



R.T.P.



enser

ASSOCIATO

oice

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



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNE DI PALAU
UNIONE COMUNI GALLURA



COMUNE DI PALAU 2016
UNIONE COMUNI GALLURA

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

INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

F) SIA:

a. QUADRO PROGETTUALE

Codice S16141-PP-RE06a-0

Rev.	Data	Redatto	Controllato	Approvato
0	31.03.2021	C. Maoddi	G. Musinu	G. Musinu



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

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

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

CAPITALE SOCIALE
€ 105 000,00 i.v.

Web: www.enser.it
E-Mail: enser@enser.it

RTP: ENSER s.r.l.

ING. ANTONIO RUJU


ING. FRANCESCO BOSINCU

ING. ELENA DEMARTIS - DOTT.SSA ELISABETTA ALBA

AGR. CANDIDO MAODDI - ARCH. SILVIA SUSSARELLU

ENSER s.r.l.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
www.enser.it



	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

INDICE

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE GENERALE.....	5
3. DATI E STATISTICHE SUL TRAFFICO MARITTIMO	8
3.1 ANALISI DIACRONICA DELLO SVILUPPO PORTUALE	14
4. CRITICITÀ E ESIGENZE DA SODDISFARE	19
5. DOCUMENTAZIONE E INDAGINI DI RIFERIMENTO	21
6. MATERIALI PREVISTI E IPOTESI DI CARICO	25
7. RAPPORTO METEOMARINO	26
7.1 INTERFERENZA BOCHE BONIFACIO	26
7.2 SETTORI DI TRAVERSIA – FETCHS	28
7.3 DETERMINAZIONE DEI VALORI DEI PARAMETRI DI PICCO NELL’AREA DI STUDIO.....	30
8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	32
8.1 FINALITÀ D’INTERVENTO	32
8.2 ASSETTO FINALE DEL PORTO.....	32

FIGURE

FIGURA 1 - UBICAZIONE DELL’AREA IN OGGETTO (DA GOOGLE EARTH, NON IN SCALA).....	4
FIGURA 2: 1954	15
FIGURA 3: 1968	15
FIGURA 4: 1977	16
FIGURA 5: 1988	16
FIGURA 6: 1998	17
FIGURA 7: 2003	17
FIGURA 8: 2010	18
FIGURA 9: 2013	18
FIGURA 10 – STRATIGRAFIA DA [DOC2].....	21
FIGURA 11 – BATIMETRIA DA [DOC1]	22
FIGURA 12 – BATIMETRIA DA [DOC5]	22
FIGURA 13 – SEZIONI E STRATIGRAFIE.....	23
FIGURA 14 – STRATIGRAFIA DA [DOC5]	23
FIGURA 15 – STRATIGRAFIE DA [DOC4].....	24
FIGURA 16 - BATIMETRIA DELL'AREA DELLE BOCHE	26



	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

FIGURA 17 - RILEVAZIONI ONDAMETRICHE NELL'ARCO TEMPORALE 2006 - 2017	26
FIGURA 18 - PROPAGAZIONE DELLA BURRASCA DA W (B1) NELLE BOCHE DI BONIFACIO E ARCIPELAGO LA MADDALENA	27
FIGURA 19 - PROPAGAZIONE DELLA BURRASCA DA NE (B2) NELLE BOCHE DI BONIFACIO E ARCIPELAGO LA MADDALENA	27
FIGURA 20 - EVIDENZIAMENTO DELL'UBICAZIONE DI P1	28
FIGURA 21 - IDENTIFICAZIONE DEI SETTORI DI TRAVERSIA DEL PARAGGIO CON EVIDENZIAMENTO DELLE RICORRENZE DEGLI EVENTI ANEMOLOGICI ASSOCIATI	29
FIGURA 22 - IPOTESI DI "ASSETTO FINALE": PLANIMETRIA GENERALE	33
FIGURA 23 - SEZIONE TIPO AMPLIAMENTO NORD BANCHINA (A SINISTRA)	33
FIGURA 24 - SEZIONE TIPO AMPLIAMENTO EST BANCHINA	34
FIGURA 25 - SEZIONE TIPO PONTILE EST	34
FIGURA 26 - SEZIONE TIPO PONTILE NORD.....	35
FIGURA 27 - SEZIONE TIPO AMPLIAMENTO SUD.....	35

TABELLE

TABELLA 1 - AGITAZIONI DI PICCO ASSOCIATE AL SETTORE DI TRAVERSIA SPARGI DETERMINATE CON TEORIA LINEARE	30
TABELLA 2 - AGITAZIONI DI PICCO ASSOCIATE AL SETTORE DI TRAVERSIA CAPO D'ORSO DETERMINATE CON TEORIA LINEARE ..	31

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

1. PREMESSA

Il progetto si riferisce ad un intervento finalizzato alla razionalizzazione e completamento del porto commerciale di Palau.

L'area di intervento è rappresentata dalla banchina del porto commerciale che per una serie di criticità necessita di una serie interventi che verranno descritti a seguire in questo studio.

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

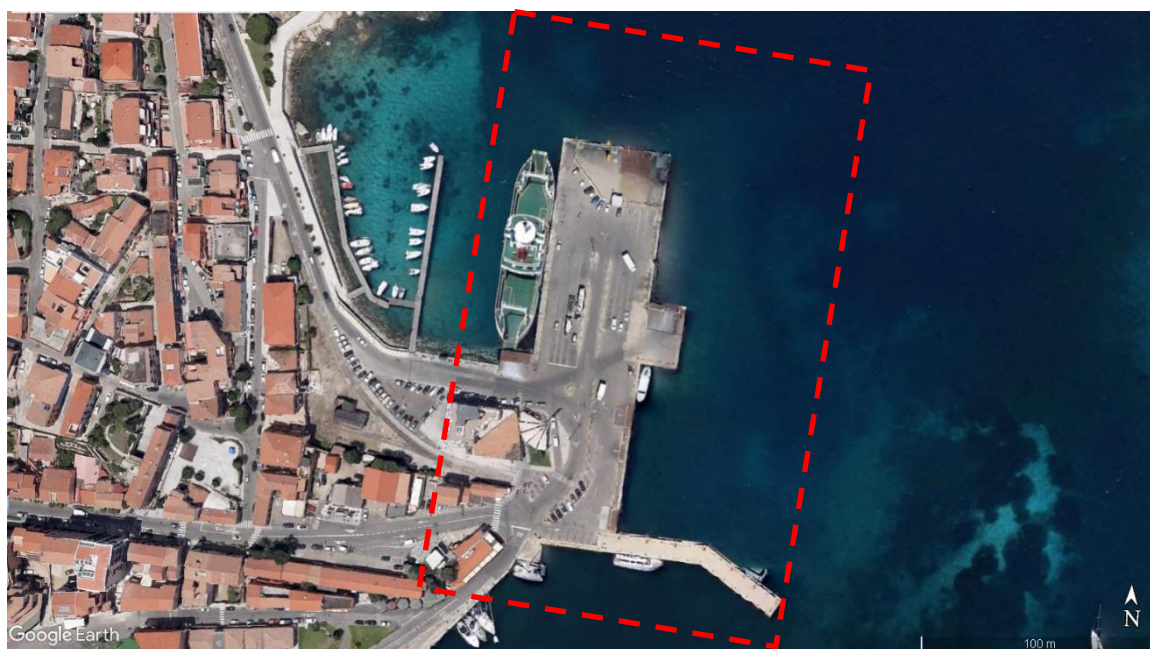



Figura 1 - Ubicazione dell'area in oggetto (da Google Earth, non in scala)

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

2. DESCRIZIONE GENERALE

Lo scalo marittimo di Palau è classificato nella II categoria e classe III (di rilevanza economica regionale e interregionale).

I lavori previsti del progetto, come esplicitati in altri elaborati, consistono nel miglioramento del porto commerciale in sostanza costituito dal molo per l'attracco dei traghetti che collegano Palau alla città di La Maddalena ed al suo arcipelago (sorgitore delle dimensioni di oltre 6000 mq).

L'attuale assenza di Piano regolatore portuale (PRP) e di specifici indirizzi da parte del P. di F. ha, da una parte, reso necessario uno studio "storico" dell'evoluzione della linea di costa e della portualità ma, dall'altra, rende possibile avanzare proposte e opzioni confrontabili. Dalla ricerca storica (foto Sardegna Geoportale, documenti ferrovia Sassari – Palau, vecchie cartoline, pubblicazioni varie tra cui "Storia di Palau – Cinquant'anni di autonomia, 1959-2009" di G. Cucciari) e dalla conoscenza diretta dei luoghi, sono state tratte le informazioni necessarie alla ricostruzione dell'evoluzione dell'aggregato urbano e del suo porto, quali:

- il "molo" venne realizzato come "prolungamento" verso ovest della strada nazionale e ampliato anche a seguito dell'arrivo del binario in banchina (dopo il 1932);
- il molo ebbe un ampliamento in direzione nord (anni 1960 e seguenti);
- il molo venne allargato di 5 mt e allungato di 15 mt nel 1990 – 1992;
- il binario è stato progressivamente arretrato;
- la stazione marittima (costruita da privati nel 1958) venne successivamente ampliata e sopraelevata;


in vecchie foto si nota la presenza (nel molo) di un basolato in granito, oggi ricoperto dall'asfalto.




Foto 7: Anni '50, la ferrovia arriva fino al molo

Per quanto riguarda gli approdi e servizi, si dispone dei seguenti dati praticamente invariati negli anni:

Approdi / Servizi	2012	2013	2014	2015
Numero di approdi nelle navi traghetto in servizio di linea ⁽¹⁾	≈ 2250	≈ 2250	≈ 2250	≈ 2250
Naviglio minore da passeggeri impiegato nel solo periodo estivo (1 maggio - 30 settembre) ⁽²⁾	360	360	360	360

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

L'attuale percezione degli spazi portuali fa corrispondere un'immagine "modesta" ove prevalgono elementi di edilizia seriale: bassi elementi in cls di protezione, bordi banchina in cls deteriorato, lamiere in acciaio arrugginite (scasse di imbarco), 2 torri palo in acciaio, ecc., superfici completamente bitumate, segnaletica disordinata, con eccezione solo di un piccolo spazio ad est della stazione che presenta un'isola di verde e tratti di marciapiede con pavimentazione lapidea. Appare netto il distacco tra il molo principale (attuali attracchi da 1 a 6, ora portati a 4), il piccolo molo 7, ora denominato 5 e il porto turistico.

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

3. DATI E STATISTICHE SUL TRAFFICO MARITTIMO

Circa il traffico dei traghetti con La Maddalena si fa riferimento alle tabelle orario vigenti nell'estate del 2019 (non essendo significativo il 2020 per le note vicende della pandemia COVID) che prevedevano complessivamente 55 corse così suddivise:

- **notturne** (dalle ore 20,30 alle 4,55 – ogni ora) → **n°8**
- **diurne** (dalle ore 6,00 alle 19,30 – con intervallo minimo di 15 minuti e massimo di 1 ora) → **n°50**

dalle ore 8,00 alle 12,45 ogni 15 minuti

dalle ore 13,30 alle 19,30 ogni 15 minuti

Dati statistici, distinti per categorie (passeggeri, veicoli e merci), relativi ai MM/TT RO-RO in servizio di linea da Palau (imbarco) a La Maddalena (sbarco) e viceversa, riferiti agli anni 2014 – 2015 – 2016 – 2017 – 2018 (escluso mese di dicembre)

ANNO 2014

	PASSEGGERI		VEICOLI		MERCİ (TONN.)	
	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATE	SBARCATE
GENNAIO	41386	39694	12381	11665	130057	71
FEBBRAIO	42341	41008	12256	12073	120011	9
MARZO	41792	39988	14587	14077	130009	6
APRILE	55057	56307	18730	18731	140007	9
MAGGIO	49849	49158	16695	16713	140021	14
GIUGNO	72226	68602	27539	24127	170004	11
LUGLIO	90680	85121	34617	36896	225003	7
AGOSTO	155927	147390	52613	50447	203801	296
SETTEMBRE	93049	93251	36020	36159	273603	96
OTTOBRE	58877	55494	17528	17372	200000	0
NOVEMBRE	51339	49754	17110	17002	200000	0
DICEMBRE	44236	43488	15717	15552	200002	0
TOTALE	796759	769255	275793	270814	2132518	519


Si richiama l'attenzione sulla esistenza del contratto di servizio (rep. n° 14 in data 07.09.2018) per lo svolgimento del servizio di linea notturno tra la società Ensamar S.r.l. e la R.A.S., nonché del contratto di servizio pubblico di trasporto marittimo di continuità territoriale di passeggeri, veicoli e merci con le isole minori della Sardegna stipulato in data 29.06.2016 tra la Soc. Delcomar e la R.A.S.

ANNO 2015

	PASSEGGERI		VEICOLI		MERCİ (TONN.)	
	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATE	SBARCATE
GENNAIO	53774	50025	19477	17961	200152	158
FEBBRAIO	39345	38537	13754	12573	180064	52
MARZO	41990	41132	16337	15769	200051	47
APRILE	61017	59231	22103	21351	200137	141
MAGGIO	71181	69198	25811	25512	210439	597
GIUGNO	85645	80067	35500	33655	221277	411
LUGLIO	109627	100504	37421	35016	223301	226
AGOSTO	148034	133274	49340	45244	225511	327
SETTEMBRE	77433	76297	28936	27956	239201	135
OTTOBRE	62248	58729	24766	23259	200097	76
NOVEMBRE	52473	50024	20086	19084	200049	24
DICEMBRE	49993	47255	18661	16422	200027	19
TOTALE	852760	804273	312192	293802	2500306	2213

ANNO 2016

	PASSEGGERI		VEICOLI		MERCİ (TONN.)	
	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATE	SBARCATE
GENNAIO	43617	41593	16234	15140	100021	7
FEBBRAIO	46811	43406	17781	15638	200034	47
MARZO	58667	56648	20288	19586	200027	31
APRILE	39178	40610	17688	18157	16843	784
MAGGIO	56207	59346	22961	22055	19209	815
GIUGNO	78536	76793	27045	28651	37131	1378
LUGLIO	97664	93068	14662	33372	41541	2396
AGOSTO	142427	135547	43268	45315	41884	1423
SETTEMBRE	85227	86359	30615	30828	38881	4346
OTTOBRE	41696	42677	17409	17957	10949	2956
NOVEMBRE	25577	26303	12264	13251	2517	2575
DICEMBRE	27836	32554	13052	13267	1839	2291
TOTALE	743443	734904	253267	273217	710876	19049

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

ANNO 2017

	PASSEGGERI		VEICOLI		MERCİ (TONN.)	
	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATE	SBARCATE
GENNAIO	22592	24133	10871	11221	1555	1873
FEBBRAIO	21108	21752	9867	10096	1495	1621
MARZO	24489	25593	12061	13023	1740	1921
APRILE	53269	50779	20082	18968	19504	2981
MAGGIO	62535	61397	23966	22287	21133	2810
GIUGNO	84582	79362	30030	30696	36180	2351
LUGLIO	109592	100461	40029	37610	39601	3010
AGOSTO	158900	139705	54768	43408	43421	1998
SETTEMBRE	97111	94313	31911	33273	38875	4082
OTTOBRE	44107	45543	18345	25083	13589	3026
NOVEMBRE	43204	45089	23602	23799	5498	5637
DICEMBRE	28715	28790	13080	13002	2789	4479
TOTALE	750204	716917	288612	282466	225380	35789

(12 mesi)

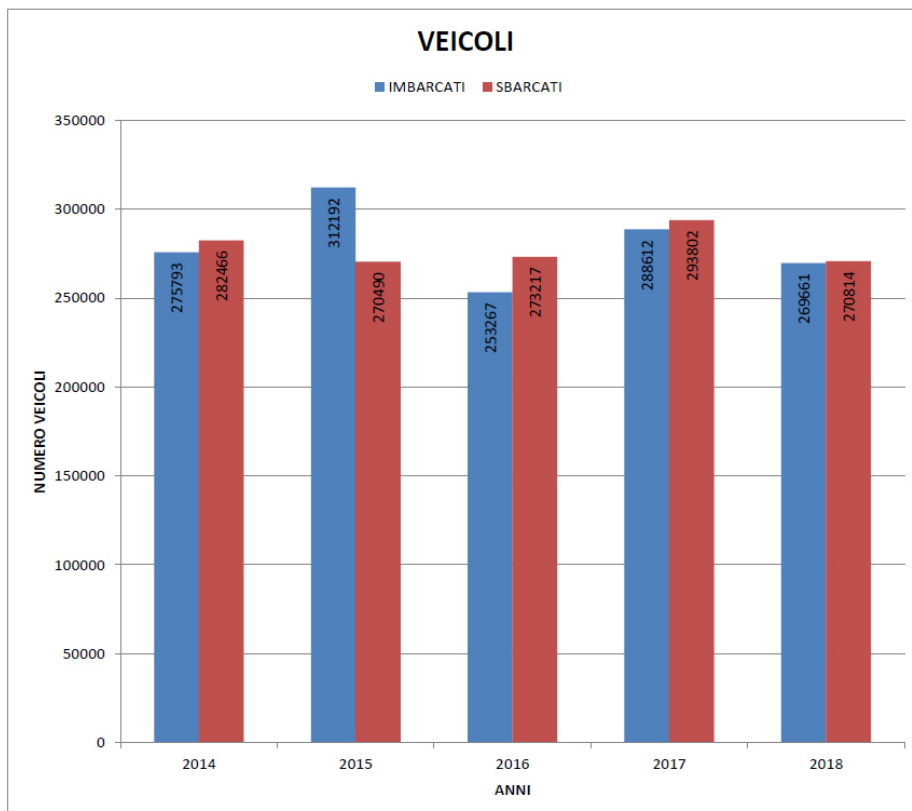
ANNO 2018

	PASSEGGERI		VEICOLI		MERCİ (TONN.)	
	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATI	SBARCATI	IMBARCATE	SBARCATE
GENNAIO	23968	24329	11138	11239	3667	3355
FEBBRAIO	20007	21356	8869	14880	1976	2938
MARZO	30377	30412	14254	14406	3942	2040
APRILE	53668	51257	20402	23509	20943	4145
MAGGIO	66616	64986	26891	24405	22142	3652
GIUGNO	95255	87320	31005	33482	32503	2683
LUGLIO	116523	104650	42319	39193	41176	2794
AGOSTO	153832	134116	49615	40840	38021	2082
SETTEMBRE	97681	96985	32555	33747	35594	4043
OTTOBRE	43234	43865	15754	16120	13639	3038
NOVEMBRE	35583	38351	16859	18669	4252	4245
TOTALE	736744	697627	269661	270490	217855	35015

(11 mesi)

I numeri sopraesposti non mostrano un trend di crescita, fatto che può essere letto in diversi modi:

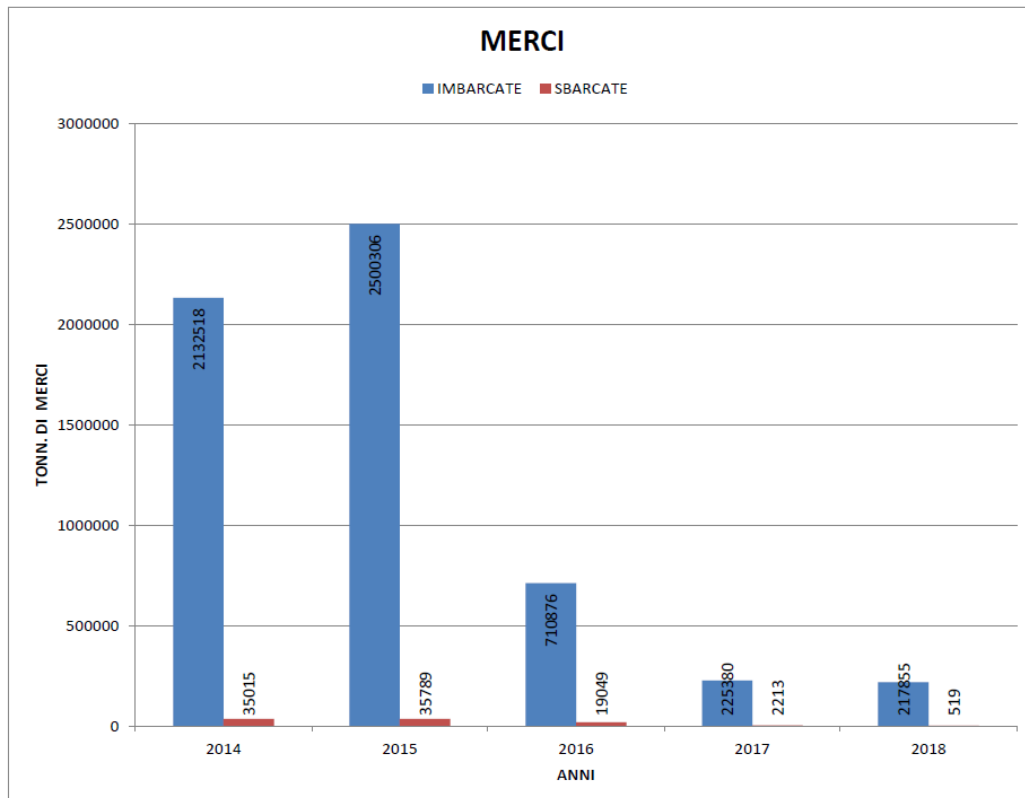
- andamento complessivo del fenomeno turistico in Sardegna;
- crisi economiche;
- modifica del modo di viaggiare;
- inserimento di tassa di sbarco per La Maddalena.



La media annua degli imbarchi è di 775.982 passeggeri.


La media annua dei veicoli imbarcati è di 279.905 mezzi.

La punta massima di passeggeri registrata è dell'agosto 2017 con 158.900 unità, pari a 5.125 passeggeri medi al giorno e con 54.768 mezzi pari a 1.767 veicoli medi al giorno.



Si riportano (considerata l'importanza del fenomeno) il numero dei passeggeri in transito globale nel porto di Palau.

ANNO	TOTALI PASSEGGERI IN TRANSITO
1996	2.642.855
1997	2.250.834
1998	2.681.190
1999	2.361.230

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021


2000	1.799.891
2001	2.911.044
2002	2.119.796
2003	2.056.771
2004	2.322.111
2005	2.418.359
2006	2.383.031
2007	2.144.017
2008	2.234.998
2009	2.510.981
2014	1.556.014
2015	1.657.033
2016	1.478.347
2017	1.467.121
2018	1.434.371
PER 14 ANNI TOTALI (1996-2009)	32.837.108
MEDIA ANNUALE	2.345.507
PER 5 ANNI TOTALI (2014-2018)	7.592.886
MEDIA ANNUALE	1.518.577

Appare evidente il calo (notevole) tra gli anni 2000 e gli ultimi 5 anni. I 1.518.577 passeggeri medi rappresentano un calo del 35% circa rispetto ai decenni precedenti.

Al di là di forse possibili differenze nei rilevamenti statistici, appare evidente un trend in diminuzione con una media di passeggeri in transito, negli ultimi 3 anni, di 1.459.946, nettamente inferiore alla media degli anni 2014/2015 (1.606.523).

Il traffico, in ripresa nel 2019, ha subito un forte calo nel 2020 per effetto della pandemia.

Caratteristico è il dato che riguarda i passeggeri imbarcati a Palau che risultano molto maggiori di quelli sbarcati con sbilancio in tutti i mesi, mentre il movimento dei veicoli appare più omogeneo tra imbarchi e sbarchi.

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

Da notare che i mezzi imbarcati nel mese di agosto sono anche più di 5 volte maggiori di quelli di gennaio.

Solo nel febbraio 2017 e 2018, i mezzi imbarcati sono stati meno di 10.000, con un minimo assoluto proprio nel febbraio 2018 (n°8869), mentre il massimo dei movimenti è dell'agosto 2017 con 54.768 mezzi imbarcati.


3.1 ANALISI DIACRONICA DELLO SVILUPPO PORTUALE

Nel web sito di Sardegna Foto Aeree sono presenti 8 foto che rappresentano le modificazioni avvenute dal 1954 al 2013 (peraltro questo identico al 2019). Le valutazioni sono le seguenti:

- 1954 (IGM): il porto di Palau (all'epoca il territorio, diventato comune autonomo nel 1959, era ancora frazione di Tempio Pausania) è costituito unicamente da uno sporgente est-ovest e tutta l'ansa a sud di esso è completamente naturale. Nell'abitato emergono solo: l'edificio delle case popolari di via Capo d'Orso e naturalmente (seppur poco visibili) la ferrovia e lo "stagno";
- 1968 (foto R.A.S.): è ben visibile il nuovo sporgente con la scassa sul lato est e iniziano i banchinamenti sul lato di ponente della rada interna. E' visibile il campo sportivo ed il municipio;
- 1977-78 (foto Terraitaly) mentre lo sporgente non ha subito modifiche, il banchinamento della rada interna appare compiuto su due lati. Aumenta la edificazione (es. scuola media). La spiaggia dell'Isolotto appare particolarmente ampia;
- 1998 (foto Terraitaly): lo sporgente appare leggermente allungato verso nord, compare la scassa n° 2 e n° 3, nonché il molo 7 (ora chiamato 5).

Il porto turistico ed il viale delle Palme appare completamente ultimato, la stazione marittima è costruita parzialmente. Il campo sportivo è diventato parcheggio;

- 2003: nella foto appare l'accosto (alla scassa 2) della motonave della linea Lauro per Napoli (con infrastrutturazione per la security), poi non più riproposta. Visibile l'ampliamento del municipio. Molo 5 con numerosi ormeggi;
- 2013: banchine invariate, visibile un accosto di punta alla scassa n° 4. Stazione marittima ampliata, uffici del porto turistico costruiti e messi in funzione;
- successivamente al 2013:
 - a) eliminazione delle scasse 3, 5 e 6 (tutte laterali e sul lato est del molo principale),

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021


b) potenziamento dell'illuminazione con la sostituzione dei proiettori (oggi n° 4+4 da 200 W - LED).



Figura 2: 1954



Figura 3: 1968

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

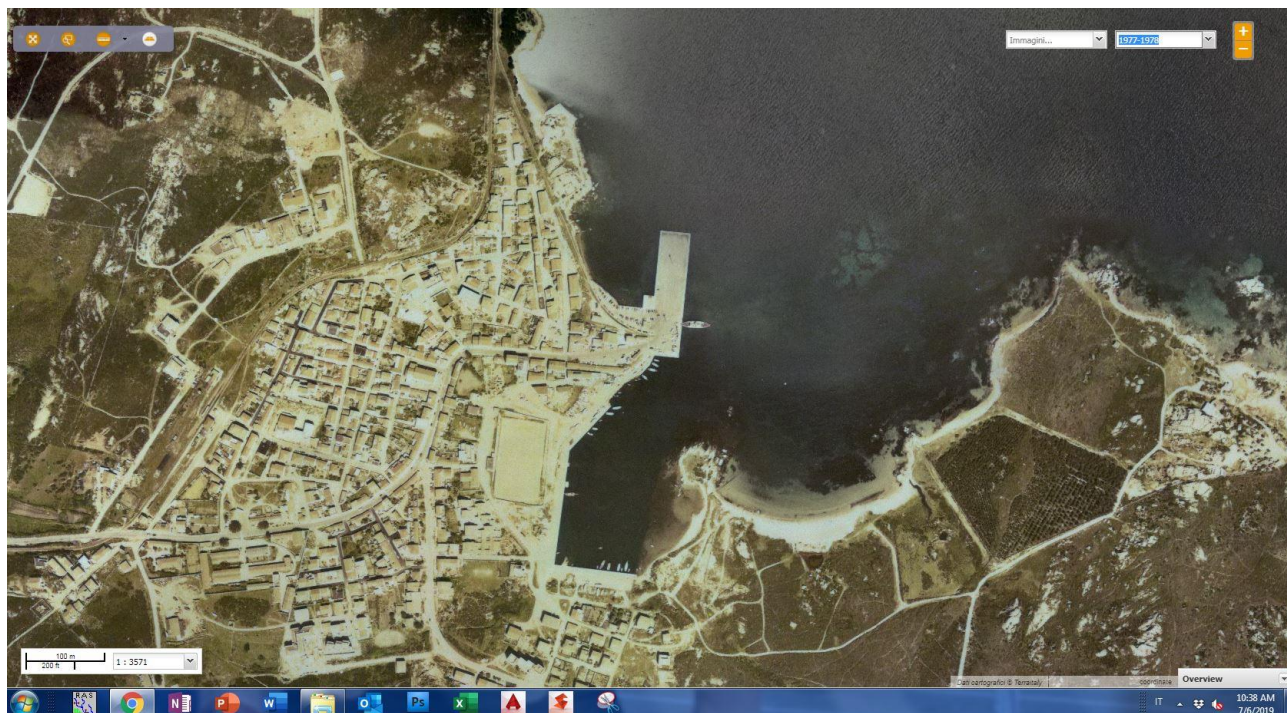


Figura 4: 1977



Figura 5: 1988


	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021



Figura 6: 1998

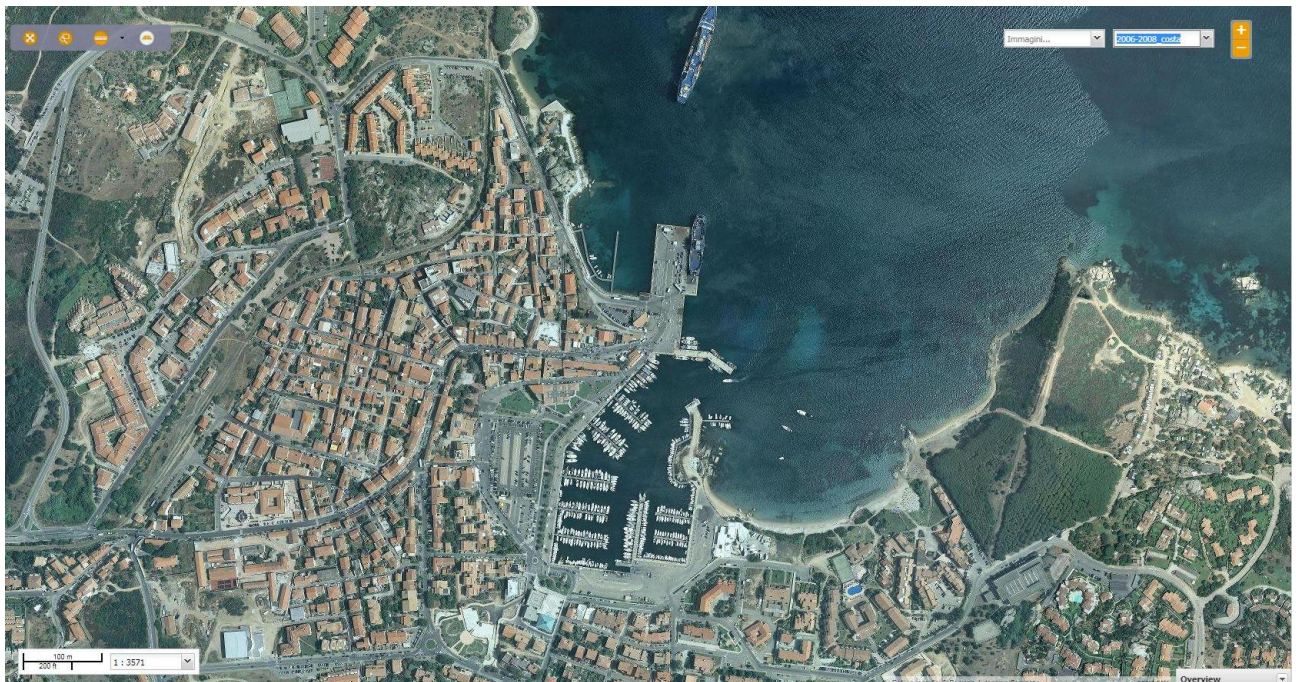


Figura 7: 2003



Figura 8: 2010

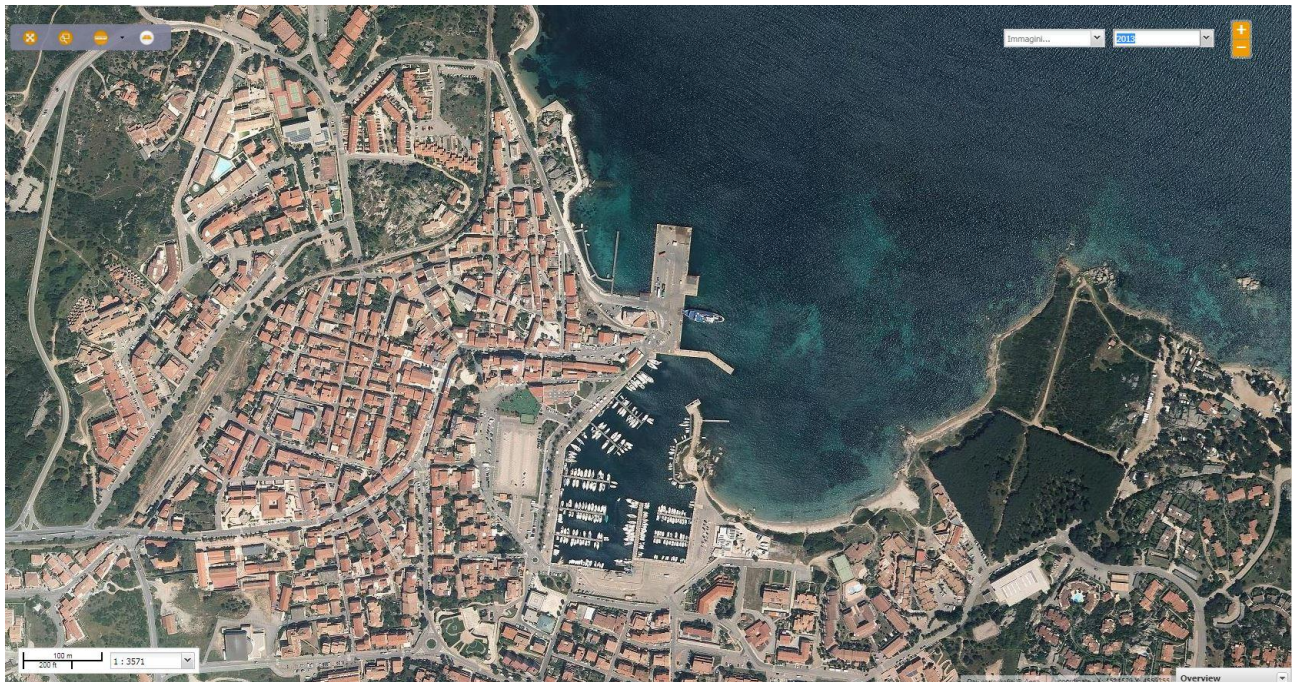




Figura 9: 2013

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021


4. CRITICITÀ E ESIGENZE DA SODDISFARE

Con l'attuale layout, il porto di Palau soffre di criticità che la progettazione in corso cerca di risolvere:

- 2 soli ormeggi sicuri per il traffico di traghetti del servizio pubblico per la continuità territoriale;
- movimenti caotici ed interferenti delle barche da traffico (sostanzialmente quelli delle escursioni dell'arcipelago al Parco Nazionale di La Maddalena);
- insufficienza dei posti barca del porto turistico, con il 30% di richieste di assegnazione dei posti, riservati ai residenti, non disponibili per carenza di spazi;
- insufficienza dei posti barca anche per gli operatori nautici e quindi per le imbarcazioni adibite a noleggio e locazione, con evidenti danni economici a tutto il settore turistico;
- mancanza del piano di sicurezza del porto (SECURITY) ai sensi della legge 06.11.2007, n° 203;
- carenza di spazi a terra sia per i servizi della navigazione commerciale che per il porto turistico, con mancanza di arredo e attrezzature commerciali e non commerciali di supporto;
- difficoltà di accesso alle banchine dello sporgente dei traghetti per l'attuale attraversamento (con unica corsia di via Nazionale) di tutto il centro urbano;
- nodo tra piazza del Molo e viale delle Palme caratterizzato da limitatezza degli spazi, mancanza di visibilità; scalo di alaggio riservato alla M.M., congestionato durante molte ore della giornata;
- presenza di barriere architettoniche per i diversamente abili;
- vetustà dell'arredo portuale (fender, scasse, bitte);
- elevato degrado strutturale del molo 7 (ora 5);
- assenza totale di impianto antincendio al porto commerciale;
- assenza totale di sistemi di raccolta delle acque meteoriche;
- limitata potenza ed elevati consumi dell'impianto di illuminazione portuale;
- limitata estensione dell'impianto di videosorveglianza da potenziare ed estendere fino a Palau vecchio da una parte (o ponente) e al bunkeraggio (a levante);
- viabilità d'insieme insufficiente;
- limiti del demanio marittimo da riordinare;

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

- sistema di raccolta delle acque di sentina totalmente assente in tutto il complesso portuale;
- mancanza di isole ecologiche;
- arredo portuale da rendere conforme al D.M.ATTM 05.02.2015, così come modificato dal D.M.ATTM 24.05.2016;
- mancanza di sistemi per il miglioramento della intermodalità tra:
 - auto privata, bus, treno, traghetto, bici, ecc., con necessità di adeguata logistica (colonnina per ricarica mezzi elettrici, bike sharing, ecc.);
- necessità di piantumazioni per la riduzione delle isole di calore (le aree verdi sono inesistenti);
- riqualificazione piazza del Molo con spostamento dei 2 distributori di carburanti e recupero / restauro dei fabbricati demaniali (Esercito e M.M.).

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

5. DOCUMENTAZIONE E INDAGINI DI RIFERIMENTO

Per lo studio delle ipotesi di intervento presentate si è fatto riferimento alle informazioni deducibili dalla seguente documentazione tecnica disponibile:

- [Doc1] Batimetria e Sezione tipo di consolidamento della banchina commerciale (anni '90)
- [Doc2] Indagini Geognostiche (Icos, 1994)
- [Doc3] Indagini Geognostiche (Si.Ar Trivellazioni, 2019)
- [Doc4] Indagini Geognostiche Integrative (Si.Ar Trivellazioni, 2020)
- [Doc5] Batimetria aggiornata (Martech, 2021)

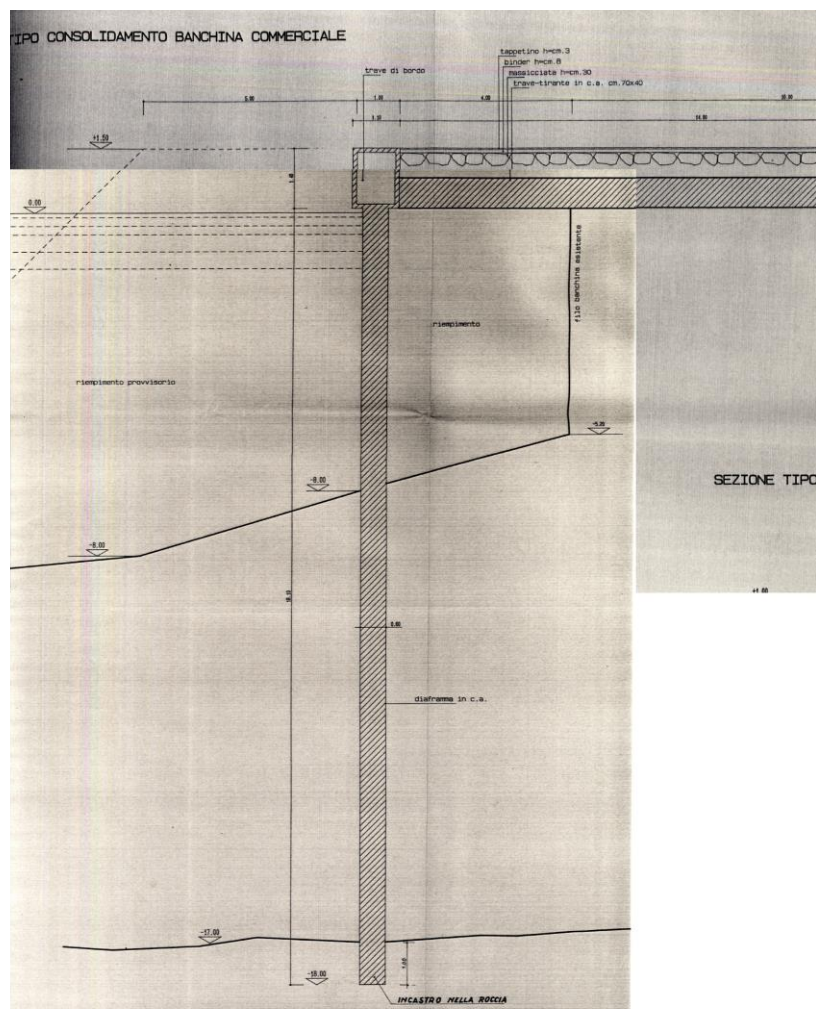



Figura 10 – Stratigrafia da [Doc2]

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

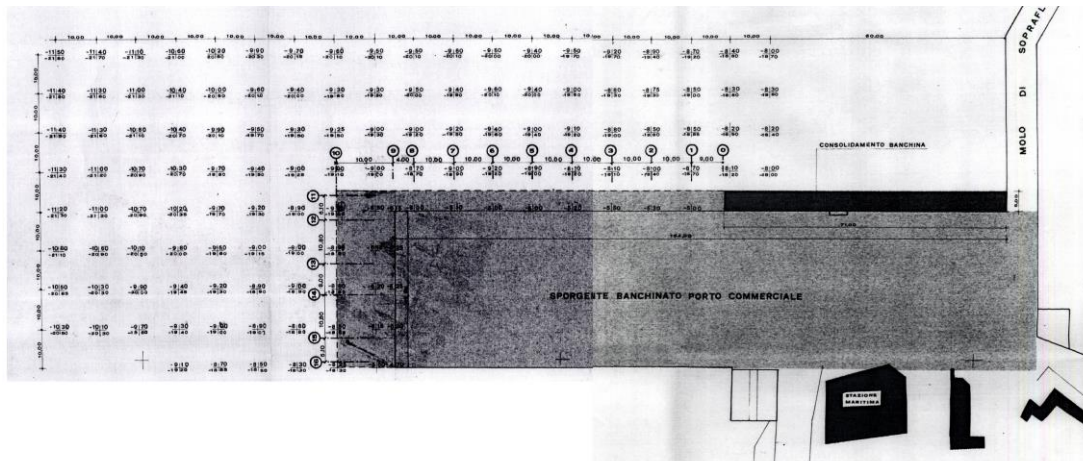


Figura 11 - Batimetria da [Doc1]

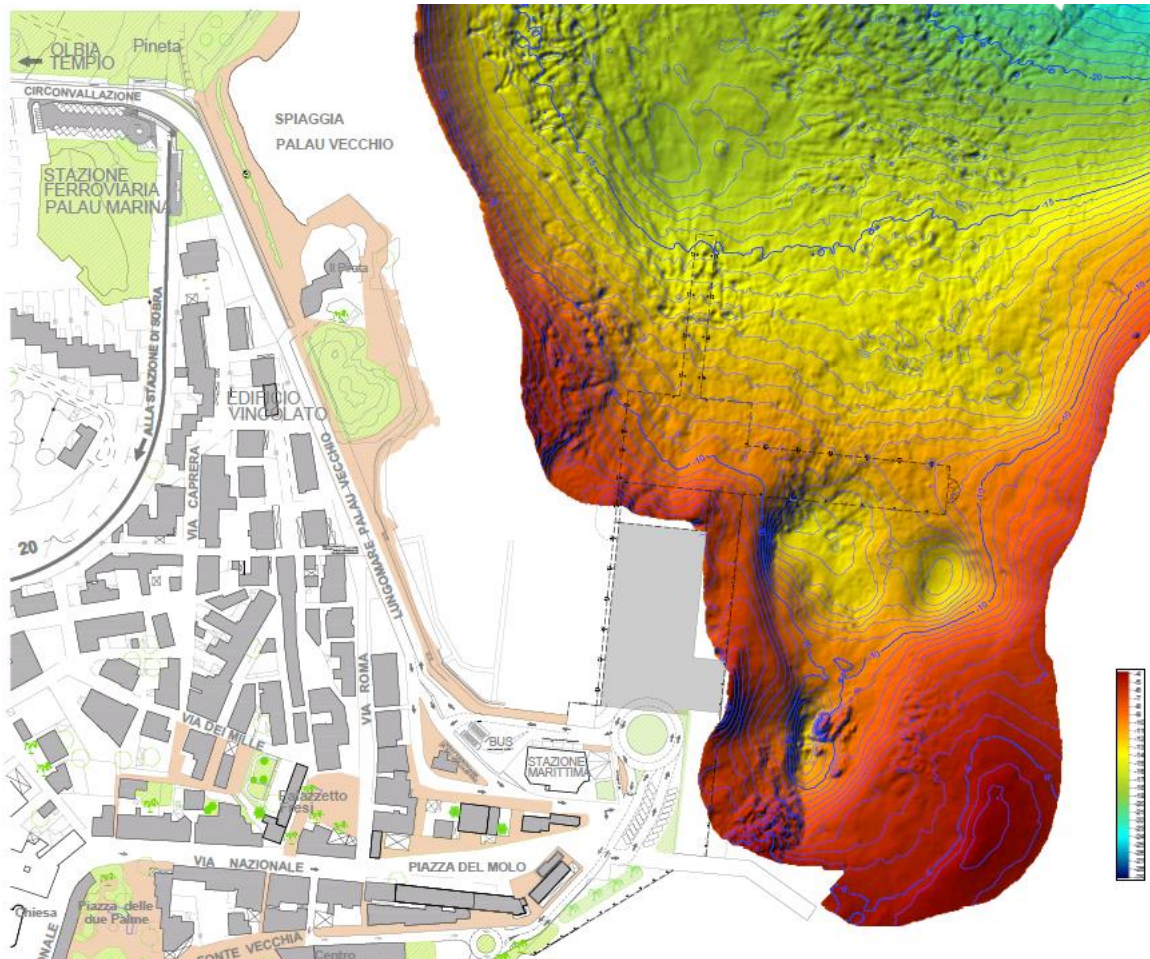



Figura 12 - Batimetria da [Doc5]

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

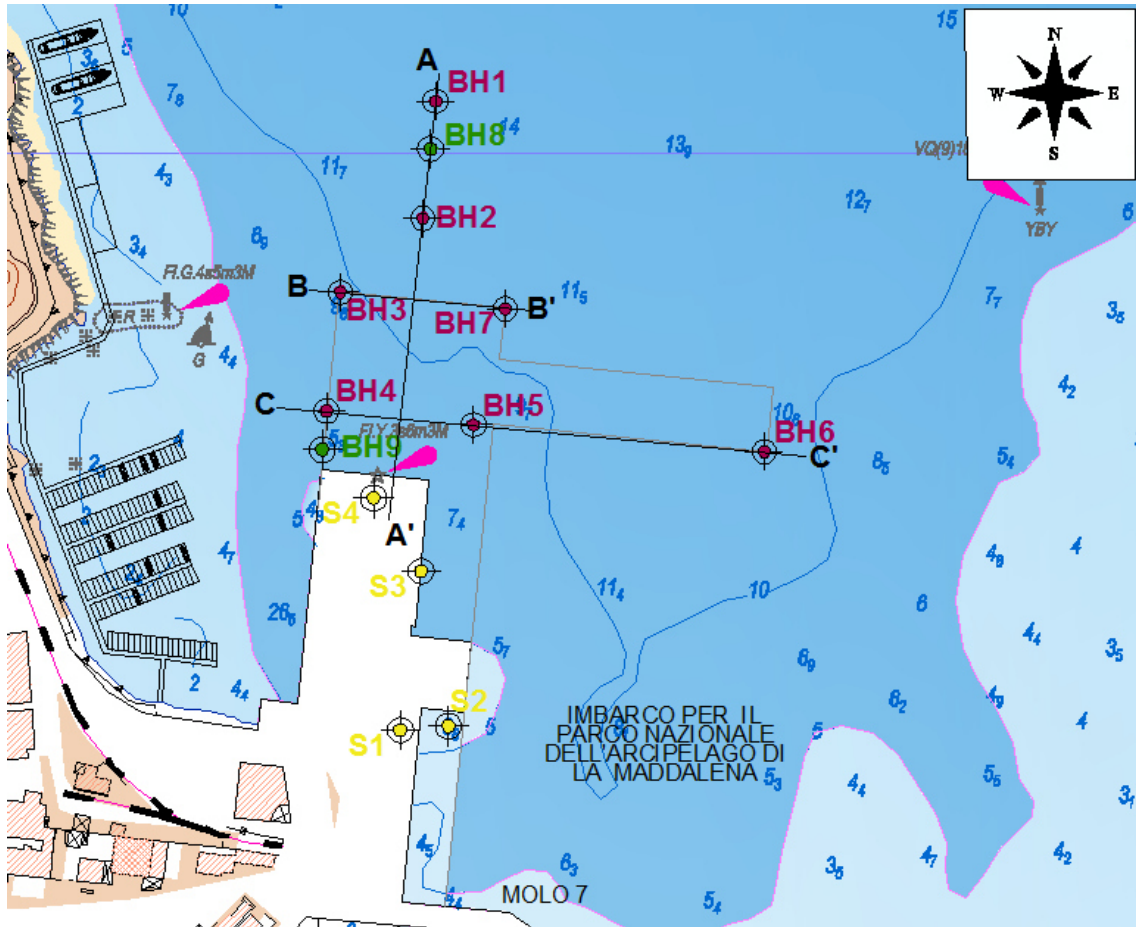


Figura 13 – sezioni e stratigrafie

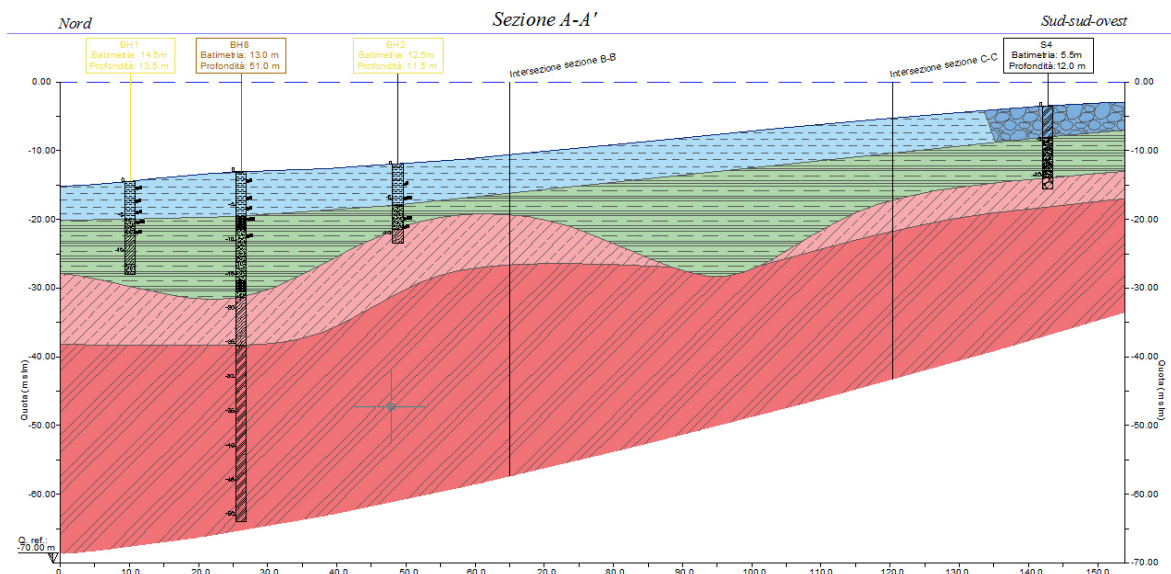



Figura 14 – stratigrafia da [Doc5]

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

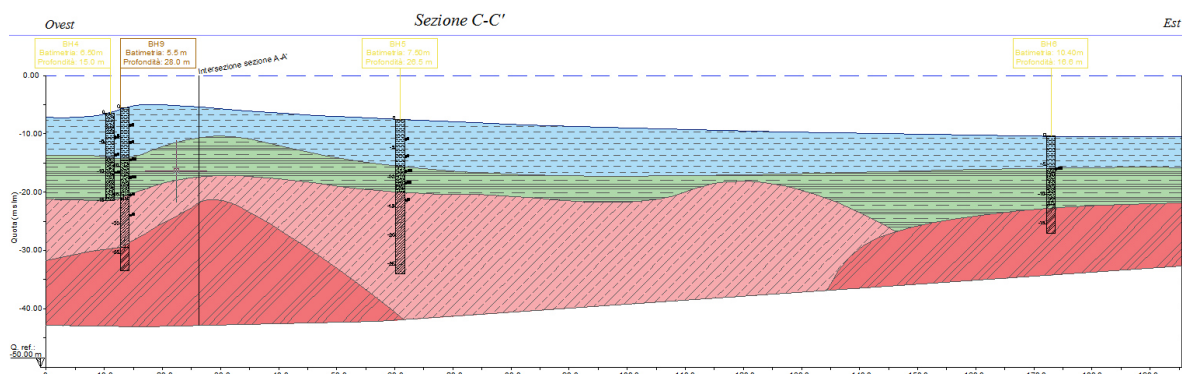
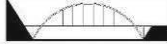


Figura 15 – Stratigrafie da [Doc4]

I profili stratigrafici dedotti mostrano la seguente successione stratigrafica: al di sotto di uno spessore variabile dai 4 ai 6 metri dell'unità 1 costituita dalle argille a bassa consistenza, si trovano sabbie quarzose a grana grossolana (unità 2), le quali potrebbero essere considerate il prodotto ultimo di alterazione del substrato granitico. Le sabbie poggiano sul granito alterato ma ancora a comportamento lapideo (unità 3), che ha uno spessore estremamente variabile, dai 3-4 metri a oltre 20m. Segue il tetto dell'unità lapidea intatta (unità 4)

 ENSER <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA</small>	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021


6. MATERIALI PREVISTI E IPOTESI DI CARICO

Per la realizzazione delle nuove strutture di banchina si ipotizza l'impiego dei seguenti **materiali**:

- Calcestruzzo Pali C20/25 (R_{ck} 25 MPa)
N.B. è previsto l'impiego di lamierino con spessore 10 mm
- Calcestruzzo di Banchina C35/45 (R_{ck} 45 MPa)
- Acciaio d'armatura B450C
- Acciaio da carpenteria S275 (zincato e verniciato)

Le principali **ipotesi di carico** assunte sono le seguenti:

- Carico di banchina su ampliamento e marginamento 20 kPa (= 2,0 t/m²)
- Carico di banchina su rampe 50 kPa (= 5,0 t/m²)
- Carico di banchina su pontile nord 5 kPa (= 0,5 t/m²)
- Caratteristiche dei traghetti:
 - Massa (Dislocamento) 1500 ton
 - Lunghezza fuoritutto 73.4 m
 - Larghezza (Beam) 15.8 m
 - Pescaggio max 3.3 m
 - Inclinazione 10 °
 - Velocità 320 mm/sec
 - Energia anormale di accosto 168 kNm
- Azione di urto su parabordo: 56 ton
- Tiro su bitta: 50 ton

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

7. RAPPORTO METEOMARINO

7.1 Interferenza bocche Bonifacio

Preliminarmente è stato svolto un primo studio di approccio volto a valutare le entità dei livelli di penetrazione, all'interno dell'arcipelago della Maddalena degli eventi meteo marini interessanti le bocche di Bonifacio.

Sono stati acquisiti i parametri significativi degli gli eventi estremi registrati nel periodo 2006-2017 dalla base dati "copernicus" nei punti di coordinate:

- B1 41.3125 N, 9.04167 E, Hs=7.6m, Tp=12.3s, direzione di provenienza 286.4°
 B2 41.3125 N, 9.5 E, Hs=6.4m, Tp=9.2s, direzione di provenienza 23.3°

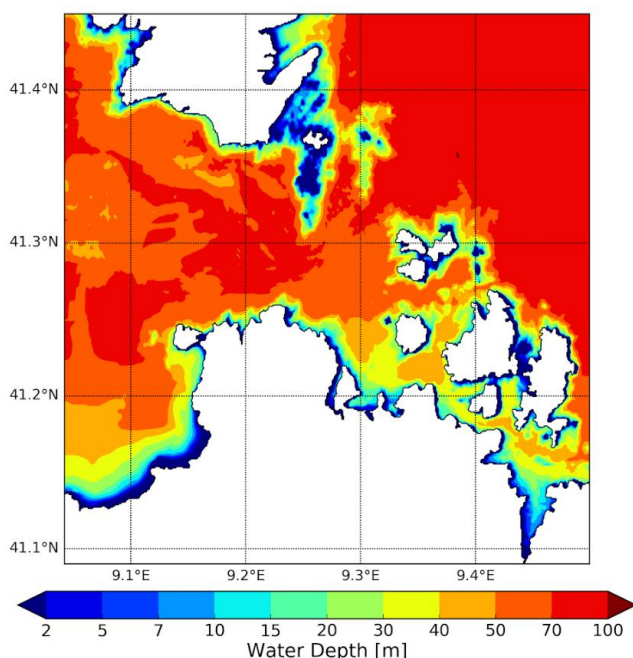


Figura 16 - Batimetria dell'area delle bocche di Bonifacio

I valori energetici così acquisiti sono quindi stati estesi, con l'impiego del codice numerico SWAN, fino all'interno dell'arcipelago di La Maddalena

Dalle figure esposte sopra ed a seguire si evidenzia che la penetrazione degli eventi ondatosi foranei significativi non determini ripercussioni di rilevanza alcuna su una notevole estensione di specchi acquei., tra i quali quelli oggetto del presente studio.

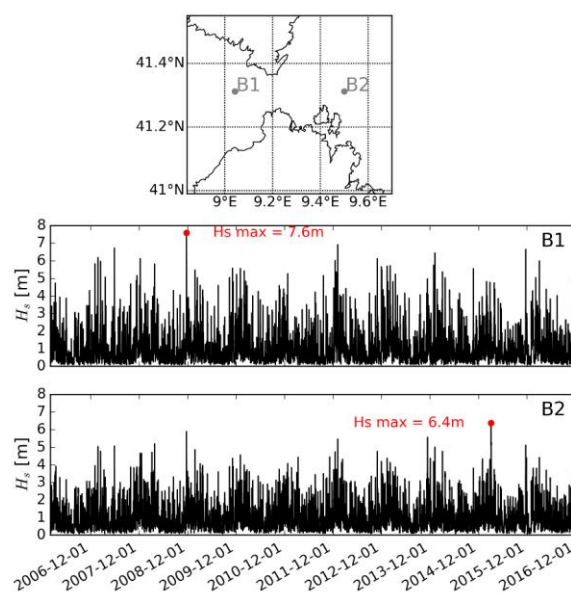



Figura 17 - rilevazioni ondamiche nell'arco temporale 2006 - 2017

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

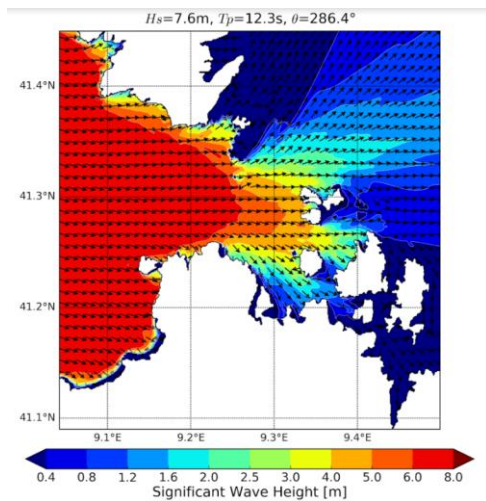


Figura 18 - propagazione della burrasca da W (B1) nelle bocche di Bonifacio e arcipelago La Maddalena

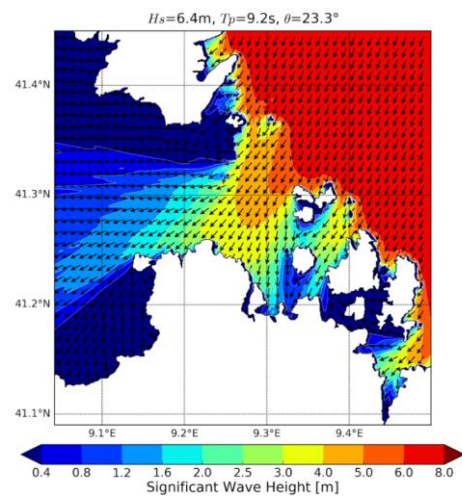


Figura 19 - propagazione della burrasca da NE (B2) nelle bocche di Bonifacio e arcipelago La Maddalena

A ulteriore approfondimento si è spinta la ricostruzione numerica delle caratteristiche dei moti ondosi residui (provenienti da penetrazione delle agitazioni foranee) interessanti gli specchi acquei di interesse per manovre di accosto e attracco alle opere portuali di studio

L'elaborazione ha consentito di ottenere conferma del fatto che, gli specchi acquei interessati dalle manovre di accosto e attracco delle unità navali adibite al servizio traghetti non risultano in alcun modo interessate da agitazioni residue comunque provenienti dagli ambiti marini esterni all'arcipelago.

Si dovrà pertanto tener conto unicamente dei moti ondosi prodotti nell'ambito degli specchi acquei confinati dall'arcipelago e la costa sarda.

Infatti, assunto come punto di misura il punto identificato con "P1" di coordinate geografiche:

latitudine 41°12'42.23"N longitudine 9°24'37.21"E



Figura 20 - evidenziazione dell'ubicazione di P1

I dati forniti dal modello numerico, per la posizione di misura P1, sono risultati, di valore sostanzialmente trascurabile:

A - Agitazioni residue associate alla provenienza ~NW ($\theta = 286,4^{\circ}$)

$H = 0,16$ [m] - $T = 9,9$ [s] - $\theta = 352^{\circ}$

B - Agitazioni residue associate alla provenienza NNE ($\theta = 23,3^{\circ}$)

$H = 0,07$ [m] - $T = 8,5$ [s] - $\theta = 357$

I parametri di agitazione residua così ottenuti possono dunque venir considerati influenti e di nessun disturbo sulle operazioni di accosto e attracco.

7.2 Settori di traversia – Fetchs

Gli specchi acquei del sito, grazie alla particolare collocazione e alle condizioni di ridosso garantite dalla conformazione della costa sarda prospiciente e dalla vicina isola di Santo Stefano, risulta interessato da settori di possibile provenienza di moti ondosi ridotte sostanzialmente a due settori di traversia caratterizzati da fetchs di pochi chilometri (oltre a un terzo orientato verso l'isola di San Pietro).

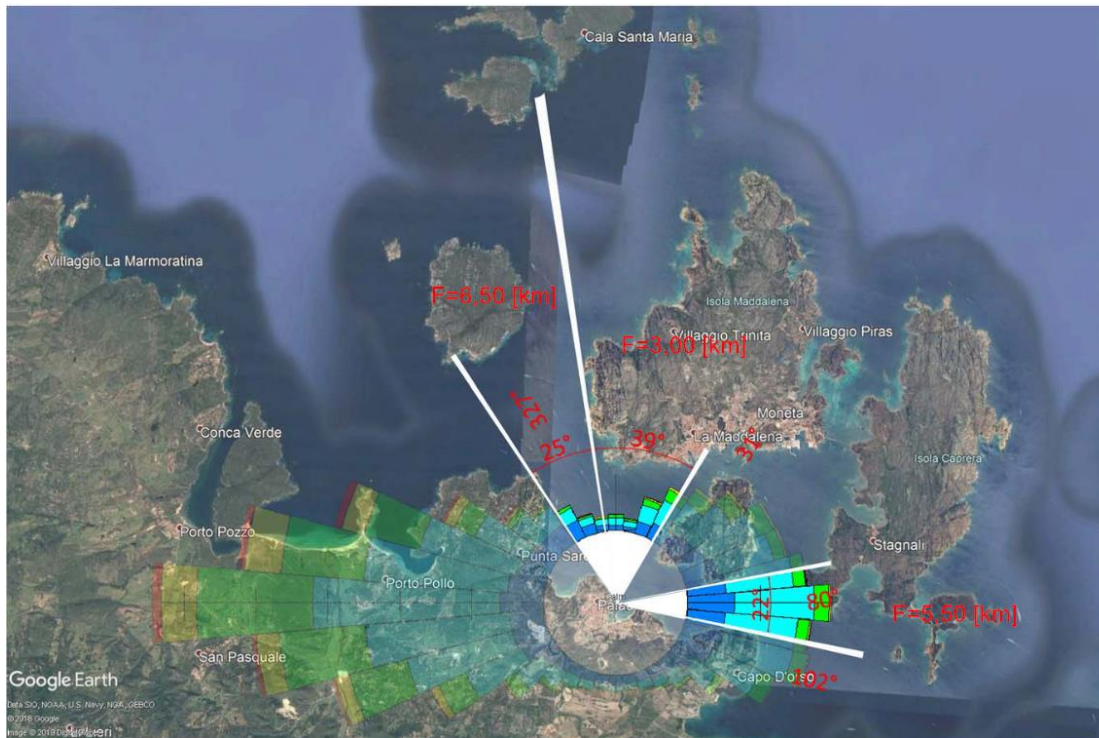



Figura 21 - Identificazione dei settori di traversia del paraggio con evidenziazione delle ricorrenze degli eventi anemologici associati

Infatti, come evidenziato nella figura sopra sono identificabili i seguenti settori di traversia:

1. Settore di traversia A caratterizzato da un'apertura di 25 gradi, compreso tra le visuali di porto punta Sardegna (327°N) e l'estremità meridionale di "cala Francese" (352°N) con un fetch utile di circa Km. 6,35.
2. Settore di traversia B, compreso tra le visuali dell'estremità meridionale dell'isola di santo Stefano) (80°N) e Capo d'Orso (102°N) che presenta un fetch efficace valutabile in circa 6,5 km.
3. Settore di traversia secondario (apertura circa 12°, compreso tra le visuali dell'estremità meridionale di "cala Francese" (213°N) (110°N) e l'estremità meridionale dell'isola di Santo Stefano con un fetch di circa km. 3,00

Soprapponendo al diagramma rappresentante il clima anemometrico della zona con i settori di traversia come sopra definiti si può notare come questi risultano interessare settori caratterizzati da ridotte frequenze di venti di intensità significative

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

7.3 Determinazione dei valori dei parametri di picco nell'area di studio

considerata la condizione di ridosso dell'area rispetto agli eventi meteo-marini esterni all'arcipelago, e date le modeste entità delle superfici di mare aperto cui può avvenire la generazione del moto ondoso da parte di venti spiranti con direzione e intensità costanti, si può preliminarmente affermare che le possibili agitazioni, pur generate da venti di intensità notevole o eccezionale, risulteranno comunque caratterizzate da modesti livelli energetici e interessanti pertanto limitati tiranti d'acqua fatto questo che fa divenire trascurabile la valutazione degli effetti di rifrazione sui fondali dell'area in studio.

Il Fetch F, insieme alla velocità del vento U e la durata T dello stesso, come noto, è una delle grandezze fondamentali da cui dipendono le dimensioni del moto ondoso marino generato dal vento.

Data la modestia dei fetch risulta evidente come il tempi necessari al raggiungimento delle condizioni di regime risultano limitatissimi e non richiedono quindi particolari determinazioni.

Per la valutazione delle caratteristiche limite dei moti ondosi generabili nelle condizioni identificate sono stati utilizzati i criteri forniti dalla teoria di Airy (o lineare) assumendo ipotesi di eventi anemometrici corrispondenti alle soglie di picco desumibili dalle registrazioni.

Il criterio consente di ottenere in modo ampiamente affidabile i parametri delle onde medie di uno stato del mare esterno alla "surfzone". Oltre ai dati di periodo caratteristico e altezza si ottengono la lunghezza d'onda media, la sua velocità d'onda, la profondità relativa, e il flusso di energia.

Tabella 1 - agitazioni di picco associate al settore di traversia Spargi determinate con teoria lineare

Intervalli di velocità del vento [kn]	<5	5÷10	10÷20	20÷30	30÷40	40÷50	>50
Ricorrenza [%]	0,32	1,10	1,00	0,28	0,08	0,03	0,01
Altezza H [m]	--	0,13	0,38	0,70	1,02	1,40	1,59
Periodo T [s]	--	1,6	2,35	2,9	3,35	3,7	3,89

Sulla base dei dati esposti in Tabella 1, per quanto riguarda gli eventi meteo marini associati al settore di Spargi, si può dunque identificare la ricorrenza di condizioni meteo marine caratterizzate da sensibile criticità in: **$24 \cdot 365 \cdot (0,03 + 0,01) / 100 = 3,50$ [ore/anno]**



	Committente: COMUNE DI PALAU		Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE	
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU		Codice: S16141-PP-RE06a-0	Data: 31/03/2021

Tabella 2 - agitazioni di picco associate al settore di traversia capo d'Orso determinate con teoria lineare

Intervalli di velocità del vento [kn]	<5	5÷10	10÷20	20÷30	30÷40	40÷50	>50
Ricorrenza [%]	0,64	3,46	6,13	1,10	0,09	0,01	0,02
Altezza H [m]	--	0,13	0,33	0,62	0,94	1,28	1,46
Periodo T [s]	--	1,5	2,2	2,8	3,2	3,5	3,68

Sulla base dei dati esposti in Tabella 2, per quanto riguarda gli eventi meteo marini associati al settore di Capo d'Orso, si può dunque identificare la ricorrenza di condizioni meteo caratterizzate da un contenuto grado di criticità: **$24 \cdot 365 \cdot (0,01 + 0,02) / 100 = 2,63$ [ore/anno]**

Dai dati esposti si può affermare che la soluzione progettuale adottata assicura condizioni di agibilità per tutti gli accosti in ogni situazione meteo prevedibile, ivi comprese condizioni di burrasca con valori di intensità del vento eccedenti i 40 nodi.

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

8.1 Finalità d'intervento

Le soluzioni di intervento sviluppate per il "Completamento e Razionalizzazione del Porto Commerciale di Palau", si propongono i seguenti obiettivi:


1. Il prolungamento delle attuali banchine verso nord al fine di implementare la disponibilità degli spazi di sosta e di manovra;
2. La realizzazione di accosti sicuri per le unità da traffico da e per l'Isola di la Maddalena, e più precisamente n.2 accosti fissi d'esercizio oltre a n. 1 accosto di emergenza;
3. La dismissione dell'accosto n.1, lato ovest e la realizzazione di scogliere frangiflutti per poter utilizzare lo specchio d'acqua come darsena turistica;
4. La creazione, sul lato est del porto, di una darsena per l'utilizzo della banchina da parte di natanti di dimensioni 40/60 m.

Nel seguito viene sinteticamente illustrato l'assetto finale del porto per l'ampliamento della banchina commerciale esistente, inquadrata nel più ampio sviluppo dell'intera area portuale e non vincolata all'attuale dotazione finanziaria.

8.2 Assetto finale del porto

L'intervento prevede:

- a) L'ampliamento di circa 65m dell'attuale banchina verso nord per la realizzazione di n.2 accosti delle unità da traffico da e per l'isola de La Maddalena in testata al nuovo sporgente nord di banchina e con un pontile nord di attracco, collocato in asse alla banchina esistente, avente lunghezza di 80m.
- b) La realizzazione di un pontile est su scogliera, perpendicolare alla nuova banchina, di lunghezza pari a circa 100m e larghezza pari a 24 m per la realizzazione di n.1 attracco di emergenza e per la protezione della darsena.
- c) L'ampliamento di circa 16m dell'attuale banchina verso est in modo da inglobare l'attuale dente e realizzare un nuovo spazio di banchina, funzionalmente collegato al porto turistico e da destinare alle barche da traffico.
- d) L'ampliamento di circa 80m della banchina turistica lato sud.

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

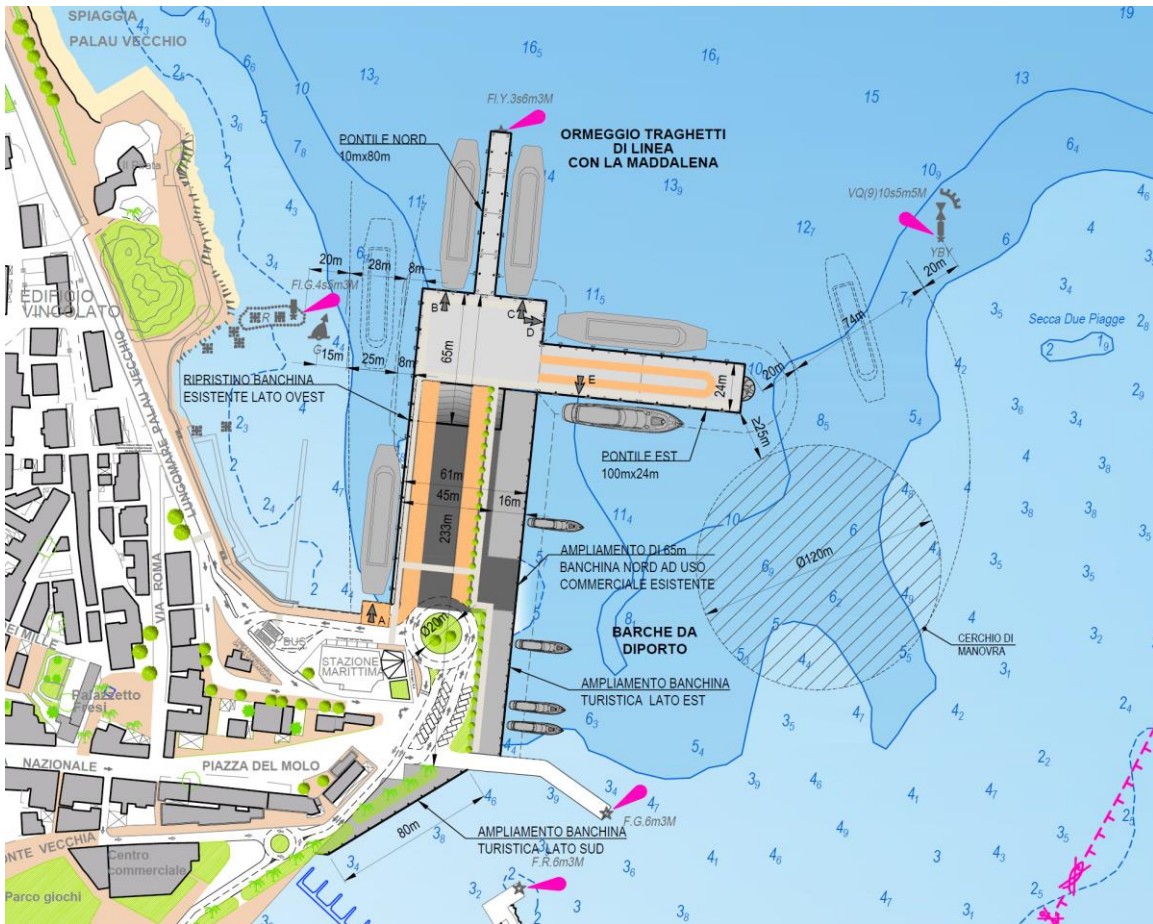


Figura 22 – Ipotesi di “Assetto finale”: Planimetria generale

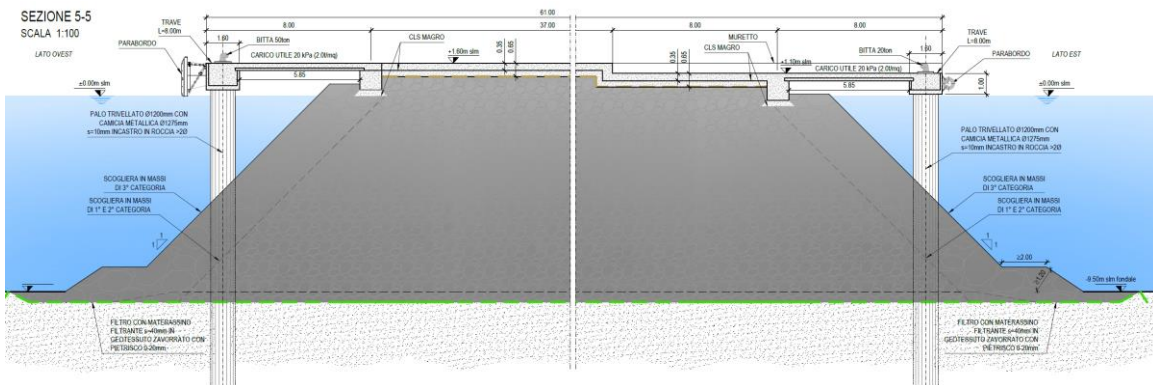



Figura 23 – Sezione tipo ampliamento nord banchina (a sinistra)

Dal punto di vista costruttivo, l'ampliamento verso nord della banchina è realizzato mediante solettone interno di spessore 35 cm, poggiante direttamente sulla sommità della scogliera, completato da solettoni esterni lato mare aventi larghezza di 8 m e spessore di 35 cm; i solettoni laterali poggiano internamente sulla trave di fondazione

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

interna ed esternamente sulle travi REP di fronte banchina, aventi dimensioni 1,60m x 1,30m, le quali a loro volta trovano sostegno in pali diametro $\phi 1200\text{mm}$ (nella zona di ampliamento nord). Le zone di rampa, aventi carico di banchina pari a 50kPa, hanno soletta di spessore complessivo pari a 45cm.

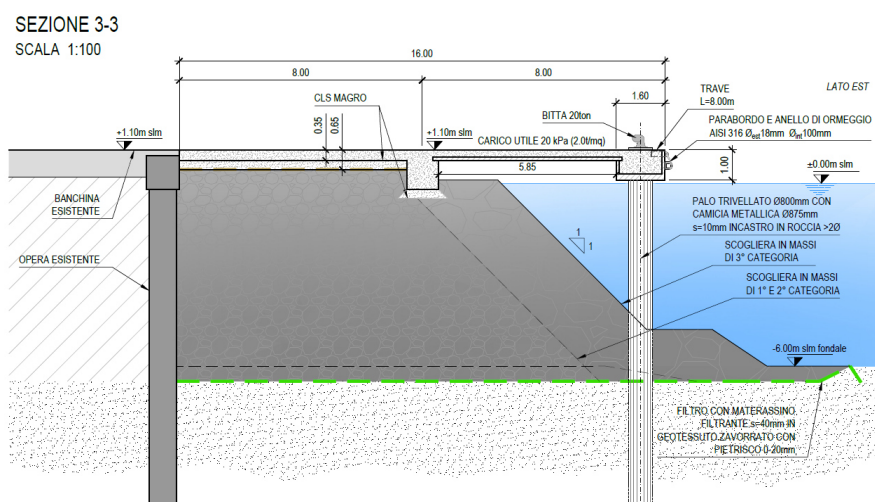


Figura 24 – Sezione tipo ampliamento est banchina

L'ampliamento est è realizzato mediante solettone interno di spessore 35 cm, poggiante direttamente sulla sommità della scogliera, completato da un solettone esterno lato mare avente larghezza di 8 m e spessore di 35 cm. Il solettone esterno poggia internamente sulla trave di fondazione interna ed esternamente sulle travi REP di fronte banchina, aventi dimensioni 1,60m x 1,00m, le quali a loro volta trovano sostegno in pali diametro $\phi 800\text{mm}$ posti ad interasse pari a 8 m.

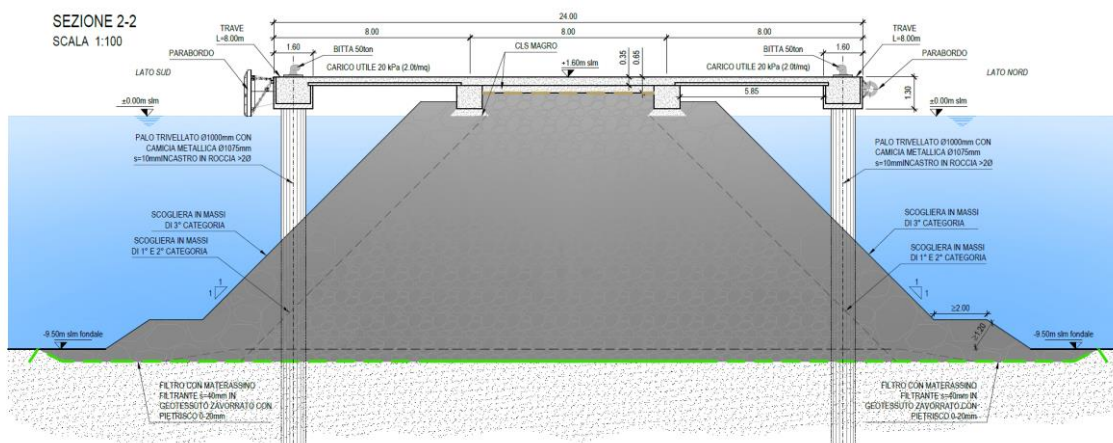



Figura 25 – Sezione tipo pontile est

	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. – SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

Il pontile est è realizzato, analogamente all'ampliamento nord di banchina, mediante solettone interno di spessore 35 cm, poggiante direttamente sulla sommità della scogliera di protezione est, completato da solettoni esterni lato mare avente larghezza di 8 m e spessore di 35 cm. I solettoni laterali poggiano internamente sulla trave di fondazione interna ed esternamente sulle travi REP di fronte banchina, aventi dimensioni 1,60m x 1,30m, le quali a loro volta trovano sostegno in pali diametro $\phi 1000\text{mm}$ posti ad interasse pari a 8 m. Le zone di rampa, aventi carico di banchina pari a 50kPa, hanno soletta di spessore complessivo pari a 45cm.

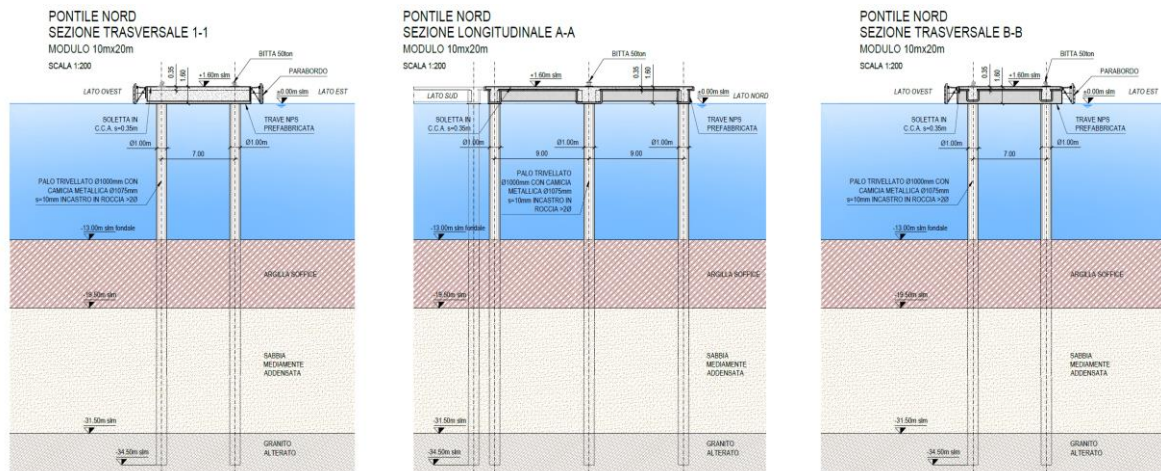


Figura 26 – Sezione tipo pontile nord

Il pontile nord, avente dimensioni 10m x 80m, è composto da una soletta avente spessore complessivo 35cm, poggiante su un reticolo di travi trasversali di dimensioni 120x160cm o 250x160cm e travi longitudinali di 120x140cm. Pali di diametro $\phi 1000\text{mm}$ sostengono l'impalcato.

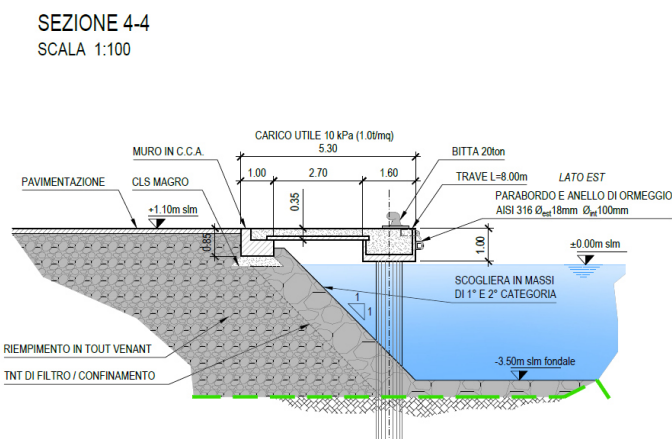
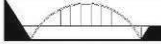


Figura 27 – Sezione tipo ampliamento sud

 ENSER SOCIETÀ DI INGEGNERIA	Committente: COMUNE DI PALAU	Documento: P.F.T.E. - SIA QUADRO PROGETTUALE
	Lavoro: INTERVENTO DI COMPLETAMENTO E RAZIONALIZZAZIONE DEL PORTO COMMERCIALE DI PALAU	Codice: S16141-PP-RE06a-0 Data: 31/03/2021

L'ampliamento sud, avente lunghezza 80m, è composto anch'esso da una soletta avente spessore complessivo 35cm, poggiante sulla trave a terra e sulle travi REP di fronte banchina. Pali di diametro $\phi 800$ mm sostengono l'impalcato.

La realizzazione di una scogliera porosa in pietrame al di sotto delle nuove strutture a giorno di banchina, oltre che svolgere una funzione costruttiva, garantisce l'assorbimento energetico dei moti ondosi e/o di manovra dei mezzi marittimi con garanzia di un adeguato ricambio idrico dei bacini più interni.