



**COMUNE DI PALAU** 2016  
UNIONE COMUNI GALLURA

COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE  
DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU  
CIG: 67348058E5 - CUP: H14B15001080002

RTP: ENSER s.r.l.  
ING. ANTONIO RUJU  
ING. FRANCESCO BOSINCU  
ING. ELENA DEMARTIS - DOTT.SSA ELISABETTA ALBA  
AGR. CANDIDO MAODDI - ARCH. SILVIA SUSSARELLU

R.T.P.



ASSOCIATO

oice

Associazione delle organizzazioni di ingegneria,  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

## COMUNE DI PALAU UNIONE COMUNI GALLURA



### INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

#### D) RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA

Codice	S16141-PF-RE004-0
--------	-------------------

Rev.	Data	Redatto	Controllato
0	26/07/2019	W. Rivola	G. Benedetti

Approvato
Gianfranco Marchi



CERT-16254-2005-AQ-BOL-SINCERT  
Mod 2 Rev.1 01/02/2011

Sede Principale:  
Viale Baccarini, 29  
48018 FAENZA (RA)  
Tel. 0546 663423/56  
Fax 0546 663428

Sede di Bologna:  
Via Zacconi, 16  
40127 BOLOGNA (BO)  
Tel. 051 245663  
Fax 051 242251

Sede di Santarcangelo:  
Via Andrea Costa, 115 47822  
SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN)  
Tel. 0541 1832933  
Fax 0541 1832936

C.F./P.IVA/Registro Im-  
prese RA 02058800398

CAPITALE SOCIALE  
€ 105 000,00 i.v.

Web: [www.enser.it](http://www.enser.it)  
E-Mail: [enser@enser.it](mailto:enser@enser.it)

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
2.2 DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO .....	6
<b>3. PERICOLOSITÀ E VINCOLI TERRITORIALI .....</b>	<b>7</b>
3.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO.....	7
3.2 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA .....	7
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>13</b>
4.1 ASSETTO STRUTTURALE .....	13
4.1.1 <i>Il complesso metamorfico di alto grado.....</i>	<i>16</i>
4.1.2 <i>Il complesso intrusivo ercinico.....</i>	<i>16</i>
4.2 ASSETTO STRATIGRAFICO .....	18
<b>5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>26</b>
<b>6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>27</b>
<b>7. INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI .....</b>	<b>28</b>
<b>8. MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE .....</b>	<b>30</b>
<b>9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI MASSIMA .....</b>	<b>31</b>
9.1 CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI .....	31
9.2 CARATTERIZZAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI .....	31
<b>10. ELEMENTI DI SISMICITÀ .....</b>	<b>32</b>
10.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	32
10.2 SISMICITÀ STORICA .....	33
10.3 SORGENTI SISMOGENETICHE .....	33
<b>11. PARERE DI FATTIBILITÀ.....</b>	<b>35</b>
<b>12. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>36</b>

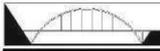
## INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1. UBICAZIONE DELL'AREA IN OGGETTO (DA GOOGLE EARTH, SCALA GRAFICA). .....	5
FIGURA 2. CARTOGRAFIA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO (DA WWW.URBISMAP.COM; NON IN SCALA). IN ROSSO, L'AREA DI STUDIO.....	7
FIGURA 3. CARTOGRAFIA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PAI (SCALA GRAFICA). IN GIALLO L'AREA DI STUDIO .....	10

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

FIGURA 4. CARTOGRAFIA DEL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (SCALA GRAFICA). IN GIALLO L'AREA DI STUDIO .....	11
FIGURA 5. CARTOGRAFIA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA DEL PAI (SCALA GRAFICA). IN GIALLO L'AREA DI STUDIO .....	12
FIGURA 6. SCHEMA TETTONICO DEL BASAMENTO SARDO (DA APAT, 2005B; SCALA GRAFICA). IL ROSSO L'AREA DI STUDIO .....	13
FIGURA 7. EVOLUZIONE GEODINAMICA DEL CICLO ERCINICO IN SARDEGNA (DA APAT, 2005B). 14	
FIGURA 8. SCHEMA TETTONICO DELLA SARDEGNA NORD-ORIENTALE (DA APAT, 2005A; NON IN SCALA). IN TRATTEGGIO MAGENTA L'AREA DI STUDIO.....	17
FIGURA 9. STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:50.000 FOGLIO N.428 "ARZACHENA" (DA APAT, 2005A; NON IN SCALA). IN TRATTEGGIO MAGENTA L'AREA DI STUDIO .....	22
FIGURA 10. PLANIMETRIA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NEL 1994 (NON IN SCALA)29	
FIGURA 11. SORGENTI SISMOGENETICHE CONTENUTE NELLA NUOVA VERSIONE DEL "DATABASE OF POTENTIAL SOURCES FOR EARTHQUAKES LARGER THAN M 5.5 IN ITALY" PER L'AREA IN OGGETTO. IN GIALLO L'AREA DI STUDIO .....	34

**APPENDICE 1:** Rapporti di prova delle indagini eseguite nel 1994

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 1. PREMESSA

Il presente documento è redatto nell'ambito del "Progetto di fattibilità tecnica ed economica" per la realizzazione dell'intervento di "COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU".

In Figura 1 è riportata una foto da satellite con l'indicazione dell'area oggetto di studio.

Lo studio raccoglie e sintetizza le informazioni attualmente disponibili per il sito, derivanti sia da fonti bibliografiche sia da indagini pregresse, realizzate nel 1994 nell'ambito dei lavori di completamento del porto di Palau, in particolare della realizzazione del nuovo sporgente a mare per l'ampliamento della banchina esistente.

Sulla base di tali dati, verranno di seguito descritte le principali peculiarità di carattere geologico e geotecnico dell'area connesse alla realizzazione dell'intervento in progetto. In sintesi, saranno trattati i seguenti argomenti:

- inquadramento geografico generale;
- analisi dei vincoli urbanistici presenti nell'area;
- inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale;
- descrizione delle indagini geognostiche disponibili;
- ricostruzione del modello geologico-geotecnico di riferimento;
- caratterizzazione geotecnica di massima;
- classificazione sismica dell'area e pericolosità sismica di base;
- analisi della sismicità e della magnitudo storica;
- individuazione delle principali strutture sismogenetiche.

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

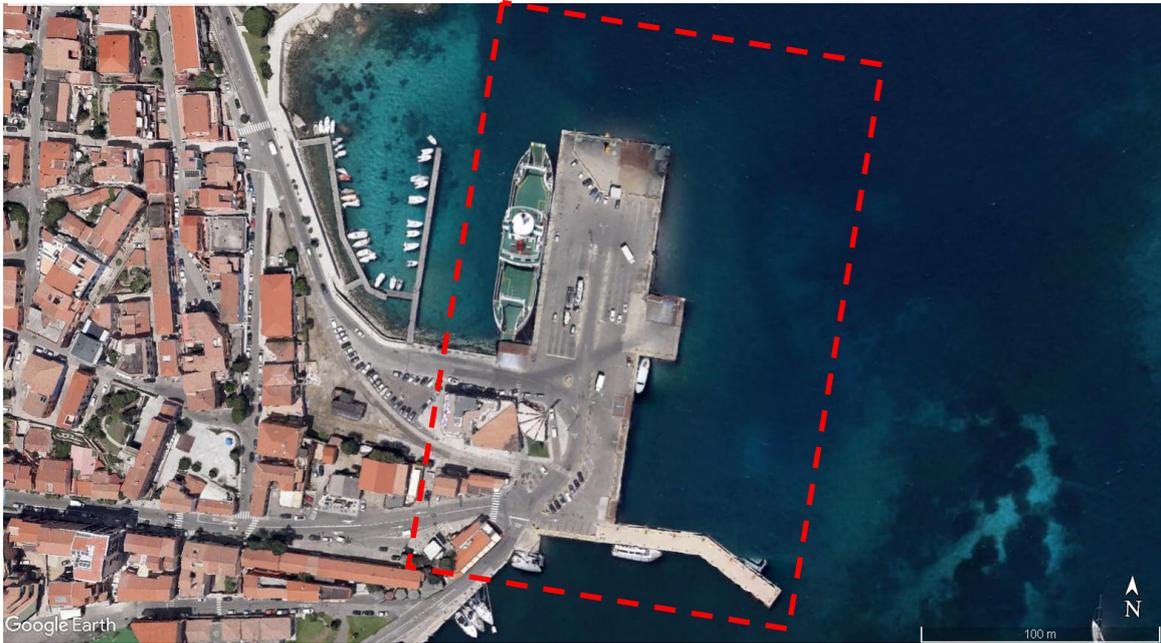


Figura 1. Ubicazione dell'area in oggetto (da Google Earth, scala grafica).

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 2. **NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

### 2.1 **Normativa di riferimento**

- Raccomandazioni AGI giugno 1977 "Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni;
- D.G.R. n.15/31 del 30/03/2004, "Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20/03/2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»";
- AGI, marzo 2005, "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica, Linee Guida";
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- D.M. 17/01/2018, aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.

### 2.2 **Documentazione tecnica di riferimento**

- ICOS-SICAPI S.p.A. - Lavori di completamento del porto di Palau - Diaframma continuo "ICOS" per la realizzazione del nuovo sporgente a mare per l'ampliamento della banchina esistente. Indagini geognostiche (Apr. 94 - lug. 94 - dic. 94).

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

### 3. PERICOLOSITÀ E VINCOLI TERRITORIALI

#### 3.1 Vincolo idrogeologico

In riferimento a quanto riportato nella cartografia del Geoportale del Comune di Palau (Figura 2), l'area di studio non è classificata tra quelle soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RDL n.3267 del 30/12/1923.



Figura 2. Cartografia del vincolo idrogeologico (da [www.urbismap.com](http://www.urbismap.com); non in scala). in rosso, l'area di studio

#### 3.2 Pericolosità geomorfologica ed idraulica

Per quanto riguarda la valutazione della pericolosità geomorfologica e idraulica sono stati analizzati i seguenti documenti, disponibili sul web-gis della Regione Sardegna (<http://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameoporte/?map=pai>):

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto ai sensi della legge n.183/1989 e del decreto-legge n.180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10/07/2006;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), redatto ai sensi dell'art.17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n.183.

Per quanto riguarda il rischio idraulico, si riportano in Figura 3 e Figura 4 rispettivamente la cartografia della pericolosità idraulica del PAI e la cartografia del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

Nella cartografia della pericolosità idraulica sono definiti quattro livelli di pericolosità  $H_i$ , definiti per differenti periodi di ritorno; in particolare:

- $H_{i1}$  (pericolosità bassa): area a bassa probabilità di inondazione, allagabile con portata con tempo di ritorno superiore a 200 anni;
- $H_{i2}$  (pericolosità moderata): area a moderata probabilità di inondazione, allagabile con portata con tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni;
- $H_{i3}$  (pericolosità alta): area ad alta probabilità di inondazione, allagabile con portata con tempo di ritorno compreso tra 50 e 100 anni
- $H_{i4}$  (pericolosità molto alta): area a molto alta probabilità di inondazione, allagabile con portata con tempo di ritorno inferiore a 50 anni.

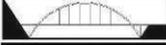
Nella cartografia del PSFF sono definite cinque fasce di inondazione, definite per differenti periodi di ritorno; in particolare:

- $A_2$  tempo di ritorno  $T_r = 2$  anni;
- $A_{50}$  tempo di ritorno  $T_r = 50$  anni;
- $B_{100}$  tempo di ritorno  $T_r = 100$  anni;
- $B_{200}$  tempo di ritorno  $T_r = 200$  anni;
- $C$  tempo di ritorno  $T_r = 500$  anni o superiore, comprensiva di eventi eccezionali e aree storicamente inondate e individuate con analisi geomorfologica.

L'area oggetto di intervento non è caratterizzata da pericolosità idraulica e non è cartografata all'interno di alcuna delle fasce fluviali definite.

Per quanto riguarda il rischio geomorfologico, si riporta in Figura 5 la cartografia della pericolosità geomorfologica del PAI. Nella cartografia sono definiti cinque livelli di pericolosità  $H_i$ , definiti per differenti periodi di ritorno; in particolare:

- $H_{g0}$  (pericolosità nulla): aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze  $< 10\%$ ;
- $H_{g1}$  (pericolosità moderata): aree con pericolosità assente o moderata e con pendenze comprese tra il  $20\%$  ed il  $35\%$ , con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze  $> 35\%$ ;
- $H_{g2}$  (pericolosità media): aree con pericolosità media, con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente e con pendenze comprese tra  $35\%$  e  $50\%$ , falesie lungo le coste;
- $H_{g3}$  (pericolosità elevata): aree con pericolosità elevata con pendenze  $> 50\%$  ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fronti di

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA S.p.A.</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono in attività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza; aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza;

- Hg4 (pericolosità molto elevata): aree con pericolosità molto elevata con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati.

L'area oggetto di intervento non è caratterizzata da pericolosità geomorfologica.

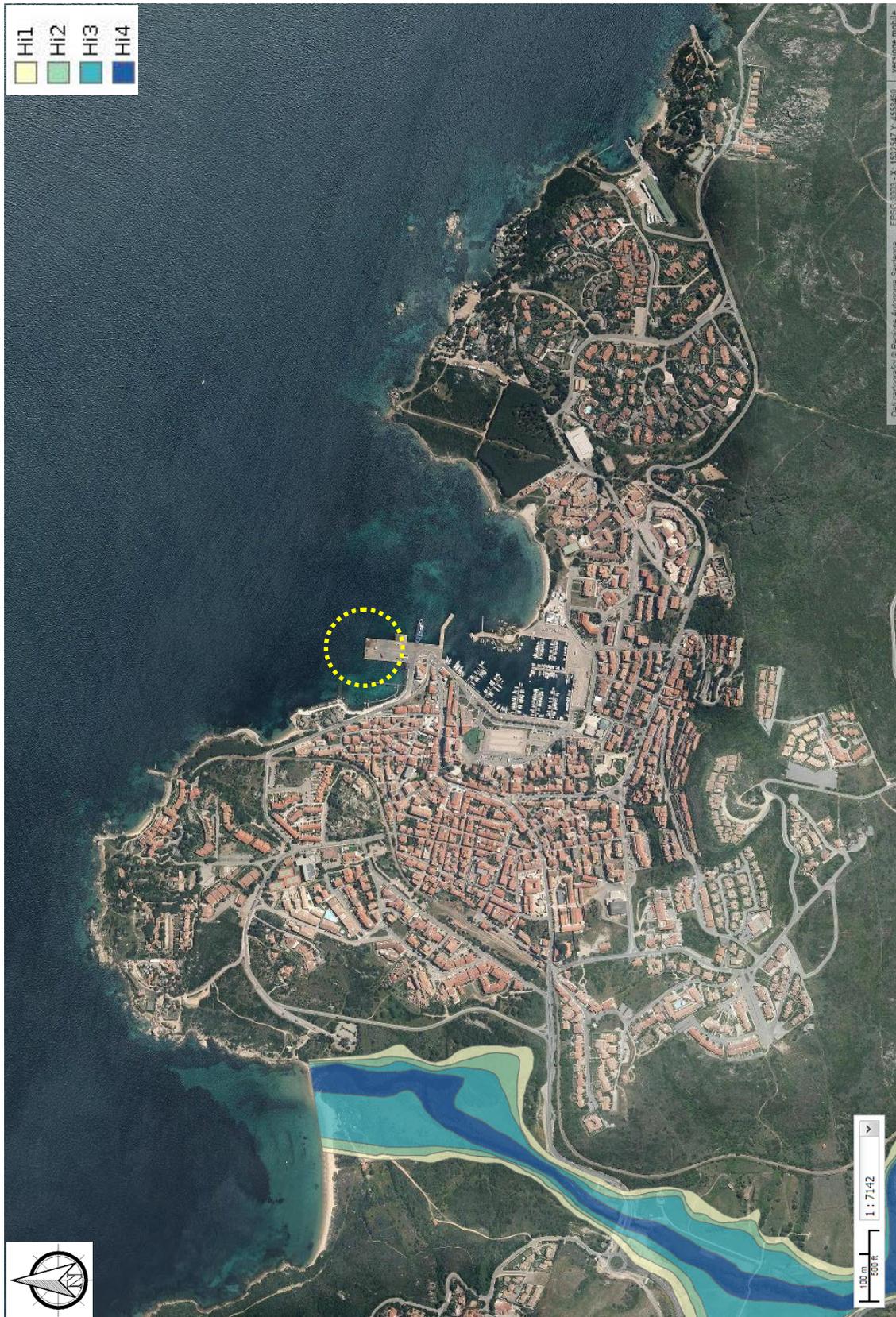


Figura 3. Cartografia della pericolosità idraulica del PAI (scala grafica). In giallo l'area di studio

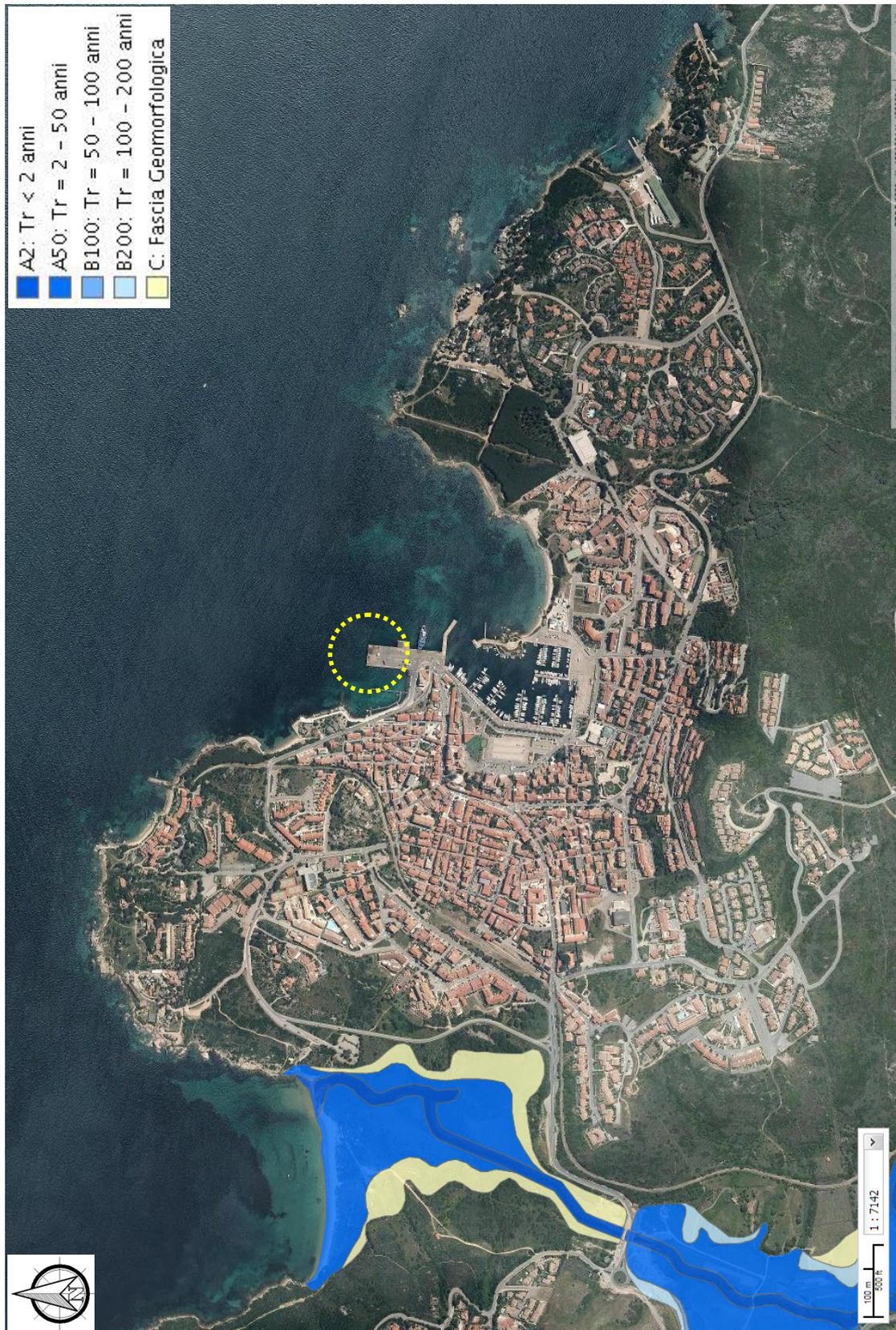


Figura 4. Cartografia del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (scala grafica). In giallo l'area di studio

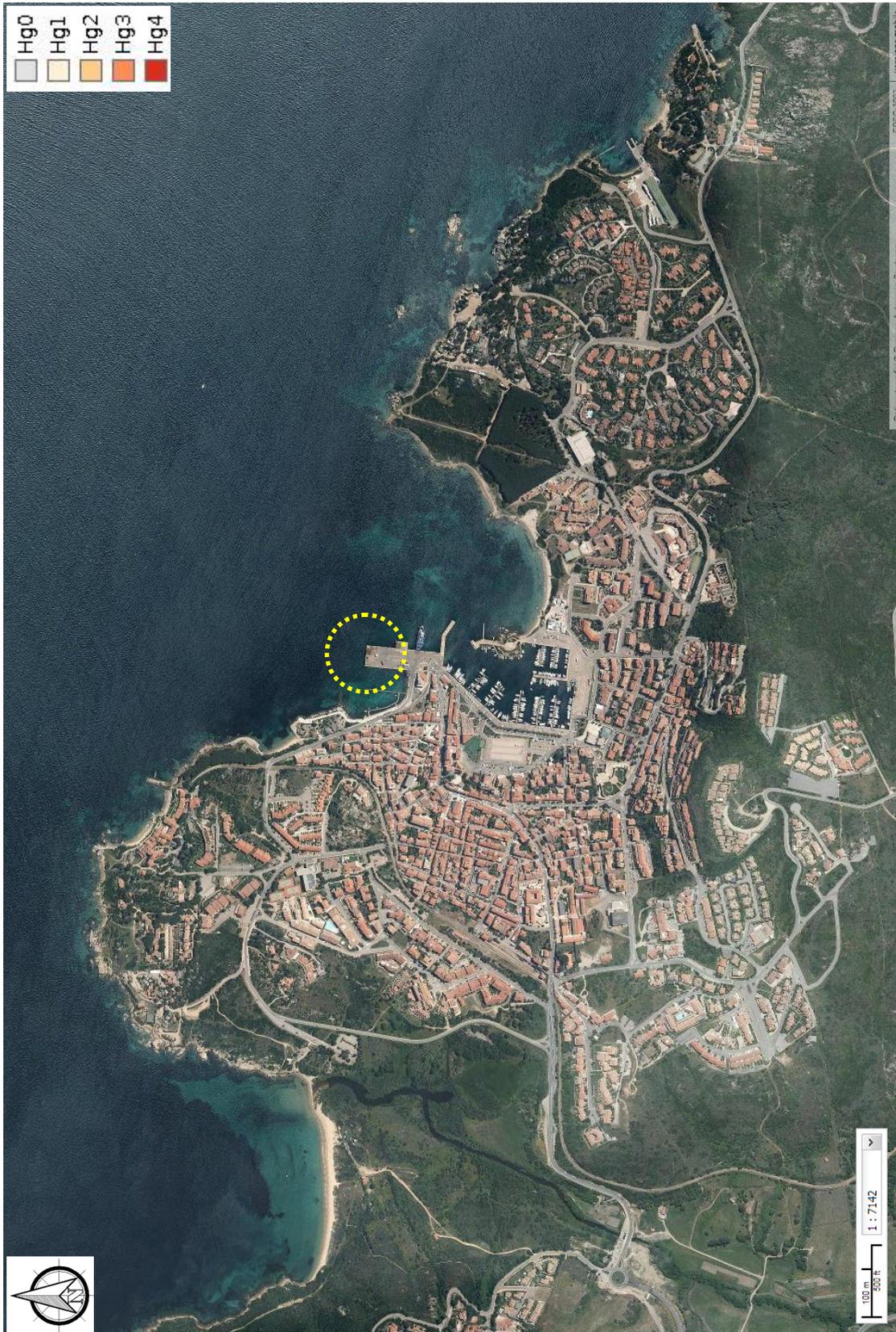


Figura 5. Cartografia della pericolosità geomorfologica del PAI (scala grafica). In giallo l'area di studio

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

### 4.1 Assetto strutturale

La Sardegna è divisa in tre complessi geologici che affiorano per estensioni circa equivalenti: il basamento metamorfico ercinico, il complesso intrusivo tardo-ercinico e le successioni sedimentarie e vulcaniche tardo-erciniche, mesozoiche e cenozoiche (APAT, 2005b; Figura 6).

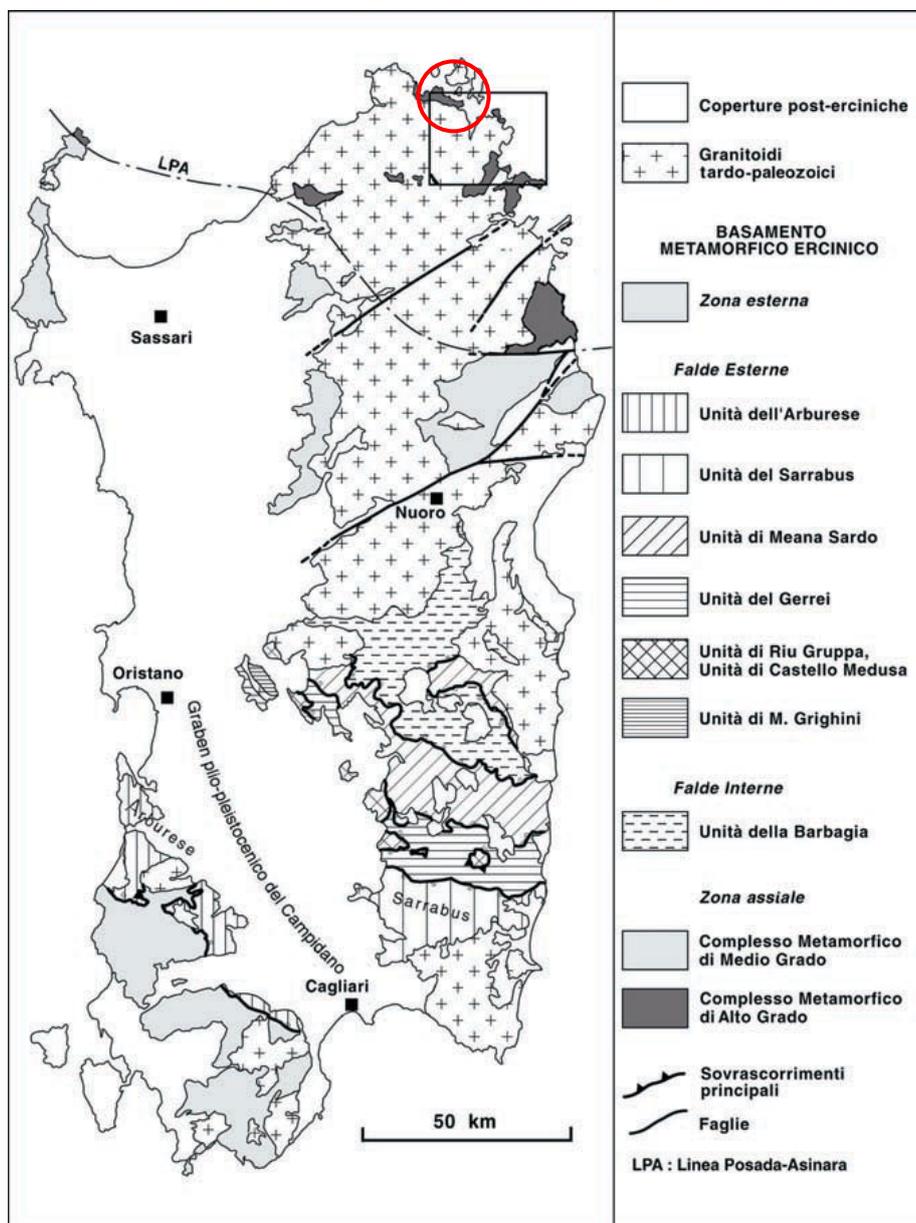


Figura 6. Schema tettonico del Basamento sardo (da APAT, 2005b; scala grafica). Il rosso l'area di studio

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

Il basamento paleozoico sardo è un segmento della Catena Ercinica sud-europea che, dalla maggior parte degli autori, è considerata una catena collisionale con subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione a partire dal Siluriano, collisione continentale con importante ispessimento crostale, metamorfismo barroviano (datato a 339-350 Ma; DEL MORO et alii, 1991) e magmatismo durante il Devoniano superiore e il Carbonifero (MATTE, 1986; CARMIGNANI et alii, 1994a) (Figura 7).

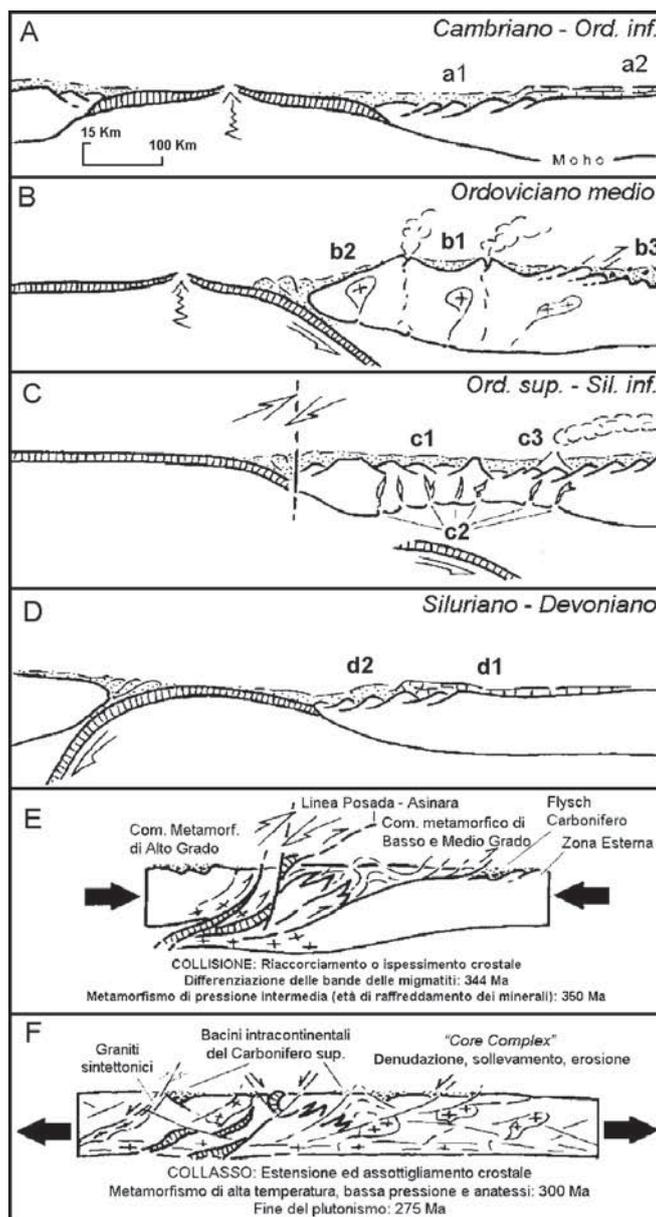
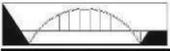


Figura 7. Evoluzione geodinamica del ciclo ercinico in Sardegna (da APAT, 2005b).

In Sardegna la geometria collisionale della Catena Ercinica è ancora ben riconoscibile. Secondo CARMIGNANI et alii (1992a; 1994a) il margine armoricano

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

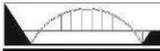
sovrascorso è rappresentato dal Complesso Metamorfico di Alto Grado che affiora nella Sardegna Settentrionale (Figura 6) mentre il margine del Gondwana subdotto è rappresentato da un Complesso Metamorfico di Basso e Medio grado strutturato in un edificio a falde e caratterizzato da una zoneografia barroviana prograda (CARMIGNANI et alii, 1979; FRANCESCHELLI et alii, 1989), a sua volta suddiviso in Falde Interne e Falde Esterne, che affiora nella Sardegna centrale e sudorientale. I due complessi sono separati dalla Linea Posada-Asinara, lungo la quale affiorano frammenti di crosta oceanica con paragenesi relitte di ambientazione eclogitica (CAPPELLI et alii, 1992).

A questa strutturazione collisionale nel tardo-ercinico segue un'evoluzione caratterizzata dal collasso gravitativo della catena e da rilascio termico (metamorfismo di alto T/P). Nelle aree del Mediterraneo occidentale i processi estensionali legati al collasso dell'orogene ercinico sono attivi da 320 fino ad almeno 280 Ma (e.g. Massiccio Centrale e Montagna Nera); in Sardegna e Corsica l'evoluzione tardo-ercinica della catena, caratterizzata da una dinamica essenzialmente estensionale e/o trans-tensile, è dominata da processi esumativi attivi, come minimo, a partire da 308 Ma e coincide con la messa in posto di gran parte delle plutoniti che formano il Batolite Sardo-Corso. Essa si esprime anche con diffuse manifestazioni vulcaniche e sub-vulcaniche in campi filoniani (ATZORI & TRAVERSA, 1986; VACCARO, 1990) e con la genesi di bacini intracratonici stefaniano-autuniani.

Col Permiano più tardo e con il Triassico inferiore un nuovo ciclo magmatico ad affinità alcalina post-orogena (BONIN, 1980), ancora associato a sedimentazione continentale, caratterizza il blocco sardo-corso. Questo magmatismo, che in Sardegna si esplica con manifestazioni sub-vulcaniche ed effusive (BALDELLI et alii, 1987; CORTESOGNO & GAGGERO, 1999), non può essere riferito al collasso della Catena Ercinica ma piuttosto alla riorganizzazione delle placche legata alla fase di rifting che, manifestatasi con trasgressioni marine fin dal Triassico superiore, porterà all'apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese (CORTESOGNO et alii, 1998).

Dopo l'Orogenesi ercinica altri settori di crosta strutturata in questo evento sono incorporati nella catena pirenaica, nelle Alpi e nell'Appennino, mentre il settore di crosta, che attualmente costituisce il Blocco Sardo-Corso, non è coinvolto in importanti eventi orogenici; mancano, quindi, le successioni alloctone di dominio oceanico che costituiscono l'edificio a falde della Corsica Alpina.

In Sardegna affiorano esclusivamente successioni mesozoiche comuni ai domini europei più esterni, caratterizzate da piattaforme carbonatiche di mare poco profondo; esse sono coinvolte insieme a successioni sedimentarie e vulcaniche cenozoiche pre-burdigaliane in un'importante tettonica a carattere trascorrente che si manifesta tra l'Oligocene e l'Aquitano. Tale tettonica, con le sue manifestazioni transpressive e transtensive, viene messa in relazione alla collisione, cui è legato l'Appennino settentrionale, tra il blocco Sardo-Corso e l'Adria (CARMIGNANI et alii, 1994b; OGGIANO et alii, 1995; CARMIGNANI et alii, 1995).

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

#### 4.1.1 Il complesso metamorfico di alto grado

Il Complesso Metamorfico di Alto Grado di CARMIGNANI et alii (1994a) affiora a nord della Linea Posada-Asinara ed è costituito da affioramenti di modesta estensione, isolati nel batolite calcocalcino tardo-orogenico.

I protoliti di questo complesso sono con ogni probabilità precambrici: in Sardegna sono intrusi da ortogneiss ordoviciani (DI SIMPLICIO et alii, 1974) ed in Corsica un basamento metamorfico panafricano è sormontato da una successione anchimetamorfica attribuita al Paleozoico inferiore (BAUDELLOT et alii, 1977; 1981; MENOT & ORSINI, 1990). Nell'insieme, il Complesso Metamorfico di Alto Grado è interpretato come una falda cristallina sovrascorsa, durante la collisione ercinica, sulle attuali metamorfiti di medio grado che affiorano lungo la Linea Posada-Asinara (CARMIGNANI et alii, 1991; CAPPELLI et alii, 1992).

Il litotipo dominante è costituito da migmatiti, le quali mostrano una certa variabilità di tipologie tessiturali e composizionali. Al di là delle specifiche caratteristiche tessiturali e strutturali, le migmatiti possono essere suddivise in metatessiti e diatessiti (nomenclatura secondo ASHWORTH, 1985). All'interno di esse si rinvengono corpi pluriettometrici di ortogneiss e corpi di anfiboliti; queste ultime sono il litotipo che ha meglio conservato la complessa evoluzione termobarica di questo settore di crosta.

#### 4.1.2 Il complesso intrusivo ercinico

I granitoidi tardo-ercinici costituiscono circa un quarto dell'Isola; insieme alle intrusioni granitoidi della Corsica formano il Batolite Sardo-Corso. Questo è il batolite più importante della Catena Ercinica Europea, esteso per una lunghezza di 400 Km ed una larghezza di oltre 50.

Il carattere del batolite è notoriamente composito; la variabilità delle caratteristiche, sia geochimiche che strutturali, è implicita se si considera il lasso di tempo piuttosto lungo in cui si realizza la sua messa in posto. Considerando che i granitoidi della Corsica settentrionale hanno età di messa in posto viseana-namuriana (ROSSI et alii, 1988) e che i massicci leucomonzogranitici come quelli di Buddusò (CASTORINA & PETRINI, 1989) e Tempio Pausania (DEL MORO et alii, 1996) hanno età permiana inferiore, la messa in posto dell'intero batolite si realizza in un intervallo di tempo di circa 60 Ma. In un tale intervallo di tempo è lecito aspettarsi cambiamenti del quadro geodinamico che si riflettono sui caratteri strutturali e composizionali delle diverse intrusioni.

La messa in posto del batolite sardo è da ricondurre alla tettonica estensionale legata al collasso gravitativo della catena ercinica. Tale tettonica in Sardegna è sicuramente attiva a partire da almeno 307 Ma, cioè dalle più antiche età di chiusura isotopica Rb-Sr delle muscoviti dei graniti anatettici della Bassa Gallura (la cui genesi è legata al regime esumativo della catena; MACERA et alii, 1989), e prosegue fino almeno all'Autuniano. Ad essa è ricondotto il metamorfismo regionale di alta T/P che si manifesta in alcuni settori della catena nel Nord-Sardegna (DI PISA & OGGIANO,

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

1987b; DEL MORO et alii, 1991; DI PISA et alii, 1993), lo sviluppo di bacini stefano-autuniani ed il vulcanismo calcalino del Permiano. Gran parte del plutonismo calcalino del batolite sardo deve perciò ritenersi coevo alle vulcaniti ed ai sedimenti (almeno della loro parte basale) presenti nei bacini stefano-autuniani. In definitiva tali vulcaniti possono rappresentare la manifestazione effusiva del magmatismo essenzialmente intrusivo del batolite (ROSSI et alii, 1993; DEL MORO et alii, 1996).

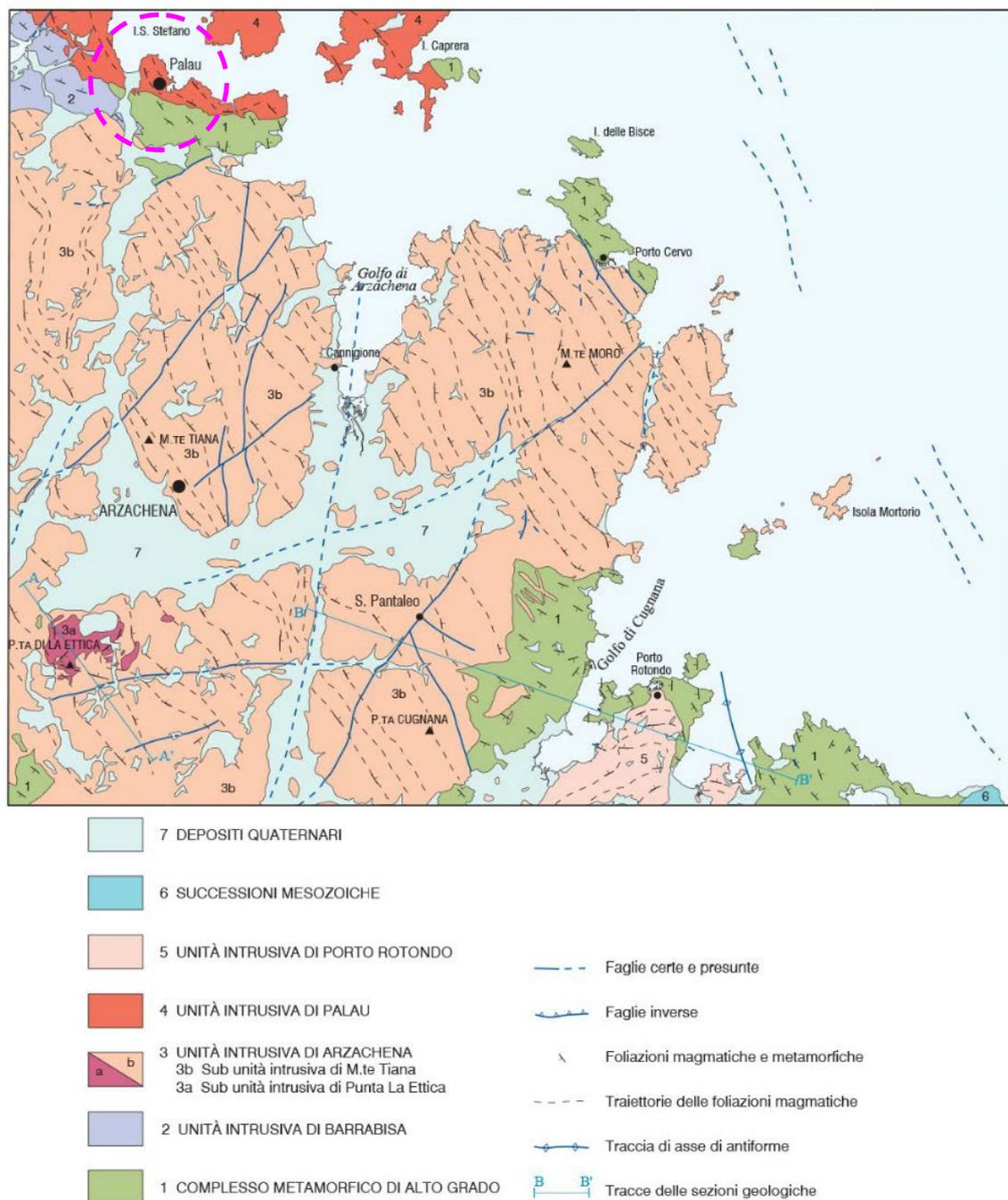


Figura 8. Schema tettonico della Sardegna nord-orientale (da APAT, 2005a; non in scala). In tratteggio magenta l'area di studio

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 4.2 Assetto stratigrafico

Il territorio su cui sorge l'abitato di Palau affiorano prevalentemente le rocce appartenenti all'unità intrusiva di Palau di età paleozoica, mentre nell'entroterra affiorano i depositi del Complesso metamorfico di alto grado.

In riferimento alla Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio n.428 "Arzachena" (di cui si riporta uno stralcio in Figura 9), vengono di seguito descritte le unità stratigrafiche affioranti nell'intorno dell'area oggetto di studio. Ai fini della descrizione delle formazioni si è fatto riferimento alle Note Illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio n.428 "Arzachena".

### Depositi quaternari dell'area marina

#### Depositi litorali

- Sabbie silicoclastiche (sp): sabbie da fini a medie di composizione quarzoso-feldspatica; caratterizzano principalmente la spiaggia sommersa dei litorali sabbiosi e talvolta si riscontrano nelle piccole insenature. *Olocene superiore*

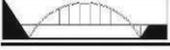
#### Depositi di piattaforma

- Sabbie organogene in matrice limosa (sl): sedimenti sabbiosi medio-fini con una componente limosa derivante dalla decantazione di un particellato organico dovuto all'immissione dai centri abitati adiacenti e dalle imbarcazioni; caratterizzano le zone portuali. *Olocene superiore*
- Sabbie bioclastiche (sb): sono i sedimenti più profondi della piattaforma prossimale; sono distinguibili due facies: la prima si estende dal piede delle praterie a Posidonia oceanica verso il largo ed è rappresentata da frammenti di organismi ad esoscheletro carbonatico (facies bioclastica) che vivono in associazione con le fanerogame marine, in particolare rappresentate da alghe rosse, foraminiferi, briozoi, echinidi, gasteropodi e lamellibranchi. La facies più profonda (facies organogena) costituita in prevalenza da bioclasti e ciottoli biogenici legati all'attività di alghe rosse a scheletro calcareo. Questi depositi caratterizzano la fascia batimetrica tra -7 e -35 m. *Olocene superiore*

### Depositi quaternari dell'area continentale

#### Depositi olocenici

- Depositi dei letti fluviali e dei terrazzi alluvionali (b): depositi alluvionali grossolani con limitate lenti e livelli di sabbie e di ghiaie fini. Le granulometrie sono in genere simili a quelli che si osservano lungo gli alvei attuali. Le strutture sono caratterizzate da livelli a stratificazione piano parallela o incrociata concava generate da canali di bassa profondità interessati da assenza o quasi assenza di migrazione laterale. Lo spessore di questi sedimenti, difficilmente valutabile, è nella maggior parte dei casi intorno a qualche metro. Verso la foce talvolta passano a limi ed argille per la

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

interdigitazione con stagni e paludi costiere. Sono distinti in depositi a ghiaie prevalenti (ba), a sabbie prevalenti (bb) ed a limi e argille prevalenti (bc). *Olocene*

- Depositi di spiaggia e dei cordoni litorali antichi (g): depositi sabbiosi che costituiscono cordoni litorali in posizione arretrata rispetto a quelli attuali e ricoperti da vegetazione. *Olocene*
- Depositi di spiaggia (g2): sedimenti sabbiosi da medio-fini a grossolani, da ben classati a molto ben classati, che affiorano all'interno delle numerose baie che caratterizzano la parte interna delle rias; poggiano in discordanza direttamente sul substrato paleozoico. *Attuale*

### **Sistema filoniano**

#### Filoni basaltici a serialità transizionale

- Filoni basaltici olivinici e trachibasaltici (fb): filoni a tessitura doleritica (granulo medio circa 1 mm) con bordi raffreddati di spessore decimetrico, generalmente porfirici con fenocristalli (2-3 mm) di plagioclasio e subordinata olivina; hanno giacitura subverticale e direzione N-S. *Carbonifero sup.-Permiano*

#### Filoni calcalcalini

- Filoni di composizione prevalentemente intermedia a serialità calcalcalina (fd): filoni a tessitura porfirica con indice di porfiricità molto variabile (I.P. 5-25), fenocristalli di plagioclasio, orneblenda e/o biotite. Sono frequenti cristalli di quarzo molto arrotondati, con bordi lobati per fenomeni di riassorbimento che in molti casi possono essere considerati fenocristalli. *Carbonifero sup.-Permiano*

### **Complesso intrusivo tardo-ercinico**

#### Unità intrusiva di Palau

L'unità intrusiva di Palau è costituita da quattro termini litologici distinti cartograficamente. Si tratta essenzialmente di monzograniti a tessitura orientata che tendono ad assumere carattere leucocrato e tessitura isotropa. Queste litofacies formano un corpo intrusivo allungato in direzione NW-SE e delimitato a sud dall'esteso affioramento di basamento metamorfico di Palau, e a sud ovest dall'unità intrusiva di Barrabisa. L'unità di Palau probabilmente ha la sua continuità cartografica verso Nord nelle isole dell'arcipelago de La Maddalena dove, allo stato attuale delle conoscenze, è possibile ritrovare la stessa architettura intrusiva.

Le litofacies dell'unità intrusiva di Palau sono descritte qui di seguito.

- Facies Palau (PAU<sub>a</sub>): nei pressi del paese di Palau affiora la facies che costituisce il termine geometricamente più basso della omonima unità intrusiva. Le sue caratteristiche distintive sono la tessitura inequigranulare, talvolta porfiroide, con abbondanti fenocristalli di K-feldspato di taglia

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

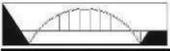
compresa fra 1 e 4 cm in una massa fondamentale a grana media a quarzo, plagioclasio e K-feldspato xenomorfi. La facies di Palau è confinante con quelle di Capo d'Orso e di Porto Rafael tramite contatti localmente sfumati, che indicano messe in posto sub-contemporanee. *Carbonifero sup.*

- Facies Porto Rafael (PAU<sub>b</sub>): la roccia è caratterizzata da colore bianco rosato tenue, tessitura da inequigranulare a microgranulare con rari cristalli subedrali di K-feldspato di taglia compresa fra 1 e 3 cm e quarzo globulare. La biotite è poco abbondante (5%). Il corpo principale è in rapporti intrusivi con l'unità di Barrabisa con contatto generalmente netto, in direzione NW-SE. Solo localmente il contatto tra questa litofacies e le altre è sfumato in corrispondenza del passaggio alla facies leucogranitica tipo Capo d'Orso ed alle breccie magmatiche di Monte Altura. *Carbonifero sup.*
- Facies Capo d'Orso (PAU<sub>c</sub>): questa facies affiora estesamente a est di Palau interponendosi tra il basamento metamorfico di alto grado, col quale crea uno stacco morfologico molto evidente, ed i monzograniti inequigranulari dell'unità intrusiva di Palau. Il contatto con il basamento è moderatamente "sfrangiato" con interdigitazioni di granito orientate N120 all'interno delle metamorfiti, mentre il contatto con il monzogranito della facies Palau è sfumato e progressivo. questa litofacies si distingue per il colore rosato, conferitogli dalla diffusa e continua presenza di aggregati policristallini di K-feldspato, e per la tessitura isotropa ipidiomorfa equigranulare. La biotite ha taglia millimetrica e non supera il 5% modale. *Carbonifero sup.*
- Breccie intrusive (PAU<sub>d</sub>): il carattere fondamentale di questa litofacies è dato dalla presenza di elementi angolari di migmatiti, per lo più diatessiti, e di blocchi di monzogranito-diorite foliata ascrivibili all'intrusione di Barrabisa, entro una matrice di colore grigio-biancastra a composizione granodioritica e tessitura tendenzialmente equi-granulare a grana minuta. Questa litofacies è stata dubitativamente interpretata come una facies di bordo dell'intrusione del Monte Altura-Palau. *Carbonifero sup.*

#### Unità intrusiva di Barrabisa

Questa unità affiora ad est di Palau dove, unitamente al complesso migmatitico, viene intrusa dall'unità di Palau lungo un contatto caratterizzato a tratti da breccie intrusive.

- Facies Barrabisa (BBA<sub>a</sub>): granodioriti microgranulari foliate, con piccoli k-feldspati caratterizzate da una foliazione evidenziata dall'allineamento di films di biotite, più raramente di muscovite, e di aggregati policristallini di quarzo che conferisce alla roccia una marcata struttura plano-lineare. L'unità intrusiva di Barrabisa mostra una certa eterogeneità di caratteri petrografici e composizionali. Innocenti (1991) ha distinto una facies tonalitica, una granodioritica e una monzo-granodioritica: nell'area affiora essenzialmente quest'ultima facies che a tratti sfuma in una facies granodioritica. La facies dominante ha grana medio-fine, tessitura inequigranulare ipidiomorfa con

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA S.p.A.</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

plagioclasio euedrale-subedrale, feldspato alcalino subedrale-anedrale, spesso pecilitico su plagioclasio e miche (biotite e muscovite), e quarzo anedrale.  
*Carbonifero*

### **Complesso metamorfico di alto grado**

Ortogneiss di Golfo Aranci (OTG): hanno caratteri composizionali e tessiturali piuttosto vari. Si va da tipi monzogranitici occhiadini, con grossi individui relitti di feldspato alcalino, a tipi granodioritici essenzialmente equigranulari, spesso con lineazioni mineralogiche ben marcate.

#### Gruppo di Cugnana

- Diatessiti di Cala Capra (MGD): il litotipo dominante è costituito da migmatiti stromatiche che a tratti sfumano in modo più o meno discontinuo ad agmatiti, a migmatiti a schlieren, fino a nebuliti. In queste ultime la roccia assume un aspetto d'insieme granitoide, nel quale le strutture precedenti sono completamente obliterate restando soltanto sottili festonature di spessore millimetrico o centimetrico. Nelle diatessiti è relativamente abbondante il feldspato alcalino che, assieme a plagioclasio, quarzo e biotite, costituisce la paragenesi fondamentale. *Pre-Cambriano?*
- Metatessiti di Punta della Volpe (MGT): affiorano in piccoli lembi decametrici o ettometrici che formano dei resistors all'interno delle diatessiti. In esse è ancora agevole la distinzione tra paleosoma e neosoma. I leucosomi possono avere composizione granitoide (a quarzo, feldspato alcalino e plagioclasio) o trondhjemitoidale (a quarzo e plagioclasio). Le porzioni melanocrate sono in generale ad andamento sub-parallelo a quelle leucocrate ed alternate ad esse in modo più o meno discontinuo. Sono composte essenzialmente di biotite con quantità minori di quarzo e plagioclasio. Sono riconoscibili granato e noduli sillimanitici. *Pre-Cambriano?*

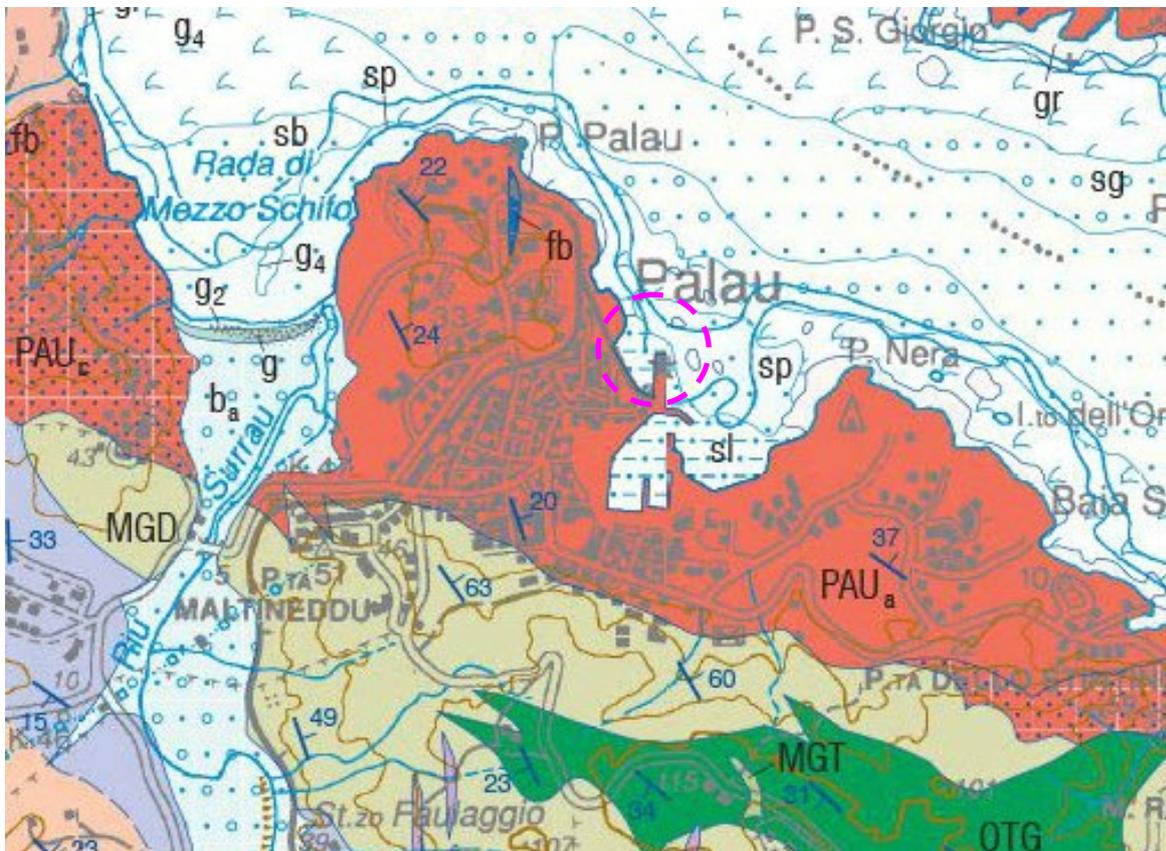
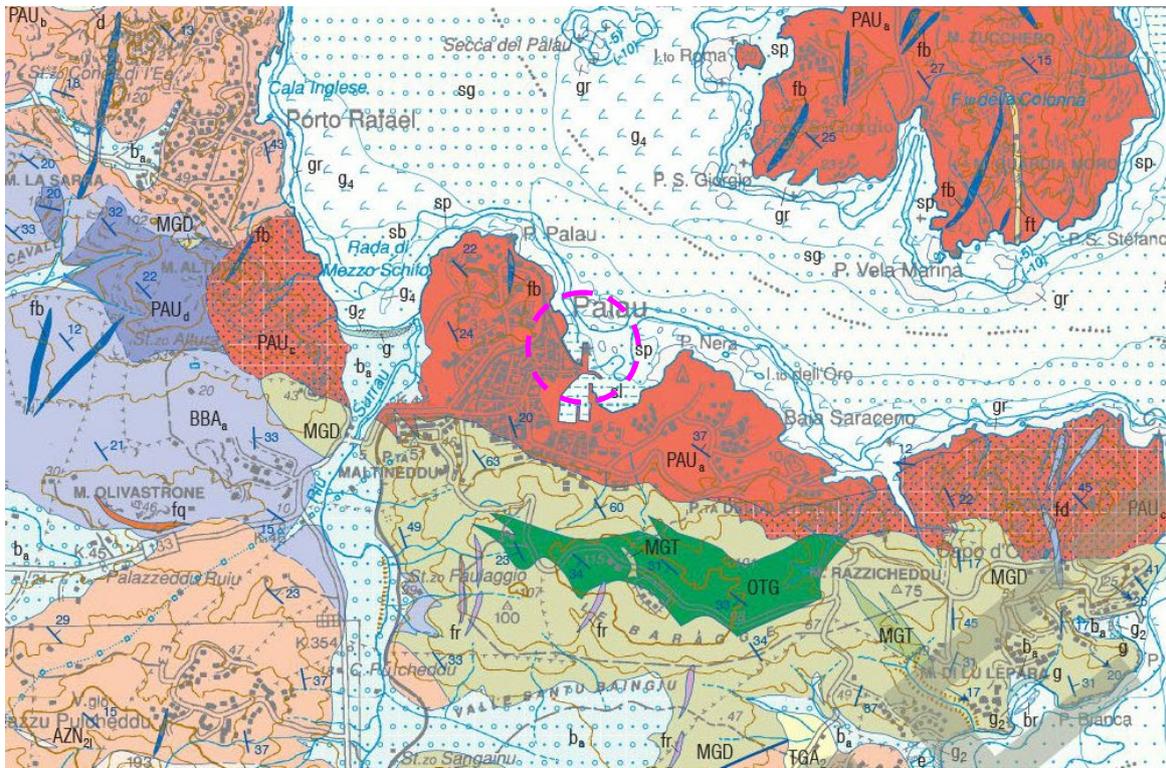


Figura 9. Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 foglio n.428 "Arzachena" (da APAT, 2005a; non in scala). In tratteggio magenta l'area di studio

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA MARINA

- Depositi deltizi**  
Sabbie limose.  
**OLOCENE SUP.**
- Depositi litorali**  
Sabbie silicoclastiche.  
**OLOCENE SUP.**
- Arenarie e conglomerati di beach-rock.  
**OLOCENE SUP.**
- Depositi di piattaforma**  
Sabbie organogene in matrice limosa.  
**OLOCENE SUP.**
- Sabbie bioclastiche.  
**OLOCENE SUP.**
- Sabbie ghiaiose organogene.  
**OLOCENE SUP.**
- Sabbie limose di piattaforma distale.  
**OLOCENE SUP.**
- Limi sabbiosi piattaforma distale.  
**OLOCENE SUP.**

DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

**DEPOSITI OLOCENICI**

- Depositi di spiaggia**  
Sabbie e/o ghiaie litorali, con granulometrie da medio-fini a grossolane e locali accumuli di *Posidonia*.  
**ATTUALE**
- Coltri eluvio-colluviali**  
Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica.  
**OLOCENE**
- Depositi dei letti fluviali e dei terrazzi alluvionali**  
Ghiaie prevalenti ( $b_a$ ); sabbie prevalenti ( $b_b$ ); limi ed argille prevalenti ( $b_c$ ), in lenti e livelli di modesto spessore.  
**OLOCENE**
- Depositi di stagni, lagune e paludi costiere**  
Limi ed argille, grigio scure con intercalazioni sabbiose.  
**OLOCENE**
- Depositi di spiaggia e dei cordoni litorali antichi**  
Sabbie, ghiaie e calcareniti con frammenti fossiliferi (*Arca noe*, *Cardium edule*, ecc).  
(*Trasgressione versiliiana*).  
**OLOCENE**

**COMPLESSO INTRUSIVO TARDO-ERCINICO**

**UNITÀ INTRUSIVA DI PALAU**

Facies orientate e/o isotrope

- PAU<sub>d</sub>**  
Breccie intrusive con elementi angolari di migmatiti e di granodioriti foliate della facies Barrabisa, al contatto tra il leucomonzogranito facies Capo d'Orso di M. Altura e l'intrusione di Barrabisa.  
**CARBONIFERO SUP.**
- PAU<sub>c</sub>**  
Leucomonzograniti biotitici rosati equigranulari.  
**Facies Capo d'Orso**  
**CARBONIFERO SUP.**
- PAU<sub>b</sub>**  
Monzograniti inequigranulari a rari fenocristalli subedrali di K-feldspato di taglia compresa tra 1 e 3 cm.  
**Facies Porto Ratael**  
**CARBONIFERO SUP.**
- PAU<sub>a</sub>**  
Monzograniti inequigranulari a fenocristalli di K-feldspato di taglia compresa tra 1 e 4 cm.  
**Facies Palau**  
**CARBONIFERO SUP.**

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

#### UNITÀ INTRUSIVA DI ARZACHENA

##### Sub-unità intrusiva di Monte Tiana

Facies orientate e/o isotrope



AZN<sub>sm</sub>

Leucomicrograniti a biotite e muscovite.  
*Facies Miriacheddu*  
CARBONIFERO SUP



AZN<sub>st</sub>

Leucomicrograniti a sola biotite.  
*Facies Monte Pulcheddu*  
CARBONIFERO SUP



AZN<sub>st</sub>

Leucograniti a muscovite, talora con cavità miarolitiche.  
*Facies Punta di la Banderitta*  
CARBONIFERO SUP

#### UNITÀ INTRUSIVA DI BARRABISA

Facies foliate



BBA<sub>a</sub>

Granodioriti microgranulari foliate, con piccoli K-feldspati.  
*Facies Barrabisa*  
CARBONIFERO

#### COMPLESSO METAMORFICO DI ALTO GRADO



LGF

Leucograniti foliati a muscovite di Punta Ischia Longa.  
?



OTG

Ortogneiss di Golfo Aranci.  
?

#### GRUPPO DI CUGNANA



MGD

Diatessiti di Cala Capra.  
PRE-CAMBRIANO ?



MGT

Metatessiti di Punta della Volpe (MGT) con anfiboliti (MGT<sub>a</sub>) e noduli calc-silicatici.  
PRE-CAMBRIANO ?

#### PALEOZOICO

##### COMPLESSO FILONIANO TARDO-ERCINICO



fd

**Filoni di composizione prevalentemente intermedia a serialità calcalcalina**  
Filoni dioritici, quarzoandesitici.  
CARBONIFERO SUP - PERMIANO

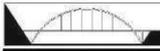


fb

**Filoni basaltici a serialità transizionale**  
Filoni basaltici olivinici e trachibasaltici.  
CARBONIFERO SUP - PERMIANO

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

- |   |  |
|---|--|
|  Stratificazione (fluidità magmatica) e/o scistosità           |  Conoide alluvionale  |
|  Stratificazione verticale (fluidità magmatica) e/o scistosità |  Cava attiva e inattiva   |
|  Lineazione mineralogica di massima estensione                 |  |
|  Asse di piega   |  |
|  Contatto stratigrafico certo, presunto                        | <b>SIMBOLOGIA AREA MARINA</b>  |
|  Faglia certa, presunta  |  Prateria a fanerogame (g <sub>4</sub> )  |
|  Faglia inversa certa  |  Coralligeno di piattaforma:<br>corpi litoidi organogeni ad alghe calcaree (cp) |
|  Faglia trascorrente certa, presunta                           |  Frana di crollo: accumulo di blocchi<br>al piede della falesia (fc)            |
|  Traccia di sezione geologica                                  |  Faglia sepolta   |
|   |  Spessore dei sedimenti fini olocenici. Isopaca in metri                        |

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in esame è caratterizzata da una morfologia fortemente accidentata, in cui i processi costieri da una parte e quelli di alterazione su rocce granitiche e successivamente la rielaborazione da parte delle acque correnti superficiali dall'altra, giocano il ruolo predominante.

La natura litologica dei terreni, costituiti in prevalenza da rocce intrusive, contribuisce a generare un paesaggio caratteristico.

L'erosione selettiva ha giocato un ruolo importante anche nel modellamento subaereo dell'area dato che le valli sono spesso rettilinee ed orientate con i principali lineamenti tettonici.

Sono inoltre estremamente diffuse tutte le morfologie connesse all'arenizzazione dei graniti ed alla successiva erosione differenziata dei blocchi da parte delle acque correnti superficiali e del ruscellamento diffuso. Numerosi sono le torri ed i campi di blocchi connessi con il crollo di prismi di roccia dai quali era stata allontanata la frazione alterata.

Lungo le zone maggiormente fratturate e fagliate si sono approfonditi i corsi d'acqua a generare un reticolo di drenaggio tipicamente angolare. I principali corsi d'acqua sono ubicati in corrispondenza di importanti elementi strutturali che si seguono per più ampie aree della Sardegna nord-orientale.

L'area oggetto dell'intervento in progetto risulta completamente antropizzata e le forme del paesaggio sono completamente obliterate dall'attività antropica.

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'area in studio prevalgono i terreni a medio-bassa permeabilità. I litotipi che caratterizzano l'area in esame comprendono principalmente monzograniti, granodioriti e leucograniti. Queste litologie possono essere raggruppate in un'unica associazione a formare un "complesso di rocce granitoidi" affini per caratteristiche idrogeologiche.

È un complesso a permeabilità bassa per fessurazione. Tuttavia, come già accennato nella parte relativa al contesto geologico, i leucograniti hanno risentito maggiormente dei fenomeni tettonici succedutisi nelle ere geologiche: sono interessati da sistemi di fratture e faglie più importanti; di conseguenza è auspicabile che nel loro ambito si possano formare acquiferi profondi di discreta entità. Le coltri di granito arenizzato che si formano nei compluvi, nelle zone vallive e nelle aree subpianeggianti sono caratterizzate da permeabilità medio-alta per porosità. Gli acquiferi che si generano sono, solitamente, di scarsa entità.

Il complesso alluvionale quaternario è caratterizzato da elevata permeabilità per porosità negli orizzonti più grossolani e dilavati (alluvioni recenti), che diventa bassa negli orizzonti prettamente argillosi o in matrice argillosa (alluvioni antiche) e detriti di falda.

Se nei graniti arenizzati ed anche in quelli molto alterati la presenza dell'acqua è legata anche all'esistenza di una porosità, nel granito sano essa è attribuibile solo alle numerosissime fratture che lo hanno scomposto sia secondo piani verticali o sub verticali variamente orientati sia secondo piani sub-orizzontali. Non è da escludere che in profondità, al di sotto del granito sano affiorante, vi siano delle tasche sabbiose formatesi per alterazione di brecce tettoniche, analogamente a quanto si è osservato altrove in Sardegna.

L'idrografia della zona in esame è costituita principalmente da piccoli compluvi, per lo più a carattere stagionale, fortemente influenzati dal regime delle piogge. Il corso d'acqua più importante, presente nelle vicinanze, è il Rio Surrau: esso ha un regime idrologico fortemente influenzato dall'andamento delle piogge, con piene nel periodo inverno-primavera, e secche estive. Durante il periodo delle piogge viene aperto il cordone litorale (Spiaggia de "LA Sciumara") permettendone lo scarico a mare. L'area in studio è compresa nel sub-bacino Regionale n° 4: Liscia. Altri compluvi, presenti nei dintorni, sempre a carattere stagionale, hanno direzioni che seguono le direzioni principali e secondarie della tettonica locale: principali N-S, pur con discrete oscillazioni da NNE-SSW a NNW-SSE, e E-W, anche queste con discrete variazioni da ENE-WSW a ESE-WNW

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 7. INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI

Le indagini disponibili per l'area di intervento sono state realizzate nel 1994 da ICOS-SICAPI S.p.A. nell'ambito dei lavori di completamento del porto di Palau, in particolare della realizzazione del nuovo sporgente a mare per l'ampliamento della banchina esistente.

In particolare, sono disponibili le seguenti indagini:

- n. 4 sondaggi stratigrafici spinti a profondità comprese tra 17.8 e 23.5 metri a partire dalla quota della banchina esistente. Durante la perforazione sono state eseguite le seguenti attività:
  - descrizione della stratigrafia;
  - esecuzione di n.6 prove in foro di tipo SPT.
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT spinte alla profondità di 15.8 e 16.5 metri, eseguita in corrispondenza dei sondaggi n.1 e n.4 e realizzata con un preforo rispettivamente di 8.5 e 10.5 metri per superare lo spessore della banchina portuale esistente.

In Figura 10 si riporta la planimetria dell'area, con l'ubicazione delle prove eseguite. I rapporti di prova sono riportati in Appendice 1.

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU PFTE	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

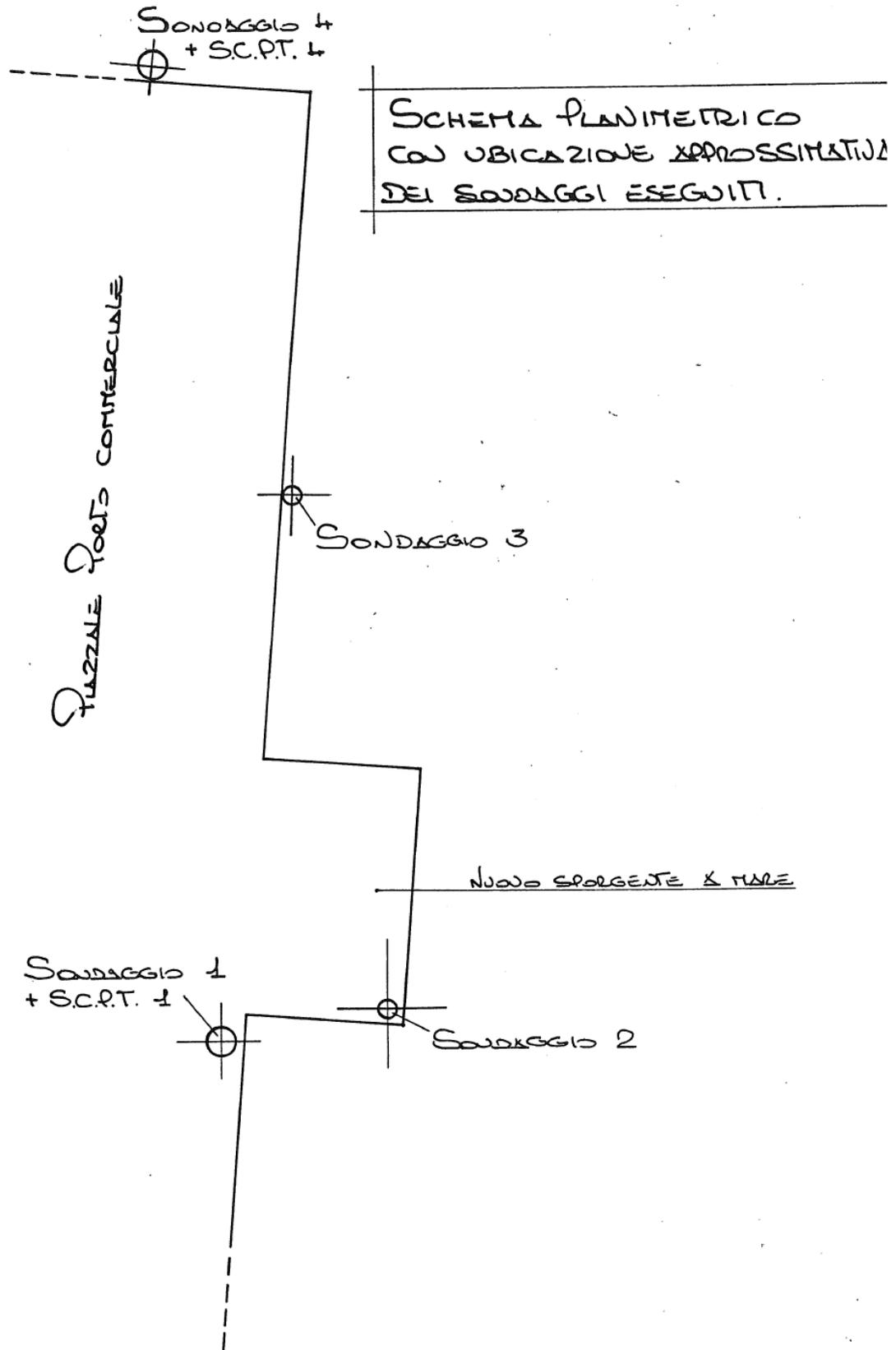


Figura 10. Planimetria delle indagini geognostiche eseguite nel 1994 (non in scala)

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 8. MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE

A partire dalle indagini disponibili è possibile definire il modello geologico preliminare dell'area, che prevede le seguenti unità stratigrafiche:

### Depositi antropici

- Unità R: materiale di riempimento eterogeneo ed eterometrico, con la presenza di massi di scogliera.

### Depositi quaternari marini

- Unità 1: depositi costituiti da sabbia limosa quarzoso-micacea di colore grigio e grigio scuro, con abbondanti resti conchigliari.

### Depositi del substrato

- Unità 2: granito lapideo di colore grigio scuro.

Al di sotto della banchina esistente e/o dei terreni di riporto, che si spingono fino alla quota di -5/-10 metri slm, è stato individuato uno spessore medio di circa 10 metri di depositi sabbioso-limosi, fino alla quota di circa -15/-20 metri slm, al di sotto della quale è presente il substrato roccioso granitoide.

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI MASSIMA

### 9.1 Caratterizzazione dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni descritti al capitolo precedente, nella fattispecie l'unità 1, si è fatto riferimento ai risultati delle indagini in sito; laddove queste non abbiano fornito dati sufficienti, si è fatto riferimento a quanto disponibile dalla bibliografia e/o a dati acquisiti da pregresse esperienze su terreni analoghi.

I parametri di seguito riportati sono da intendersi come medi operativi. Si segnala che, a causa della naturale variabilità dei terreni, tali parametri possono essere localmente diversi da quelli indicati.

Unità	1
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18,5
$c'$ [kPa]	0
$\varphi'$ [°]	29-31

### 9.2 Caratterizzazione degli ammassi rocciosi

Un ammasso roccioso è costituito da blocchi di materiale roccioso integro separati da giunti e/o da discontinuità. Il suo comportamento meccanico dipende, quindi, sia dalle proprietà meccaniche del materiale roccioso intatto sia dalle caratteristiche delle discontinuità.

I valori della resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta e della costante del materiale sono ampiamente trattati nella letteratura tecnica (González de Vallejo et al., 2005; Bruschi, 2004). In assenza di prove dirette sui materiali carotati e in considerazione della possibile alterazione della parte più superficiale dell'unità 2, cautelativamente sono stati assunti i seguenti parametri:

Roccia intatta	$\sigma_{ci}$ [MPa]	$m_i$
Granito (unità 2)	7÷15	32±3

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 10. ELEMENTI DI SISMICITÀ

### 10.1 Classificazione sismica e pericolosità sismica di base

La classificazione sismica del territorio nazionale è stata elaborata e rivista in seguito ai principali terremoti; tra questi, in particolare, quelli verificatisi in Irpinia nel 1980 ed in Molise nel 2002.

Fino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione; la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità "S". In queste classificazioni il Comune di Palau non era considerato zona sismica.

Per quanto concerne la classificazione sismica del territorio in esame, come indicato nella Delibera di Giunta regionale n. 15/31 del 30 marzo 2004, trova attuazione la classificazione stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n.3274/2003, la quale suddivide il territorio nazionale in quattro zone caratterizzate da diverso grado di sismicità e sottoposte alle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Le zone sono definite rispettivamente ad alta sismicità la zona 1, a media sismicità la zona 2 e a bassa sismicità la zona 3, mentre nella zona 4 viene demandata alle regioni la facoltà di imporre o meno l'obbligo della normativa.

Come stabilito della D.G.R. n.15/31, il Comune di Palau risulta classificato in zona "4".

Rispetto alla classificazione sismica del comune di Palau ed in base alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 28/04/2006 n.3519), il range di accelerazione massima del suolo, con probabile eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area in studio è inferiore a 0.05 (Tabella 1).

Tabella 1. Valori di accelerazione massima del suolo  $a_g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s,30} > 800$  m/s

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche, $a_g/g$ )
1	> 0.25	0.35
2	0.15 ÷ 0.25	0.25
3	0.05 ÷ 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 10.2 Sismicità storica

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di Palau.

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15 (Locati et al., 2016), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida et al., 2016, consultabile on-line al sito <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).

Nella successiva Tabella 2 sono indicati con i seguenti simboli:

- Is = intensità in sito (MCS);
- Anno = anno Me = mese Gi = giorno Or = ora;
- NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;
- Io = intensità massima (MCS);
- Mw = magnitudo momento.

Tabella 2. Storia sismica del Comune di Palau

Effetti	In occasione del terremoto di:							
	Anno	Me	Gi	Or	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
2-3	2000	04	26	13 37 46.78	Tirreno centrale	265		4.77

## 10.3 Sorgenti sismogenetiche

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.2.1) del database "A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas", inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise & Pantosti, 2001).

Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. La nuova versione del Database contiene oltre 100 sorgenti sismogenetiche identificate attraverso studi geologico-geofisici (70% in più rispetto alla precedente versione). Tali sorgenti ricadono sull'intero territorio italiano e su alcune regioni confinanti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive, consentendo in alcuni casi di individuare aree di potenziale gap sismico.

Obiettivo del Database è quello di rendere quanto più possibile completa l'informazione sulle sorgenti sismogenetiche potenziali del territorio nazionale; per questa ragione, oltre ad un numero maggiore di sorgenti individuali, viene proposta una forma di rappresentazione e caratterizzazione di tutte le aree che, pur essendo

	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

certamente in grado di generare forti terremoti, sono ancora poco comprese. È stata pertanto istituita una nuova categoria di aree sismogenetiche per le quali, in analogia con quanto proposto dalla nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti & Valensise, 2004), viene fornita la localizzazione geografica, la stima del meccanismo di fagliazione, la profondità efficace e la magnitudo massima attesa.

Dall'esame del Database, nel territorio di Palau, e della Sardegna in generale, non sono presenti sorgenti sismogenetiche composite (Figura 11).

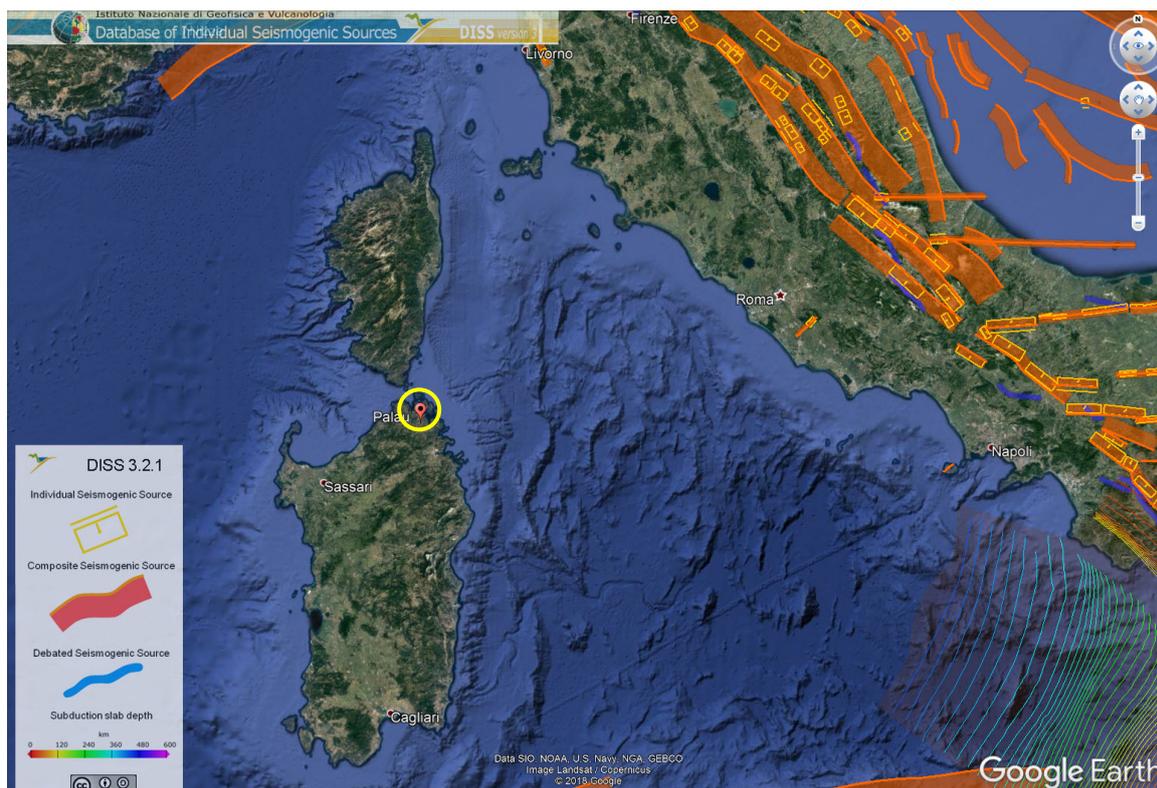
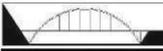


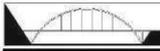
Figura 11. Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy" per l'area in oggetto. In giallo l'area di studio

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA S.p.A.</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 11. PARERE DI FATTIBILITÀ

Per quanto riguarda le opere in progetto, si segnala come esse non comporteranno significative variazioni alle attuali condizioni geomorfologiche dell'area in esame, in particolare esse non interferiranno con gli elementi idrografici superficiali e nemmeno con aree caratterizzate da pericolosità geomorfologica. Inoltre, i terreni di fondazione presentano caratteristiche meccaniche da discrete a buone.

Alla luce delle risultanze del presente studio, l'area è pertanto da ritenersi, sotto l'aspetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico, idonea agli scopi previsti dal presente progetto.

 <b>ENSER</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI PALAU	<b>Documento:</b> RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA E SISMICA
	<b>Lavoro:</b> INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU <b>PFTE</b>	Codice: S16141-PF-RE004-0 Data: 26/07/2019

## 12. BIBLIOGRAFIA

APAT (2005a). Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio Geologico 428 Arzachena. SELCA Ed. Salvadori I., Oggiano., Ulzega A., Cherchi G.P., Orru P., Pintus C., Decandia F.A., Coltorti M., Gandin A., Sassi F.P., Sassi R., Cortesogno L., Gaggero L., Rossi P., Vacca S., Ghiglieri G., Vernier A., Aversano A

APAT (2005b). Note illustrative Foglio Geologico 428 alla scala 1:50.000 Arzachena. SELCA Ed. 240 pp. Oggiano G., Cherchi G.P., Aversano A., Di Pisa A., Ulzega A., Orrù P., Pintus C., Decandia F.A., Coltorti M., Gandin A., Sassi F.P., Sassi R., Cortesogno L., Gaggero L., Rossi P., Vacca S., Ghiglieri G., Vernier A.

APPENDICE 1

Rapporti di prova delle indagini eseguite nel 1994



Cantiere: PIREDDU (PALAU)

Sondaggio: 1 (II LOTTO)

COMMITTENTE: IMPRESA PIREDDU S.p.A.

SCALA 1: 100

DATA: APRILE 1994

DIAMETRO PERF.: mm 101

FALDA IDRICA: m 1.50

quota (m)	spessore (m)	profondità (m)	stratigrafia	descrizione	scala 1:100	Nspt
1.5	8.5			MATERIALE DI RIEMPIMENTO COSTITUITO DA MISTO CEMENTATO.	1	
					2	
					3	
					4	
					5	
					6	
					7	
					8	
-7.0	3.0	8.5		FANGO DI COLORE GRIGIO SCURO COSTITUITO DA LIMO ARGILLOSO INCONSISTENTE CON ABBONDANTI RESTI ALGALI E CONCHIGLIARI.	9	
					10	
					11	
-10.0	1.8	11.5		SABBIA SCIOLTA QUARZOSO - MICACEA DI COLORE GRIGIO.	12	
					13	
-11.8	2.5	13.3		LIVELLO LIMOSO SABBIOSO DI COLORE NERO, INCONSISTENTE, CON ABBONDANTI RESTI ALGALI E CONCHIGLIARI.	14	
					15	
-14.3	0.5	15.8		LIMO ARGILLOSO SABBIOSO DI COLORE DA GRIGIO A GIALLO VERDASTRO, MOLTO CONSISTENTE.	16	16.2
-14.6					16.3	
	1.5	17.8		GRANITO LAPIDEO DI COLORE GRIGIO SCURO.	17	16.3
-16.3					18	



ICOS - SICAPI S.p.A.



FILE: A:\PALAU1

CANTIERE: PIREDDU (PALAU) - Il lotto

PROVA PENETROMETRICA S.C.P.T. n.1

DATA: APRILE 1994

ASTA		COLPI n.
da m	a m	
8.50	8.80	6
8.80	9.10	10
9.10	9.40	11
9.40	9.70	4
9.70	10.00	3
10.00	10.30	3
10.30	10.60	4
10.60	10.90	2
10.90	11.20	1
11.20	11.50	1
11.50	11.80	1
11.80	12.10	2
12.10	12.40	4
12.40	12.70	6
12.70	13.00	8
13.00	13.30	8
13.30	13.60	9
13.60	13.90	4
13.90	14.20	5
14.20	14.50	8
14.50	14.80	14
14.80	15.10	25
15.10	15.40	27
15.40	15.70	42
15.70	15.80	50
FINE PROVA		

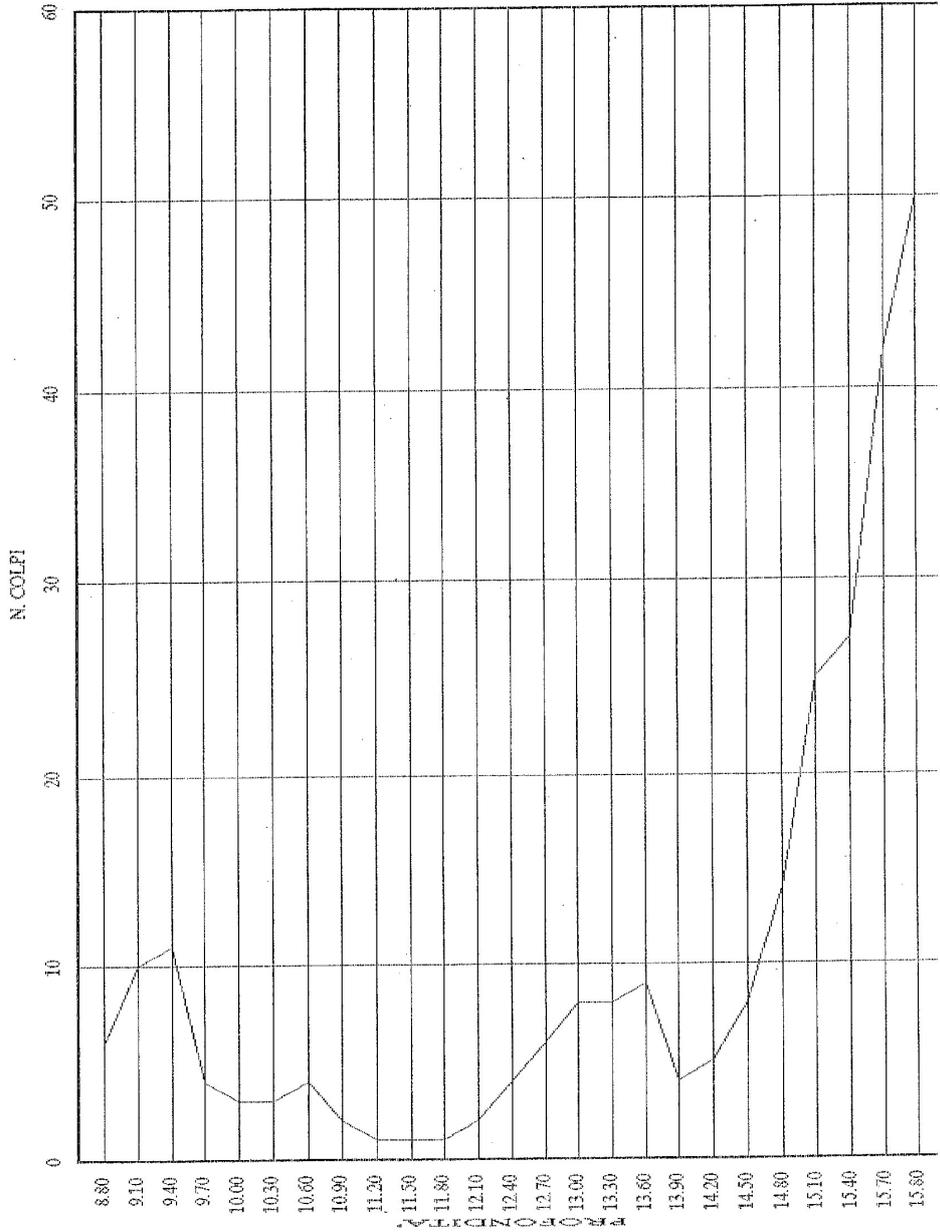
N.B. 1) La quota di riferimento è quella della banchina esistente

2) La prova è stata eseguita entro un foro rivestito da m 0,00 a m 8,50

---

# CANTIERE PIREDDU (PALAU) - II LOTTO

PROVA PENETROMETRICA INC.





Cantiere: PIREDDU (PALAU)

Sondaggio: 2 (II LOTTO)

COMMITTENTE: IMPRESA PIREDDU S.p.A.

SCALA 1: 200

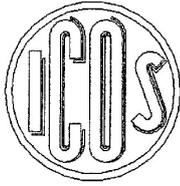
DATA: LUGLIO 1994

DIAMETRO PERF.: mm 101

FALDA IDRICA: m 1.00

profondita' (m)	stratigrafia	descrizione	scala 1:200	Nspt
		MATERIALE DI RIEMPIMENTO COSTITUITO DA SABBIE, GHIAIE E CIOTTOLI.	1	
			2	
			3	
			4	
			5	
			6	
			7	
			8	
			9	
			10	
			11	
			12	12.4
-12.3		SABBIA SCIOLTA QUARZOSA MISTA A FANGO DI COLORE GRIGIO SCURO COSTITUITO DA LIMO ARGILLOSO INCONSISTENTE CON ABBONDANTI RESTI ALGALI E CONCHIGLIARI.	13	1-2=4
			14	12.85
			15	15.4
			16	3-4=6
			17	15.85
-18.0		LIMO ARGILLOSO SABBIOSO DI COLORE DA GRIGIO A GIALLO VERDASTRO.	18	
-19.1		GRANITO LAPIDEO DI COLORE GRIGIO SCURO.	19	
-20.5			20	
			21	

SONDAGGIO INIZIATO DALLA QUOTA + 1.00 M s.l.m.



Cantiere: PIREDDU (PALAU)

Sondaggio: 3 (II LOTTO)

COMMITTENTE: IMPRESA PIREDDU S.p.A.

SCALA 1: 200

DATA: LUGLIO 1994

DIAMETRO PERF.: mm 101

FALDA IDRICA: m 1.50

profondita' (m)	stratigrafia	descrizione	scala 1200	Nspt
1.5		BANCHINA ESISTENTE.	1	
		MARE	2	
			3	
			4	
			5	
			6	
			7	
7.0		SABBIA QUARZOSO-MICACEA DI COLORE GRIGIO MISTA A POCO FANGO E RESTI ALGALI E CONCHIGLIARI	8	
			9	
			10	
			11	
			12	
			13	
			14	14.5
			15	4-5-8
			16	14.95 16.2
16.0		SABBIA LIMOSA QUARZOSO-MICACEA DI COLORE GRIGIO SCURO.	17	5-8-12
			18	16.65
			19	19
			20	10-11-11
			21	19.45
21.5		LIMO ARGILLOSO SABBIOSO DI COLORE GRIGIO-NERASTRO MOLTO CONSISTENTE.	22	
22.1		GRANITO LAPIDEO DI COLORE GRIGIO SCURO.	23	
23.5			24	

SONDAGGIO INIZIATO DALLA QUOTA + 1.50 M s.l.m.



Cantiere: PIREDDU (PALAU)

Sondaggio: 4 (II LOTTO)

COMMITTENTE: IMPRESA PIREDDU S.p.A.	
SCALA 1: 150	DATA: DICEMBRE 1994
DIAMETRO PERF.: mm 101	FALDA IDRICA: m 1.50

profondita' (m)	stratigrafia	descrizione	scala 1:150
		BANCHINA ESISTENTE.	1
1.5		MARE	2
			3
			4
			5
6.0			6
		MASSI DI SCOGLIERA	7
			8
			9
			10
10.5		SABBIA QUARZOSA MISTA A FANGO DI COLORE GRIGIO SCURO COSTITUITO DA LIMO ARGILLOSO INCONSISTENTE CON ABBONDANTI RESTI ALGALI E CONCHIGLIARI.	11
			12
12.3		SABBIA LIMOSA QUARZOSO-MICACEA DI COLORE GRIGIO SCURO.	13
			14
			15
			16
16.5		GRANITO LAPIDEO DI COLORE GRIGIO SCURO.	17
			18
18.0			



CANTIERE: PIREDDU (PALAU) - II lotto

PROVA PENETROMETRICA S.C.P.T. n.4

DATA: DICEMBRE 1994

ASTA		COLPI
da m	a m	n.
10.50	10.80	1
10.80	11.10	1
11.10	11.40	1
11.40	11.70	4
11.70	12.00	3
12.00	12.30	4
12.30	12.60	1
12.60	12.90	3
12.90	13.20	6
13.20	13.50	5
13.50	13.80	7
13.80	14.10	11
14.10	14.40	7
14.40	14.70	5
14.70	15.00	14
15.00	15.30	16
15.30	15.60	11
15.60	15.90	14
15.90	16.20	17
16.20	16.50	70
FINE PROVA		

N.B. 1) La quota di riferimento è quella della banchina esistente (+1,50)

2) La prova è stata eseguita entro un foro rivestito da m 0,00 a m 10,50)

# CANTIERE PIREDDU (PALAU) - ILLOTTO

PROVA PENETROMETRICA nr.4

N. COLPI

