



AUTORITA' PORTUALE NORD SARDEGNA

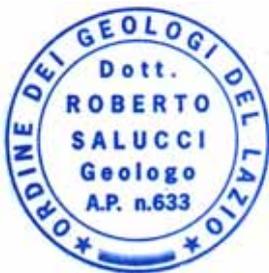
APPALTO DELLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA SULLA BASE DEL PROGETTO PRELIMINARE E PER LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI PER IL PROLUNGAMENTO DELL'ANTEMURALE DI PONENTE E DELLA RESECAZIONE DELLA BANCHINA ALTI FONDALI DEL PORTO CIVICO DI PORTO TORRES. CIG 5630886220; CUP B21G11000040001

PROGETTO DEFINITIVO

R3 RELAZIONE GEOLOGICA



Impresa



sales

Costituendo Raggruppamento Temporaneo di Progettisti



SEACON s.r.l.



GEOTECHNICAL ENGINEERING

INTERPROGETTI

Ing. Lucio Abbadessa

Ing. Marco Pittori

PROVINCIA DI SASSARI
COMUNE DI PORTO TORRES



HUB PORTUALE DI PORTO TORRES (SS)

PROLUNGAMENTO DELL'ANTEMURALE DI PONENTE

E RESECAZIONE BANCHINA ALTI FONDALI

1 e 2 STRALCIO

R3 - Relazione geologica

INDICE

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA D'INDAGINE.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
3. INDAGINI ESEGUITE	8
4. ANALISI DEI VINCOLI LEGATI AL PAI.....	10
4.1. Premessa	10
4.2. Il dissesto idrogeologico in relazione al PAI	10
5. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	12
5.1. Il bacino idrografico del Riu Mannu	12
5.1.1. Aspetti geologici e geomorfologici del bacino.....	13
5.2. Geomorfologia dell'area d'intervento.....	13
6. GEOLOGIA	16
6.1. Inquadramento Geologico Regionale.....	16
6.2. Assetto litostratigrafico dell'area d'intervento.....	20
7. CENNI SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO	22
7.1. Bacino idrografico del Riu Mannu: Gli acquiferi sotterranei	22
7.1.1. Caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi.....	23
7.2. Assetto idrogeologico dell'area d'indagine.....	24
8. SISMICITA'.....	25
8.1. Evoluzione della normativa recente in materia antisismica.....	25
8.2. Classificazione sismica	28
8.3. Considerazioni generali sulla sismicità e sul pericolo sismico della Sardegna	28
8.3.1. Classificazione sismica dell'area d'indagine.....	31
8.4. <i>Classificazione dei terreni in termini di V_{s30}</i>	31
9. CONCLUSIONI.....	34

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Indagini geognostiche 2014
- ALLEGATO 2 – Indagini geognostiche 2009
- ALLEGATO 3 – Indagini geognostiche 2004

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA D'INDAGINE

Nell'ambito della gara di aggiudicazione del progetto definitivo per l'ampliamento del porto di Porto Torres, denominata "Hub portuale di Porto Torres – Prolungamento dell'antemurale di ponente e resecazione della banchina alti fondali 1 e 2 stralcio", si redige il presente elaborato tecnico.

L'area interessata dagli interventi in progetto (di seguito area d'intervento) è ubicata in un settore dell'area portuale di Porto Torres che si sviluppa lungo la costa, all'interno del Golfo dell'Asinara, costituendo il limite più settentrionale del territorio comunale di Porto Torres.

Topograficamente l'area è individuata nel foglio 441 "Porto Torres" sez. III, edito dall'I.G.M. d'Italia, in scala 1:25.000 e nella Sezione CTR della Sardegna n. 441130 alla scala 1:10.000, (vedi TAVOLA 2 – Corografia dell'area).

Figura 1.1 – Porto commerciale di Porto Torres. In rosso è indicata l'area d'intervento.



Dal punto di vista fisiografico l'area d'indagine si colloca all'interno del bacino idrografico del Riu Mannu.

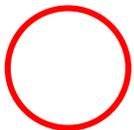
All'interno della presente relazione sono allegati i seguenti elaborati grafici:

- TAVOLA 1 – INQUADRAMENTO DELL'AREA
- TAVOLA 2 – COROGRAFIA DELL'AREA
- TAVOLA 3 – GEOLOGIA DELL'AREA

TAVOLA 1 – INQUADRAMENTO DELL'AREA

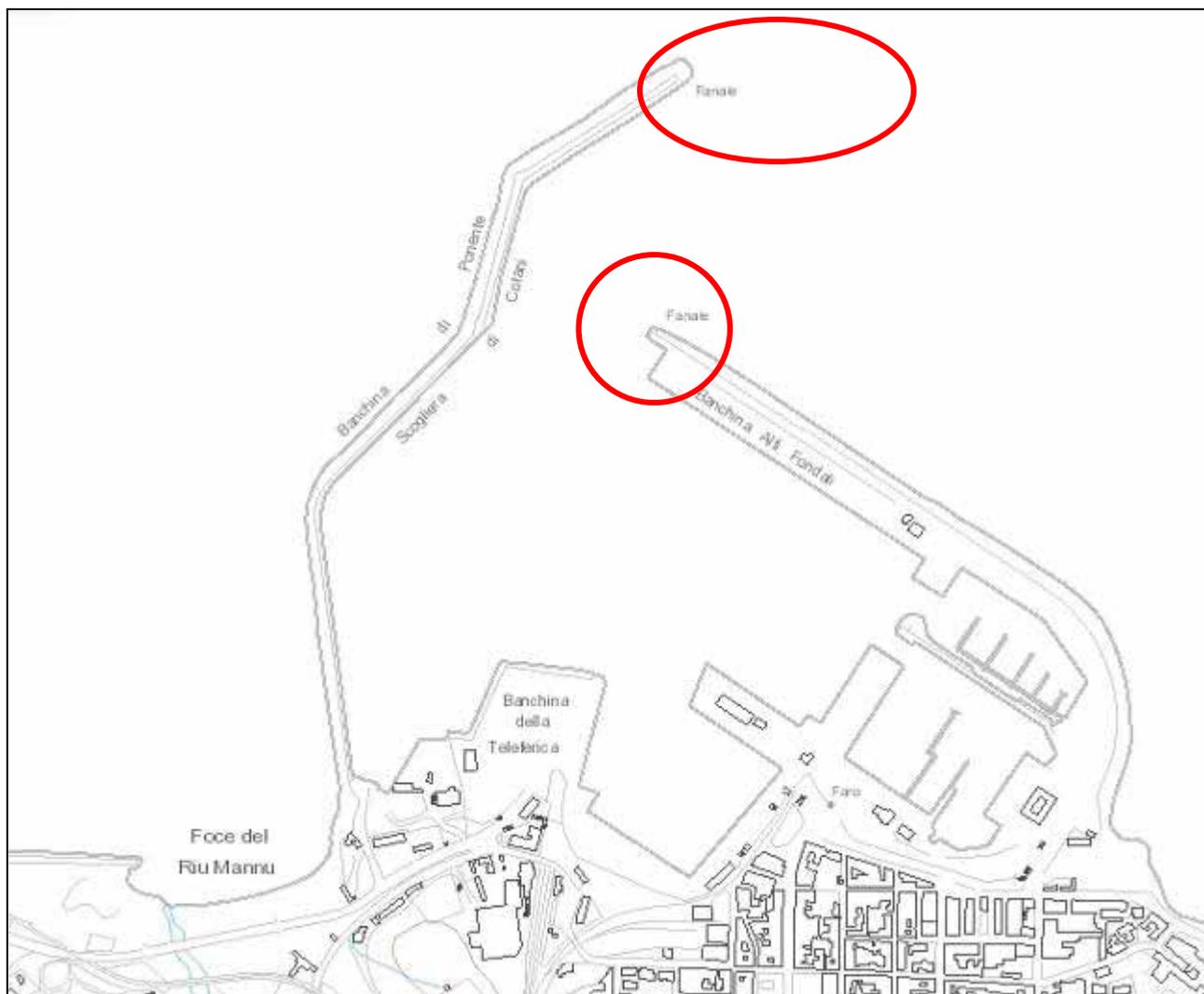
IMMAGINE DA SATELLITE

Copyright: GOOGLE MAPS



Area d'intervento

TAVOLA 2 – COROGRAFIA DELL'AREA
STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE
Sezione 441130 – Scala originaria 1:10.000 (immagine fuori scala)



Area d'intervento

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la redazione dello studio geologico e geotecnico si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa Circolare esplicativa n. 617 del 02.02.2009;
- Legge 109/94 e D.P.R. 554/99 in materia di lavori pubblici;
- DPCM 29/09/98 -Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n.180;
- Legge 267 del 03/08/1998 "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia";
- D.M. LL.PP. n°47 del 11/03/1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- C.M. LL.PP. n°30483 del 24/09/88 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione";
- LEGGE n°64 del 02.02.1974 recante «Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche»;

Inoltre, le indagini geologiche e geognostiche sono state programmate con diretto riferimento alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" (1977) e "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" (1994) della Associazione Geotecnica Italiana.

3. INDAGINI ESEGUITE

In allegato agli elaborati a base di gara sono stati forniti i risultati di alcune campagne di indagine geognostica eseguite in anni passati nell'area portuale. In particolare sono stati forniti i tabulati stratigrafici delle seguenti indagini :

- Campagna eseguita nel 2014 dalla società GEODES costituita da un sondaggio (S3) eseguito a terra e spinto fino alla profondità di m 28 (vedi allegato 1).
- Campagna eseguita nel 2009 dalla società LITHOS srl costituita da 7 sondaggi (SM01,SM02,SM03SM04SM05,SM07 ed SM09) eseguiti in mare e spinti fino a profondità variabili da 0,6 a 2.0 m . (vedi allegato 2)
- Campagna eseguita nel 2004 dal Dr. Geol. ALESSANDRO MUSCAS costituita da 6 sondaggi eseguiti in parte a terra ed in parte mare e spinti fino a profondità variabili fra 10.7 e 14.0 m .(vedi allegato 3)

I tabulati delle indagini sopraelencate così come forniti a base gara sono rimessi negli allegati 1,2 e 3 che contengono per le due campagne eseguite nel 2009 e nel 2004 anche uno stralcio planimetrico con l'ubicazione dei punti di indagine .

Le indagini eseguite hanno consentito di procedere alla:

- a. ricostruzione della natura, consistenza e successione stratigrafica dei terreni entro la profondità di appoggio del corpo banchina;
- b. ricostruzione del "modello geotecnico" con individuazione delle unità litotecniche presenti in corrispondenza dello strato di appoggio della banchina e della sottostante porzione di sottosuolo, comunque interessata dalla distribuzione delle sollecitazioni indotte dall'opera in progetto ("volume significativo");
- c. definizione dei parametri geotecnici rappresentativi per ciascuna delle unità litotecniche definite;
- d. determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei litotipi per la valutazione della risposta del terreno alle sollecitazioni indotte.

Nel presente elaborato vengono commentati gli aspetti geologici idrogeologici e sismici rimandando per l'analisi degli aspetti geotecnici agli specifici elaborati.

Le indagini geognostiche eseguite in mare sono state effettuate, previo ottenimento dell'autorizzazione da parte della Guardia Costiera della Capitaneria di Porto Torres con l'ausilio di personale specializzato per lavori subacquei. (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Posizionamento della carotatrice sulla verticale di perforazione.



4. ANALISI DEI VINCOLI LEGATI AL PAI

4.1. Premessa

La Legge 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il bacino idrografico debba essere l'ambito fisico di pianificazione che consente di superare le frammentazioni e le separazioni finora prodotte dall'adozione di aree di riferimento aventi confini meramente amministrativi.

Il bacino idrografico è inteso come "il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente" (art. 1).

L'intero territorio nazionale è pertanto suddiviso in bacini idrografici classificati di rilievo nazionale, interregionale e regionale.

Strumento di governo del bacino idrografico è il Piano di Bacino, che si configura quale documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Come evidenziato nell'inquadramento geografico, l'area d'indagine ricade all'interno del bacino idrografico del Riu Mannu, il quale è governato tramite il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dall'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna.

Nell'ambito della pianificazione codificata dalla L.183/89 e delle successive modificazioni e integrazioni, il PAI opera essenzialmente nel campo della "difesa del suolo" con particolare riferimento alla difesa delle popolazioni e degli insediamenti umani a rischio.

4.2. Il dissesto idrogeologico in relazione al PAI

Dal punto di vista geomorfologico le aree a maggiore rischio sono costituite dalla falesia nel tratto di costa posto ad Est del porto (Figura 4.1).

Il territorio del comune di Porto Torres è costituito da una fascia costiera pianeggiante o debolmente ondulata, ne consegue che l'unica area con problemi di stabilità è rappresentata dalla falesia costiera, nel settore compreso tra il nucleo storico dell'abitato e il confine comunale con Sorso. Si tratta di una serie pressoché continua di pareti rocciose, impostate su calcari miocenici, soggette a periodiche frane per crollo causate, prevalentemente, dall'erosione marina al piede e, secondariamente, dall'azione delle acque di pioggia. Un ulteriore fattore di instabilità è costituito dalla presenza di cavità carsiche all'interno di detti calcari, spesso dotate di ingressi a mare, il cui

sviluppo nell'interno spesso non è ben conosciuto. In tale senso la zona più a rischio è costituita dal promontorio di Balai.

Figura 4.1 – Stralcio della carta del rischio del PAI (Fonte: Geoportale della Regione Sardegna)



Per qual che concerne il rischio idraulico, questo è limitato all'area golenale del Riu Mannu, come evidenziato in Figura 4.1.

5. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

5.1. Il bacino idrografico del Riu Mannu

L'U.I.O. (Unità Idrografica Omogenea) del Mannu di Porto Torres ha un'estensione di circa 1.240 Km². Il bacino principale, che prende il nome dal fiume principale, si estende nell'entroterra per circa 670 km². È caratterizzato da un'intensa idrografia dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate. Il Riu Mannu e i suoi emissari hanno un andamento lineare, ortogonale alla linea di costa; esso ha origine nella zona comunale di Cheremule e Bessude. I principali affluenti del Riu Mannu sono:

- in destra idrografica, il Rio Bidighinzu, il Rio Mascari e il Rio di Ottava;
- in sinistraidrografica, il Rio Minore e il Rio Ertas.

Figura 5.1 - U.I.O. del Mannu di Porto Torres (Fonte: PTA Regione Sardegna). In rosso è contraddistinta l'area d'indagine.



5.1.1. *Aspetti geologici e geomorfologici del bacino*

Il bacino del Riu Mannu di Porto Torres, si sviluppa in una vasta area della Sardegna nord-occidentale, all'interno dell'area denominata "Fossa Sarda", quest'ultima è stata interessata in diversi periodi da ripetute trasgressioni e regressioni marine e da numerose manifestazioni vulcaniche.

A seguito dei movimenti che hanno dato origine alla "Fossa Sarda", questo territorio è stato invaso dal mare e ricoperto da imponenti coltri sedimentarie dalla cui emersione si è originato un esteso altopiano.

L'area nel quale si sviluppa il corso d'acqua è caratterizzata da una serie di colline di media altezza, da falsipiani e tavolati modellati nei sedimenti calcarei di età miocenica.

In alcuni punti i calcari poggiano sulle vulcaniti oligo-mioceniche costituite da Rioliti, Riodaciti, Daciti.

Nella parte Nord-Ovest del bacino sono presenti dei depositi carbonatici di piattaforma costituiti da calcari e dolomie e calcari dolomitici di età Trias-medio-Cretaceo superiore.

5.2. Geomorfologia dell'area d'intervento

L'area in esame appartiene all'infrastruttura portuale di Porto Torres e pertanto, dal punto di vista geomorfologico, è fortemente caratterizzata dalla sovrapposizione degli effetti derivanti da dinamiche naturali ed antropiche.

Dal punto di vista naturale sono presenti le forme e permangono le azioni riconducibili alle dinamiche evolutive proprie delle zone costiere.

Dal punto di vista antropico l'area è stata oggetto di profonde modifiche morfologiche a partire dall'insediamento dell'infrastruttura portuale.

Ciò appare in tutta la sua evidenza raffrontando le foto aeree disponibili per il settore, relative al periodo 1954-2008 (Figura 5.2), presenti sul Geoportale della Regione Autonoma della Sardegna.

Sebbene l'area portuale, all'inizio di tale periodo, risultasse già esistente nella sua conformazione quasi definitiva, lateralmente ad essa è possibile avere contezza delle variazioni che hanno caratterizzato il tratto costiero limitrofo.

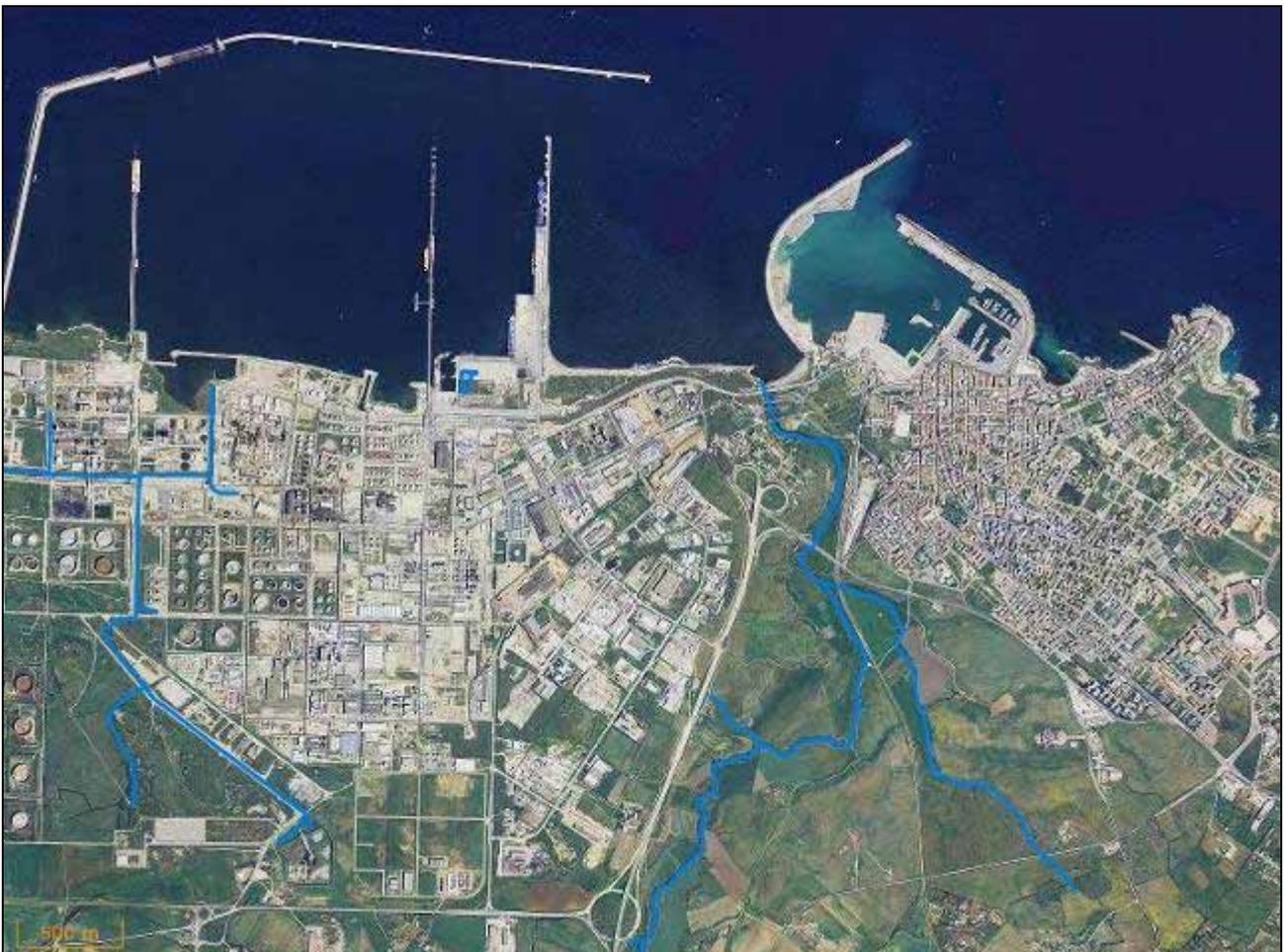
Importanti variazioni morfologiche appaiono evidenti con riferimento al profilo ed alle dimensioni planimetriche del corpo banchina dell'Antemurale di Ponente.

Figura 5.2 - Variazioni morfologiche principali nell'area portuale nel periodo 1954-2008 (da foto aeree riportate nel Geoportale della Regione Autonoma della Sardegna)



Relativamente all'assetto idrografico del settore, in considerazione della localizzazione a mare dell'intervento si evidenzia che non sono presenti interferenze con gli elementi della rete idrografica superficiale. Ciò nonostante, sulla base di alcune indagini effettuate di recente, in corrispondenza della banchina alti fondali, è emerso che all'interno dell'area portuale sono presenti accumuli di notevole spessore di sedimenti che sono riferibili agli apporti riconducibili all'elemento idrografico di maggiore rilievo in questo settore del quadrante nord-occidentale dell'Isola, costituito dal tracciato del Rio Mannu che sfocia ad ovest della zona portuale (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Elementi idrografici (Fonte: Geoportale della Regione Sardegna)



6. GEOLOGIA

6.1. Inquadramento Geologico Regionale

Dall'esame della cartografia geologica si rileva un contesto litostratigrafico piuttosto omogeneo, in cui una gran massa di sedimenti detritici, di ambiente continentale o marino, appartenenti a diversi periodi geologici, compresi dall'Olocene al Miocene, hanno colmato la depressione tettonica denominata "Fossa Sarda".

Tra l'Oligocene superiore ed il Tortoniano-Messiniano la Sardegna settentrionale è stata sede di una importante attività tettonica cui ha fatto seguito un'attività vulcanico-sedimentaria che ha interessato diversi bacini, in parte coalescenti, legati a due differenti orientazioni strutturali e con differenti evoluzioni tettono-sedimentarie.

L'insieme di questi bacini costituisce la cosiddetta "Fossa sarda" che rappresenta un lineamento tettonico orientato N-S che attraversa tutta l'Isola, originato da un'estensione crostale con direzione E-W, legata alla rotazione del blocco sardo-corso nell'Oligocene superiore.

I bacini miocenici sono contraddistinti da diverse fasi strutturali delle quali una con fosse orientate N60° (denominati bacini transtensivi aquitaniani di età Oligocene superiore - Aquitaniano) ed una con fosse orientate NNW (bacini burdigaliani di età Burdigaliano-Tortoniano). Tali successioni sono state definite come sin-rift (la prima) e post-rift (la seconda).

Il bacino burdigaliano, cui appartiene il settore di Porto Torres, è di età più recente e si estende dal Golfo dell'Asinara a nord fino all'altopiano di Campeda a sud. Dal punto di vista strutturale si configurano come semi-graben con faglie principali sui bordi opposti, connesse con zone di taglio trascorrenti con orientamento EW. Questi bacini intersecano quelli transtensivi interrompendo sia la continuità di affioramento sia le faglie trascorrenti che li delimitano.

Nella successione stratigrafica è possibile distinguere tre sequenze deposizionali:

- sequenza 1 Burdigaliano superiore-Langhiano;
- sequenza 2 Serravalliano-Tortoniano;
- sequenza 3 Messiniano.

Le sequenze 1 e 2 sono caratterizzate dal passaggio da depositi clastici di ambiente fluvio-deltizio a depositi carbonatici francamente marini di piattaforma.

La sequenza 3, presente nella zona ad ovest dell'abitato di Porto Torres e fino alla località di Scala Erre è caratterizzata da sedimenti clastici grossolani di ambiente fluviale intercalati a livelli argilloso-limosi.

I bacini NNW (burdigaliani) hanno avuto origine in corrispondenza di stress crostali con estensione E-W legati alla rotazione del blocco sardo-corso e contemporanei all'apertura del bacino balearico. Questa tettonica estensionale è correlabile con l'estensione post-orogena successiva alla collisione tra la placca sud-europea e l'Adria.

Nel bacino di Porto Torres il bordo lungo il quale è avvenuta la trasgressione è quello occidentale, mentre quello orientale è bordato da faglie dirette che sollevano il substrato vulcanico che costituisce le alture di Osilo. I principali sistemi di faglie riconoscibili sono tre: le prime due, con orientamento NNW ed E-W, hanno avuto un ruolo importante nell'evoluzione tettono-sedimentaria dei bacini, e la terza, con orientamento N-S, è responsabile dell'attuale assetto geometrico dell'area occupata dai due bacini.

I depositi della sequenza 3 affiorano in una stretta fascia compresa fra la Centrale elettrica di Fiume Santo e le Saline di Stintino. E' costituita da alternanze di argille e conglomerati continentali. Le argille sono massicce, non stratificate, molto bioturbate e pedogenizzate. Hanno colore variabile da giallo-rossastro a grigio. All'interno, dispersi, si rinvengono noduli di manganese, frammenti di legno e clasti millimetrici. Si interpretano come depositi di piana alluvionale.

I livelli conglomeratici sono organizzati in lenti di 10-15 m di lunghezza e 2-3 m di altezza, sia in strati che tabulari. Le lenti hanno base erosiva e strati amalgamati tipo cut and fill.

I clasti, che tendono a diminuire di dimensioni da SW verso NE, sono costituiti da rocce metamorfiche (quarzo e filladi) del basamento della Nurra, comprendenti talora rocce permiane e mesozoiche. I depositi possono essere interpretati come il riempimento di una valle sviluppatesi in seguito alla crisi di salinità del Messiniano. L'età del deposito è riferibile al Messiniano superiore-Pliocene inferiore.

Durante questa fase distensiva, che si prolunga con più stadi per tutto il miocene, si ha l'apertura di un ampio bacino intracratonico che attraversa gran parte della Sardegna nord orientale, organizzato in un sistema di semigraben orientati NNO-SSE e collegati tra loro, attraverso delle faglie di trasferimento.

Dal punto di vista strutturale l'area in esame si colloca all'interno del segmento più settentrionale di questo sistema di rift, all'interno del bacino sedimentario noto in letteratura come "Bacino di Porto Torres". Tale struttura è riconducibile a un semigraben caratterizzato a ovest da rapporti di onlap sul basamento mesozoico e sulle vulcaniti terziarie, mentre verso Est è limitato da delle faglie dirette, orientate NNW e immergenti verso WSW.

In relazione a questa geometria la sequenza miocenica mostra un graduale aumento di spessore verso Est e raggiunge la massima potenza nei pressi di Sassari Sorso con spessori superiori a 500 m.

Sul margine occidentale la potenza della successione miocenica si riduce notevolmente nell'ordine di 60 – 100 m.

In questo settore la sequenza stratigrafica presenta alla base delle sabbie quarzo-feldspatiche e dei conglomerati poligenici trasgressivi, seguiti da un primo orizzonte di calcari bioclastici di mare basso, seguiti ancora da delle marne arenacee e siltiti, depositatesi in concomitanza con l'approfondimento del bacino miocenico e poi ancora da un secondo orizzonte di calcari bioclastici.

Tutta la sequenza miocenica mostra una lieve immersione verso NE probabilmente relazionata a una fase distensiva pliocenica ed è interessata da un sistema di faglie e fratture a orientazione NNW e NE con carattere di faglie dirette o Joint.

La sequenza miocenica è chiusa al tetto da dei depositi continentali pleistocenici rappresentati principalmente da eolianiti in parte rimaneggiate.

I depositi più recenti sono rappresentati dalle alluvioni del Rio Mannu che riempiono una profonda forra incisa nella formazione miocenica. Si tratta di una sequenza composta da un'alternanza di sabbie fini, limi e argille che colma una stretta vallata con larghezza variabile tra 200 e 400 m e profondità pari a circa 25 m.

Nelle aree più prossime alla linea di costa i sedimenti miocenici sono ricoperti, quando non affioranti, da spessori variabili di depositi eolici post-tirreniani costituiti da sabbioni a granuli silicei, spesso ben cementati, a stratificazione incrociata. Infine, lungo il litorale, sono presenti spiagge sabbiose attuali con cordoni di dune mentre all'interno delle aree portuali tendono a depositarsi sabbie fini e limi.

Figura 6.1 – Rapporti stratigrafici nell'area d'indagine (Fonte: Carta Geologica d'Italia 1:100.000)

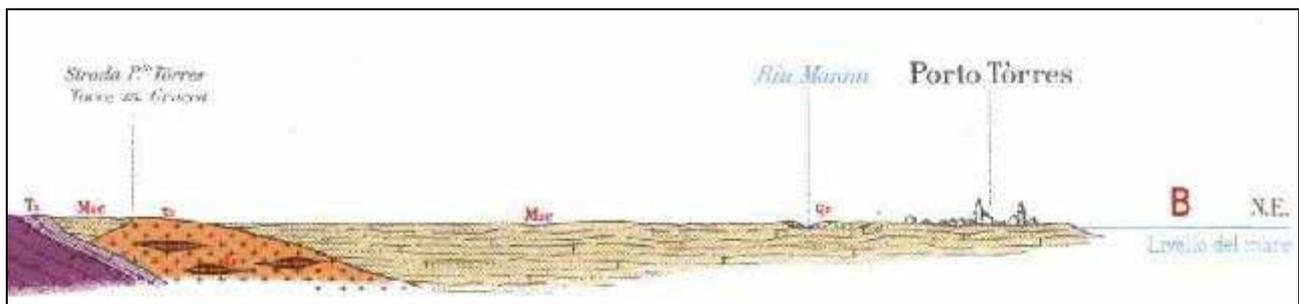
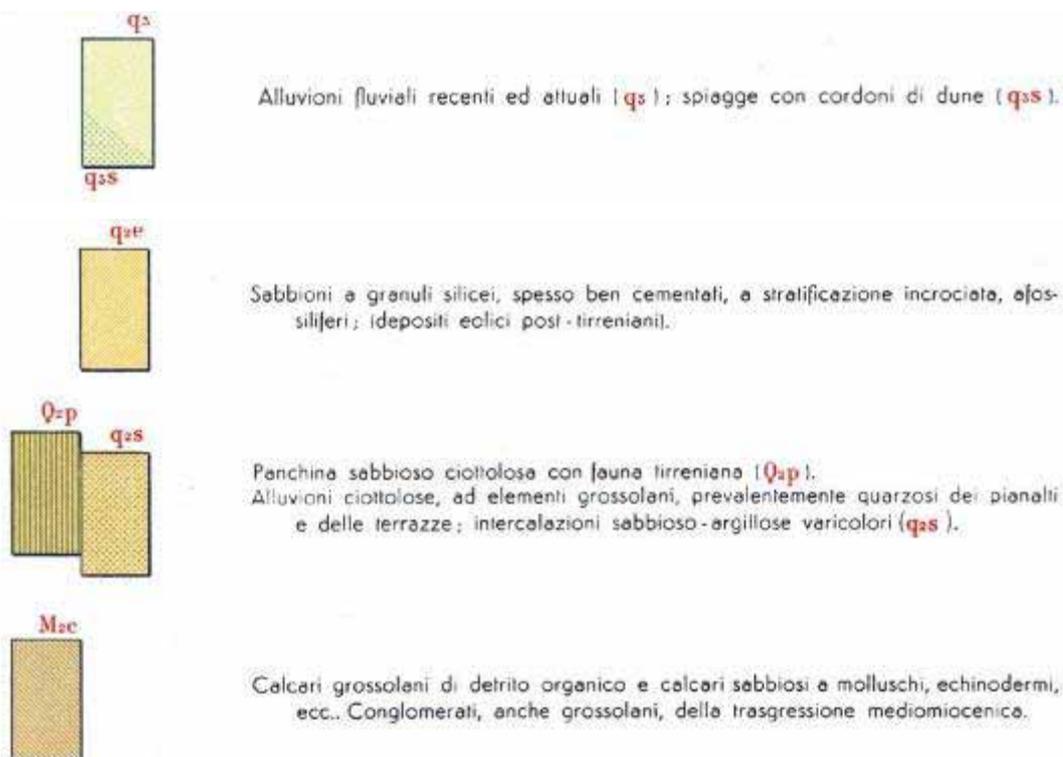
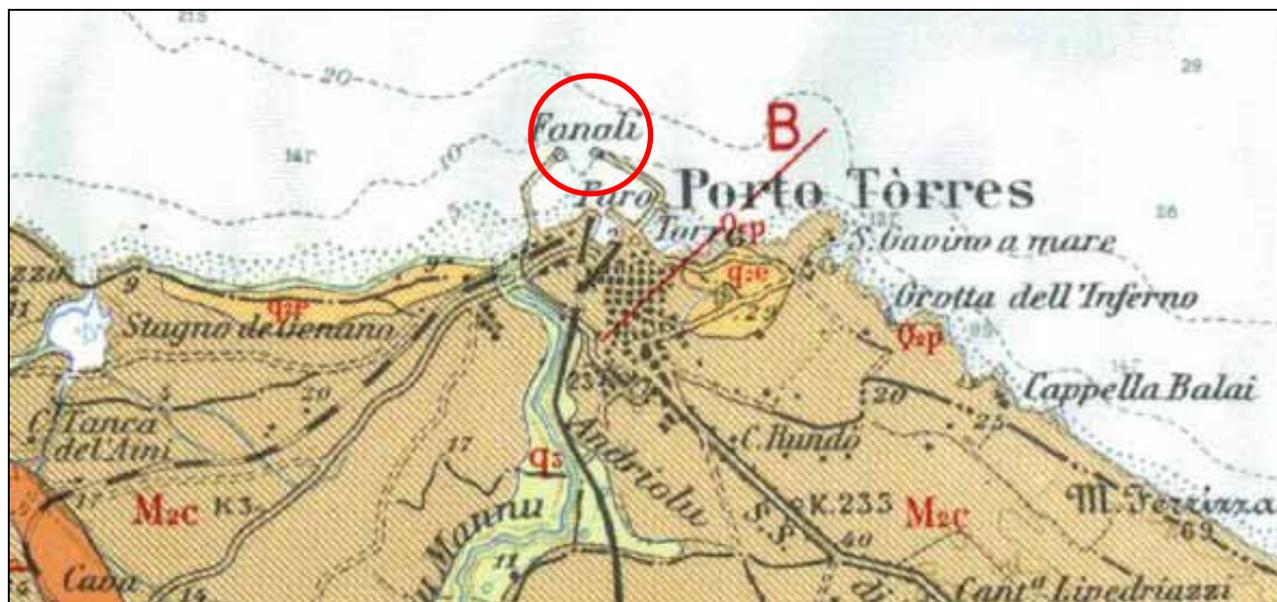


TAVOLA 4 – GEOLOGIA DELL'AREA

STRALCIO CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – F. 179 PORTO TORRES

Scala originaria 1:100.000 (immagine fuori scala)



Area d'intervento

6.2. Assetto litostratigrafico dell'area d'intervento

Lo schema stratigrafico generale dell'area portuale, ricostruito attraverso le numerose campagne geognostiche eseguite, evidenzia, a più riprese, l'esistenza di aree in cui l'assetto originario "naturale" dei terreni è stato fortemente alterato e modificato dagli interventi "antropici", rappresentati da importanti interventi di scavo e di riporto che hanno interessato anche grandi aree.

Sulla base delle ricostruzioni precedentemente eseguite, si evidenzia che il basamento lapideo dell'intera area portuale è costituito da calcareniti mioceniche la cui consistenza è variabile in funzione del grado di alterazione. Già il Prof. Pecorini, nella sua relazione geologica di accompagnamento alle indagini svolte nel 1987, distingueva il suddetto substrato in un calcare a Litotamni di colore ocra, con la roccia che «può presentarsi medio-dura o dura, raramente tenera, qua e là un po' vacuolare o porosa, più frequentemente abbastanza compatta», ed in un calcare marnoso grigio chiaro che però, rinvenuto a quote assolute superiori ai -17 metri, non risulta pertinente a tale lavoro.

Maggiore interesse per il presente contesto hanno, invece, i cosiddetti crostoni di copertura, che si sono formati «durante il Quaternario per degradazione in posto dei calcari miocenici, in condizioni climatiche più calde di quelle attuali, i crostoni ricoprono o avvolgono i calcari stessi da cui sono derivati, con spessori variabili da meno di 1 m fino a 10 - 11 m. Il grado di aggregazione dei componenti è piuttosto variabile tanto che il crostone a volte si presenta ben cementato e addirittura duro, oppure mostra consistenza quasi terrosa se ad alta componente marnosa o argillosa» .

Più avanti, nella stessa descrizione, si ribadisce che nel complesso «i crostoni non sono terreni a costituzione granulare, paragonabili cioè a sabbie o ghiaie, perché i vari frammenti sfumano gradualmente nella matrice che li ingloba, trattandosi di residui d'una disgregazione chimica e fisica, che a seconda dello stato di alterazione tendono a compenetrarsi fra loro, fondendosi e cementandosi fino ad assumere i contorni e le proprietà di una roccia semicoerente concrezionata, talora friabile, ma in prevalenza abbastanza consistente».

Sulla base delle indagini effettuate, esaminando i campioni prelevati nel corso dei carotaggi e dei pozzetti esplorativi eseguiti in corrispondenza dello strato superficiale di copertura detritica sul substrato roccioso, è stato possibile ricostruire, a partire dalla quota di inizio indagine, la seguente successione stratigrafica:

Settore prolungamento molo di Ponente:

- Strato A

Depositi detritici di copertura del substrato calcarenitico miocenico (Olocene). Sono costituiti da sabbie, da medie a grossolane, da poco a mediamente addensate, sature e di

colore ocra, con la presenza di ghiaie sub arrotondate poligeniche, con numerosi resti algali. Sulla base dell'incrocio fra i risultati dei sondaggi, dei pozzetti e delle prove asta-punta, è stato possibile verificare che lo spessore medio di questa unità litologica è pari a circa 0.40 metri, variabile fra un minimo di 0.20 metri e un massimo di 0.80 metri;

- Strato B

Il substrato calcarenitico è posto ad una profondità media di circa 0.40 metri al di sotto dei terreni detritici di copertura dello strato A. Le calcareniti del substrato sono state intercettate in tutti e quattro i sondaggi eseguiti ma è stato possibile campionarle solo in corrispondenza dei sondaggi SMP_02 e SMP_04. Il substrato litoide calcarenitico è presente senza soluzione di continuità in tutte le indagini eseguite entro la profondità media di circa 0.40 metri.

Settore resecazione banchina alti fondali:

- Strato A

Corpo e strato di fondazione della banchina costituita da una massicciata poligenica ed eteromorfa, con massi e blocchi, di spessore pari a 15 m circa; Depositi detritici di copertura del substrato calcarenitico miocenico (Olocene);

- Strato B

Depositi detritici di copertura costituiti da sabbie, talora con intercalazioni limoso-argillose decimetriche, di spessore superiore a 13 metri. Infatti, alla profondità massima raggiunta dal sondaggio S3, pari a 28 metri, non è stato intercettato lo strato di appoggio, presumibilmente costituito dal substrato calcarenitico miocenico.

7. CENNI SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Sulla base del quadro conoscitivo attuale, sono stati individuati, per tutta la Sardegna, 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee.

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, l'area d'indagine ricade all'interno del bacino idrografico del Riu Mannu.

Di seguito si riporta una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dei complessi acquiferi che li costituiscono il suddetto bacino.

7.1. Bacino idrografico del Riu Mannu: Gli acquiferi sotterranei

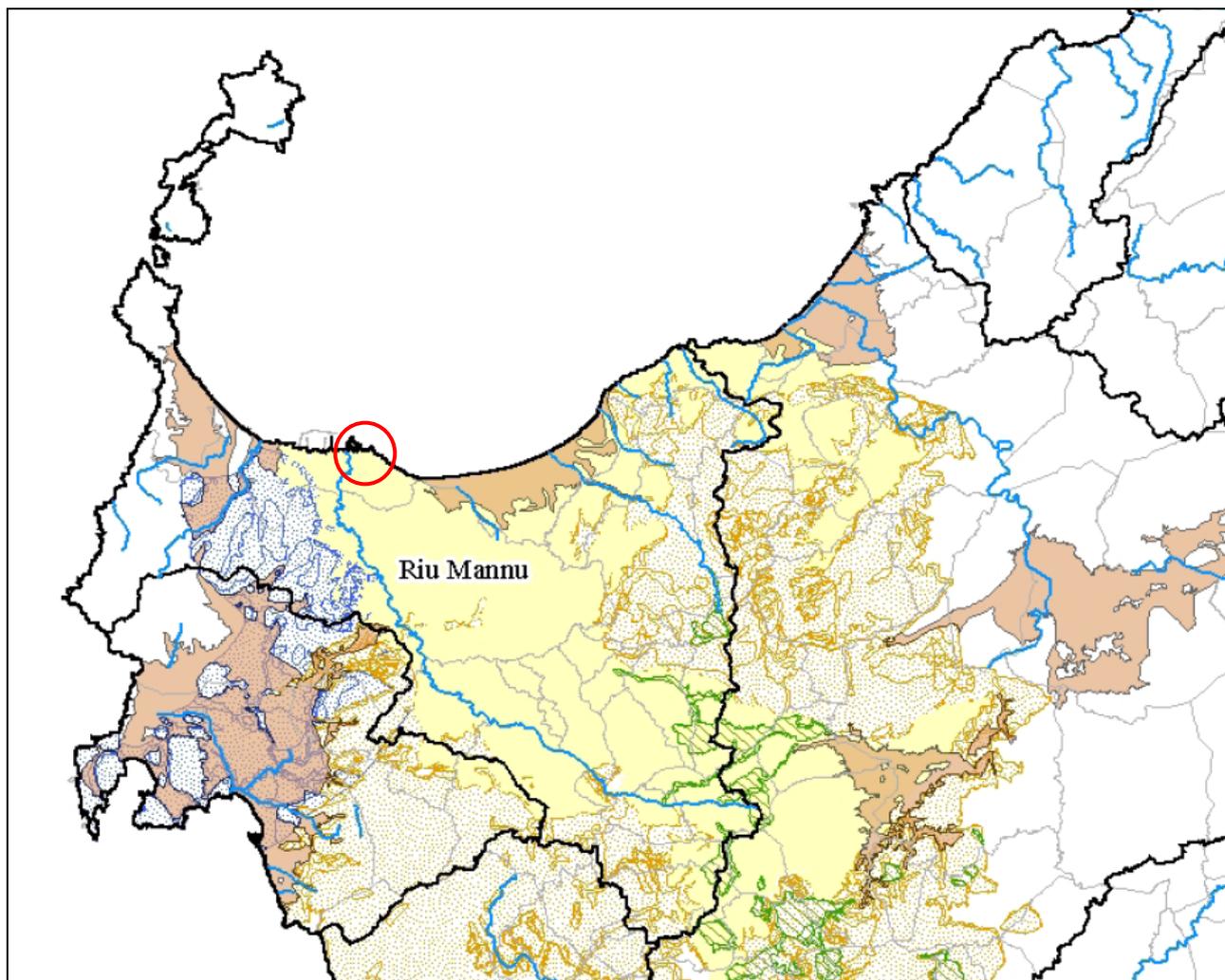
Le rocce di diversa natura che costituiscono il bacino del Riu Mannu ed i suoi sub bacini, caratterizzano in maniera diversa la sua idrogeologia. Si possono distinguere diverse unità idrogeologiche, ciascuna delle quali corrisponde a requisiti di permeabilità diversi che variano da alta a nulla.

Mediamente si riscontrano valori medio-bassi di permeabilità degli acquiferi, eccezionalmente e localmente si registrano valori medio alti, ove compaiono livelli a matrice grossolana (es: l'Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Valledoria) o nei sistemi a fratturazione marcata (es: Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale).

Nello specifico il bacino è costituito dalle seguenti unità idrogeologiche (Figura 7.1):

1. Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Nurra
2. Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese
3. Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord- Occidentale
4. Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro
5. Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Nurra
6. Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Marina di Sorso

Figura 7.1 - Complessi acquiferi presenti nella U.I.O. del Mannu di Porto Torres. In rosso l'area d'indagine.



7.1.1. Caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi

Acquiferi delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro

Ne fanno parte basalti, basaniti, trachibasalti, hawaiiiti, andesiti basaltiche, trachiti, fonoliti e tefriti in cupole e colate con intercalazioni e coni di scorie e con livelli sedimentari fluviolacustri intercalati, rioliti, riodaciti e daciti in cupole e colate, con sporadici depositi piroclastici associati; filoni associati. Permeabilità complessiva per fessurazione da medio - bassa a bassa; localmente, in corrispondenza di facies fessurate, vescicolari e cavernose, permeabilità per fessurazione e subordinatamente per porosità medio-alta.

Acquifero Detritico - Alluvionale Plio-Quaternario di Marina di Sorso

Comprende sabbie marine, di spiaggia e dunari, arenarie eoliche, sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti; panchina tirreniana, travertini, calcari, detriti di falda, depositi

alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustro - palustri, discariche minerarie. Permeabilità per porosità complessiva medio - bassa; localmente medio - alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

Acquiferi Detritico - Alluvionali Plio - Quaternari della Nurra

Annoverano sabbie marine, di spiaggia e dunari, arenarie eoliche, sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti; panchina tirreniana, travertini, calcari; detriti di falda; depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustro - palustri, discariche minerarie. Permeabilità per porosità complessiva medio - bassa; localmente medio - alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

Acquiferi Detritico - Carbonatici Oligo - Miocenici del Sassarese

ono costituiti da calcari, calcareniti, arenarie marnose con subordinate marne e siltiti, conglomerati e arenarie, marne, marne arenacee e siltose, conglomerati a matrice argillosa con subordinate arenarie, calcareniti e sabbie, con locali intercalazioni tufacee; conglomerati, arenarie, marne, tuffiti, calcari, di ambiente marino, conglomerati e arenarie con matrice generalmente argillosa, siltiti e argille, con locali intercalazioni di tufi e di calcari selciosi, di ambiente continentale. Permeabilità complessiva medio - bassa per porosità; localmente medio - alta per porosità nei termini sabbioso-arenacei e per fessurazione e/o carsismo nei termini carbonatici.

Acquiferi delle Vulcaniti Oligo - Mioceniche della Sardegna Nord - Occidentale

Includono rioliti, riodaciti, daciti e subordinate comenditi in espandimenti ignimbrici, cupole di ristagno e rare colate, con associati prodotti piroclastici e talora livelli epiclastici; andesiti, andesiti basaltiche, basalti andesitici e rari basalti, talora brecciati, in cupole di ristagno e colate; gabbri, gabbronoriti in corpi ipoabissali e quarzodioriti porfiriche; filoni associati. Permeabilità per fessurazione complessiva medio - bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbrici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici e epiclastici.

7.2. Assetto idrogeologico dell'area d'indagine

L'area d'indagine è caratterizzata prevalentemente dai litotipi appartenenti alle formazioni calcaree mioceniche, associabili al complesso degli "Acquiferi Detritico-Carbonatici Oligo-Miocenici del Sassarese".

8. SISMICITA'

Il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) ha adottato, con ordinanza del Presidente del Consiglio n° 3274 del 20/03/2003, la nuova riclassificazione sismica nazionale con le nuove normative tecniche per gli edifici, i ponti e le opere di fondazione e sostegno dei terreni.

8.1. Evoluzione della normativa recente in materia antisismica.

O.P.C.M. n.3274 del 2003

Il recente riordino della normativa antisismica in Italia inizia con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 2003 che fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. E' in questa ordinanza che viene introdotta la classificazione dei terreni in base al parametro V_{S30} .

NTC 23 settembre 2005

Il 23 settembre 2005 vengono pubblicate in Gazzetta Ufficiale le nuove NTC, che contengono tutta la normativa italiana relativa alla progettazione degli edifici.

È previsto che le nuove NTC entrino in vigore il 23 ottobre 2005; per la precisione in tale data inizia un periodo di 18 mesi di applicazione sperimentale durante il quale è possibile far riferimento alla vecchia normativa (legge 1086/1971, legge 64/1974).

O.P.C.M. 3519 del 2006

Nel corso del 2006 una nuova Ordinanza (OPCM 3519/2006) ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 (vedi Figura 8.1) quale riferimento ufficiale, e ha definito i criteri che le Regioni devono seguire per aggiornare le afferenze dei Comuni alle 4 zone sismiche.

Tuttavia, questa Ordinanza non obbliga le Regioni a aggiornare tali afferenze.

DM 14 gennaio 2008

Il 4 febbraio 2008 viene pubblicato in Gazzetta Ufficiale il *DM 14 gennaio 2008* contenente le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, la cui entrata in vigore era prevista per il 5 marzo 2008.

Le norme definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

A fine gennaio 2008 una Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri fornisce indicazioni per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle NTC.

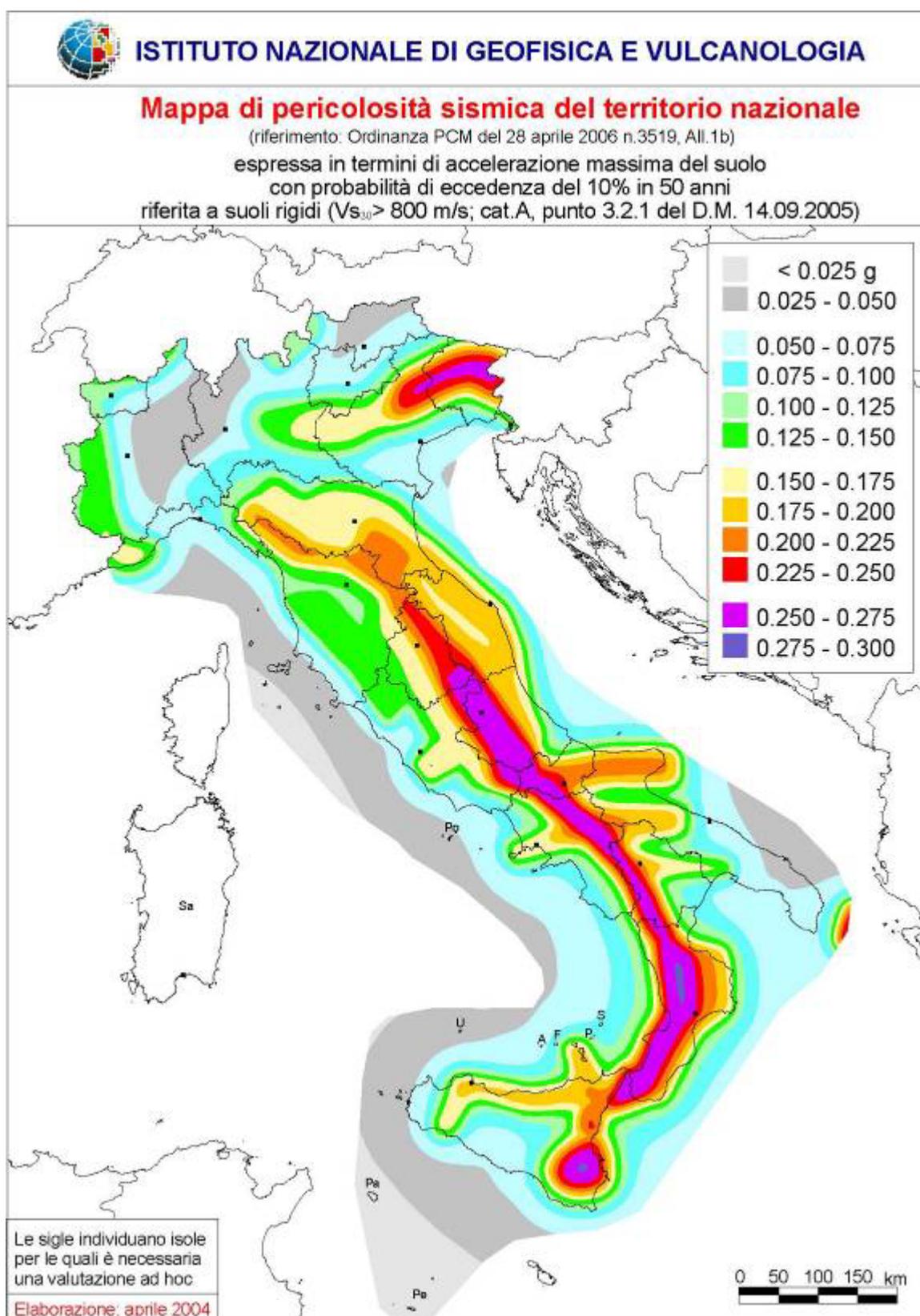
La proroga assegnata al decreto non si applica alle verifiche tecniche e alle nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici di interesse strategico e alle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

Lo stesso vale per gli edifici e le opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso.

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti fornisce, con la Circolare 617/2009, le istruzioni per l'applicazione delle nuove NTC di cui al DM del 14 gennaio 2008, che rappresenta – ha spiegato il Ministero – “la più avanzata espressione normativa a tutela della pubblica incolumità nel settore delle costruzioni”.

L'8 aprile del 2009 la Commissione Ambiente della Camera ha impegnato il Governo a rendere nel più breve tempo possibile obbligatoria l'applicazione del DM 14 gennaio 2008, abrogando la proroga al 30 giugno 2010.

Figura 8.1 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM 3519/06)



8.2. Classificazione sismica

Negli studi per la valutazione delle azioni sismiche è indispensabile considerare la pericolosità sismica di base, intesa come la probabilità che un evento sismico di una certa Magnitudo avvenga in un'area secondo un determinato periodo di ritorno.

La Pericolosità sismica di base è definita calcolando il valore atteso di uno o più parametri che descrivono il terremoto su terreno rigido e compatto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito), ed attraverso tali valori è possibile predisporre una classificazione sismica del territorio, finalizzata alla pianificazione territoriale e/o dell'emergenza ed alla programmazione delle attività di prevenzione.

Quello che viene studiato su area vasta o regionale può essere trasferito per studi a scala di dettaglio o locale, definendo la Risposta Sismica Locale (RSL), che è legata a specifiche condizioni geomorfologiche dei siti che possono influenzare significativamente la risposta sismica locale. Ai fini pianificatori è quindi fondamentale identificare qualitativamente e/o quantitativamente tale valore attraverso studi di Microzonazione Sismica (MS) che, partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base, analizzano i caratteri sismici (terremoto di riferimento), i caratteri geologici (eterogeneità dei terreni, sia in senso orizzontale che verticale), geomorfologici (irregolarità morfologiche superficiali e sepolte) e geologico-tecnici (comportamento non lineare e dissipativo dei terreni) del sito.

Con l'OPCM 3519/06 l'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06 (Figura 8.2).

Figura 8.2 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido.

ZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

8.3. Considerazioni generali sulla sismicità e sul pericolo sismico della Sardegna

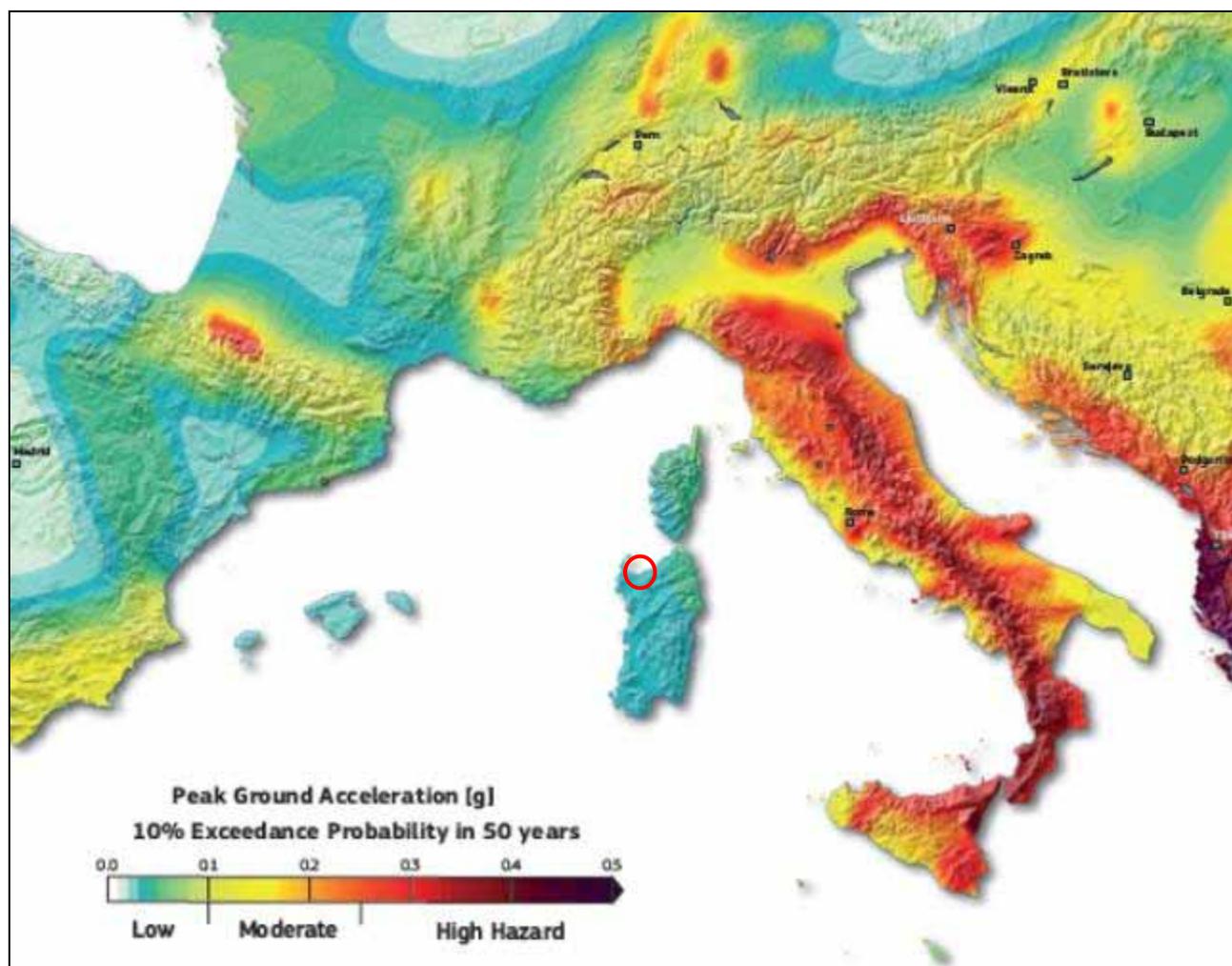
Numerose considerazioni attribuiscono all'Isola un carattere di bassa sismicità, come peraltro confermato anche dall'ultima edizione della Classificazione sismica nazionale al 2012 di cui si

nel Nord Sardegna l'evento del 5 febbraio 2009, verificatosi in mare alla profondità di circa 20 km, con magnitudo inferiore a 3.5.

Si tratta, comunque, di eventi caratterizzati da energia molto bassa, rari, che vengono registrati frequentemente un po' ovunque e che, dal punto di vista della pericolosità sismica, cioè della probabilità di occorrenza di tali eventi, sono di livello così basso da non riuscire a valutarlo in maniera adeguata e affidabile.

In Figura 9.4 si riporta uno stralcio della “European Seismic Hazard Map - 2013” elaborata sulla base dei valori di accelerazione di picco (Peak Ground Acceleration) su terreno rigido, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Come si può notare la Sardegna è caratterizzata da una bassa pericolosità sismica, con un valore di PGA pari a 0.05 g.

Figura 8.4 - Stralcio della “European Seismic Hazard Map – 2013”. Il cerchio indica l’area d’indagine.



8.3.1. Classificazione sismica dell'area d'indagine

Come è noto, un terremoto può trasmettere sia sollecitazioni dinamiche con fenomeni di amplificazione locale, che dare luogo a fenomeni di instabilità dinamica con cedimenti, liquefazione e frane. Pertanto in fase di progettazione di opere in zone sismiche, è necessario partire dall'ipotesi di un "terremoto di progetto", basato sulla conoscenza della sismicità della zona.

In base all'emanazione dei criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale tramite l'OPCM 3274/03, in seguito aggiornata con l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale", si evidenzia che il Porto Torres (SS), in riferimento alla Classificazione sismica dei comuni italiani aggiornata al 2014 dal Dipartimento della Protezione Civile, ricade in una zona identificata come "zona 4" (vedi Tabella 8.1).

Tabella 8.1 – Estratto da "Classificazione sismica dei comuni italiani – 2014 - Dipartimento della Protezione Civile".

Regione	Provincia	Cod_Istat	Denominazione	Zona sismica 2014
Sardegna	Sassari	20090058	Porto Torres	4

8.4. Classificazione dei terreni in termini di V_{s30}

La nuova normativa sismica italiana O.P.C.M. n. 3274/2003 e successive modifiche ed integrazioni, la normativa tecnica europea (Eurocodici EC 7 e EC 8) e le più avanzate normative internazionali, attribuiscono la giusta importanza alla caratterizzazione sismica del terreno su cui dovranno essere realizzate opere di qualunque natura (edifici residenziali e industriali, opere di sostegno e di stabilizzazione di versanti, rilevati stradali, opere infrastrutturali, argini, dighe e opere idrauliche, gallerie, ponti e opere strutturali di grandi dimensioni).

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale, richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio V_s degli strati di terreno presenti nel sito, fino alla profondità di almeno 30 m dal piano campagna, secondo quanto richiesto dalle sopracitate normative. Il profilo delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità risulta necessario per:

- valutare l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura
- valutare il rischio di liquefazione del terreno in sito
- valutare rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno
- valutare i cedimenti dei rilevati stradali, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare il sito come suolo di tipo A, B, C, D, E, S1, S2 secondo la nuova normativa sismica italiana o secondo la normativa europea Eurocodice 8.

Il calcolo viene sviluppato utilizzando la stratigrafia V_s e la seguente formula:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1}^N h_i / V_i$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Tabella 8.2 - Classificazione dei suoli secondo la NTC 2008

Classificazione del tipo di suolo secondo la nuova normativa sismica italiana O.P.C.M. n. 3274/2003 – NTC 14/01/2008		
Suolo	Descrizione geotecnica	V_{s30} (m/s)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m	>800
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360÷800
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri	180÷360
D	Depositi granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti	<180
E	Strati superficiali allentati (5 – 20 m) tipo C e D soprastanti substrato tipo A	
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto d'acqua	<100
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	<50

In riferimento alla classificazione del tipo di suolo secondo la NTC 2008 (Tabella 8.2), si è proceduto ad una stima della classificazione sismica di riferimento per il sottosuolo in corrispondenza della zona di appoggio della banchina portuale.

Per tale valutazione si è fatto riferimento ai dati raccolti ed interpretati in precedenti lavori, che hanno interessato contesti litologici analoghi a quello ricavato dalle indagini eseguite.

Settore prolungamento molo di Ponente:

Sulla base delle verifiche eseguite, considerati i modestissimi spessori della coltre detritica, rilevati nel corso dei sondaggi eseguiti, è possibile ricondurre i terreni caratterizzanti l'area d'intervento nella classe di suolo B. Infatti, il substrato litoide calcarenitico è caratterizzato da bassa rigidità, spesso accompagnata da alterazione e degradazione, soprattutto in corrispondenza della frazione

organogena e bioclastica, per cui, come peraltro già verificato in altri settori del territorio di Porto Torres, si tratta di un substrato litoide, con velocità delle V_{s30} sicuramente inferiore a 800 m/s. Si rimanda alla verifica diretta di tale dato nella fase delle indagini a supporto delle successive fasi progettuali.

Settore resecazione banchina alti fondali:

Sulla base delle indagini eseguite, è possibile ricondurre i terreni di fondazione della banchina alti fondali nella classe di suolo di tipo C/D. Si rimanda alla verifica diretta di tale dato nella fase delle indagini a supporto delle successive fasi progettuali.

9. CONCLUSIONI

Il presente studio ha consentito di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geomeccaniche e sismiche dell'area d'intervento.

Lo studio è stato basato su dati di letteratura integrati dai dati ottenuti dalle campagne di indagini geognostiche pregresse presenti nella documentazione posta a base di gara

In particolare, dallo studio è emerso quanto segue:

- Trattandosi di un intervento relativo ad un'area della banchina a mare, le valutazioni di carattere morfologico rivestono un ruolo di minor rilievo rispetto alle altre valutazioni. Comunque si rileva che dal punto di vista naturale sono presenti le forme e permangono le azioni riconducibili alle dinamiche evolutive proprie delle zone costiere, mentre dal punto di vista antropico l'area è stata oggetto di profonde modifiche morfologiche a partire dall'insediamento dell'infrastruttura portuale.
- Dal punto di vista geologico è stato possibile ricostruire, a partire dalla quota di inizio indagine, la seguente successione stratigrafica sulla base delle indagini effettuate nelle precedenti fasi progettuali:

Settore prolungamento molo di ponente

- Strato A

Depositi detritici di copertura del substrato calcarenitico miocenico (Olocene). Sono costituiti da sabbie, da medie a grossolane, da poco a mediamente addensate, sature e di colore ocre, con la presenza di ghiaie sub arrotondate poligeniche, con numerosi resti algali. Sulla base dell'incrocio fra i risultati dei sondaggi, dei pozzetti e delle prove asta-punta, è stato possibile verificare che lo spessore medio di questa unità litologica è pari a circa 0.40 metri, variabile fra un minimo di 0.20 metri e un massimo di 0.80 metri;

- Strato B

Il substrato calcarenitico è posto ad una profondità media di circa 0.40 metri al di sotto dei terreni detritici di copertura dello strato A. Le calcareniti del substrato sono state intercettate in tutti e quattro i sondaggi eseguiti ma è stato possibile campionarle solo in corrispondenza dei sondaggi SMP_02 e SMP_04. Il substrato litoide calcarenitico è presente senza soluzione di continuità in tutte le indagini eseguite entro la profondità media di circa 0.40 metri. l'area d'intervento risulta essere caratterizzata dall'affioramento di una coltre eluvio-colluviale e da un substrato costituito dai depositi flyshoidi, del complesso delle Argille vari colori, riferibili all'Unità delle Sicilidi.

Settore resecazione banchina alti fondali:

- Strato A

Corpo e strato dei fondazione della banchina costituita da una massicciata poligenica ed eteromorfica, con massi e blocchi, di spessore pari a 15 m circa; Depositi detritici di copertura del substrato calcarenitico miocenico (Olocene);

- Strato B

Depositi detritici di copertura costituiti da sabbie, talora con intercalazioni limoso-argillose decimetriche, di spessore superiore a 13 metri. Infatti, alla profondità massima raggiunta dal sondaggio S3, pari a 28 metri, non è stato intercettato lo strato di appoggio, presumibilmente costituito dal substrato calcarenitico miocenico.

- Dal punto di vista idrogeologico l'area d'indagine è caratterizzata prevalentemente da litotipi appartenenti alle formazioni calcaree mioceniche, associabili al complesso degli "Acquiferi Detritico-Carbonatici Oligo-Miocenici del Sassarese". Questo è caratterizzato da una permeabilità complessiva medio-bassa per porosità e localmente medio - alta per porosità nei termini sabbioso-arenacei e per fessurazione e/o carsismo nei termini carbonatici.
- Dall'analisi degli elaborati del PAI è emerso che l'area d'intervento non è interessata da Pericolosità e/o Rischio morfologico e idraulico.
- Dal punto di vista della classificazione sismica si rileva che il territorio comunale di Porto Torres ricade in una zona con livello di rischio sismico 4.

Regione	Provincia	Cod_Istat	Denominazione	Zona sismica 2014
Sardegna	Sassari	20090058	Porto Torres	4

Dott. Geol. Roberto Salucci

ALLEGATO 1
Indagini geognostiche 2014



Sarda Sondaggi S.r.l. Z.I. Predda Niedda Strada 28 07100 - Sassari Tel. 3482206138	Committente	Autorità Portuale del Nord Sardegna		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Porto Torres		3	1/2
	Località	Banchina Alti Fondali		IL GEOLOGO	
	Data Inizio	Marzo 2014	Data Fine	Marzo 2014	

Scala 1:100	Profondità	Descrizione	Stratigrafia	Potenza	Carotaggio	R.Q.D.	S.P.T.	Vane Test [kPa]	Falda
1	2.70	Asfalto pavimentazione banchina e massicciata di sottofondo con elementi poligenici ciottolosi e massi in matrice sabbiosa-limoso		2.70					
2									
3									
4	5.00	Massicciata con elementi grossolani e massi poligenici, talora con prevalenza di blocchi di calcestruzzo, con scarsa matrice		2.30					
5									
6									
7									
8	11.50	Sabbia argillosa con resti di alghero, di colore bruno scuro, poco consistente		6.50			8.20	8.65	
9									
10									
11									
12									
13	15.00	Massi poligenici con ciottoli in scarsa matrice sabbiosa, di colore grigio		3.50					
14									
15									

AUTORITÀ PORTUALE DEL NORD SARDEGNA - OLBIA - GOLFO ARANCI - PORTO TORRES					
Elaborato	Revisione	Descrizione	Relazione geologica	Relazione geotecnica	Verifica di Compatibilità P.A.I.
26/06/2014	-	«Indagine geognostica nell'area portuale per la "Banchina Alti Fondali" di Porto Torres - CIG Z9D0DA2A99»	X	X	-



Sarda Sondaggi S.r.l. Z.I. Predda Niedda Strada 28 07100 - Sassari Tel. 3482206138	Committente	Autorità Portuale del Nord Sardegna	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Porto Torres	3	2/2
	Località	Banchina Alti Fondali	IL GEOLOGO	
	Data Inizio	Marzo 2014	Data Fine	Marzo 2014

Scala 1:100	Profondità'	Descrizione	Stratigrafia	Potenza	Carotaggio	R.Q.D.	S.P.T.	Vane Test [kPa]	Falda
16	15.00	Sabbia da medio-fine a sabbia limoso-argillosa, con consistenza medio-bassa. Colore grigio scuro		10.00			16.00 16.45 17.00 17.45		
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26	25.00	Sabbia media con ciottoli e frazione limoso-argillosa. Colore grigio-rossastro		3.00			25.50 25.95		
27									
28									

AUTORITÀ PORTUALE DEL NORD SARDEGNA - OLBIA - GOLFO ARANCI - PORTO TORRES					
Elaborato	Revisione	Descrizione	Relazione geologica	Relazione geotecnica	Verifica di Compatibilità P.A.I.
26/06/2014	-	«Indagine geognostica nell'area portuale per la "Banchina Alti Fondali" di Porto Torres - CIG Z9D0DA2A99»	X	X	-

Cantiere: Porto Torres - Banchina Alti fondali



SONDAGGIO
S3

Cassetta
1

Profondità (m)
0.00-5.00



sarda sondaggi s.r.l.

www.sardasondaggi.it
e-mail: sardasondaggi@pec.it
srlsardasondaggi@gmail.com

Z.I. Predda Niedda Nord
Strada 28 snc
07100 SASSARI (SS)
Telefax 0792677055
Mobile 3482206138

Cantiere: Porto Torres - Banchina Alti fondali



SONDAGGIO
S3

Cassetta
2

Profondità (m)
5.00-10.00



sarda sondaggi s.r.l.

www.sardasondaggi.it
e-mail: sardasondaggi@pec.it
srlsardasondaggi@gmail.com

Z.I. Predda Niedda Nord
Strada 28 snc
07100 SASSARI (SS)
Telefax 0792677055
Mobile 3482206138

Cantiere: Porto Torres - Banchina Alti fondali



SONDAGGIO
S3

Cassetta
3

Profondità (m)
10.00-15.00



sarda sondaggi s.r.l.

www.sardasondaggi.it
e-mail: sardasondaggi@pec.it
srsardasondaggi@gmail.com

Z.I. Predda Niedda Nord
Strada 28 snc
07100 SASSARI (SS)
Telefax 0792677055
Mobile 3482206138

Cantiere: Porto Torres - Banchina Alti fondali



SONDAGGIO
S3

Cassetta
4

Profondità (m)
15.00-20.00



sarda sondaggi s.r.l.

www.sardasondaggi.it
e-mail: sardasondaggi@pec.it
srsardasondaggi@gmail.com

Z.I. Predda Niedda Nord
Strada 28 snc
07100 SASSARI (SS)
Telefax 0792677055
Mobile 3482206138

Cantiere: Porto Torres - Banchina Alti fondali



SONDAGGIO
S3

Cassetta
5

Profondità (m)
20.00-25.00



sarda sondaggi s.r.l.

www.sardasondaggi.it
e-mail: sardasondaggi@pec.it
srsardasondaggi@gmail.com

Z.I. Predda Niedda Nord
Strada 28 snc
07100 SASSARI (SS)
Telefax 0792677055
Mobile 3482206138

Cantiere: Porto Torres - Banchina Alti fondali



SONDAGGIO
S3

Cassetta
6

Profondità (m)
25.00-28.00



sarda sondaggi s.r.l.

www.sardasondaggi.it
e-mail: sardasondaggi@pec.it
srsardasondaggi@gmail.com

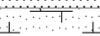
Z.I. Predda Niedda Nord
Strada 28 snc
07100 SASSARI (SS)
Telefax 0792677055
Mobile 3482206138

ALLEGATO 2
Indagini geognostiche 2009

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS)
tel. 079.388590 - fax 079.3889128 - cell. 346.3514050
e-mail: geo.lithos@tiscali.it

Committente:	Provveditorato per le Opere Marittime
Comune:	Porto Torres (SS)
Località:	Porto Commerciale molo di levante
Sondaggio:	Sm_01
Quota inizio:	- 8,20 m da l.m.m.

Profondità strati in m	Quota in m dal l.m.m.	Spessori	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,60	-8,80	0,60		Sedimenti marini incoerenti, costituiti da sabbia media da poco a mediamente addensata, satura, ocra.
0,80	-9,00	0,20		Calcare marnoso mediamente compatto, ocra.



Note alla perforazione:

Data perforazione:	2 novembre 2009	Tipo di carotiere:	semplice con corona widea
Metodo perforazione:	carotaggio continuo a secco	Livello falda:	---
Diametro perforazione:	Φ 120 mm	Assistente alle indagini:	Dott. Geol. A.Muscas -Dott. Geol. M.Marteddu
Diametro carotiere:	Φ 120 mm	Coordinate WGS 84	40°50,630' N 08°24,186' E

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS)

tel. 079.388590 - fax 079.3889128 - cell. 346.3514050

e-mail: geo.lithos@tiscali.it

Committente: **Provveditorato per le Opere Marittime**

Comune: **Porto Torres (SS)**

Località: **Porto Commerciale molo di levante**

Sondaggio: **Sm_02**

Quota inizio: **- 9,50 m da l.m.m.**

Profondità strati in m	Quota in m dal l.m.m.	Spessori	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,50	-10,00	0,50		Sedimenti marini incoerenti, costituiti da sabbia medio - grossolana da poco a mediamente addensata, satura, con ghiaia centimetrica poligenica, subarrotondata grigio - marrone.
0,60	-10,10	0,10		Calcere marnoso mediamente compatto, grigio - biancastro.



Note alla perforazione:

Data perforazione:	9 novembre 2009	Tipo di carotiere:	semplice con corona widea
Metodo perforazione:	carotaggio continuo a secco	Livello falda:	---
Diametro perforazione:	Φ 120 mm	Assistente alle indagini:	Dott. Geol. A.Muscas -Dott. Geol. M.Marteddu
Diametro carotiere:	Φ 120 mm	Coordinate WGS 84	40°50,658' N 08°24,207' E

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS)
tel. 079.388590 - fax 079.3889128 - cell. 346.3514050
e-mail: geo.lithos@tiscali.it

Committente:	Provveditorato per le Opere Marittime
Comune:	Porto Torres (SS)
Località:	Porto Commerciale molo di levante
Sondaggio:	Sm_03
Quota inizio:	- 10,00 m da l.m.m.

Profondità strati in m	Quota in m dal l.m.m.	Spessori	Stratigrafia	Descrizione terreno
		0,80		Sedimenti marini incoerenti, costituiti da sabbia media da poco a mediamente addensata, satura, con ghiaia eterometrica subarrotondata e resti di bivalvi, grigia.
0,80	-10,80	0,20		Ghiaia eterometrica subarrotondata, in matrice sabbiosa, satura poco addensata, grigia.
1,00	-11,00	0,30		Calccare marnoso mediamente compatto, grigio- biancastro.
1,30	-11,30			



Note alla perforazione:

Data perforazione:	2 novembre 2009	Tipo di carotiere:	semplice con corona widea
Metodo perforazione:	carotaggio continuo a secco	Livello falda:	---
Diametro perforazione:	Φ 120 mm	Assistente alle indagini:	Dott. Geol. A.Muscas -Dott. Geol. M.Marteddu
Diametro carotiere:	Φ 120 mm	Coordinate WGS 84	40°50,688' N 08°24,222' E

 <p>Lithos S.r.l. Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) tel. 079.388590 - fax 079.3889128 - cell. 346.3514050 e-mail: geo.lithos@tiscali.it</p>	Committente:	Provveditorato per le Opere Marittime
	Comune:	Porto Torres (SS)
	Località:	Porto Commerciale molo di levante
	Sondaggio:	Sm_04
	Quota inizio:	- 10,90 m da l.m.m.

Profondità strati in m	Quota in m dal l.m.m.	Spessori	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,40	-11,30	0,40		Sedimenti marini incoerenti, costituiti da sabbia medio - grossolana da poco a mediamente addensata, satura, con ghiaia centimetrica poligenica, subarrotondata grigio - marrone.
0,60	-11,50	0,20		Calcarenite vacuolare, compatta, grigio- biancastra.
				

Note alla perforazione:			
Data perforazione:	9 novembre 2009	Tipo di carotiere:	semplice con corona widea
Metodo perforazione:	carotaggio continuo a secco	Livello falda:	---
Diametro perforazione:	Φ 120 mm	Assistente alle indagini:	Dott. Geol. A.Muscas -Dott. Geol. M.Marteddu
Diametro carotiere:	Φ 120 mm	Coordinate WGS 84	40°50,720' N 08°24,230' E

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS)

tel. 079.388590 - fax 079.3889128 - cell. 346.3514050

e-mail: geo.lithos@tiscali.it

Committente: **Provveditorato per le Opere Marittime**

Comune: **Porto Torres (SS)**

Località: **Porto Commerciale molo di levante**

Sondaggio: **Sm_05**

Quota inizio: **- 11,10 m da l.m.m.**

Profondità strati in m	Quota in m dal l.m.m.	Spessori	Stratigrafia	Descrizione terreno
		1,30		Sedimenti marini incoerenti, costituiti da sabbia grossolana poco addensata, satura, con molti resti algali, grigio scura.
1,30	-12,40	0,40		Sabbie limo argillose con resti algali, poco o nulla consistenti, sature, grigio scure-nerastre..
1,70	-12,80	0,10		Calcarenite compatta, grigio- biancastro.
1,90	-13,00			



Note alla perforazione:

Data perforazione:	30 ottobre 2009	Tipo di carotiere:	semplice con corona widea
Metodo perforazione:	carotaggio continuo a secco	Livello falda:	---
Diametro perforazione:	Φ 120 mm	Assistente alle indagini:	Dott. Geol. A.Muscas -Dott. Geol. M.Marteddu
Diametro carotiere:	Φ 120 mm	Coordinate WGS 84	40°50,753' N 08°24,231' E

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS)
 tel. 079.388590 - fax 079.3889128 - cell. 346.3514050
 e-mail: geo.lithos@tiscali.it

Committente:	Provveditorato per le Opere Marittime
Comune:	Porto Torres (SS)
Località:	Porto Commerciale molo di levante
Sondaggio:	Sm_07
Quota inizio:	- 13,80 m da l.m.m.

Profondità strati in m	Quota in m dal l.m.m.	Spessori	Stratigrafia	Descrizione terreno
1,20	-15,00	1,20		Sedimenti marini incoerenti, costituiti da sabbia grossolana ghiaiosa poco addensata, satura, grigia.
1,80	-15,60	0,60		Sabbia media con ciottolini e resti di alghe, poco addensata, satura, grigio scura.
2,00	-15,80	0,20		Basamento lapideo marnoso arenaceo, grigio- biancastro.

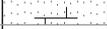


Note alla perforazione:			
Data perforazione:	30 ottobre 2009	Tipo di carotiere:	semplice con corona widea
Metodo perforazione:	carotaggio continuo a secco	Livello falda:	---
Diametro perforazione:	Φ 120 mm	Assistente alle indagini:	Dott. Geol. A.Muscas -Dott. Geol. M.Marteddu
Diametro carotiere:	Φ 120 mm	Coordinate WGS 84	40°50,846' N 08°24,197' E

Lithos S.r.l.

Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS)
tel. 079.388590 - fax 079.3889128 - cell. 346.3514050
e-mail: geo.lithos@tiscali.it

Committente:	Provveditorato per le Opere Marittime
Comune:	Porto Torres (SS)
Località:	Porto Commerciale molo di levante
Sondaggio:	Sm_09
Quota inizio:	- 14,80 m da l.m.m.

Profondità strati in m	Quota in m dal l.m.m.	Spessori	Stratigrafia	Descrizione terreno
		1,20		Sedimenti marini incoerenti, costituiti da sabbia media da poco a mediamente addensata, satura, con ghiaia poligenica subarrotondata, grigio marron.
1,20	-16,00	0,10		Sabbie limo argillose con resti algali, poco o nulla consistenti, sature, grigio scure.
1,30	-16,10	0,20		Calcarenite compatta, grigio- biancastro.
1,50	-16,30			



Note alla perforazione:

Data perforazione:	29 ottobre 2009	Tipo di carotiere:	semplice con corona widea
Metodo perforazione:	carotaggio continuo a secco	Livello falda:	---
Diametro perforazione:	Φ 120 mm	Assistente alle indagini:	Dott. Geol. A.Muscas -Dott. Geol. M.Marteddu
Diametro carotiere:	Φ 120 mm	Coordinate WGS 84	40°50,873' N 08°24,173' E



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Provveditorato Interregionale per le OO.PP. - Lazio, Abruzzo e Sardegna

Sede Coordinata di Cagliari

PORTO DI PORTO TORRES

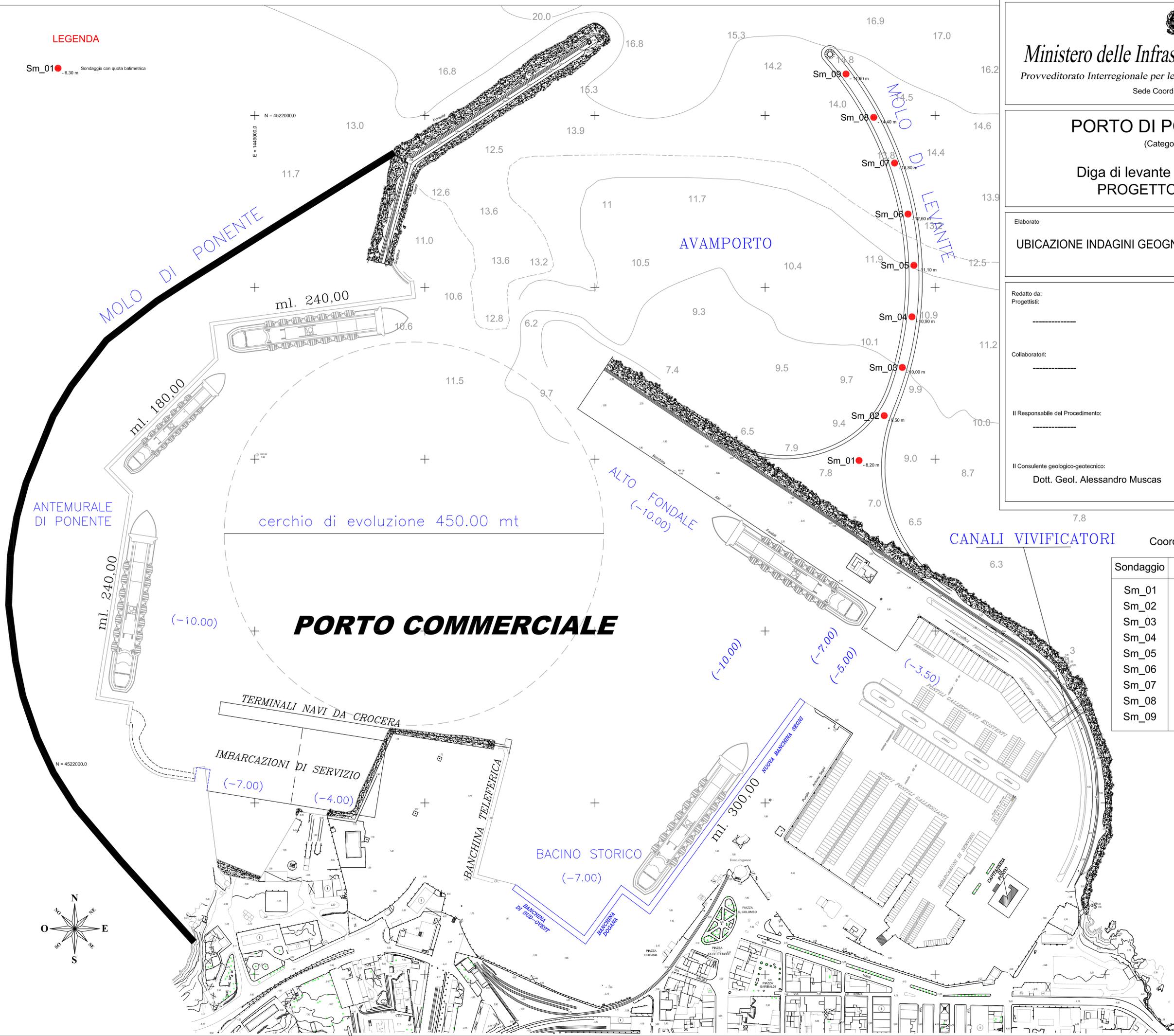
(Categoria 2^a - Classe 1^a)

Diga di levante - Lotto funzionale PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato	Tavola
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE	Geo_2
Redatto da: Progettisti:	Scala: 1:2.000
Collaboratori:	N° Protocollo:
Il Responsabile del Procedimento:	Perizia N°:
Il Consulente geologico-geotecnico: Dott. Geol. Alessandro Muscas	Data: Novembre 2009

LEGENDA

Sm_01 ● -6,30 m Sondaggio con quota batimetrica



Coordinate geografiche WGS84

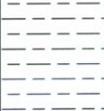
Sondaggio	Coordinata X	Coordinata Y
Sm_01	8° 24,186'	40° 50,630'
Sm_02	8° 24,207'	40° 50,658'
Sm_03	8° 24,222'	40° 50,688'
Sm_04	8° 24,230'	40° 50,720'
Sm_05	8° 24,231'	40° 50,753'
Sm_06	8° 24,226'	40° 50,785'
Sm_07	8° 24,214'	40° 50,817'
Sm_08	8° 24,197'	40° 50,846'
Sm_09	8° 24,173'	40° 50,873'

ALLEGATO 3
Indagini geognostiche 2004

Dott. Geol. Alessandro MUSCAS

Via G. Pepe, 29 - 09134 - Cagliari - cell. 340.222.56.89 - e-mail geo.muscas@tiscali.it

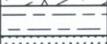
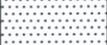
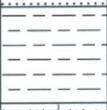
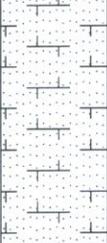
Studio Geologico Dott.ri B. Dettori - A. Muscas
Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) - tel./fax 079.38.81.29
Via Cagliari, 50 - 07010 - Nule (SS) - tel. 079.79.80.91Committente: **Astaldi S.p.A.**Comune: **Porto Torres (SS)**Località: **Porto di Porto Torres - Banchine Segni**Sondaggio: **n° 01** Data: **settembre 2004**Quota inizio: **+ 2,13 m sul livello medio mare**

Profondità strati in m	Quota assoluta in m	Campioni	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,50	+ 1,63			Asfalto e banchina in cemento consistente, colore vario, asciutto.
4,60	- 2,47			Riperto eterogeneo ed eterometrico anche con grossi blocchi, poco o nulla addensato, colore marrone, prima asciutto e poi saturo.
5,10	- 2,97			Blocco calcarenitico molto alterato, poco o nulla consistente, ocre, saturo.
6,80	- 4,67			Argille, poco o nulla consistenti, colore marron chiaro, sature.
8,50	- 6,37			Argille sabbiose, poco consistenti, colore grigio, sature.
14,00	- 11,87			Calcareniti lapidee di consistenza media, colore ocre, sature.
				FINE SONDAGGIO

Note:

Metodo di perforazione: Carotaggio a rotazione Ø101 mm con carotiere semplice e con corona widea nei livelli sciolti, carotiere doppio e corona diamantata nei livelli calcarenitici. Il campione calcarenitico è notevolmente rimaneggiato dall'azione del carotiere. Rivestimento utilizzato 8,70 m. Il livello francamente argilloso marron chiaro, rinvenuto poi nel sondaggio n. 02, non è stato campionato, ma è stato riconosciuto attraverso la bassissima resistenza all'avanzamento del carotiere.

<p align="center">Dott. Geol. Alessandro MUSCAS Via G. Pepe, 29 - 09134 - Cagliari - cell. 340.222.56.89 - e-mail geo.muscas@tiscali.it</p> <hr/> <p align="center">Studio Geologico Dott.ri B. Dettori - A. Muscas Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) - tel./fax 079.38.81.29 Via Cagliari, 50 - 07010 - Nule (SS) - tel. 079.79.80.91</p>	Committente: Astaldi S.p.A.	
	Comune: Porto Torres (SS)	
	Località: Porto di Porto Torres - Banchine Segni	
	Sondaggio: n° 02	Data: settembre 2004
	Quota inizio: + 2,16 m sul livello medio mare	

Profondità strati in m	Quota assoluta in m	Campioni	Stratigrafia	Descrizione terreno
1,50	+ 0,66			Asfalto e banchina in cemento consistente, colore vario, asciutto.
7,00	- 4,84			Riporto eterogeneo ed eterometrico anche con grossi blocchi, poco o nulla addensato, colore biancastro, prima asciutto e poi saturo.
7,40	- 5,24			Argille, poco o nulla consistenti, colore marron chiaro, sature.
8,20	- 6,04			Blocco calcarenitico molto alterato, poco o nulla consistente, ocre, saturo.
9,50	- 7,34			Argille, poco o nulla consistenti, colore marron chiaro, sature.
12,90	- 10,74			Calcareniti lapidee di consistenza media, colore ocre, sature.
				FINE SONDAGGIO

Note:

Metodo di perforazione: Carotaggio a rotazione Ø101 mm con carotiere semplice e con corona widea nei livelli sciolti, carotiere doppio e corona diamantata nei livelli calcarenitici. Il campione calcarenitico è discretamente rimaneggiato dall'azione del carotiere. Rivestimento utilizzato 10,10 m. Tra 1,50 e 4,50 metri di profondità si è proceduto a distruzione poiché il materiale di riporto, di scarso significato stratigrafico, poneva eccessive difficoltà nel campionamento.

Dott. Geol. Alessandro MUSCAS Via G. Pepe, 29 - 09134 - Cagliari - cell. 340.222.56.89 - e-mail geo.muscas@tiscali.it		Committente:	Astaldi S.p.A.	
		Comune:	Porto Torres (SS)	
Studio Geologico Dott.ri B. Dettori - A. Muscas Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) - tel./fax 079.38.81.29 Via Cagliari, 50 - 07010 - Nule (SS) - tel. 079.79.80.91		Località:	Porto di Porto Torres - Banchine Segni	
		Sondaggio:	n° 03	Data: settembre 2004
		Batimetrica:	- 8,10 m (ore 11,30 - 01.09.04)	

Profondità strati in m	Quota assoluta in m	Campioni	Stratigrafia	Descrizione terreno
				Acqua.
0,00	- 8,10			Fanghi sabbiosi con resti di alghe, poco o nulla consistenti, grigio scuri, saturi.
	- 8,20			Calcareniti lapidee di consistenza media, colore ocre, sature.
2,60	- 10,70			FINE SONDAGGIO

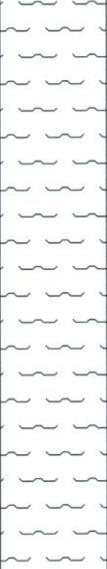
Note:

Metodo di perforazione: Carotaggio a rotazione Ø101 mm con carotiere semplice e con corona widea nei livelli sciolti, carotiere doppio e corona diamantata nei livelli calcarenitici. Il campione calcarenitico è discretamente rimaneggiato dall'azione del carotiere. Rivestimento utilizzato 10,30 m.

Dott. Geol. Alessandro MUSCAS

Via G. Pepe, 29 - 09134 - Cagliari - cell. 340.222.56.89 - e-mail geo.muscas@tiscali.it

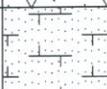
Studio Geologico Dott.ri B. Dettori - A. Muscas
Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) - tel./fax 079.38.81.29
Via Cagliari, 50 - 07010 - Nule (SS) - tel. 079.79.80.91Committente: **Astaldi S.p.A.**Comune: **Porto Torres (SS)**Località: **Porto di Porto Torres - Banchine Segni**Sondaggio: **n° 05** Data: **settembre 2004**Quota inizio: **- 7,75 m (ore 9,00 - 02.09.04)**

Profondità strati in m	Quota assoluta in m	Campioni	Stratigrafia	Descrizione terreno
				Acqua.
0,00	- 7,75			Fanghi sabbiosi con resti di alghe, poco o nulla consistenti, grigio scuri, saturi.
5,30	- 13,45 - 13,55			Calcare marnoso lapideo di elevata consistenza, colore grigio, sature.
				FINE SONDAGGIO

Note:

Metodo di perforazione: Carotaggio a rotazione Ø125 mm. Come carotiere semplice è stato utilizzato il rivestimento con una corona widea poiché il carotiere Ø101 mm non riusciva a campionare e trattenere il materiale incoerente per l'eccessivo moto oscillante della piattaforma galleggiante che produceva sbalzi di pressione all'interno della batteria delle aste. La ricostruzione stratigrafica è stata effettuata con il poco materiale prelevato ed in base alla resistenza all'avanzamento della colonna del rivestimento. Rivestimento utilizzato 13,50 m.

<p align="center">Dott. Geol. Alessandro MUSCAS Via G. Pepe, 29 - 09134 - Cagliari - cell. 340.222.56.89 - e-mail geo.muscas@tiscali.it</p> <hr/> <p align="center">Studio Geologico Dott.ri B. Dettori - A. Muscas Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) - tel./fax 079.38.81.29 Via Cagliari, 50 - 07010 - Nule (SS) - tel. 079.79.80.91</p>	Committente:	Astaldi S.p.A.		
	Comune:	Porto Torres (SS)		
	Località:	Porto di Porto Torres - Banchine Segni		
	Sondaggio:	n° 07	Data:	settembre 2004
	Quota inizio:	+ 1,81 m sul livello medio mare		

Profondità strati in m	Quota assoluta in m	Campioni	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,70	+ 1,11			Asfalto e banchina in cemento consistente, colore vario, asciutto.
				Ripporto eterogeneo ed eterometrico anche con grossi blocchi, poco o nulla addensato, colore marrone, prima asciutto e poi saturo frammisto verso la parte basale ad argille debolmente sabbiose, poco consistenti, marron, sature.
11,80	- 9,99			Calcareniti lapidee di consistenza media, colore ocra, sature.
13,00	- 11,19			FINE SONDAGGIO

Note:

Metodo di perforazione: Carotaggio a rotazione Ø101 mm con carotiere semplice e con corona widea nei livelli sciolti, carotiere doppio e corona diamantata nei livelli calcarenitici. Il campione calcarenitico è notevolmente rimaneggiato dall'azione del carotiere. Rivestimento utilizzato 11,70 m. Il tratto sino alla profondità di 8,00 m è stato effettuato a distruzione poiché il materiale di riporto, di scarso significato stratigrafico, poneva eccessive difficoltà nel campionamento.

Dott. Geol. Alessandro MUSCAS

Via G. Pepe, 29 - 09134 - Cagliari - cell. 340.222.56.89 - e-mail geo.muscas@tiscali.it

Studio Geologico Dott.ri B. Dettori - A. Muscas
Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) - tel./fax 079.38.81.29
Via Cagliari, 50 - 07010 - Nule (SS) - tel. 079.79.80.91

Committente:	Astaldi S.p.A.	
Comune:	Porto Torres (SS)	
Località:	Porto di Porto Torres - Banchine Segni	
Sondaggio:	n° 09	Data: settembre 2004
Quota inizio:	+ 1,65 m sul livello medio mare	

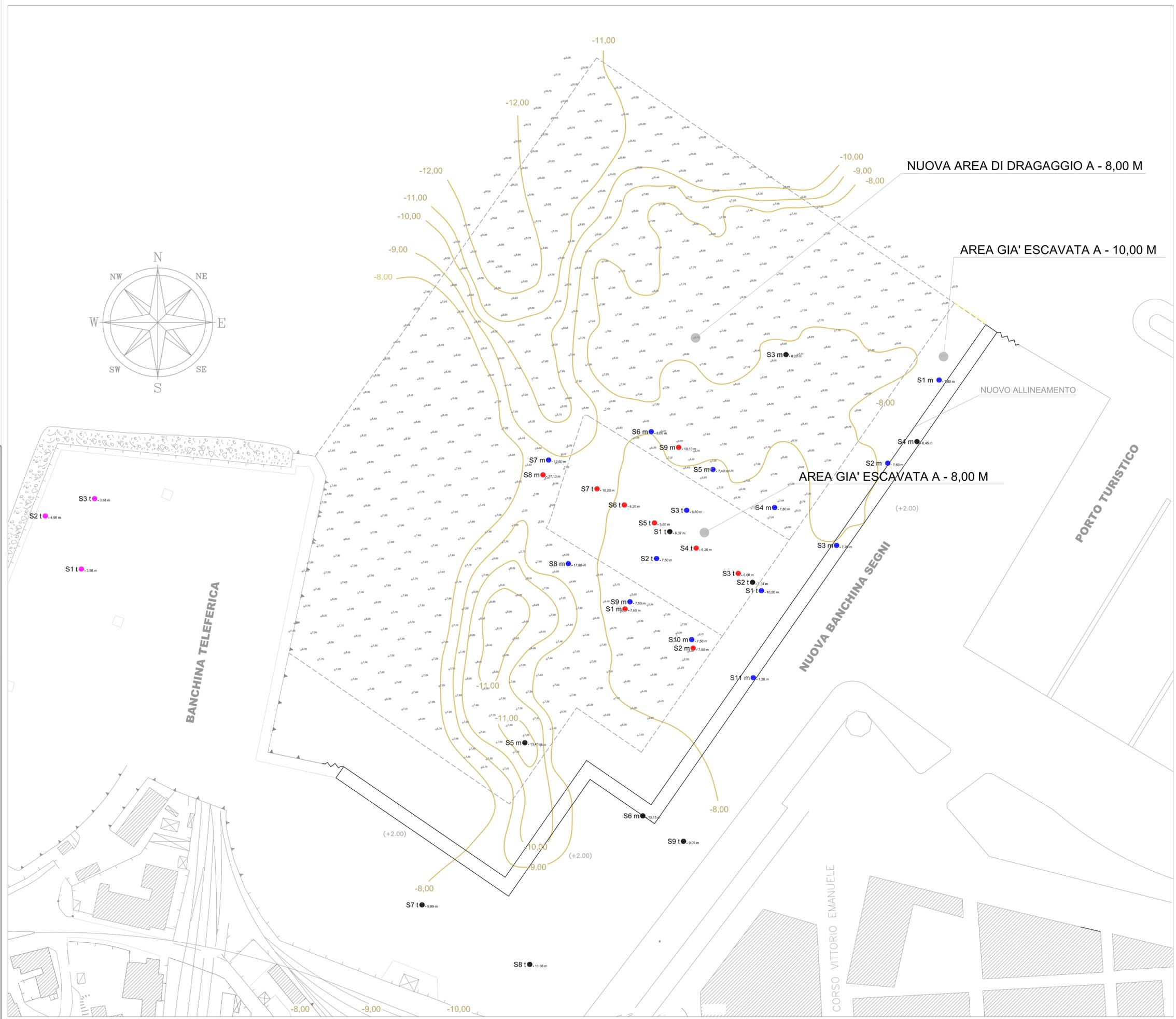
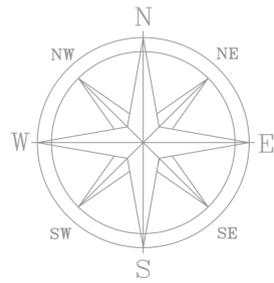
Profondità strati in m	Quota assoluta in m	Campioni	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,70	+ 0,95			Asfalto e banchina in cemento consistente, colore vario, asciutto.
9,20	- 7,55			Ripporto eterogeneo ed eterometrico anche con grossi blocchi, poco o nulla addensato, colore marrone, prima asciutto e poi saturo frammisto verso la parte basale ad argille debolmente sabbiose, poco consistenti, marron, sature.
10,70	- 9,05			Argille, poco o nulla consistenti, colore marron chiaro, sature.
11,40	- 9,75			Calcareniti lapidee di consistenza medio-bassa, colore oca, sature.
				FINE SONDAGGIO

Note:

Metodo di perforazione: Carotaggio a rotazione Ø101 mm con carotiere semplice e con corona widea nei livelli sciolti, carotiere doppio e corona diamantata nei livelli calcarenitici. Il campione calcarenitico è notevolmente rimaneggiato dall'azione del carotiere. Rivestimento utilizzato 10,50 m. Il tratto sino alla profondità di 7,50 m è stato effettuato a distruzione poiché il materiale di riporto, di scarso significato stratigrafico, poneva eccessive difficoltà nel campionamento. Nel tratto tra 9,20 e 10,70 m non si è riusciti a campionare. La ricostruzione stratigrafica è stata effettuata in base alla resistenza all'avanzamento.

LEGENDA

-  Isoquote del basamento riferite al livello medio dei mari
-  S1 x ● -6,30 m Sondaggio della campagna del 1987 e quota del basamento consistente (t = terra; m = mare)
-  S1 x ● -6,30 m Sondaggio della campagna del 2000 e quota del basamento consistente (t = terra; m = mare)
-  S1 x ● -6,30 m Sondaggio della campagna del 2003 e quota del basamento consistente (t = terra; m = mare)
-  S1 x ● -6,30 m Sondaggio della campagna del 2004 e quota del basamento consistente (t = terra; m = mare)



 <h2>COMUNE DI PORTO TORRES</h2> <p>Provincia di SASSARI</p>	
 <h3>MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE</h3> <p>Provveditorato Interregionale per le OO.PP. - Lazio, Abruzzo e Sardegna Sede Coordinata di Cagliari - Divisione Opere Marittime</p>	
<p>PORTO DI PORTO TORRES (Categoria 2^a - Classe 1^a)</p> <p>LAVORI URGENTI DI COMPLETAMENTO DELL'ESCAVO DEL BACINO PORTUALE DEL PORTO COMMERCIALE</p> <h3>PROGETTO ESECUTIVO</h3>	
<p>Elaborato</p> <p>PLANIMETRIA AREA DI DRAGAGGIO CON ISOQUOTE DEL BASAMENTO CALCARENITICO E UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI</p>	<p>Tavola</p> <h1 style="text-align: center;">GEO2</h1>
<p>Redatto da:</p> <p style="text-align: center;">Dott.ssa Geol. Benedetta DETTORI</p>	<p>Scala:</p> <p style="text-align: center;">1:1.000</p>
<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO (Dott. Ing. Claudio VINCI)</p>	<p>N° Protocollo:</p> <p style="text-align: center;">---</p>
<p>Data:</p> <p style="text-align: center;">marzo 2009</p>	<p>Perizia N°</p> <p style="text-align: center;">---</p>