



**Regione Autonoma della Sardegna**

**Provincia di Carbonia-Iglesias**

**COMUNE DI GONNESA**



**RINNOVO CONCESSIONE MINERARIA N. C233**

**"MINIERA DI MONTE SINNI"**

**VARIANTE AL PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA  
E RECUPERO AMBIENTALE DEL SITO DI SERUCI**

**Relazione sismica di base**

**Proponente:**



**CARBOSULCIS S.p.A.**

"MINIERA MONTE SINNI"

**I tecnici incaricati della variante:**

**Nat. Francesco Lecis**

**Geol. Fausto A. Pani**

**Gennaio 2024**

**Elaborato/File**

**VR. 04**

# **PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA E RECUPERO AMBIENTALE – VARIANTE**

**SITO DI SERUCI – Area 11 e 4**

**Relazione sismica di base**

## INDICE

1	PREMESSA	3
2	IL PROGETTO ORIGINARIO ED I MOTIVI DELLA VARIANTE	3
3	INTRODUZIONE	5
4	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
5	STRATIGRAFIA DEL SETTORE ATTORNO AL SEDIME DI PROGETTO	8
6	MODELLO GEOLOGICO	9
7	SISMICITÀ DELL'AREA	11
7.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	12
7.1.1	<i>SISMICITA' STORICA</i>	12
7.1.1.1	LE BASI DATI DISPONIBILI – CPTI15 – DBMI15	13
7.2	LA VULNERABILITÀ SISMICA	14
7.3	DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE	15
7.4	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	16
7.5	PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO	17
8	CONCLUSIONI	19

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce **Variante al Progetto di messa in sicurezza e recupero morfologico e ambientale** redatto per l'ottenimento, come previsto dalla Legge 1443/1927, del rinnovo della Concessione Mineraria (C233) denominata "Monte Sinni" ricadente in territorio dei comuni di Portoscuso, Gonnese e Carbonia per la coltivazione di combustibili fossili, rilasciata dalla Regione Autonoma della Sardegna con Decreto n°241 del 12. 08.1982, Assessorato Industria Divisione Miniere, per la durata di anni 15 (quindici).

## 2 IL PROGETTO ORIGINARIO ED I MOTIVI DELLA VARIANTE

Il Progetto 2015, ad oggi completato in parte, prevedeva:

- analisi della documentazione disponibile, con particolare riferimento alle relazioni tecniche e agli elaborati grafici progettuali;
- caratterizzazione geotecnica dei litotipi finalizzata alle successive analisi di stabilità;
- analisi di stabilità dei fronti di scavo previsti in progetto, ai sensi della normativa attualmente vigente.

A consuntivo di quanto eseguito, e di alcune situazioni particolari derivanti dalle caratteristiche dei sedimenti utilizzati (p.e. sovraconsolidamento e conseguente differenze volumetriche nel caso della colmata del bacino 4), e, al fine di ottimizzare il Progetto complessivo, si è ritenuto necessario definire una Variante allo stesso.



**Vista 3d da Google Earth – L'area di Seruci nell'ottobre 2023**

**Tale variante**, totalmente **confinata nell'ambito del cantiere di Seruci**, per l'entità delle attività previste e per lo scostamento dal Progetto originario, si configura come una **variante non sostanziale**.

Motivo ulteriore della variante proposta, è la limitazione delle attività tra l'area 11 e l'area 10, per evitare procedure di compatibilità relativamente alla depressione esistente.

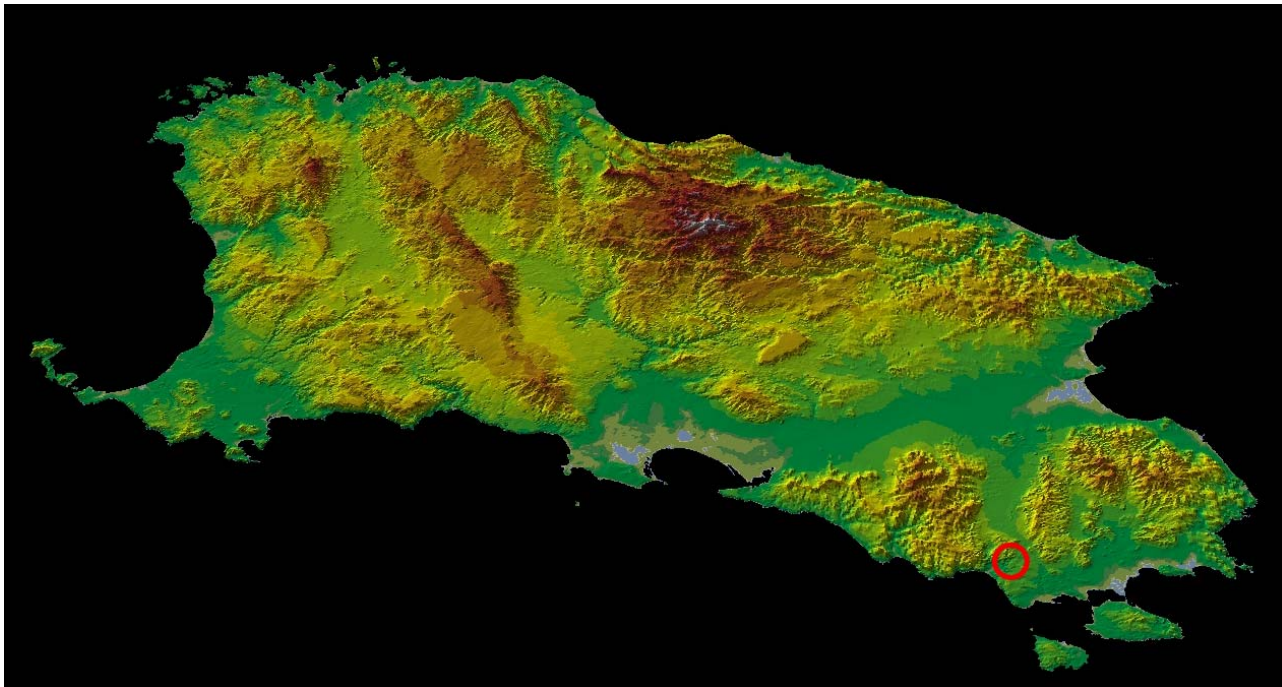
Altresì, il livello evolutivo raggiunto dalla copertura arbustiva, consente di valutare positivamente la conservazione della forma a vantaggio del manto vegetale esistente.



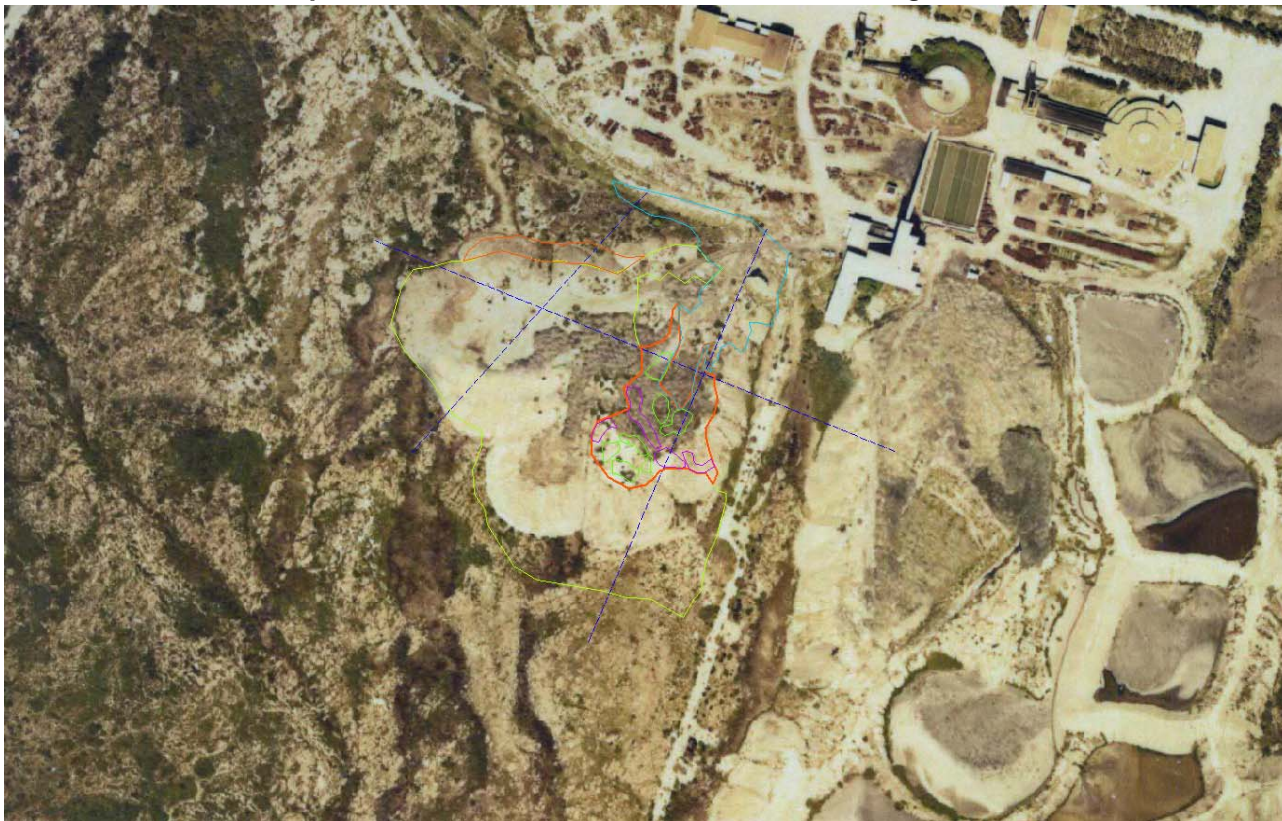
### 3 INTRODUZIONE

Il comparto studiato in fase di progetto definitivo è parte integrante del territorio del Comune di Gonnese, che afferisce il sistema territoriale del Sulcis.

Il suo territorio, sostanzialmente immutato come indirizzi d'uso nel settore montano, è interessato da profonde trasformazioni operate nel secolo scorso ed ora in corso di "rinaturalizzazione".



**Modello del rilievo – La posizione del territorio di Gonnese nella Sardegna**



**Ortofoto – Raffronto tra la situazione al 1977**

## 4 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente documento è redatto secondo quanto richiesto dalla normativa vigente ed in particolare, per quanto riguarda la sfera attinente la professionalità del geologo vengono richiesti all'interno della progettazione 3 documenti:

- relazione geologica
- relazione geotecnica
- relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base.

La relazione geologica deve contenere le indagini, la caratterizzazione e modellazione geologica del sito in riferimento all'opera ed analizzare la pericolosità geologica del sito in assenza ed in presenza delle opere. La valenza di questo documento è fondamentale non solo per la progettazione esecutiva dell'opera ma per stabilire in fase di progettazione architettonica o preliminare se l'opera si "può fare" e quali saranno le problematiche relative alla stabilità dei terreni ed all'assetto idrogeologico dell'intorno.

La relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del solo "volume significativo" e deve valutare l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento.

La relazione sulla modellazione sismica deve valutare la pericolosità sismica di base del sito, tale documento riveste importanza per la valutazione della "pericolosità" e quindi va inserito non solo nel livello di progettazione definitivo ma già fin dal livello di progettazione preliminare. Dato che tale documento specie per la trattazione degli effetti di sito assume un carattere prettamente "geologico", lo stesso può essere redatto in forma indipendente o essere inserito nella relazione geologica.

In particolare la normativa generale presa a riferimento è costituita da:

- D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" - Testo Unitario
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.01.2018. Circolare 2 febbraio 2019.

- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

- UNIEN 1998 5:2005 Eurocodice 8 (rev 2005)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

- UNIEN 1997 1:2005 Eurocodice 7.1 (rev 2005)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali

- UNIEN 1997 2:2002 Eurocodice 7.2 (rev 2002)

Progettazione geotecnica – Parte I : Progettazione assistita da prove di laboratorio

- EC 1-20120 UNIEN 1997 2:2007 Eurocodice 7.2 (rev 2007)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito

- Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
- Piano di Assetto Idrogeologico (NTA agg. 08.03.2023)
- Piano delle Fasce Fluviali
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale
- Piano Urbanistico di Gonnese e relativo Regolamento edilizio e Norme Tecniche di Attuazione
- D.M. 11.03.1988

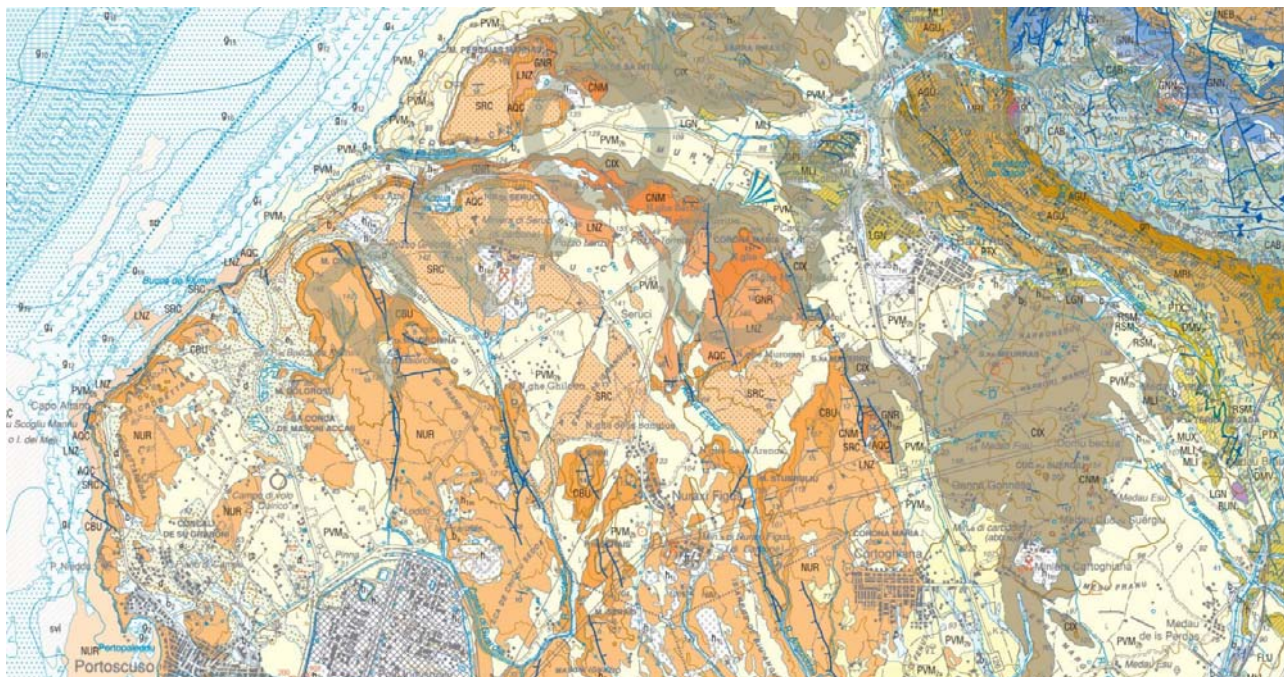
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità e dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione



## 5 STRATIGRAFIA DEL SETTORE ATTORNO AL SEDIME DI PROGETTO

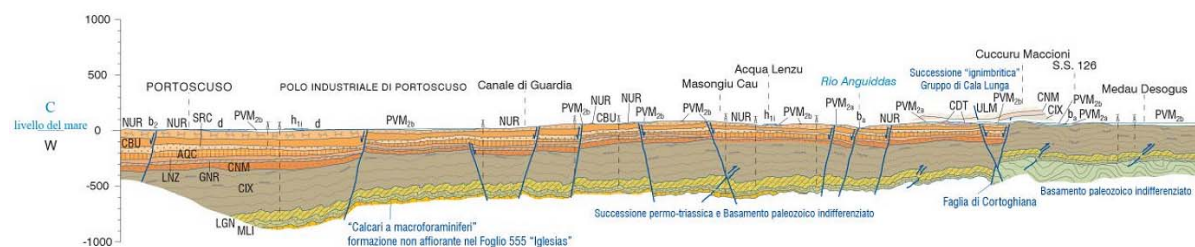
Nell'intera area vasta studiata sono presenti litologie ascrivibili, per la maggior parte, al Quaternario mentre il settore NE è dominato dai rilievi paleozoici del Sulcis-Iglesiente. Sebbene nella zona ritroviamo affioramenti terziari, sono completamente assenti affioramenti relativi al Mesozoico.

Di seguito viene descritta la stratigrafia dell'area tenendo in particolare considerazione l'intorno del sito di interesse.



**Mappa – La geologia dell'area circostante Seruci**

Il settore è caratterizzato dall'ampio affiorare di depositi detritici di origine antropica originati nel periodo dell'attività della miniera di carbone, dalla Formazione delle Rioliti di Seruci SRC, e dalla formazione PVM2b, Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME), costituita localmente da sole sabbie e arenarie eoliche datate al Pleistocene superiore.

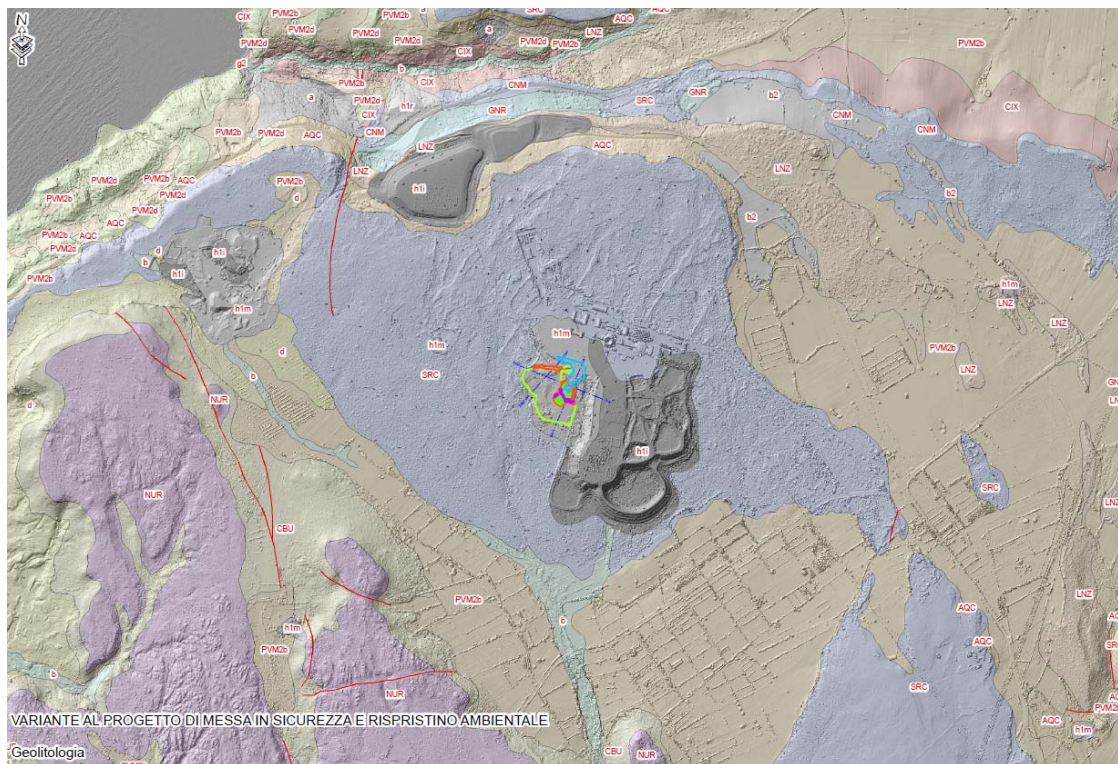


**Sezione schematica prossima all'area di progetto**



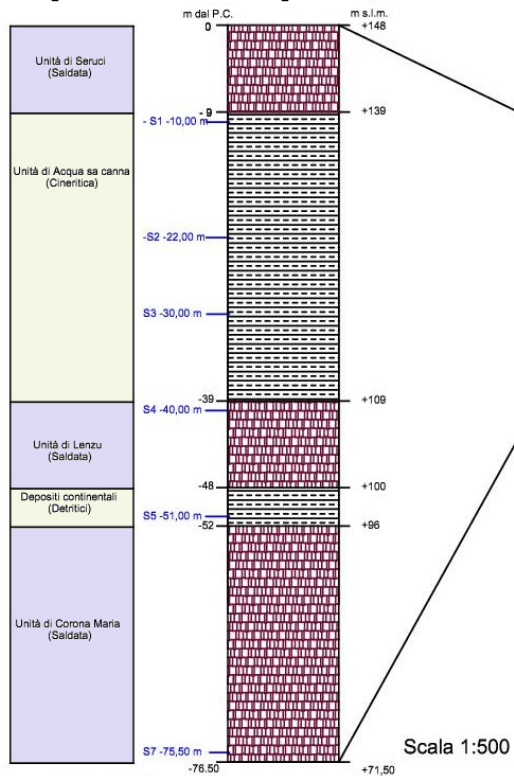
## 6 MODELLO GEOLOGICO

Il settore del complesso delle aree di accumulo dei residui di lavorazione è caratterizzato dall'ampio affiorare di depositi detritici di origine antropica originati nel periodo dell'attività della miniera di carbone poggianti direttamente sulla Formazione delle Rioliti di Seruci SRC



La formazione delle rioliti di Seruci affiora attorno all'area con continuità ed in corrispondenza del pozzo Seruci è culmina a quota 148 m s.l.m.m..

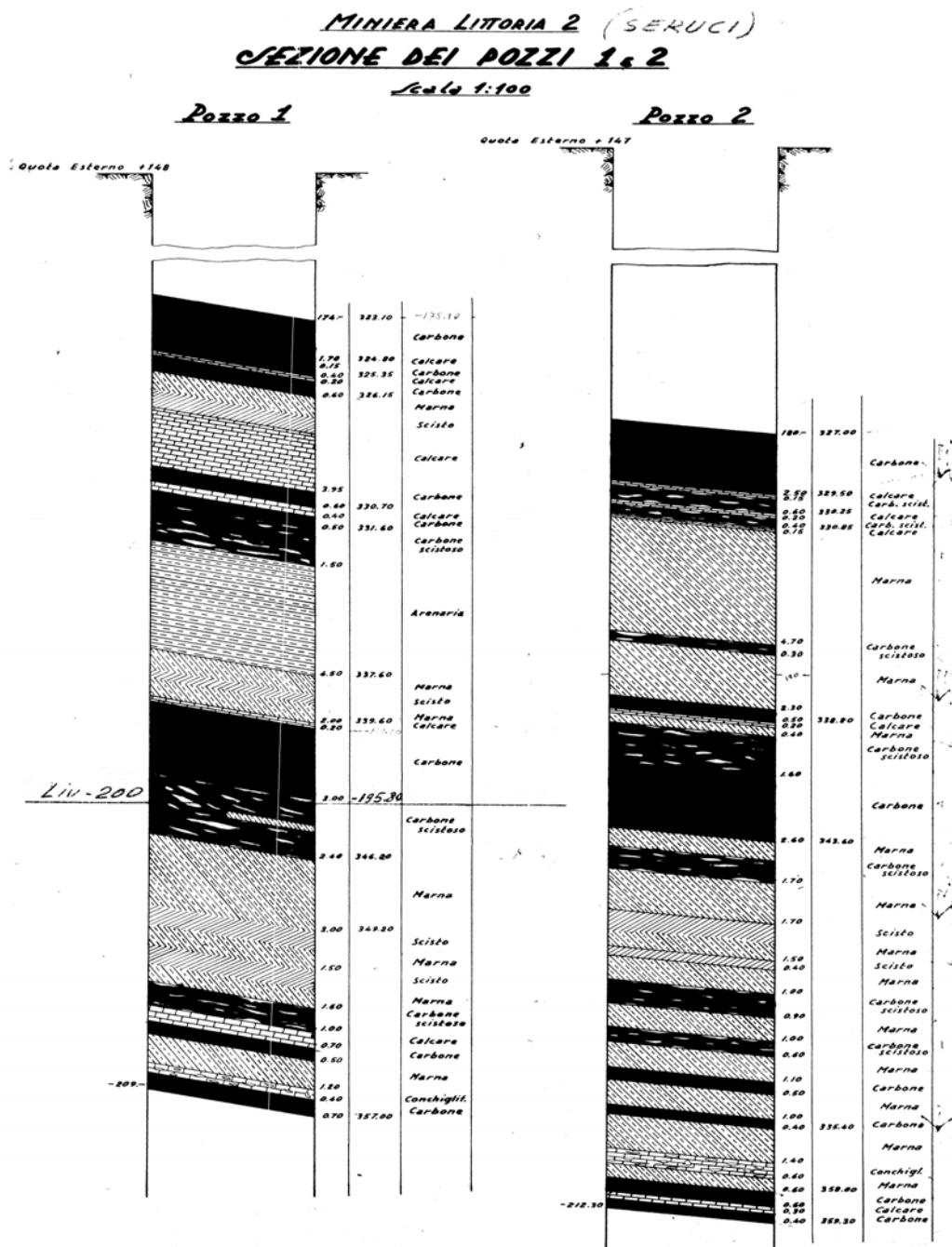
Stratigrafia dell'Unità vulcanica oligo - miocenica



Ipotesi stratigrafia Pozzo 1 Seruci		
m dal P.C.	Litologia	m s.l.m.
0		+148
	Unità vulcaniche oligo-mioceniche. Alternanza di ignimbriti saldate e cineriti	
-76,50		+71,50
S8 -87,50		
S9 -99,00		
S10 -111,00		
S11 -123,00		
S12 -135,00		
S13 -147,00		
S14 -159,00		
S15 -171,00		
S16 -183,00		
S17 -195,00		
S18 -207,00		
S19 -219,00		
S20 -231,00		
S21 -243,00		
S22 -255,00		
S23 -267,00		
S24 -279,00		
S25 -291,00		
S26 -303,00		
S27 -315,00		
S28 -327,00		
S29 -339,00		
S30 -351,00		
S31 -363,00		
S32 -375,00		
S33 -387,00		
S34 -399,00		
S35 -411,00		
S36 -423,00		
S37 -435,00		
S38 -447,00		
S39 -459,00		
S40 -471,00		
S41 -483,00		
S42 -495,00		
S43 -507,00		
S44 -519,00		
S45 -531,00		
S46 -543,00		
S47 -555,00		
S48 -567,00		
S49 -579,00		
S50 -591,00		
S51 -603,00		
S52 -615,00		
S53 -627,00		
S54 -639,00		
S55 -651,00		
S56 -663,00		
S57 -675,00		
S58 -687,00		
S59 -699,00		
S60 -711,00		
S61 -723,00		
S62 -735,00		
S63 -747,00		
S64 -759,00		
S65 -771,00		
S66 -783,00		
S67 -795,00		
S68 -807,00		
S69 -819,00		
S70 -831,00		
S71 -843,00		
S72 -855,00		
S73 -867,00		
S74 -879,00		
S75 -891,00		
S76 -903,00		
S77 -915,00		
S78 -927,00		
S79 -939,00		
S80 -951,00		
S81 -963,00		
S82 -975,00		
S83 -987,00		
S84 -999,00		
S85 -1011,00		
S86 -1023,00		
S87 -1035,00		
S88 -1047,00		
S89 -1059,00		
S90 -1071,00		
S91 -1083,00		
S92 -1095,00		
S93 -1107,00		
S94 -1119,00		
S95 -1131,00		
S96 -1143,00		
S97 -1155,00		
S98 -1167,00		
S99 -1179,00		
S100 -1191,00		
S101 -1203,00		
S102 -1215,00		
S103 -1227,00		
S104 -1239,00		
S105 -1251,00		
S106 -1263,00		
S107 -1275,00		
S108 -1287,00		
S109 -1299,00		
S110 -1311,00		
S111 -1323,00		
S112 -1335,00		
S113 -1347,00		
S114 -1359,00		
S115 -1371,00		
S116 -1383,00		
S117 -1395,00		
S118 -1407,00		
S119 -1419,00		
S120 -1431,00		
S121 -1443,00		
S122 -1455,00		
S123 -1467,00		
S124 -1479,00		
S125 -1491,00		
S126 -1503,00		
S127 -1515,00		
S128 -1527,00		
S129 -1539,00		
S130 -1551,00		
S131 -1563,00		
S132 -1575,00		
S133 -1587,00		
S134 -1599,00		
S135 -1611,00		
S136 -1623,00		
S137 -1635,00		
S138 -1647,00		
S139 -1659,00		
S140 -1671,00		
S141 -1683,00		
S142 -1695,00		
S143 -1707,00		
S144 -1719,00		
S145 -1731,00		
S146 -1743,00		
S147 -1755,00		
S148 -1767,00		
S149 -1779,00		
S150 -1791,00		
S151 -1803,00		
S152 -1815,00		
S153 -1827,00		
S154 -1839,00		
S155 -1851,00		
S156 -1863,00		
S157 -1875,00		
S158 -1887,00		
S159 -1899,00		
S160 -1911,00		
S161 -1923,00		
S162 -1935,00		
S163 -1947,00		
S164 -1959,00		
S165 -1971,00		
S166 -1983,00		
S167 -1995,00		
S168 -2007,00		
S169 -2019,00		
S170 -2031,00		
S171 -2043,00		
S172 -2055,00		
S173 -2067,00		
S174 -2079,00		
S175 -2091,00		
S176 -2103,00		
S177 -2115,00		
S178 -2127,00		
S179 -2139,00		
S180 -2151,00		
S181 -2163,00		
S182 -2175,00		
S183 -2187,00		
S184 -2199,00		
S185 -2211,00		
S186 -2223,00		
S187 -2235,00		
S188 -2247,00		
S189 -2259,00		
S190 -2271,00		
S191 -2283,00		
S192 -2295,00		
S193 -2307,00		
S194 -2319,00		
S195 -2331,00		
S196 -2343,00		
S197 -2355,00		
S198 -2367,00		
S199 -2379,00		
S200 -2391,00		
S201 -2403,00		
S202 -2415,00		
S203 -2427,00		
S204 -2439,00		
S205 -2451,00		
S206 -2463,00		
S207 -2475,00		
S208 -2487,00		
S209 -2499,00		
S210 -2511,00		
S211 -2523,00		
S212 -2535,00		
S213 -2547,00		
S214 -2559,00		
S215 -2571,00		
S216 -2583,00		
S217 -2595,00		
S218 -2607,00		
S219 -2619,00		
S220 -2631,00		
S221 -2643,00		
S222 -2655,00		
S223 -2667,00		
S224 -2679,00		
S225 -2691,00		
S226 -2703,00		
S227 -2715,00		
S228 -2727,00		
S229 -2739,00		
S230 -2751,00		
S231 -2763,00		
S232 -2775,00		
S233 -2787,00		
S234 -2799,00		
S235 -2811,00		
S236 -2823,00		
S237 -2835,00		
S238 -2847,00		
S239 -2859,00		
S240 -2871,00		
S241 -2883,00		
S242 -2895,00		
S243 -2907,00		
S244 -2919,00		
S245 -2931,00		
S246 -2943,00		
S247 -2955,00		
S248 -2967,00		
S249 -2979,00		
S250 -2991,00		
S251 -3003,00		
S252 -3015,00		
S253 -3027,00		
S254 -3039,00		
S255 -3051,00		
S256 -3063,00		
S257 -3075,00		
S258 -3087,00		
S259 -3099,00		
S260 -3111,00		
S261 -3123,00		
S262 -3135,00		
S263 -3147,00		
S264 -3159,00		
S265 -3171,00		
S266 -3183,00		
S267 -3195,00		
S268 -3207,00		
S269 -3219,00		
S270 -3231,00		
S271 -3243,00		
S272 -3255,00		
S273 -3267,00		
S274 -3279,00		
S275 -3291,00		
S276 -3303,00		
S277 -3315,00		
S278 -3327,00		
S279 -3339,00		
S280 -3351,00		
S281 -3363,00		
S282 -3375,00		
S283 -3387,00		
S284 -3399,00		
S285 -3411,00		
S286 -3423,00		
S287 -3435,00		
S288 -3447,00		
S289 -3459,00		
S290 -3471,00		
S291 -3483,00		
S292 -3495,00		
S293 -3507,00		
S294 -3519,00		
S295 -3531,00		
S296 -3543,00		
S297 -3555,00		
S298 -3567,00		
S299 -3579,00		
S300 -3591,00		
S301 -3603,00		
S302 -3615,00		
S303 -3627,00		
S304 -3639,00		
S305 -3651,00		
S306 -3663,00		
S307 -3675,00		
S308 -3687,00		
S309 -3699,00		
S310 -3711,00		
S311 -3723,00		
S312 -3735,00		
S313 -3747,00		
S314 -3759,00		
S315 -3771,00		
S316 -3783,00		
S317 -3795,00		
S318 -3807,00		
S319 -3819,00		
S320 -3831,00		
S321 -3843,00		
S322 -3855,00		
S323 -3867,00		
S324 -3879,00		
S325 -3891,00		
S326 -3903,00		
S327 -3915,00		
S328 -3927,00		
S329 -3939,00		
S330 -3951,00		
S331 -3963,00		
S332 -3975,00		
S333 -3987,00		
S334 -3999,00		
S335 -4011,00		
S336 -4023,00		
S337 -4035,00		
S338 -4047,00		
S339 -4059,00		
S340 -4071,00		
S341 -4083,00		
S342 -4095,00		
S343 -4107,00		
S344 -4119,00		
S345 -4131,00		
S346 -4143,00		
S347 -4155,00		
S348 -4167,00		
S349 -4179,00		
S350 -4191,00		
S351 -4203,00		
S352 -4215,00		
S353 -4227,00		
S354 -4239,00		
S355 -4251,00		
S356 -4263,00		
S357 -4275,00		
S358 -4287,00		
S359 -4299,00		
S360 -4311,00		
S361 -4323,00		
S362 -4335,00		
S363 -4347,00		
S364 -4359,00		
S365 -4371,00		
S366 -4383,00		
S367 -4395,00		
S368 -4407,00		
S369 -4419,00		
S370 -4431,00		
S371 -4443,00		
S372 -4455,00		
S373 -4467,00		
S374 -4479,00		
S375 -4491,00		
S376 -4503,00		
S377 -4515,00		
S378 -4527,00		
S379 -4539,00		
S380 -4551,00		
S381 -4563,00		
S382 -4575,00		
S383 -4587,00		
S384 -4599,00		
S385 -4611,00		
S386 -4623,00		
S387 -4635,00		
S388 -4647,00		
S389 -4659,00		
S390 -4671,00		
S391 -4683,00		
S392 -4695,00		
S393 -4707,00		
S394 -4719,00		
S395 -4731,00		
S396 -4743,00		
S397 -4755,00		
S398 -4767,00		
S399 -4779,00		
S400 -4791,00		
S401 -4803,00		
S402 -4815,00		
S403 -4827,00		
S404 -4839,00		
S405 -4851,00		
S406 -4863,00		
S407 -4875,00		
S408 -4887,00		
S409 -4899,00		
S410 -4911,00		
S411 -4923,00		
S412 -4935,00		
S413 -4947,00		
S414 -4959,00		
S415 -4971,00		
S416 -4983,00		
S417 -4995,00		
S418 -5007,00		
S419 -5019,00		
S420 -5031,00		
S421 -5043,00		
S422 -5055,00		
S423 -5067,00		
S424 -5079,00		
S425 -5091,00		
S426 -5103,00		
S427 -5115,00		
S428 -5127,00		
S429 -5139,00		
S430 -5151,00		
S431 -5163,00		
S432 -5175,00		
S433 -5187,00		
S434 -5199,00		
S435 -5211,00		
S436 -5223,00		
S437 -5235,00		
S438 -5247,00		
S439 -5259,00		
S440 -5271,00		
S441 -5283,00		
S442 -5295,00		
S443 -5307,00		
S444 -5319,00		
S445 -5331,00		
S446 -5343,00		
S447 -5355,00		
S448 -5367,00		
S449 -5379,00		
S450 -5391,00		
S45		

La stratigrafia del sedime sottostante l'area di progetto poggia su formazioni vulcaniche e sedimentarie diverse:

- 9 m - Unità di Seruci (SRC)
- 30 m - Unità di Acqua sa Cana
- 9 m - Unità di Lenzu
- 4 m - Depositi continentali
- 24 m - Unità di Corona Maria
- 227 m - Formazione del Cixerri
- 20 m - Tetto del Produttivo (livelli carboniosi)
- 35 m - Produttivo (Alternanze di calcari e livelli carboniosi)



Stratigrafia del "produttivo" in corrispondenza dei Pozzi Seruci 1 e 2

## 7 SISMICITÀ DELL'AREA

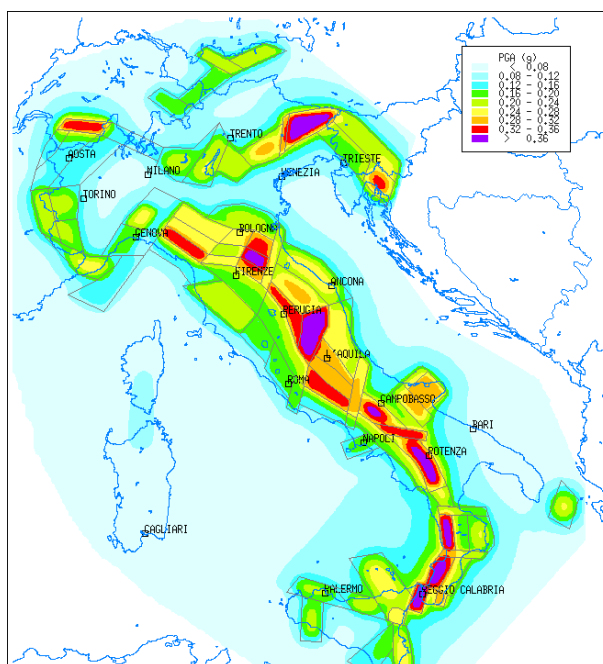
Alla scala dei tempi umani le uniche manifestazioni tangibili di questi grandiosi processi geologici sono costituite dalle eruzioni vulcaniche e dai terremoti.

Riferendoci agli ultimi 1000 anni, dei si conserva una discreta memoria storica, circa 1300 terremoti distruttivi o comunque responsabili di gravi danni (intensità epicentrale  $\geq$  VIII grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg) hanno colpito la regione centro-mediterranea. Di questi, più di 500 hanno colpito il territorio italiano.

I due indicatori di pericolosità usualmente per la definizione di sismicità rappresentano due aspetti diversi dello stesso fenomeno.

L'accelerazione orizzontale di picco illustra l'aspetto più propriamente fisico: si tratta di una grandezza di interesse ingegneristico che viene utilizzata nella progettazione in quanto definisce le caratteristiche costruttive richieste agli edifici in zona sismica. L'intensità macrosismica rappresenta, invece, in un certo senso le conseguenze socio-economiche; descrivendo infatti il grado di danneggiamento causato dai terremoti, una carta di pericolosità in intensità macrosismica si avvicina, con le dovute cautele derivate da diverse approssimazioni insite nel parametro intensità, al concetto di rischio sismico.

***Mappa della pericolosità sismica in Italia - Accelerazione orizzontale di picco con  $T = 475$  anni***



Una scritta incisa sulla pietra nell'antisacrestia della Cattedrale di Cagliari ricorda un sisma verificatosi il 4 giugno del 1616 che risulta aver danneggiato almeno 8 torri del sistema difensivo attorno a Villasimius.

Un leggero sisma viene riportato dagli storici nel 1771: si sa soltanto che si è verificato nella parte meridionale dell'isola.

Il primo terremoto riportato dall'Istituto Nazionale di geofisica risale al 1838. Gli effetti furono misurati con la scala Mercalli soltanto in seguito, in quanto non esistevano strumenti per misurare la magnitudo, e stabilirono un record per i sismi nell'isola: sesto grado.

Un secondo sisma venne registrato nel 1850.

Nel 1870 una scossa del 5° grado Mercalli partì da Ittireddu, nel Goceano, nella parte centro-settentrionale dell'isola.

Un ulteriore sisma colpì la Sardegna nel 1877.

Un sisma con epicentro il Golfo dell'Asinara colpì l'isola nel 1944.

Il 13 novembre del 1948 si ebbe un sisma prossimo al 6° grado della scala Mercalli con epicentro in mare, nelle acque del Canale di Sardegna, verso la Tunisia.

Nel 1960 vi fu un terremoto di 5° grado della scala Mercalli con epicentro nei dintorni di Tempio.

Il 30 agosto del 1977, il vulcano sottomarino Quirino causò un terremoto che fu registrato nelle vicinanze di Cagliari.

Il 3 Marzo 2001 alle h.02 54' un sisma di magnitudo 3.3 Richter, IV Mercalli ha interessato la costa sarda, in corrispondenza di Capo S.Teodoro.

Il 9 novembre del 2010 un sisma di grado 3.3 della scala Richter ha colpito il settore NO della Sardegna.

Una serie di sismi, con epicentro nel settore poco a ovest di Corsica e Sardegna, ha fatto sentire i suoi riflessi in Sardegna nel 2011 ed in particolare, una scossa di grado 5.3 Richter ed una successiva del 2.1 mentre il 7 luglio vi era stata un'altra scossa di grado 4.1. L'8 luglio è seguita una nuova scossa di magnitudo 3.5 gradi Richter ha interessato nuovamente la stessa zona con profondità ipocentrale di 40 km. Alle 14:12 ancora un'altra scossa. Magnitudo 2.9, fissata a 11 km di profondità.

Nel settore in esame i sismi più importanti e recentemente misurati sono:

13 Luglio 2006, Magnitudo 2.7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra;

23 Aprile 2007, Magnitudo 1.4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis;

2 Ottobre 2007, Magnitudo 1.4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini.

## **7.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA**

### **7.1.1 SISMICITA' STORICA**

La caratterizzazione della sismicità di un territorio richiede, in primo luogo, una approfondita e dettagliata valutazione della storia sismica, definita attraverso l'analisi di evidenze storiche e dati strumentali riportati nei cataloghi ufficiali. La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale.



### 7.1.1.1 LE BASI DATI DISPONIBILI – CPTI15 – DBMI15

In particolare, sono stati consultati i seguenti database:

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15) con estensione al 31/12/2017

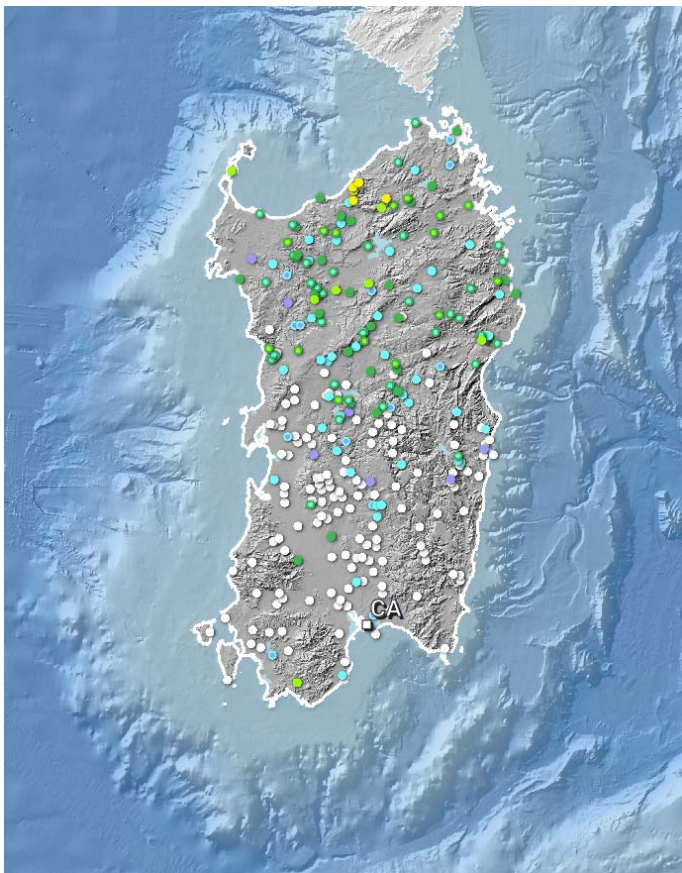
redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  o con magnitudo ( $M_w$ )  $\geq 4.0$  d'interesse relativi al territorio italiano.

Data Base Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) con estensione al 31/12/2017

realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta un set omogeneo di dati di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti e relativo ai terremoti con intensità massima ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  avvenuti nel territorio nazionale e in alcuni paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

La finestra cronologica coperta inizialmente dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2014 d.C., oggi 2017 d.C, ed offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

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. Nella figura seguente è rappresentata la distribuzione delle localizzazioni dei terremoti storici presenti nel catalogo CPTI15 relativi alla Sardegna, mentre per la lista degli stessi, si rinvia alla consultazione del catalogo CPTI15 on line:



<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

La consultazione del catalogo e altresì, la mappa stessa, evidenziano che la Sardegna ed in particolare, l'area interessata dal Progetto hanno una sismicità storica molto bassa. CPTI15 descrive solo due eventi di magnitudo  $\leq 5M_w$  (1924 e 1948). In occasione dell'evento del 1948 sono state osservate intensità pari a 6MCS in alcune località della Sardegna Nord-Occidentale.

I terremoti più recenti (avvenuti negli ultimi n10 anni), tutti di  $M_w < 5$  e ed in gran parte localizzati in mare, hanno prodotto in terraferma esiti di intensità molto limitata.

Differenze tra le versioni 1.5 e 2.0 di CPTI15

CPTI15 è stato rilasciato, come versione 1.5, per la prima volta nel luglio del 2016 (ROVIDA et al., 2016) e copriva l'intervallo temporale dal 1000 a tutto il 2014. La presente versione CPTI15 v2.0 consiste:

nell'estensione della copertura temporale fino alla fine del 2017,

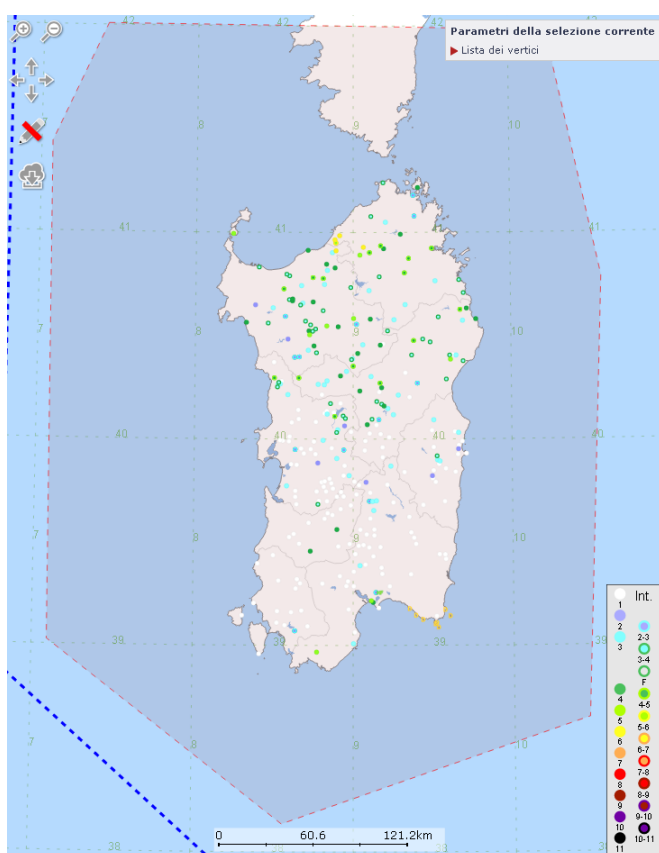
nell'aggiornamento e modifica di pochi record, compresa la correzione di alcuni errori riscontrati.

Le differenze tra le due versioni del catalogo, per quanto riguarda entrambi gli aspetti citati, sono descritti nel seguito. Tutte le modifiche apportate sono evidenziate nel file del catalogo.

Estensione della copertura temporale fino al 31.12.2017

Seguendo gli stessi criteri e partendo dagli stessi datasets, sono stati considerati 176 terremoti entro le soglie stabilite per il catalogo nell'intervallo temporale tra il 31.12.2014 e il 31.12.2017. I record si riferiscono a 155 terremoti nella sezione principale del catalogo, a 11 relativi all'Arco Calabro, 9 all'area dell'Etna e 1 all'area di Ischia-Vesuvio-Campi Flegrei. Con poche eccezioni si

tratta di terremoti con dati esclusivamente strumentali. I cataloghi strumentali considerati per le localizzazioni, elencati in Tabella 6, sono principalmente il Bollettino Sismico Italiano (MARGHERITI et al., 2016; 2016a; 2016b; 2017; NARDI et al., 2016; ROSSI et al., 2017; BATTELLI et al., 2018; CANTUCCI et al., 2019; LOMBARDI et al., 2019), il Bollettino dell'ISC (International Seismological Centre), al momento della compilazione del catalogo disponibile per i terremoti fino a giugno del 2016, e il Catalogo dei terremoti della Sicilia Orientale - Calabria Meridionale (Gruppo Analisi Dati Sismici, 2019) per l'area relativa. Sono stati inoltre considerati alcuni cataloghi esteri.



**Mappa – Distribuzione dei terremoti storici (catalogo CPTI15 – 1000-2017 d.C.) relativi alla Sardegna ed alle sue adiacenze, compresa la piattaforma continentale**

Mappa - Area consultata per l'estrazione del catalogo dei sismi riferiti alla Sardegna ed alle sue pertinenze (fonte INGV – CPTI15- DBMI15).

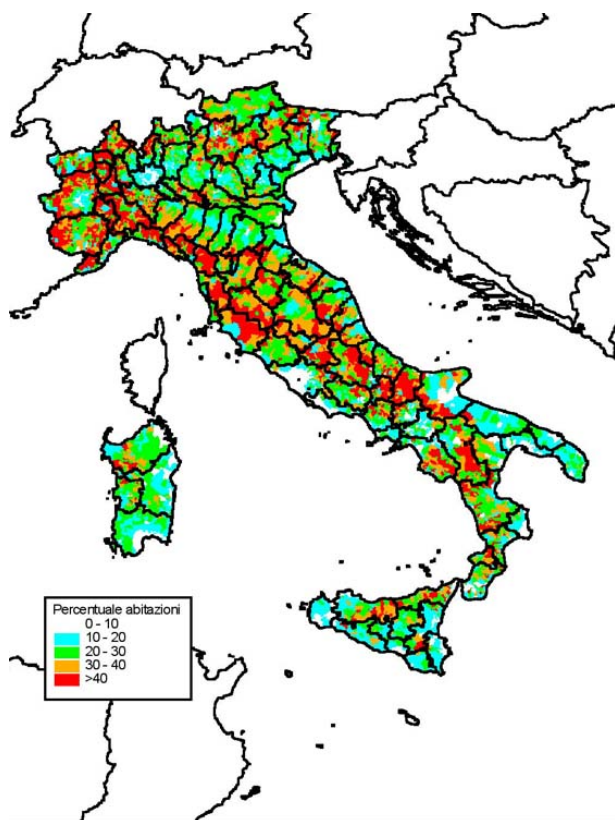
## 7.2 LA VULNERABILITÀ SISMICA

La vulnerabilità sismica definita come la probabilità che una struttura di un certo tipo possa subire un certo livello di danneggiamento a seguito di un terremoto di una determinata intensità viene analizzata e mappata nella carta seguente.

La vulnerabilità sismica è valutata sulla base della scala MSK, compilata da S. Medvedev, W. Sponhauer e V. Karnik nelle tre edizioni del 1964, 1976 e 1981, suddivide gli edifici in tre classi di

vulnerabilità (A, B e C) collegate direttamente ad altrettanti gruppi di tipologie edilizie. Alla classe A corrispondono gli edifici in muratura più scadente (struttura portante in pietrame), alla classe B gli edifici in muratura più resistente (struttura portante in mattoni) e alla classe C gli edifici con struttura in cemento armato.

In conseguenza delle tipologie costruttive e della sismicità, il settore del progetto risulta marginalmente vulnerabile.



***Mapa della Vulnerabilità sismica - Percentuale di abitazioni nella classe di vulnerabilità A della scala MSK***

### **7.3 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE**

La categoria del **suolo di fondazione dell'area di Progetto di Seruci**, sono definite secondo le specifiche del punto 3.2.2 del D.M. del 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dal suo regolamento applicativo.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Indipendentemente da prove MASW da eseguirsi in fase successiva, le valutazioni di  **$V_{s30eq}$** , **stanti i parametri geotecnici desunti dalle indagini**, certamente classificheranno i terreni in **classe B**.

Sulla base delle caratteristiche orografiche del territorio attraversato, tutti i manufatti sono riconducibili ad una categoria topografica **T1**.

## 7.4 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

Con l'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" viene introdotta la nuova classificazione sismica dell'intero territorio nazionale.

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale è articolata in **4 zone** a diverso grado di sismicità espresso dal parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

I valori convenzionali di  $a_g$  sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale e sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Per ogni classe sismica si assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

TABELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003

ZONA	VALORE di $a_g$
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

L'intero territorio della **Sardegna**, che precedentemente, non era classificato sismico, con la nuova classificazione sismica introdotta dall'O.P.C.M. n. 3274/2003, ricade in **zona sismica 4**.

La Regione Sardegna con Delibera G. R. n.15/31 del 30/03/2004 ha recepito, in via transitoria, fino a nuova determinazione, conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico

nazionale, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna, così come riportato nell'allegato A dell'O.P.C.M. n. 3274/2003.

Secondo quanto definito nell'Allegato A del D.M. 14/01/2008, la Sardegna è caratterizzata da una macro-zonazione sismica omogenea, ossia presenta medesimi parametri spettrali sull'intero territorio insulare a parità di tempo di ritorno dell'azione sismica.

## 7.5 PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO

Come definito nel testo unico allegato al **D.M. del 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”** e dal suo regolamento applicativo, “le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, riportata nella figura seguente ed elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, approvata con Ordinanza n.3519 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 Aprile 2006, è diventata la mappa di riferimento prevista dall'Ordinanza n.3274 del 2003, All.1.

In tale cartografia il settore di progetto ricade in una zona con accelerazione massima al suolo ( $a(\max)$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli non rigidi ( $V_{s,30}$  tra 180 e 360 m/s; cat .C) compresa tra **0.025 e 0.050 g**.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale che, in assenza di specifiche analisi, può essere ricavata mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

L'identificazione di questa categoria va di norma eseguita in base ai valori della  $V_{s,eq}$ , cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, tuttavia, come specificato nella suddetta normativa, nei terreni non coesivi (coperture) può essere effettuata anche in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test)  $N_{SPT30}$ .

Nel caso in esame, i valori della  $V_s$  per i singoli strati sono stati ricavati utilizzando le formule di calcolo di Ohta e Goto (1978):

$$V_s = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z / 0.303)^{0.193}$$

e di Yoshida e Motonori (1988):

$$V_s = \beta * (N_{SPT})^{0.25} * \sigma'_{v0}{}^{0.14}$$

Per il calcolo della  $V_{s,eq}$ , è stata quindi applicata la formula indicata dalle **N.T.C 2018**:

$$V_{s,eq} = H / (\sum_{i=1,N} (h_i / V_{s,i}))$$

Dove:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato i-esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio i-esima

$N$  = Numero di strati

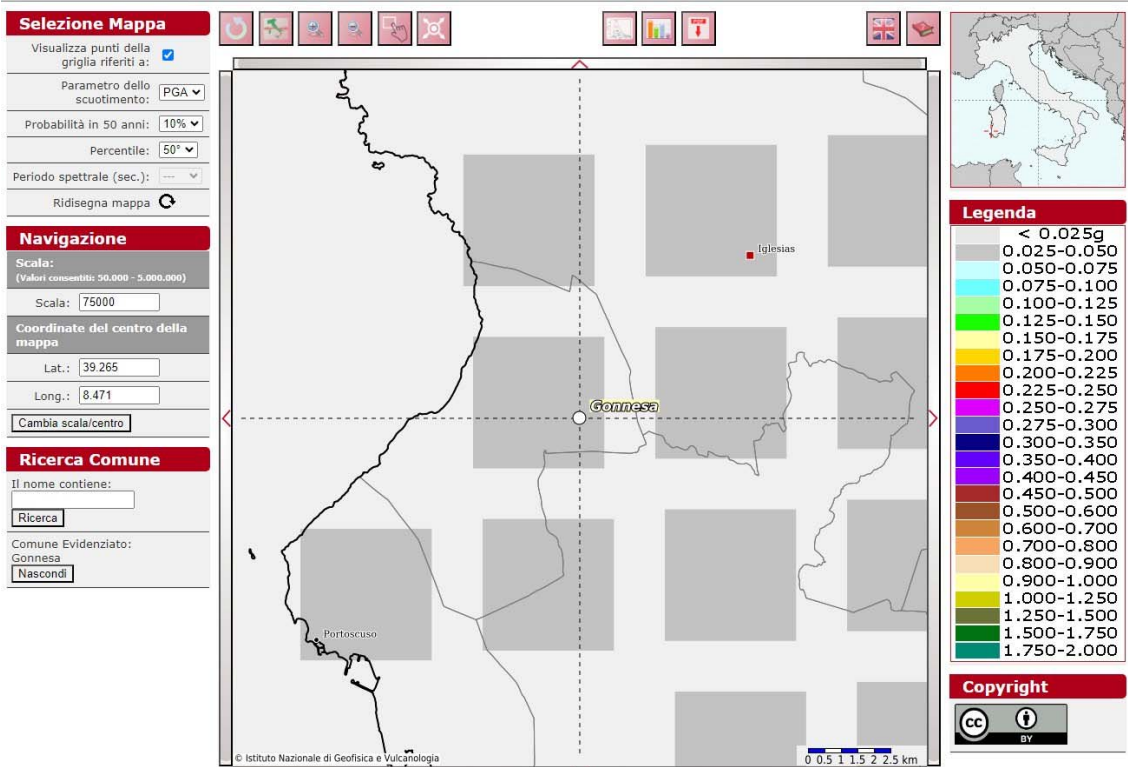
Sulla base delle **NTC 2018** quando lo spessore del **substrato** è superiore a 30 metri, come nel nostro caso:

$$V_{s,eq} = V_{s,30}$$

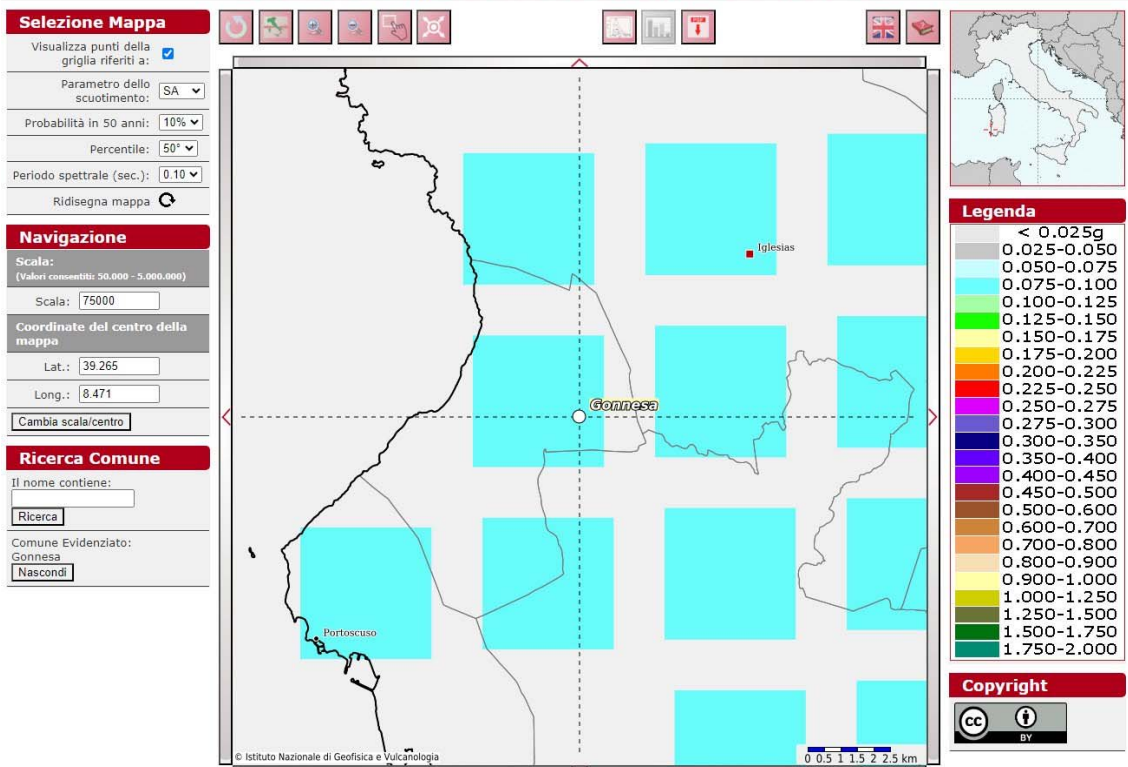


Considerando che i dati di riferimento indicano coperture detritiche inferiori a 30 m, i valori ricavabili con i due metodi attribuiscono ai terreni di fondazione alla categoria “B”.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



## 8 CONCLUSIONI

Il progetto proposto è compatibile con le caratteristiche geologiche dell'area e non ha controindicazioni tecniche di natura geologica e idrogeologica.

L'intervento proposto, così come ipotizzato, non interferisce negativamente con strutture pubbliche o private esistenti.

Le opere non ricadono in aree la cui pericolosità per prossimità alla costa, per instabilità del versante o per inondabilità, sia stata evidenziata in studi alcuni (SCAI, AVI, PAI, IFFI o PSFF) o lo sia per esperienza diretta o notizia alcuna, o comunque ove marginalmente presente, sia di nocumento alle opere o produca effetti su altre opere.

La pericolosità PAI mappate in Hg3 e in Hg2 derivano dalla presenza stessa del sistema di discariche.

Il pericolo potenziale da sink-hole minerari non sussiste in quanto le coltivazioni hanno prodotto vuoti a 300 metri circa dal p.c., e non sono in grado produrre effetti sulla superficie.

Altresì, la "soletta" in roccia riolitica, in facies ignimbratica, su cui poggia l'intera area di progetto ha una potenza di 9 metri e poggia su ulteriori bancate sub-orizzontali di alternanze di rioliti in facies piroclastica cineritica ed in facies ignimbratica saldate per uno spessore complessivo di 76 m circa. Tale condizione complessiva, geognosticamente documentata, consente di considerare in sicurezza da sink-hole l'area di Progetto.

Geologo

Fausto Alessandro Pani

Ordine Regionale Geologi n° 88

Ordine Regionale Geologi n° 88