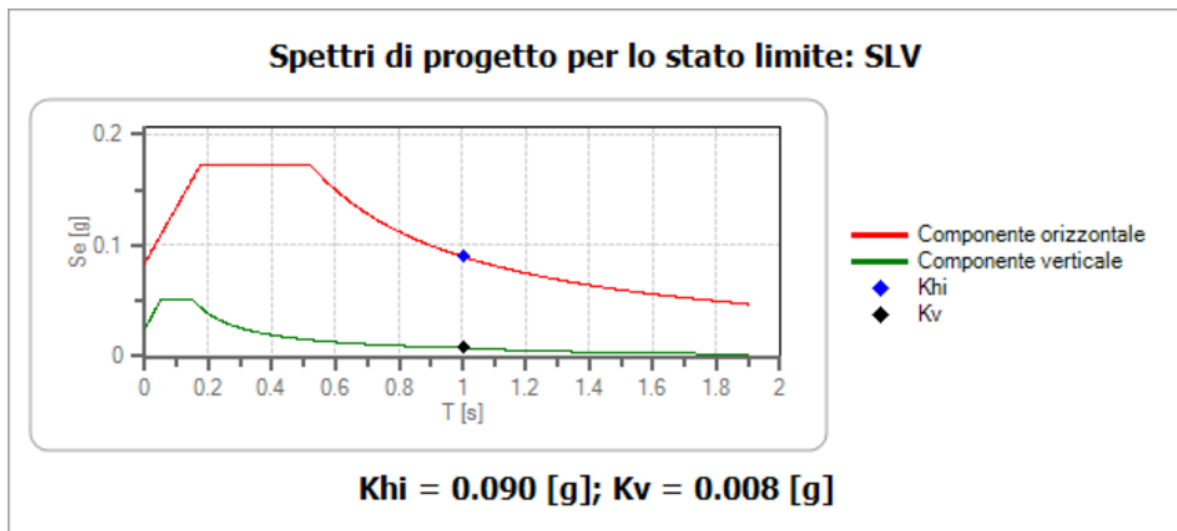
	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	2	0.033	2.756	0.310	1.200	1.390	1.000	1.200	1.500	0.144	0.431	1.733
SLO verticale	2	0.033	2.756	0.310	1.200	1.390	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 27 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022



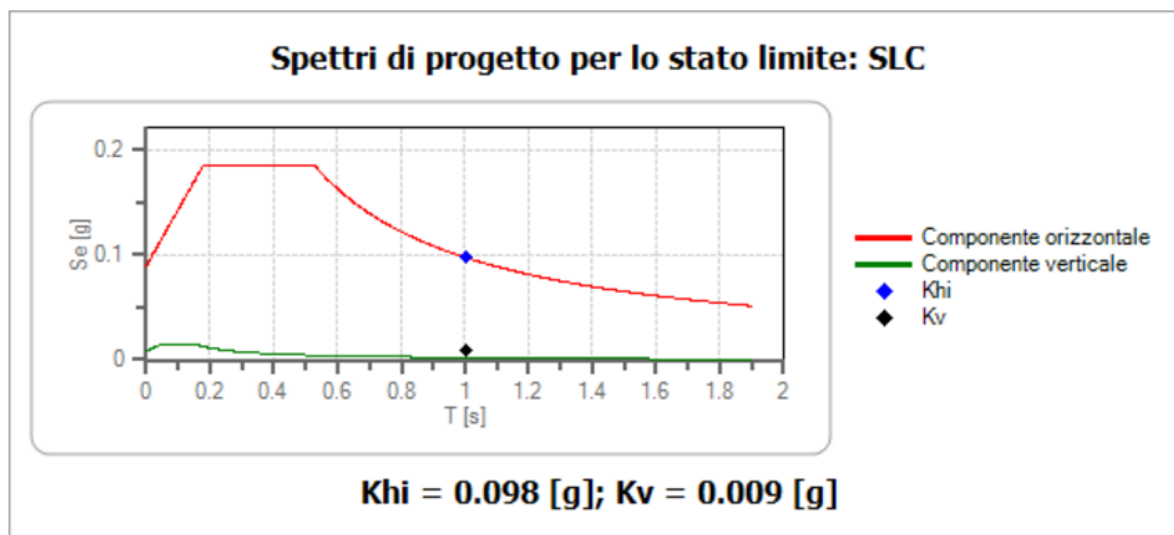
	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD orizzontale	2	0.039	2.820	0.322	1.200	1.380	1.000	1.200	1.500	0.148	0.444	1.757
SLD verticale	2	0.039	2.820	0.322	1.200	1.380	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	2	0.070	3.058	0.393	1.200	1.330	1.000	1.200	1.500	0.174	0.522	1.881
SLV verticale	2	0.070	3.058	0.393	1.200	1.330	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 28 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLC orizzontale	2	0.075	3.090	0.401	1.200	1.320	1.000	1.200	1.500	0.176	0.529	1.899
SLC verticale	2	0.075	3.090	0.401	1.200	1.320	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000

2.7 Elaborazione sismica sottosuolo di Tipo C

Categoria sottosuolo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu_{30} compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica **T1:** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15° .

Tabella 17 Parametri sismici per la Sardegna.

STATO LIMITE	Probabilità Superamento (%)	Tr (anni)	ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	81	120	0.033	2.756	0.310
Danno (SLD)	63	201	0.039	2.820	0.322
Salvaguardia della vita (SLV)	10	1898	0.070	3.058	0.393
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	2475	0.075	3.090	0.401

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") - DP 75 bar	Pag. 29 di 33	Rev. 0

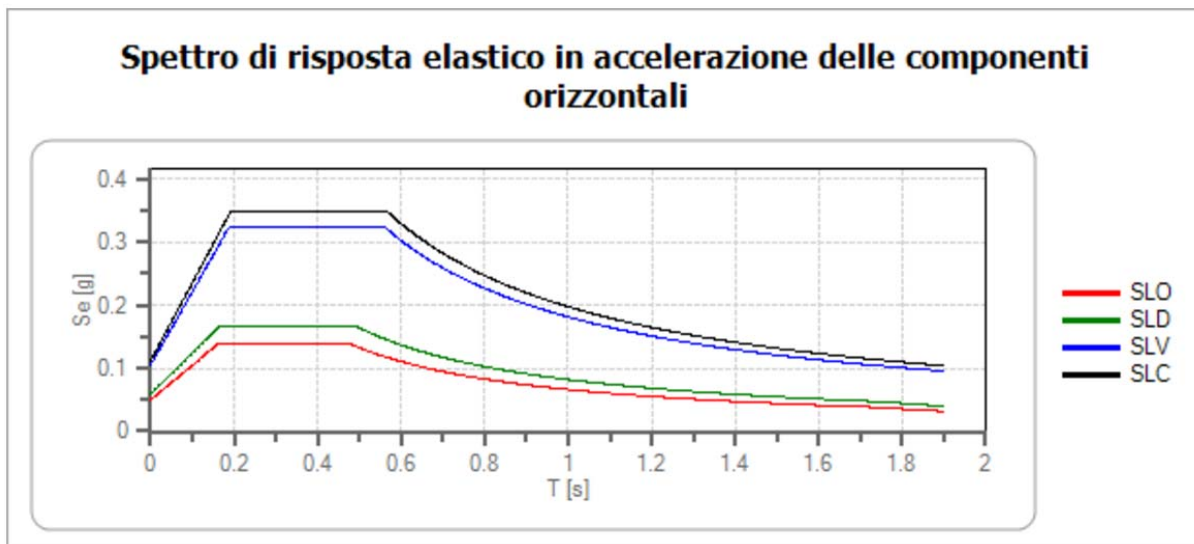
Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

Tabella 18 Parametri sismici per la Sardegna.

STATO LIMITE	Ss (-)	Cc (-)	St (-)	Kh (-)	Kv (-)	A max (m/s ²)	Beta (-)
Operatività (SLO)	1.500	1.550	1.000	0.010	0.005	0.490	0.200
Danno (SLD)	1.500	1.530	1.000	0.012	0.006	0.578	0.200
Salvaguardia della vita (SLV)	1.500	1.430	1.000	0.021	0.011	1.034	0.200
Prevenzione dal collasso (SLC)	1.500	1.420	1.000	0.022	0.011	1.099	0.200

2.7.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

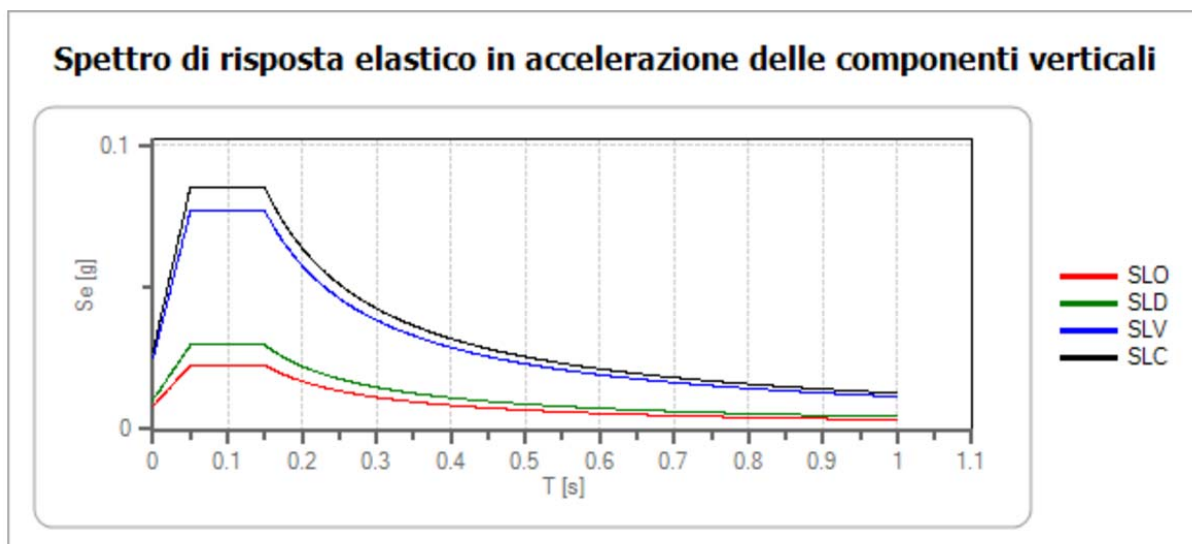
- Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
- Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1.000



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0.033	2.756	0.310	1.500	1.550	1.000	1.500	1.000	0.160	0.481	1.733
SLD	2	0.039	2.820	0.322	1.500	1.530	1.000	1.500	1.000	0.164	0.493	1.757
SLV	2	0.070	3.058	0.393	1.500	1.430	1.000	1.500	1.000	0.187	0.561	1.881
SLC	2	0.075	3.090	0.401	1.500	1.420	1.000	1.500	1.000	0.190	0.569	1.899

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") - DP 75 bar	Pag. 30 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0.033	2.756	0.310	1.000	1.550	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLD	2	0.039	2.820	0.322	1.000	1.530	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLV	2	0.070	3.058	0.393	1.000	1.430	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLC	2	0.075	3.090	0.401	1.000	1.420	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000

2.7.2 Spettro di progetto

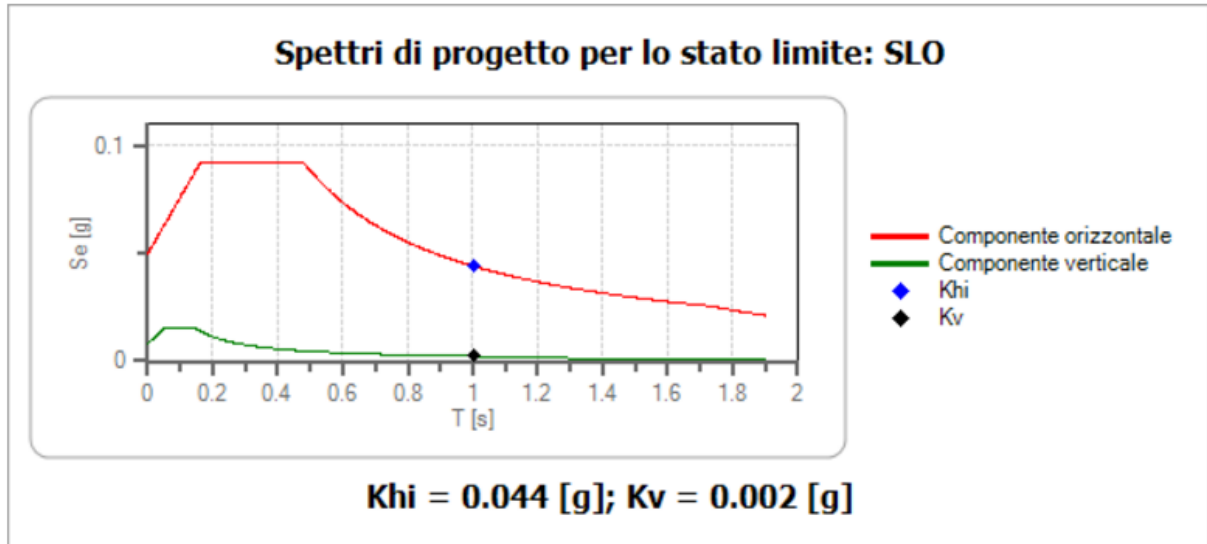
- Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50
- Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50
- Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
K _{hi} = S _{de} (T) orizzontale [g]	0.044	0.055	0.121	0.131
K _v = S _{dve} (T) verticale [g]	0.002	0.003	0.008	0.009

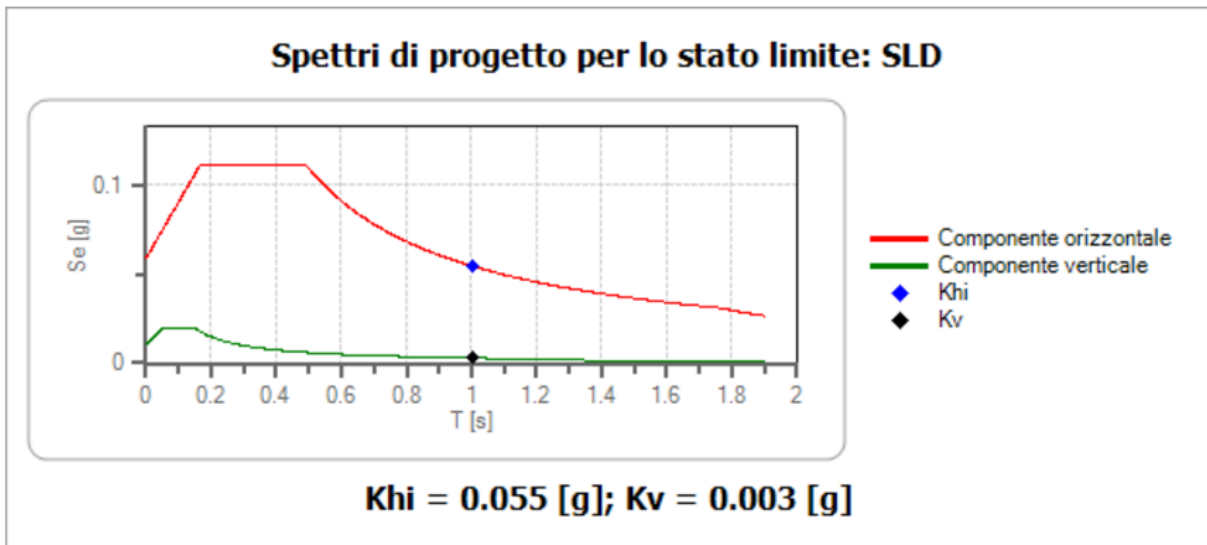
Tabella 19 Parametri relativi allo spettro di progetto.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 31 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022



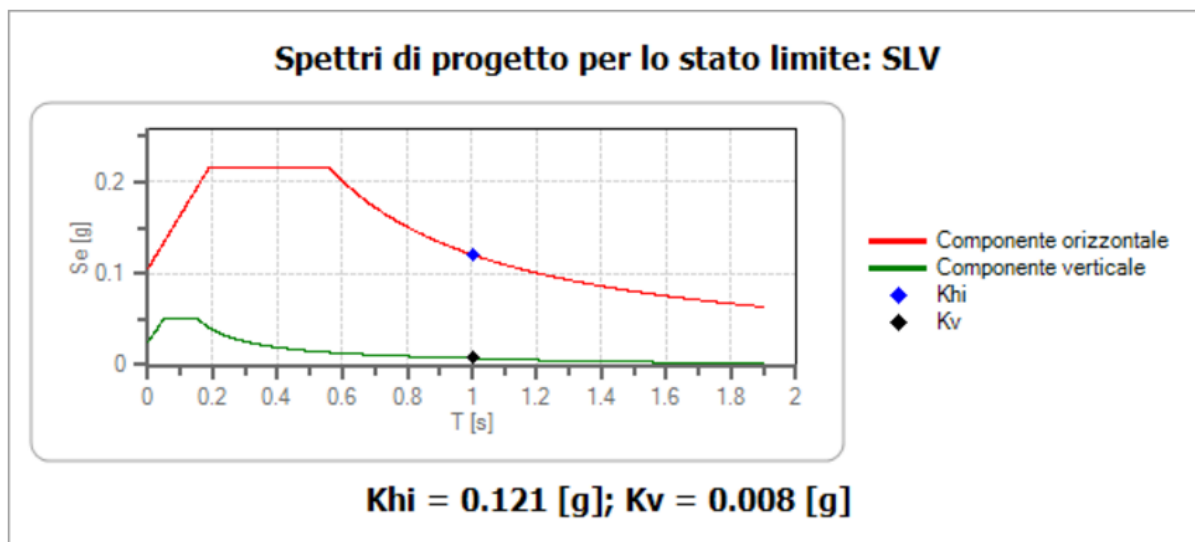
	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	2	0.033	2.756	0.310	1.500	1.550	1.000	1.500	1.500	0.160	0.481	1.733
SLO verticale	2	0.033	2.756	0.310	1.500	1.550	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000



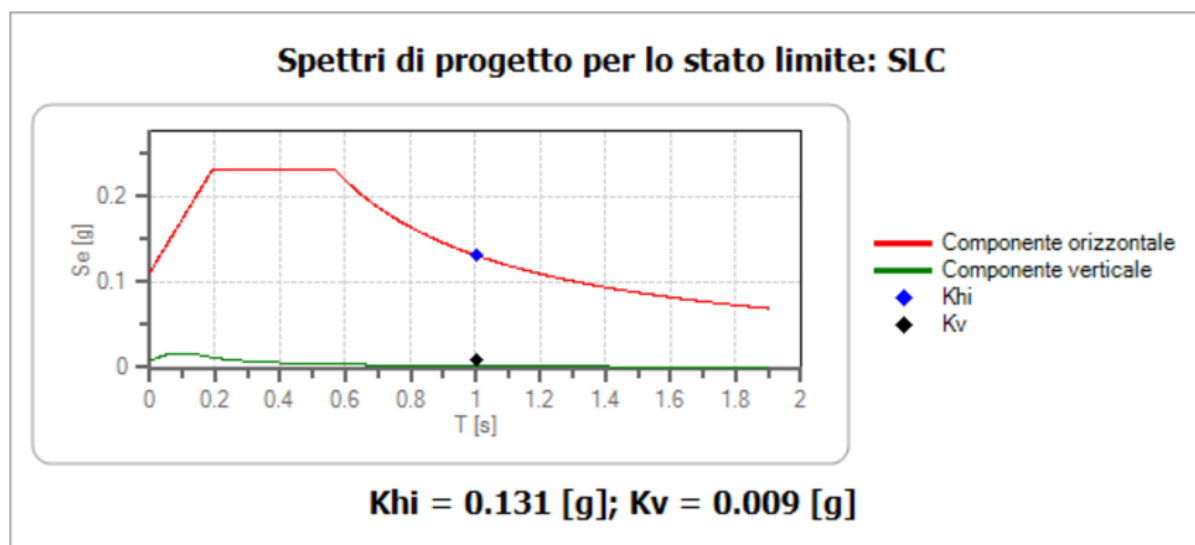
	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLD orizzontale	2	0.039	2.820	0.322	1.500	1.530	1.000	1.500	1.500	0.164	0.493	1.757
SLD verticale	2	0.039	2.820	0.322	1.500	1.530	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 32 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	2	0.070	3.058	0.393	1.500	1.430	1.000	1.500	1.500	0.187	0.561	1.881
SLV verticale	2	0.070	3.058	0.393	1.500	1.430	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLC orizzontale	2	0.075	3.090	0.401	1.500	1.420	1.000	1.500	1.500	0.190	0.569	1.899
SLC verticale	2	0.075	3.090	0.401	1.500	1.420	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	RE-SIS-001	
	PROGETTO / IMPIANTO METANIZZAZIONE SARDEGNA DN 650 (26") / DN 400 (16") / DN 250 (10") / DN 150 (6") – DP 75 bar	Pag. 33 di 33	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670-010-RT-3220-022

3 CONCLUSIONI

Il presente studio è stato predisposto a supporto del progetto denominato "Metanizzazione Sardegna" che prevede, come intervento principale, la posa di tre condotte, due di diametro DN 650 (26") denominate rispettivamente "Met. Cagliari – Palmas Arborea DN 650 (26") DP 75 bar" e "Met. Coll. Terminale di Oristano DN 650 (26")", DP 75 bar", la terza di diametro inferiore, denominata "Met. Vallerrosa – Sulcis DN 400 (16")", DP 75 bar" da cui si dipartono otto linee secondarie di vario diametro (DN 250 (10") / DN 150 (6")) per una lunghezza complessiva pari a 80,060 km.

Il territorio interessato dal progetto essendo caratterizzato da una bassa sismicità e dall'assenza di strutture tettoniche attive, presenta una bassa pericolosità sismica.

Tutto ciò è anche favorito dalla ridotta variabilità litologica e morfologica dell'intera area studiata. Dalla consultazione dei cataloghi sismici i pochi terremoti rilevati si sono verificati a parecchie decine di chilometri dalla Sardegna, e più precisamente nei mari a nord e sud dell'isola.

La maggior parte del tracciato in progetto ricade all'interno di terreni sedimentari di origine alluvionale ed eluvio colluviale, che in via precauzionale, vista l'assenza di dati diretti, sono stati classificati nella categoria di sottosuolo di tipo C: ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

La zona della valle del Cixerri e del Sulcis, vista l'intersezione del tracciato con la successione sedimentaria paleogenica e la successione sedimentaria mesozoica della Sardegna Sud – Occidentale, per buona parte viene ricompresa nella categoria di sottosuolo sismico B: ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori mediamente superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu_{30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Le caratteristiche litologiche e idrogeologiche escludono la possibilità di fenomeni di liquefazione per gran parte del tracciato e l'assenza di strutture tettoniche attive riduce notevolmente la pericolosità sismica.