



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Piano di gestione del rischio di alluvioni

**Quadro conoscitivo
propedeutico allo studio delle
inondazioni costiere - Relazione**

Allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. del



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Documento elaborato nell'ambito dell'Accordo di collaborazione scientifica tra l'Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari, finalizzato alla predisposizione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE in data 23.10.2007 e dell'art. 7 del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49.

DIREZIONE GENERALE DELL'AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

Direttore Generale: Roberto Silvano

Direttore del Servizio difesa del suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni: Marco Melis

Gruppo di lavoro: Simonetta Angioni, Alessandra Boy, Giuseppe Canè, Piercarlo Ciabatti, Giovanni Cocco (SardegnaIT), Andrea Lazzari, Giovanni Luise, Gianluigi Mancosu, Luisa Manigas, Gian Luca Marras, Maria Cristina Muntoni, Maria Antonietta Murru Perra, Stefania Nascimben, Corrado Sechi, Riccardo Todde

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura

Responsabile Scientifico: Giovanni Maria Sechi

Gruppo di lavoro: Mauro Casti, Roberta Floris, Italo Frau, Sara Frongia, Saverio Liberatore, Jacopo Napolitano, Mauro Piras, Alessandro Salis, Riccardo Zucca.

Con il contributo, per le parti di competenza, della:

Per le inondazioni costiere: **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura**

Responsabile Scientifico: Andrea Balzano

Per gli aspetti geomorfologici: **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI - Dipartimento di scienze chimiche e geologiche**

Responsabile Scientifico: Antonio Funedda

Per i contenuti di cui alla lett. b), c. 3, art. 7 D.Lgs. 49/2010: **DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE – Regione Sardegna**

Direttore Generale: Graziano Nudda

Direttore del Servizio pianificazione e gestione delle emergenze: Maria Antonietta Raimondo

Direttore del Servizio di previsione e prevenzione rischi: Paolo Botti

Gruppo di lavoro: Michele Chessa, Silvestro Frau e Davide Mascia

Per la definizione degli interventi infrastrutturali: **DIREZIONE GENERALE DEI LAVORI PUBBLICI**

Direttore Generale: Edoardo Balzarini

Servizio opere idriche e idrogeologiche

Servizi Territoriali opere idrauliche di Cagliari, Nuoro, Oristano, Sassari

Per il Programma di Azione Coste: **DIREZIONE GENERALE DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE**

Direttore Generale: Paola Zinzula

Servizio tutela della natura e politiche forestali



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Premessa

La Sardegna con i suoi oltre 2.000 km di costa è la prima regione italiana per sviluppo costiero. Si tratta di un patrimonio geoambientale di grande rilevanza e consistenza e che si contraddistingue per l'elevato livello di naturalità dei litorali, benché siano evidenti i segni delle modificazioni conseguenti ad una infrastrutturazione urbanistico-edilizia turistica che si è sviluppata con forte impulso a partire dagli anni '50 del secolo scorso e che è ancora oggi in espansione.

Anche nel contesto regionale si contano numerose le segnalazioni di rischi connessi a dissesti in atto causati da eventi franosi e inondazioni che progressivamente minacciano aree urbanizzate residenziali, infrastrutture, il patrimonio archeologico, la vita umana.

La regione Sardegna, con deliberazione della Giunta Regionale n. 53/32 del 20.12.2013, si è dotata di uno strumento organico e funzionale alla programmazione della fascia costiero-litoranea sotto il profilo della tutela dell'assetto geomorfologico. In ordine a ciò il PAC (Programma di Azione Coste) descrive e classifica le evidenze fenomenologiche di arretramento della linea di costa regionale connesse a processi erosivi di litorali sabbiosi e di dissesto franoso di tratti rocciosi. Da tali condizioni critiche scaturiscono implicazioni di natura ambientale, economica e di sicurezza pubblica.

Tale lavoro di analisi e classificazione delle coste della Sardegna, rappresenta il quadro conoscitivo di riferimento per l'analisi della complessa tematica delle inondazioni costiere.

Il PAC è stato redatto in attuazione dell'accordo siglato nel dicembre 2012 tra l'Assessorato regionale della Difesa dell'Ambiente, la Direzione Agenzia di Distretto Idrografico della Sardegna e l'Università di Cagliari e ha come finalità la collaborazione istituzionale per la realizzazione della mappatura della pericolosità e del rischio da inondazione costiera (Direttiva 2007/60/CE e D.Lgs n. 49/2010) e la redazione del PAC.



UNIONE EUROPEA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



REPUBBLICA ITALIANA

PROGRAMMA AZIONE COSTE SARDEGNA

RELAZIONE GENERALE

DICEMBRE 2013

Dir. Generale Franca Leuzzi

Dir. Servizio Antonino Liori

Resp. Sett. Pianific. e Program. Andrea Abis

Resp. Sett. Attuazione interv. Mauro Farris

Coord. Tecnico e sviluppo Andrea Abis (Resp. Proc.)

Maria Bonaria Careddu

Coord. Amministrativo Guglielmo Cocco

Collaborazioni Mario Deriu

Andrea Muscas

Ing. Walter Cuccu

Geol. Francesco Dessì

Geol. Antonello Gellon

Ing. Alessandro Lai

Geol. Daniela Pani

Geol. Andrea Serreli

Ing. Marcella Sodde

Ing. Andrea Sulis

INDICE

1. Premessa	1
2. Introduzione	2
3. Obiettivi del lavoro	4
4. Limiti di elaborazione del PAC	5
5. Aspetti geomorfologici delle coste della Sardegna	7
6. Dati meteomarini di base	10
6.1. Flusso longitudinale medio annuo	10
6.2. Clima ondametrico	11
6.3. Altezza di risalita del moto ondoso “run-up” per eventi ordinari	13
7. Inquadramento fisico della costa in unità fisiografiche	14
7.1. Segmentazione della linea di costa in morfotipi principali	14
7.2. Descrizione delle 20 Unità fisiografiche individuate	17
7.2.1. UF. 01 - P.ta Sos Attentos (Capo Marargiu) – Capo Mannu	19
7.2.2. UF. 02 - Capo Mannu – Capo S.Marco	21
7.2.3. UF. 03 - Capo S.Marco – Capo Frasca	23
7.2.4. UF. 04 - Capo Frasca – Capo Altano	25
7.2.5. UF. 05 - Capo Altano - Calasetta	28
7.2.6. UF. 06 - Calasetta – Capo Sperone	30
7.2.7. UF. 07 - Capo Sperone – Capo Teulada	32
7.2.8. UF. 08 - Capo Teulada – Capo Carbonara	34
7.2.9. UF. 09 - Capo Carbonara – Capo Ferrato	38
7.2.10. UF. 10 - Capo Ferrato – Capo Bellavista	40
7.2.11. UF. 11 - Capo Bellavista – Capo Comino	43
7.2.12. UF. 12 - Capo Comino – Capo Coda Cavallo	45
7.2.13. UF. 13 - Capo Coda Cavallo – Capo Figari	47
7.2.14. UF. 14 - Capo Figari – Capo Ferro	49
7.2.15. UF. 15 - Capo Ferro – Pta Sardegna	51
7.2.16. UF. 16 – P.ta Sardegna – Capo Falcone	52
7.2.17. UF. 17 - Capo Falcone – Pta di li Francesi	54
7.2.18. UF. 18 - Pta di li Francesi - Stintino	56
7.2.19. UF. 19 - Stintino – Pta Cristallo	58

7.2.20.	UF. 20 - Pta Cristallo – Pta sos Attentos	60
8.	Classificazione delle coste rocciose	62
8.1.	Scopo e obiettivi dell'analisi	62
8.2.	Linea metodologica	62
8.2.1.	Definizione di criticità	62
8.2.2.	Franosità potenziale da modello teorico	62
8.2.3.	Intersezione della franosità potenziale con i dati ufficiali	64
8.2.4.	Fase di validazione	65
8.2.5.	Mappatura dei tratti critici	66
8.3.	Inquadramenti geografici e tratti franosi	66
8.4.	I tratti ad alta criticità	70
8.5.	Risultati di sintesi	72
8.6.	Database fotografico degli scatti da mare	77
9.	Classificazione delle spiagge	80
9.1.	Scopo e obiettivi dell'analisi	80
9.2.	Unità fisiche di riferimento	80
9.2.1.	Le unità di litorale	80
9.2.2.	Le spiagge	81
9.3.	Definizione di criticità	82
9.4.	Impostazione metodologica	83
9.5.	Schede di base delle Unità di Litorale e delle spiagge	84
9.6.	Schede di approfondimento per le spiagge ad alta criticità	90
9.7.	Elenco delle spiagge analizzate	91
9.8.	Risultati di sintesi	100
10.	Progettazione dello strumento informatico	105
10.1.	Introduzione ai Sistemi Informativi Territoriali e potenzialità dei geodatabase	105
10.2.	La struttura del geodatabase del PAC	107
10.3.	Trasferimento dei dati al SIRA	117
11.	Progetti strategici e sinergie istituzionali	118
11.1.	Il Programma di potenziamento della rete ondometrica e correntometrica regionale	118
11.2.	Il Programma regionale di recupero delle pinete litoranee	122
11.3.	Accordi di collaborazione istituzionale con AMP, Università, Direzioni Marittime per la "Rete per il monitoraggio dell'erosione costiera"	124

11.4. Accordo di collaborazione con la Direzione Agenzia di Distretto Idrografico della Sardegna e l'Università di Cagliari	125
12. Gli interventi attuativi di prima fase del PAC	127
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	129
SITOGRAFIA	132

Allegato 1. Cartografia delle Unità Fisiografiche

Allegato 2. Schede di classificazione delle Coste rocciose

Allegato 3. Schede di classificazione delle Spiagge

Fascicolo A "Schede di base delle Unità di Litorale e delle spiagge"

Fascicolo B "Schede di approfondimento delle spiagge ad alta criticità"

1. Premessa

Nelle more dello sviluppo di un organico Piano coste, la Giunta regionale ha stabilito¹ la necessità di redigere uno strumento snello in ordine al quale individuare pragmaticamente linee programmatiche per le aree costiere a maggiore criticità di dissesto ed erosione e indirizzi applicativi di gestione costiera integrata. L'impulso maggiore a tale opzione è stato inizialmente promosso dalle necessità connesse all'attuazione della Linea di Attività 4.1.1B del POR Fesr Sardegna 2007-2013 *Attività di Tutela, prevenzione e difesa delle fasce costiere e litoranee dal rischio dei fenomeni di erosione, dissesto, ingressione marina nonché interventi finalizzati alla gestione integrata delle zone costiere*, una misura finanziaria che per molti aspetti ha percorso un adeguato strumento pianificatorio propedeutico. Di tale circostanza è stato preso atto nelle sedi della programmazione regionale, in particolare per quanto concerne la gestione dei cofinanziamenti europei del Fesr 2007-2013. A fronte di un ambito strategico per l'assetto ambientale ed economico, in particolare dei Paesi dell'area mediterranea, come quello costiero, la Commissione europea ha condiviso con la Regione Sardegna e anzi sollecitato la costituzione di uno strumento specifico di pianificazione e programmazione. Nel Rapporto annuale 2012 di esecuzione del POR si recita *"E' stato adottato e approvato l'atto di programmazione che prevede la predisposizione del Programma d'Azione per la tutela, la prevenzione e la difesa delle fasce costiere, nonché la gestione integrata delle zone costiere. ... Entro il 2013 la Regione Sardegna adotterà ufficialmente il Programma di Azione delle Coste, strumento programmatico sulla base del quale individuare le aree costiere a maggiore criticità di dissesto idrogeologico ed erosione, l'inquadramento fisico e fenomenologico insistente su dette aree, le possibili opzioni e tipologie d'intervento. Nel Rapporto Finale di Esecuzione del PO FESR 2007-2013 sarà inserita una descrizione dei risultati in materia di difesa dei litorali derivanti dall'attuazione del Programma di Azione delle Coste"*.

L'elaborazione del Programma d'Azione Coste (PAC) ha evidenziato fin dalle prime battute la necessità di pervenire ad una impostazione metodologica di portata generale che affrontasse nelle sue diverse sfaccettature una materia complessa e delicata come quella della tutela e difesa costiera. Impegno non secondario è stato riposto nella cura del necessario coordinamento dei diversi soggetti amministrativi esercitanti competenze diversificate in materia. A tal fine la Giunta Regionale (DGR 15/23 del 13.04.10) ha disposto l'istituzione del Tavolo Tecnico Coste (TTC), organismo tecnico collegiale costituito dai Servizi dell'Assessorato della Difesa Ambiente, dalla Agenzia Conservatoria delle Coste, dalla Agenzia di Distretto idrografico, dalle due Direzioni Generali dell'Assessorato degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica e dell'Assessorato dei Lavori Pubblici.

A partire dalla seconda metà del 2010 il Tavolo Tecnico è stato riunito diverse volte deliberando indirizzi volti da una parte alla articolazione della proposta tecnica del PAC e dall'altra all'avvio di operazioni attuative d'intervento a valere sulle risorse della citata Linea 4.1.1B del POR. La programmazione finanziaria degli interventi è stata strutturata

¹ Deliberazioni DGR 34/60 del 20.7.2009; DGR 15-23 del 13.04.2010;

secondo una cadenza a due fasi. Nella prima è stato stabilito di dare corso allo studio e istruttoria di interventi di difesa costiera ricadenti in aree già classificate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), nella seconda di intervenire nelle aree critiche classificate dal PAC.

Nel periodo 2010 – 2012 il PAC, nelle more della sua implementazione completa, ha avuto pertanto una prima fase attuativa nella programmazione finanziaria² di una lista significativa di interventi urgenti di difesa e mitigazione del rischio costiero sviluppata sulla base di un'attività di ricognizione e compilazione di schede di fattibilità a cura dei funzionari del Tavolo tecnico.

Nello stesso periodo al Servizio Tutela del suolo e politiche forestali dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente, già titolare della Linea 4.1.1B, sono state assegnate dall'Autorità di Gestione del POR specifiche risorse finanziarie dell'Asse 7 "Assistenza Tecnica" destinate a garantire l'indispensabile supporto tecnico per l'implementazione del PAC. Grazie a tale stanziamento è stato possibile dare vita a un Ufficio di Piano la cui operatività è potuta partire tuttavia solo nella seconda metà del 2012, a motivo delle complesse operazioni di selezione e assunzione dei collaboratori esterni. L'Ufficio di Piano, coordinato e integrato dal personale del Servizio, ha visto la collaborazione professionale di un team di otto professionisti esterni geologi e ingegneri.

Il Programma d'Azione Coste ha realizzato la classificazione delle aree costiere a maggiore criticità geomorfologico-ambientale e ha posto le basi affinché le problematiche della tutela, salvaguardia e difesa dei litorali vengano inquadrati all'interno di una impostazione complessiva di gestione costiera integrata, mediante interventi organici non solo di tipo strutturale ma anche con sfondo regolamentatorio e gestionale.

La presente Relazione Generale rappresenta i risultati di una complessa attività di elaborazione di schemi metodologici concettuali, di procedure, di rilevamenti, analisi e verifiche che hanno dato vita allo sviluppo del PAC.

2. Introduzione

La Sardegna con i suoi oltre 2.000 km di costa è la prima regione italiana per sviluppo costiero. Si tratta di un patrimonio geoambientale di grande rilevanza e consistenza e che si contraddistingue per l'elevato livello di naturalità dei litorali, benché siano evidenti i segni delle modificazioni conseguenti ad una infrastrutturazione urbanistico-edilizia turistica che si è sviluppata con forte impulso a partire dagli anni '50 del secolo scorso e che è ancora oggi in espansione. Ciò è avvenuto spesso a spese di ambienti delicati e fragili, governati da equilibri effimeri, facilmente perturbabili in modo irreversibile. Anche per la Sardegna si conferma perciò il primato della fascia costiera come ambito di sviluppo, luogo di convergenza di numerosi interessi economici che oggi mirano sempre di più alla fruizione delle risorse immateriali e che fortemente richiamano alla necessità improrogabile di un forte raccordo tra le esigenze di sviluppo economico del breve periodo e la sostenibilità ambientale del lungo periodo.

² Deliberazioni DGR 35/9 del 30.08.2011; DGR 49/41 del 07.12.2011; DGR 2/27 del 18.01.2012; DGR 48/31 del 2012

Un sistema costiero costituisce un ambito territoriale molto complesso per le molteplici variabili che vi agiscono e che derivano dal mutuo intreccio di dinamiche e processi naturali e antropici. La linea d'interfaccia tra la terra e il mare è caratterizzata da una dinamica evolutiva che può mutare con particolare rapidità.

Le spiagge costituiscono la prima difesa costiera dall'ingressione marina, insieme alle dune e alle aree umide sono ciclicamente esposte a fenomeni di erosione, degrado, ripristino ed avanzamento. L'equilibrio delle spiagge è naturalmente instabile ed è assicurato dal mutuo scambio di sedimenti provenienti dall'entroterra e dal mare e dalla capacità di adattarsi a condizioni meteomarine mutevoli per direzione, durata ed intensità dei venti.

Nel caso delle coste sabbiose l'arretramento della parte emersa rappresenta un fatto talvolta episodico e di natura stagionale ma che tuttavia induce forte preoccupazione e fa avanzare richieste di intervento tempestive e improvvisate che non sono quasi mai supportate da un'appropriata definizione delle problematiche, da studi specifici e dalla necessaria qualità dei dati.

La velocità del processo di erosione che investe la costa rocciosa dipende dai caratteri geomeccanici del litotipo, dalla morfologia, dall'esposizione agli eventi meteo-marini. L'erosione della costa rocciosa contribuisce ad alimentare le spiagge di nuovi sedimenti. Lungo il perimetro regionale in costa rocciosa si registrano numerose situazioni di pericolo e criticità geomorfologica, come è attestato dagli studi e dalle numerose ordinanze di interdizione al transito marino e terrestre, emesse rispettivamente dalle Capitanerie di Porto regionali e dai Comuni costieri.

Anche nel contesto regionale si contano numerose le segnalazioni di rischi connessi a dissesti in atto causati da eventi franosi e inondazioni che progressivamente minacciano aree urbanizzate residenziali, infrastrutture, il patrimonio archeologico, la vita umana.

Il mondo della ricerca scientifica isolana ha sviluppato numerosi progetti di ricerca, prodotto studi, acquisito dati e monitorato il fenomeno dell'erosione costiera anche se con riferimento a scale molto grandi o, al contrario, limitatamente ad ambiti molto circostanziati, spesso di conclamata criticità geomorfologica e vulnerabilità. Pur in presenza di dati ed elaborazioni di pregio manca quindi quel necessario assetto di omogeneità, organicità e sistematicità che possa rendere i singoli dati spendibili sotto il profilo della pianificazione regionale.

Pesa quindi l'assenza di un documento di pianificazione che tratti dell'assetto ambientale della costa sulla base dell'analisi integrata delle componenti fisiche terrestri e idrodinamiche. Uno strumento che, proprio a partire da tali valutazioni, detti gli indirizzi per la gestione integrata costiera, la quale non può addivenire a semplice assunto di principio ma deve declinarsi in maniera puntuale su ambiti omogenei di interesse, confrontandosi con le politiche di conservazione della qualità ambientale, con la politica urbanistica che governa l'espansione edilizia costiera locale, con la politica della pesca, con le attività economiche di tipo turistico-fruttivo. Si pensi, solo per citare un'esempio concreto, alla complessità della gestione della posidonia oceanica spiaggiata, sulla cui funzione protettiva a favore della stabilità del sistema spiaggia nessuno nutre dubbi, ma che incorre nella conflittualità della fruizione turistica del litorale e nei complessi procedimenti normativi sulle operazioni di rimozione.

E' chiaro pertanto che la gestione dei litorali, a fronte di criteri d'indirizzo generale, dovrà essere adattata ai singoli assetti geomorfologici e sedimentologici dei sistemi costieri di appartenenza, in ordine ai quali proporre le forme gestionali più appropriate e corrette.

La Regione Sardegna non ha provveduto a pianificare un'azione sistematica di monitoraggio dei suoi litorali attraverso attività di acquisizione di dati idrodinamici, morfobatimetrici, sedimentologici, etc. Ne scaturisce pertanto una piattaforma conoscitiva di dati costieri ancora parziale, sia nello spazio che nel tempo, per cui in mancanza di statistiche pluriennali diventa arduo proporre previsioni affidabili sulle tendenze evolutive nel medio e lungo periodo e di conseguenza complesso impiantare solidi processi di pianificazione.

Ciò non significa che la Regione non sia intervenuta a porre rimedio a condizioni locali di forte criticità mediante la programmazione di interventi di protezione e mitigazione del rischio costiero. Dall'analisi del quadro complessivo degli interventi, realizzati o in fase di attuazione, emerge la sostanziale prevalenza di opere di messa in sicurezza di contesti in frana in ambito residenziale costiero, finalizzati al contenimento di processi erosivi molto avanzati, molti dei quali sono evidenziati all'interno del Piano di Assetto Idrogeologico regionale come aree a rischio geomorfologico.

Non giova all'attuazione di una politica regionale di gestione integrata la frammentazione delle competenze di natura procedimentale e autorizzativa che grava in termini concentrati in quella fascia territoriale che è l'ambito costiero, nel quale si stratificano addensati molteplici interessi economici, soggetti proprietari, vincoli di varia natura.

E' in questo contesto di difficoltà oggettive che si è inserito il presente lavoro e si comprende come il Programma d'Azione Coste non possa che rappresentare un primo importante passo di un percorso pianificatorio regionale di portata più vasta.

3. Obiettivi del lavoro

Lo scopo che sottende la redazione del PAC è rappresentato dalla necessità da parte della Regione Sardegna di dotarsi di uno strumento organico e funzionale alla programmazione della fascia costiero-litoranea sotto il profilo della tutela dell'assetto geomorfologico. In ordine a ciò il presente lavoro descrive e classifica le evidenze fenomenologiche di arretramento della linea di costa regionale connesse a processi erosivi di litorali sabbiosi e di dissesto franoso di tratti rocciosi. Da tali condizioni critiche scaturiscono implicazioni di natura ambientale, economica e di sicurezza pubblica, con l'ovvia considerazione che i fenomeni di arretramento della costa di per sé non possono e non devono essere classificati con la sola accezione negativa. Essi infatti rappresentano il risultato di tendenze evolutive generali che rientrano nelle dinamiche naturali dei sistemi fisici terrestri e che l'uomo, attraverso opere o utilizzi specifici, può localmente condizionare, modificandone la velocità di trasformazione o addirittura innescando i processi.

Lo scopo generale pianificatorio si struttura sul conseguimento di una serie di obiettivi parziali che tuttavia rivestono valenza funzionale propria.

In tale ottica è possibile definire tre ambiti di competenza ai quali possono essere ricondotti i diversi obiettivi parziali del PAC:

A. OBIETTIVI DELL'AMBITO METODOLOGICO-DESCRITTIVO

Investe le problematiche connesse alla definizione dell'impostazione tecnica, metodologica e operativa attraverso le quali perseguire lo scopo generale del lavoro. L'ambito da risposta alle domande generali inerenti:

- inquadramento e discretizzazione del contesto costiero in elementi fisici unitari
- livello di scala del rilevamento e della rappresentazione
- assunzione e combinazione dei modelli empirico qualitativi e fisico-matematici di riferimento per le analisi
- descrizione e classificazione delle fenomenologie rilevate

B. OBIETTIVI DELL'AMBITO PROGRAMMATICO

- Individuazione delle aree costiere a maggiore criticità, nelle due distinte categorie "spiagge" e "coste rocciose", prioritarie rispetto a scenari di indirizzo programmatico
- Individuazione di progetti di valenza strategica regionale e di sinergia per l'ambito della difesa costiera

C. OBIETTIVI DELL'AMBITO INFORMATIVO

A questo ambito fanno capo gli obiettivi di reperimento, informatizzazione, catalogazione organizzazione dei dati in una struttura informativa georiferita.

4. Limiti di elaborazione del PAC

Un approccio corretto allo studio della fascia litoranea, finalizzato alla valutazione del livello di rischio di erosione, dissesto e inondazione marina dovrebbe inglobare tutte le diverse componenti, fisiche e antropiche, che incidono sulle fenomenologie e sulle dinamiche locali. L'integrazione di tali fattori in un modello rappresenta un compito arduo perché abbisogna di considerevoli tempi di sviluppo, di investimenti in monitoraggio e la messa a punto di adeguata modellistica fisico-matematica.

In sintesi bisognerebbe portare a soluzione il problema generale secondo le più complete equazioni del bilancio sedimentario, tenuto conto dei fenomeni del trasporto solido terrestre, della idrodinamica marina, delle variabili climatiche, del fattore antropico. Occorrerebbe perciò contestualizzare lo studio all'interno di un ambito idrografico di riferimento al fine di implementare in un unico modello organico gli eventi idrologici, la propagazione idraulica terrestre, il trasporto solido terrestre, l'idrodinamica costiera, gli apporti e gli scambi solidi dei litorali con l'esterno, la movimentazione longitudinale del sedimento in mare, etc.

Gli accumuli che danno vita alle spiagge provengono essenzialmente dall'apporto sedimentario dei corsi d'acqua, dall'abrasione delle rocce e suoli costieri e dalla movimentazione dei sedimenti lungo la costa. Il carattere compositivo e tessiturale del sedimento è funzione dei caratteri geomeccanici delle rocce madri nei bacini di alimentazione, della distanza percorsa e della maturità del sedimento. L'energia del moto ondoso regola il carattere granulometrico del sedimento e quindi la pendenza del profilo di spiaggia per cui a sedimenti più grossolani corrisponde un profilo della spiaggia più ripido; viceversa a granuli più fini corrisponde un profilo meno acclive.

Qualunque opera di natura antropica che sbarra o rallenta il flusso idrico a mare tende nel lungo periodo a modificare gli equilibri del trasporto solido limitando in misura più o meno significativa l'apporto di sedimento a mare. E' il caso delle dighe che in Sardegna si presentano con particolare frequenza lungo il percorso delle aste idriche dei principali bacini idrografici isolani tra i quali si citano, per tutti, il sistema degli sbarramenti del Flumendosa, del Tirso e del Coghinas.

Ma ai processi fisici di carattere "ordinario" occorre affiancare l'analisi degli eventi "straordinari". Ai fini della corretta pianificazione è obbligatoria l'analisi degli eventi meteo-marini estremi, quelli in conseguenza dei quali si palesa improvvisa l'esposizione al rischio e si possono manifestare significativi cambiamenti della morfologia costiera, a volte veri e propri mutamenti non recuperabili. Su questo frangente è prescrittivo quanto disposto dalla Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e dal D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 relativamente ai fenomeni di inondazione costiera e alla mappatura della pericolosità e rischio di allagamento per tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Tale materia non è stata direttamente affrontata nello sviluppo del PAC ma è oggetto di specifico studio da parte dell'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna con la quale, l'assessorato della Difesa Ambiente ha stretto un Accordo di collaborazione che vede direttamente coinvolta anche l'Università di Cagliari - Dipartimento di Ingegneria – Sezione di idraulica.

Una modellazione generale che tenesse conto di tutti i fattori citati è esulata evidentemente dalle possibilità di sviluppo del PAC, ma è importante ribadire che le numerose tematiche, ricondotte alle competenze di rami diversi dell'Amministrazione regionale dovranno trovare una linea comune di sintesi tecnica e metodologica.

5. Aspetti geomorfologici delle coste della Sardegna

Come noto la Sardegna è la regione che testimonia la più antica storia geologica d'Italia.

Le varietà dei suoi paesaggi sono espressione di un lungo racconto documentato negli affioramenti delle principali rocce in affioramento:

- i complessi metamorfici [(?)Precambrio – Carbonifero inf] e intrusivo [Carbonifero sup. – Permiano] costitutivi del basamento ercinico
- le coperture sedimentarie e vulcaniche post-erciniche [Carbonifero sup. – Pliocene]
- i depositi continentali e marini del Quaternario.

Sebbene gli eventi geologici più antichi, in particolare le fasi orogenetiche erciniche, siano responsabili della strutturazione crostale dell'isola, l'attuale configurazione morfologica è strettamente legata all'evoluzione tettonica terziaria e quaternaria.

In particolare è nel Plio-quaternario che si attivano strutture tettoniche di importanza regionale che, contestualmente al sollevamento del basamento, determinano un generale ringiovanimento del rilievo, una riorganizzazione dell'idrografia superficiale e la strutturazione attuale della fossa del Campidano.

Con il ringiovanimento dei rilievi si rinvigorisce l'azione dei cicli sedimentari, erosione, trasporto e sedimentazione, che esprimono una tendenza erosiva diffusa in ambito continentale e concentrano nel Campidano e nelle piane costiere i processi di accumulo. L'interazione di questi eventi, quindi, con le oscillazioni eustatiche quaternarie ridefinisce il profilo morfobatimetrico della piattaforma continentale e il profilo costiero per come oggi lo conosciamo.

La diversità geolitologica del basamento e la diffusione delle formazioni terrigene è riflessa nella grande variabilità dei paesaggi costieri e ha orientato i processi morfogenetici all'origine degli attuali assetti e delle dinamiche morfoevolutive in atto nei litorali.

Secondo uno schema piuttosto semplificato, si osserva nel settore orientale dell'isola la prevalenza degli affioramenti cristallino-metamorfici, con l'inserimento delle falesie carbonatiche giuresi del Golfo di Orosei mentre, ad ovest, si contrappone una maggiore diffusione dei complessi vulcano-sedimentari-terrigeni, coinvolti nei cicli di erosione e deposizione attivati nel Quaternario dalle ripetute oscillazioni del livello di base.

È proprio nel settore occidentale e nord-occidentale, infatti, che si registrano le dinamiche più intense, laddove le varie formazioni vulcano-sedimentarie del Terziario-Quaternario presentano le maggiori potenze esposte e interagiscono con le intense dinamiche meteomarine dei quadranti occidentali, producendo situazioni allarmanti di rischio di dissesto che minaccia le aree residenziali, le infrastrutture, il patrimonio ambientale e storico-culturale.

È questo il caso delle frane costiere nei centri urbani di Porto Torres (promontorio Balai) e Castelsardo (via Zirulia), delle numerose borgate marine, oggi a fruizione turistica, di Buggerru, Arbus (Porto Palma e Funtanazza), Tresnuraghes (Porto Alabe), Marina di Sorso, Valledoria (La Ciaccia); dei dissesti nelle aree archeologiche di Nora e Tharros – San Giovanni di Sinis e nei promontori delle Torri storiche costiere, nelle spiagge di forte richiamo turistico, come Cala Biriola e Cala Mariolu nel Golfo di Orosei.

Il naturale processo di rimaneggiamento e redistribuzione dei sedimenti litorali olocenici che definiscono l'attuale linea di riva, spiagge sabbiose e ciottolose, campi e cordoni dunali, è alimentato dagli apporti solidi dei corsi d'acqua e dai detriti prodotti dal disfacimento dei tratti rocciosi, soprattutto costituiti da formazioni continentali e marine del Quaternario antico.

È presumibile supporre che la morfologia costiera non sia sostanzialmente cambiata nel corso degli ultimi 200'000 anni, anche se la distribuzione lungo costa a quote molto variabili degli antichi depositi di spiaggia testimonia, insieme alle antiche linee di riva oggi sommerse, l'importanza delle oscillazioni eustatiche del tardo quaternario ed il dinamismo e l'ampiezza della fascia di transizione costiera nella quale si disegnano i mutevoli confini della linea di riva.

Dall'ultima glaciazione würmiana (circa 10'000 anni fa) si registra un generale aumento delle temperature e di conseguenza, un riscaldamento globale che continua ancora oggi, con importanti implicazioni e impatti sulla fascia costiera. Le previsioni delineano incrementi del livello del mare cui corrisponderebbero sommersioni di vaste aree di grande interesse per la vita e le attività umane. Nell'ambito di tale previsione è importante delineare, a livello regionale, un quadro conoscitivo delle aree a maggiore vulnerabilità, tenendo conto che le più evidenti modificazioni registrate su scale temporali brevi (10 -100 anni), sono spesso correlabili a cause di origine antropica.

Si tratta per lo più di interventi di matrice economica realizzati in epoche storiche e recenti, in assenza di una regolamentazione e di una attenta valutazione del loro impatto sull'ambiente. Tra gli interventi più significativi si citano il prelievo indiscriminato di sedimenti dalle spiagge emerse o sommerse, l'espansione edilizia con effetti di urbanizzazione di contesti costieri, l'esplosione della rete portuale turistica e di quella dei principali porti isolani, l'impatto di lungo periodo derivante dalla riduzione degli apporti solidi dei corsi d'acqua a causa della costruzione di sbarramenti o del prelievo dei sedimenti in alveo.

Studi di carattere storico sono stati sviluppati nell'ambito di progetti condotti in alcune località costiere, con risultati di rilievo sulla comprensione di alcune variazioni morfologiche dei litorali. È il caso dell'espansione dell'area portuale di Portoscuso, nella costa sud-occidentale della Sardegna, realizzata fin dagli anni '70, per adeguare la vecchia struttura portuale alla nascente area industriale ed al posizionamento del vascone di decantazione dei "fanghi rossi" derivati dal processo di lavorazione per la produzione di alluminio. Alcuni milioni di metri cubi di sabbia vennero sversati sulle spiagge adiacenti a Punta de Sa Femmina, a sud dell'attuale porto industriale (Porto de Sa Linna), cancellando il sistema dunale esistente e determinando un innalzamento dei fondali in tutta la fascia costiera di Boe Cerbus; a causa di ciò, le frecce litorali di Punta e S'Aliga e di Punta Trettu hanno subito una progressiva crescita, alimentate dalla corrente di Gonnesa che procede da nord verso sud incanalandosi nello stretto di Sant'Antioco.

Anche nella Sardegna nord-orientale la diffusione di strutture portuali per il diportismo e l'espansione residenziale, legate allo sviluppo del settore turistico in forte espansione dagli anni '70 ad oggi, hanno generato ripercussioni sensibili sulle dinamiche di trasporto sedimentario sottocosta. In questo settore caratterizzato da coste di sommersione a rias, insenature profonde interessate da spiagge a bilancio chiuso, sono state evidenziate modeste modificazioni nell'assetto generale, come osservato nelle spiagge interne ed

esterne alla riva di Olbia, sostanzialmente stabili e localmente interessate da progressivi interrimenti.

Per il settore nord-occidentale dell'Isola, invece, interessanti considerazioni sono fornite dal recente studio effettuato per la spiaggia della Pelosa di Stintino³, spiaggia che chiude ad occidente l'ampio Golfo dell'Asinara, caratterizzato da lunghi litorali sabbiosi in evidente stato di difficoltà a causa dell'incipiente erosione.

Alcuni dei tratti situati nella porzione orientale del Golfo, in prossimità dell'abitato di Castelsardo, sono tra i litorali maggiormente soggetti all'azione erosiva, che si manifesta con arretramenti sensibili e un sostanziale mutamento della granulometria dei depositi di spiaggia, passati da sabbiosi a ciottolosi, in conseguenza della riesumazione di spiagge pre-oloceniche (zona Foce Pedra de Fogu-Marritza).

In quest'area geografica assume particolare rilevanza l'attività di prelievo delle sabbie dai litorali per uso industriale; in particolare l'industria italiana del vetro fece i suoi primi esperimenti sulla sabbia di Stintino fin dal 1888 senza tuttavia dar seguito immediato alla produzione.

È interessante rammentare che nell'anno 1908 venne emesso un editto da parte dell'autorità marittima a difesa delle adiacenti saline minacciate dall'ingressione marina causata dai continui prelievi di sabbia da parte dei privati; l'uso a cui si accenna è quello rivolto alla produzione del vetro e all'edilizia.

Proprio l'uso in edilizia ha determinato da sempre un grande interesse da parte dei privati per i sedimenti di spiaggia, il cui inizio si perde nel tempo. Tuttavia, solo alla fine della Grande Guerra il prelievo di queste sabbie assume un vero significato industriale che proseguirà in modo altalenante fino agli anni '60.

L'argomento è di grande interesse e l'individuazione dei fattori di impatto correlabili con interventi antropici, è fondamentale per la comprensione delle cause all'origine delle fenomenologie erosive ed in particolare dell'accelerazione dei processi in atto riscontrati in alcuni tratti di litorale negli ultimi decenni.

Il patrimonio geoambientale costiero regionale è infatti di grande rilevanza e consistenza e si contraddistingue ancora oggi per l'elevato livello di naturalità dei suoi litorali. Ciò nonostante, oggi sono sempre più evidenti i segni delle modificazioni antropiche conseguenti ad una economia turistica che si è sviluppata con forte impulso a partire dalla seconda metà del secolo scorso e che è ancora oggi in espansione, anche a spese di ambienti delicati e fragili, governati da equilibri effimeri e facilmente perturbabili in modo irreversibile.

Il primato della fascia costiera come luogo di sviluppo e crescita in continua espansione e di convergenza di numerosi interessi economici rivolti all'utilizzo delle sue risorse immateriali, paesaggio, la naturalità e la biodiversità dei suoi ambienti, richiama alla necessità improcrastinabile di operare in raccordo tra le esigenze di sviluppo nel breve periodo e di sostenibilità economica ambientale, con l'obiettivo di implementare concretamente i principi della Gestione Integrata delle Aree Costiere.

³ S. Devoti, S. Silenzi (a cura di) Il sistema spiaggia duna della Pelosa [Stintino] (2012). ISPRA Quaderni Ricerca Marina/2010.

6. Dati meteomarini di base

Lo sviluppo del PAC ha cercato di tenere in debito conto il fattore dinamico marino mediante la costituzione di un quadro di dati di base meteomarini, primitivi o elaborati, funzionali alle fasi analitiche del lavoro.

6.1. Flusso longitudinale medio annuo

La componente longitudinale del flusso di energia del moto ondoso sotto costa costituisce una informazione di primaria importanza per la descrizione del regime della fascia litoranea essendo correlato alla componente longitudinale del trasporto solido potenziale prodotto dal moto ondoso. L'effettivo trasporto solido dipenderà dalla disponibilità di sedimenti e dalle caratteristiche geomorfologiche del fondale. Con riferimento al frangente, il parametro proporzionale alla componente longitudinale del flusso di energia per unità di lunghezza della linea di riva espresso in W/m assume la forma:

$$(1) \quad P_{lbs} = \frac{\rho g H_{bs}^2}{16} C_{bs} \sin 2\alpha_b$$

dove, oltre alla ovvie notazioni, H_{bs} è l'altezza d'onda significativa al frangente, C_{bs} la celerità dell'onda al frangente e α_b l'angolo che la cresta dell'onda al frangente forma con l'orientamento della spiaggia. Disponendo del clima ondoso al largo, per utilizzare la (1) si dovrebbe effettuare il trasferimento a costa con un calcolo computazionalmente oneroso. In alternativa, nel P.A.C. si seguirà un approccio semplificato che sotto particolari ipotesi semplificative permette di calcolare il parametro proporzionale alla componente longitudinale del flusso di energia mediante la direzione e l'altezza dell'onda al largo. Tale approccio, descritto in dettaglio in Atzeni (2011), fornisce la seguente espressione:

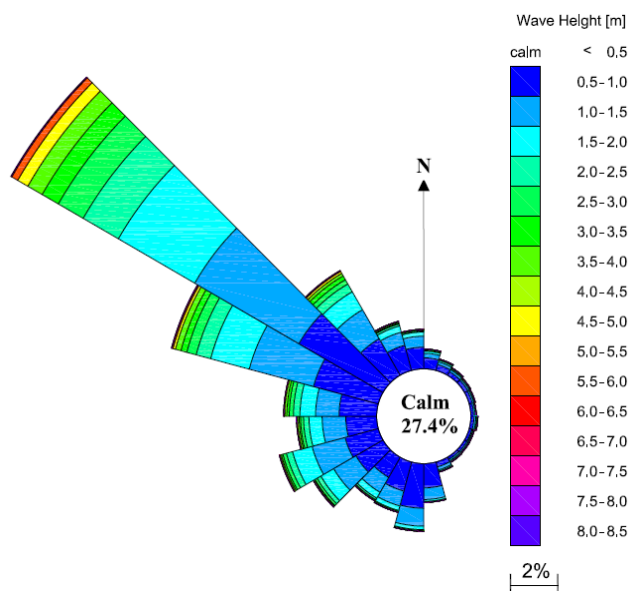
$$(2) \quad P_{los} = \frac{\sqrt{0.049} \times \pi \times K_s^3}{8\sqrt{gk}} \sqrt{\frac{g}{k}} \rho g H_{os}^{5/2} \sqrt{|\cos \alpha_0|} \sin 2\alpha_0$$

dove il pedice O indica la condizione al largo, K_s è il coefficiente di *shoaling* che può porsi pari a 1.07 e k è l'indice di frangimento ($k=0.78$).

La conoscenza del flusso di energia medio annuo (2) permette di individuare il verso del trasporto solido e fornisce una stima approssimata della quantità potenziale di sedimento. In questo senso il verso del flusso di energia medio annuo permette di applicare il criterio idrodinamico utile alla delimitazione delle unità fisiografiche. Secondo questo criterio, il flusso medio annuo all'interno di una unità fisiografica è unidirezionale, nullo o convergente verso un punto della costa interno alla stessa unità. I confini dell'unità fisiografica secondo il solo criterio idrodinamico sarebbero pertanto i punti di divergenza del flusso, solitamente coincidenti con i promontori.

6.2. Clima ondamentrico

La definizione del clima ondoso al largo del sito in esame richiede l'acquisizione e l'analisi di dati ondamentrici che possono provenire da fonti diverse. In Sardegna i dati ondamentrici strumentali sono forniti dalle boe ondamentriche della Rete Ondamentrica Nazionale (RON) (http://www.idromare.it/analisi_dati.php), già gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico dell'APAT. Nel suo complesso, la RON comprende lungo la costa Sardegna le boe direzionali di Alghero con dati disponibili dal 01 luglio 1989 al 05 aprile 2008, di Cagliari dal 06 febbraio 2007 al 02 marzo 2008 e di Capo Comino dal 01 gennaio 2004 al 12 settembre 2005. I dati sono stati acquisiti in continuo su 30 minuti, con frequenze diverse nel periodo di riferimento. Dalle serie temporali sono forniti i parametri sintetici di altezza d'onda significativa spettrale H_s (m), periodo di picco T_p (s), periodo medio T_m (s) e direzione media di propagazione D_m (°N) e parametri spettrali per banda di frequenza di densità di energia, direzione media di propagazione, dispersione direzionale, asimmetria e curtosi. In Sardegna, i dati ondamentrici strumentali, che per quantità e qualità assicurano una buona durata temporale e rappresentatività geografica in acque profonde per tratti estesi di costa, sono forniti dalla boa ondamentrica a largo di Alghero. Il clima ondoso al largo di Alghero può essere rappresentato in forma di tabella bivariata o diagramma a rosa per altezza significativa (in classi di altezza pari a 0,5 m) e direzione di provenienza (su settori circolari di ampiezza pari a 15°) del moto ondoso. La rosa in Figura 1 riporta in forma di istogramma circolare le frequenze di accadimento delle classi di altezza in funzione dei diversi settori di provenienza.



*Diagramma a rosa del
clima ondamentrico RON a
largo di Alghero
(Sulis&Annis, 2012)*

A partire dai dati meteorologici (pressione atmosferica e vento) è possibile effettuare la ricostruzione del moto ondoso, nei nodi di una griglia, utilizzando modelli matematici che a diverso livello di complessità simulano i processi di generazione delle onde. Tra i database disponibili per punti di ricostruzione al largo della Sardegna, nel P.A.C. si adotterà l'applicativo Medatlas (Medatlas, 2004) che utilizza un modello WAVE Model (WAM) (WAM-DI Group, 1988) su stime di campi di vento generate da modelli meteorologici dell'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) di Reading (UK).

I dati delle boe sono stati utilizzati per validare i dati da satellite, usando poi questi ultimi per il controllo e la calibrazione dei dati del modello WAM. L'informazione è disponibile su una serie di punti uniformemente distribuiti con un intervallo di 1.0 gradi geografici. Un esempio della distribuzione dei punti di output del modello WAM a largo delle coste della Sardegna è fornito dalla Figura 2. L'output del modello WAM viene immagazzinato al centro europeo sotto forma di campi esaorari. Le informazioni originali, disponibili come campi bidimensionali, sono state organizzate in serie temporali che comprendono altezza significativa H_s , periodi medio e di picco T_{-10} , T_p , direzione media D_m . I dati utilizzati coprono il periodo 1992 - 2002, a intervalli di sei ore (00, 06, 12, 18).

La Figura 3 riporta il clima in forma di diagramma a rosa riferito al punto di ricostruzione di coordinate (41°N, 10°E).

Distribuzione dei dati di output di WAM a largo delle coste della Sardegna

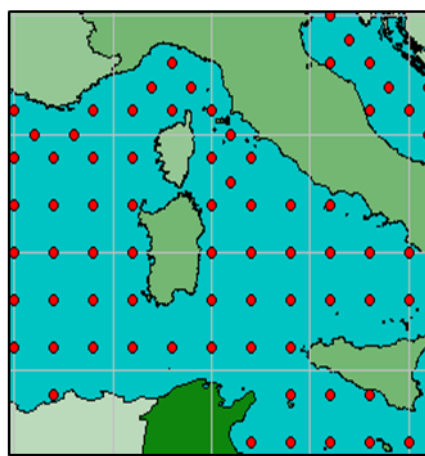
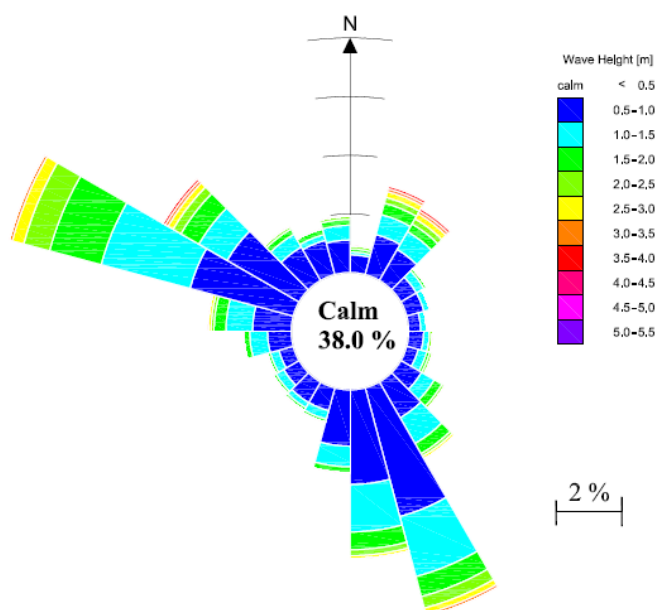


Diagramma a rosa del clima ondometrico Medatlas nel punto di ricostruzione (41°N, 10°E)



Tale descrizione del clima ondometrico può essere arricchita considerando la determinazione di alcuni parametri caratteristici nella forma di altezze d'onda, con stabilite frequenze di non superamento. In particolare, nel P.A.C. si farà riferimento al

valore $H_{s,0.137}$ definito come l'altezza d'onda con una frequenza di non superamento media annua pari a 0.137 %, corrispondente a 12 ore all'anno. Tale valore può essere determinato costruendo, a partire dalla tabella bivariata del clima ondometrico sotto costa, la curva di eccedenza dell'altezza significativa su una valutazione di tipo non direzionale. Questa informazione si utilizza al fine della determinazione di due limiti di profondità della porzione di spiaggia sommersa interessata dal movimento potenziale di sedimenti in un anno medio (Birkemeier, 1985).

6.3. Altezza di risalita del moto ondoso “run-up” per eventi ordinari

La risalita massima del moto ondoso lungo una spiaggia, indicata come run-up totale, è definita dalla differenza di quota tra la posizione più alta raggiunta dal getto e il livello del mare in quiete in condizioni normali. Il run-up totale è pari alla somma di due componenti date dall'innalzamento complessivo del livello medio del mare (set-up) provocato del moto ondoso, dal vento, dalle maree e dalla pressione atmosferica, e dall'oscillazione del getto attorno a questo livello (run-up).

In generale i set-up parziali dovuti alla marea sono noti a priori, mentre quelli dovuti al vento ed alla pressione atmosferica possono essere considerati poco rilevanti. Relazioni empiriche per valutare il set-up parziale da moto ondoso sono fornite ad esempio da Holman e Sallenger (1985) che esprimono il set-up proporzionale all'altezza d'onda significativa a largo (H_0) e al numero di Irribarren (β_{IR}). In analogia, Guza e Thornton (1982) hanno introdotto un run-up significativo come run-up medio del terzo dei run-up più alti proporzionale a H_0 e β_{IR} .

In alternativa, il set-up e il run-up possono essere ottenuti mediante modelli numerici. Nel presente studio si è utilizzato un modello di circolazione agli elementi finiti su maglia non strutturata, phase-averaged, basato sulle shallow water equations per la simulazione delle correnti e del set-up prodotti dal moto ondoso.

La propagazione sotto costa del moto ondoso è stata effettuata con un modello spettrale di terza generazione mentre nella fascia di mareggiata si è utilizzato un modello 1D su fondo a pendenza costante o su profilo di equilibrio. Noto il profilo della spiaggia emersa è stato stimato il run-up su profili di interesse. Quando presente, è stata simulata l'evoluzione della duna di bordo spiaggia con modelli 1D e l'overtopping su duna con formule presenti in letteratura. Le condizioni al contorno sono rappresentate dai parametri di un evento d'onda ordinario stimato dalle tabelle bivariate RON o Medatlas con una prefissata probabilità di accadimento media annua.

Rif., R.T. & Thornton, E.B., 1982. Swash Oscillations on a Natural Beach. *J. Geophys. Res.*, 87, 483-491.
Holman, R.A. & Sallenger, A.H., 1985. Set-Up and Swash on a Natural Beach. *J. Geophys. Res.*, 90, 945-953.

7. Inquadramento fisico della costa in unità fisiografiche

Ai fini della elaborazione del PAC è stato indispensabile costruire preliminarmente un quadro classificatorio di base dell'ambito costiero in unità fisiche omogenee.

Gli obiettivi constano in:

- a. fornire una definizione di unità fisica omogenea e dei criteri metodologici atti alla sua individuazione
- b. individuare cartograficamente le unità omogenee

Nell'ambito di applicazione del Programma Azione Coste l'unità costiera di riferimento generale è l'Unità Fisiografica (UF).

7.1. Segmentazione della linea di costa in morfotipi principali

Il processo di implementazione del Programma Azione Coste ha previsto un inquadramento geografico e fisico delle coste regionali in ambiti spaziali di riferimento, all'interno dei quali sono state valutate le qualità fisico-strutturali e l'interazione tra le dinamiche geomorfologiche e quelle mateomarine. La scelta di questo approccio è stata assunta come necessaria e dovuta poiché predilige l'omogeneità fisiografica alle perimetrazioni di natura amministrativa e antropica, consentendo di cogliere gli aspetti evolutivi naturali in atto, separati dagli effetti delle interferenze prodotte dalle attività umane e favorendo valutazioni gestionali e di intervento in "fascia costiera" orientate alla sostenibilità degli impatti rispetto alla capacità di resilienza dei sistemi naturali.

La descrizione dell'assetto morfologico della costa emersa costituisce un lavoro di classificazione finalizzato all'individuazione preliminare dei due principali elementi "sistemi rocciosi" e "spiagge", entità sostanziali delle successive fasi di analisi e studio. L'attività di individuazione dei morfotipocostieri principali ha previsto un'operazione di attribuzione dei caratteri morfologici a una linea base di riferimento ("Sviluppo_lineare_costiero_2k" in scala nominale 1:2'000) mediante un'analisi in fotointerpretazione su base aerea ortofotografica del 2008.

La legenda adottata prevede le seguenti 5 classi:

01 - Spiagge	tratti depositi, sabbiosi o ciottolosi
02 - Coste rocciose	tratti di costa rocciosi non caratterizzati da versanti verticali e/o sub verticali
03 - Falesie	tratti di costa rocciosi caratterizzati da versanti verticali e sub verticali
04 - Opere portuali e affini	Porti e strutture di approdo
05 – Opere di difesa	Opere di difesa costiera e tratti artificiali

Sono stati inoltre indicati punti di alimentazione per le spiagge, quali foci fluviali e/o bocche di laguna (FF).

Tali classi sono ritenute significative ai fini della determinazione di tratti di costa con comportamento omogeneo in relazione agli eventi meteo marini. Tali tratti, oltre a

rappresentare l'assetto fisiografico di tutta la linea di costa, isole minori comprese, sono stati alla base del processo di definizione delle Unità Fisiografiche e delle Unità di Litorale, ulteriori entità unitarie introdotte nel presente studio.

L'attività di classificazione è stata preceduta da un lavoro preliminare di verifica del dato digitale georiferito "Sviluppo_lineare_costiero_2k" del SITR della Ras consistente nella verifica dell'accuratezza della georeferenziazione e overlayingvector/raster sui singoli ortofotogrammi ad alta risoluzione del 2008 e nella verifica della integrità topologica e della struttura logica.

La produzione dello shape file "morfotipi costieri" rappresenta il risultato dell'attività di fotointerpretazione e attribuzione applicato a tutto il contorno regionale ad esclusione delle Isole dell'Asinara e della Maddalena e considerando invece gli scogli principali.

Il risultato dell'operazione restituisce un quadro regionale nel quale su un contorno totale analizzato pari a **2.241 km** (compresi 105 km dell'Isola di Sant'Antioco), la costa rocciosa ha uno sviluppo complessivo di **1.529 km** (68%) di cui 127 km in falesia, la costa sabbiosa si attesta a **582 km** (26%) e la **costa artificiale** a **130 km** (6%), con 33 km di opere portuali e 99 km di opere di difesa.



Distribuzione dei morfotipi costieri in valore assoluto e percentuale

La classificazione in morfotipi si è rivelata risolutiva nella successiva fase di fotointerpretazione delle serie storiche di immagini aeree finalizzata alla valutazione dello scostamento delle linee di riva.



Fotointerpretazione della linea di costa e assegnazione dei morfotipi. Capo Mannu (Or) a sinistra e Villasimius (CA) a destra

Il dato relativo allo sviluppo costiero è così riassunto:

SVILUPPO COSTIERO	km
Isola maggiore (esclusa l'Isola di Sant'Antioco)	2.136
Sant'Antioco	105
Asinara	198
Isola Piana	12
San Pietro	84
Caprera	64
La Maddalena	76
Santo Stefano	14
Spargi	23
Budelli	20
Razzoli	21
Isola Santa Maria	24

7.2. Descrizione delle 20 Unità fisiografiche individuate

Le Unità Fisiografiche (UF) fanno riferimento al trasporto longitudinale potenziale di materiali che contribuiscono all'evoluzione della costa.

I criteri di individuazione e delimitazione spaziale sono di tipo idrodinamico costiero e geomorfologico. Il criterio di tipo idrodinamico ha permesso l'individuazione di tratti dello sviluppo costiero lungo i quali il trasporto solido netto, in un intervallo temporale prestabilito, è unidirezionale, continuo o convergente verso un punto interno dell'UF. I limiti fisici delle UF sono stati quindi individuati nelle zone di divergenza del flusso longitudinale. Dal punto di vista geomorfologico, questa condizione corrisponde alla presenza di promontori ben sviluppati.

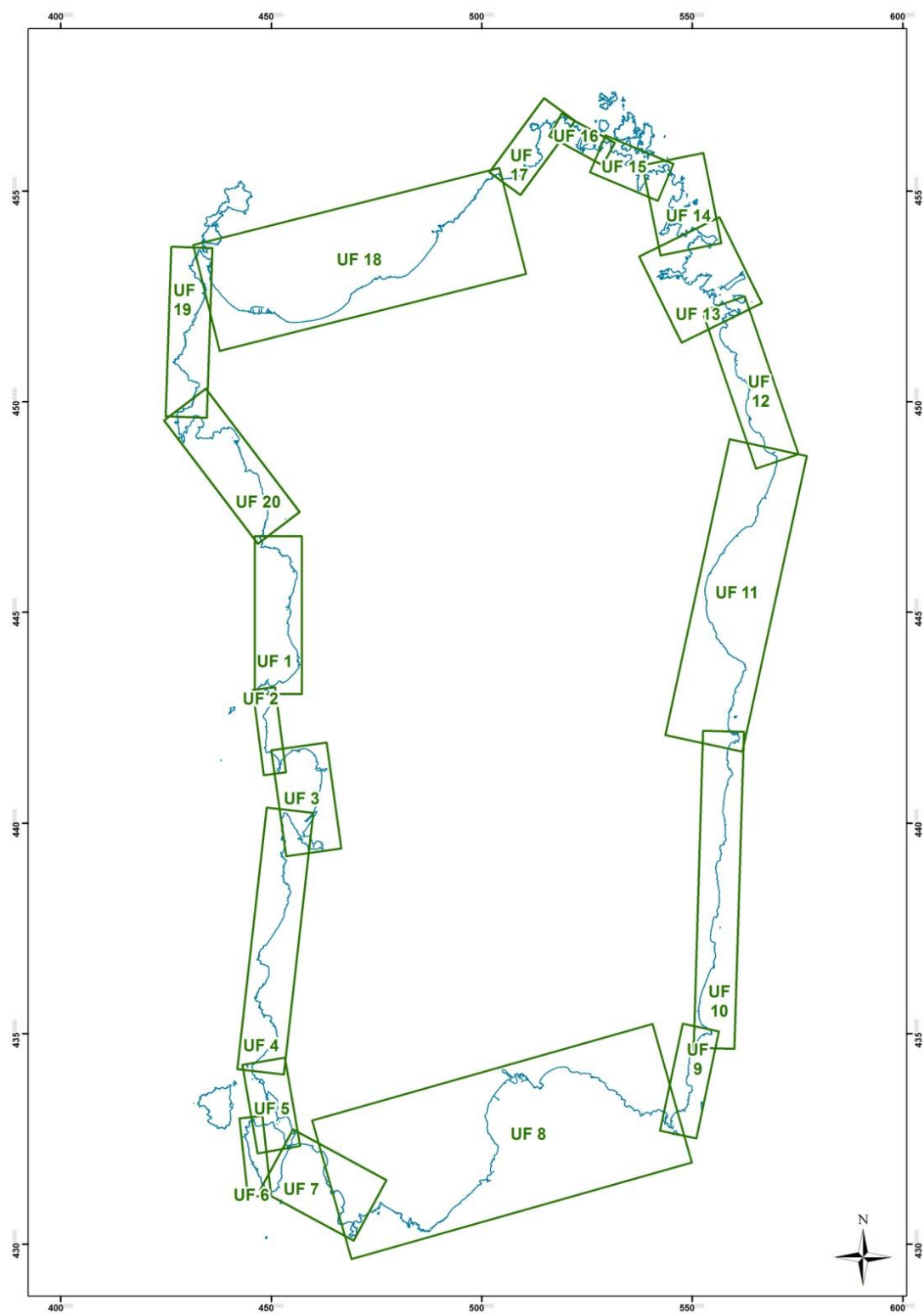
Questa definizione semplificata di trasporto litorale potenziale fa riferimento ai seguenti assunti:

- si considera il solo verso prevalente del trasporto ignorando i brevi tratti con trasporto in senso inverso;
- si ignora il trasporto trasversale alla costa;
- si considera il trasporto netto su osservazioni a lungo termine per cui è possibile rilevare un verso temporaneamente opposto.

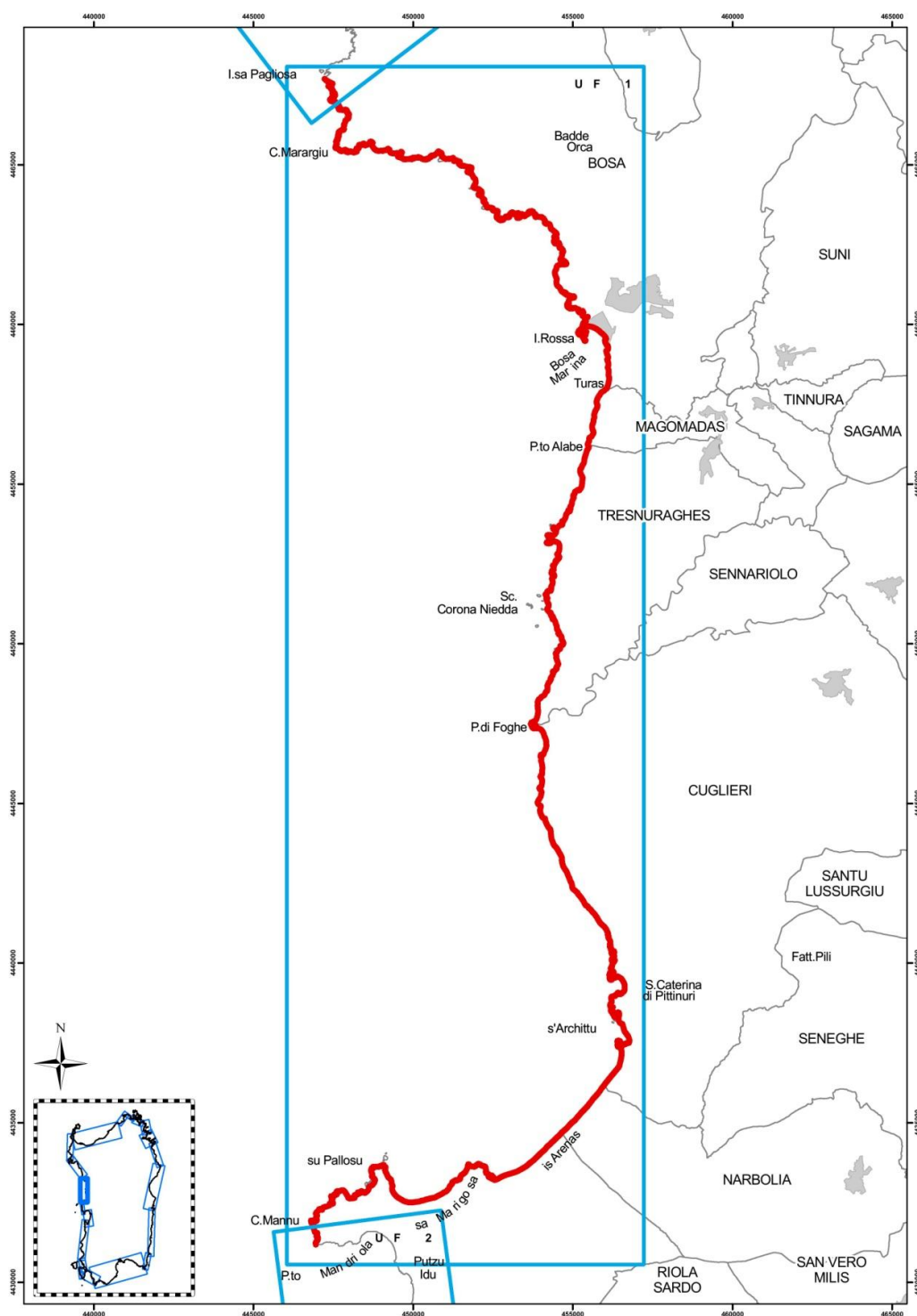
Nella dimensione trasversale il limite delle UF è stato stabilito in base al limite superiore della prateria a Posidonia oceanica o, dove questa non è presente, dal limite definito dalla profondità di chiusura sulla base di dati ondametrici.

L'analisi ha permesso di individuare lungo la costa della Sardegna (con l'esclusione delle isole minori fatta salva l'Isola di Sant'Antioco) 20 UF identificate secondo una numerazione progressiva in senso antiorario a partire da P.ta Sos Attentos (Bosa) secondo quanto riportato nella seguente Tabella.

UF	Limiti geografici	UF	Limiti geografici
1	Pta sos Attentos – Capo Mannu	11	Capo Bellavista – Capo Comino
2	Capo Mannu – Capo S.Marco	12	Capo Comino – Capo Coda Cavallo
3	Capo S.Marco – Capo Frasca	13	Capo Coda Cavallo – Capo Figari
4	Capo Frasca – Capo Altano	14	Capo Figari – Capo Ferro
5	Capo Altano - Calasetta	15	Capo Ferro – Pta Sardegna
6	Calasetta – Capo Sperone	16	Pta Sardegna – Capo Falcone
7	Capo Sperone – Capo Teulada	17	Capo Falcone – Pta di li Francesi
8	Capo Teulada – Capo Carbonara	18	Pta di li Francesi - Stintino
9	Capo Carbonara – Capo Ferrato	19	Stintino – Pta Cristallo
10	Capo Ferrato – Capo Bellavista	20	Pta Cristallo – Pta sos Attentos



7.2.1. UF. 01 - P.ta Sos Attentos (Capo Marargiu) – Capo Mannu



L'Unità Fisiografica, che si estende da Punta Sos Attentos a Capo Mannu, è caratterizzata, dal punto di vista ambientale, paesaggistico e insediativo, da ambiti territoriali molto differenziati tra loro.

Il settore settentrionale è incentrato sulla dominante ambientale marino-costiera del promontorio di Capo Marargiu, estrema propaggine rocciosa di origine basaltico-andesitica oltre la quale si sviluppa il sistema ambientale dell'alta valle del Temo, con la

rada di Bosa segnata dalla foce del fiume. Tale settore è ricompreso all'interno del SIC "Entroterra e Zona Costiera tra Bosa, Capo Marargiu e Punta Tangone", caratterizzato dalla presenza dell'habitat del grifone.

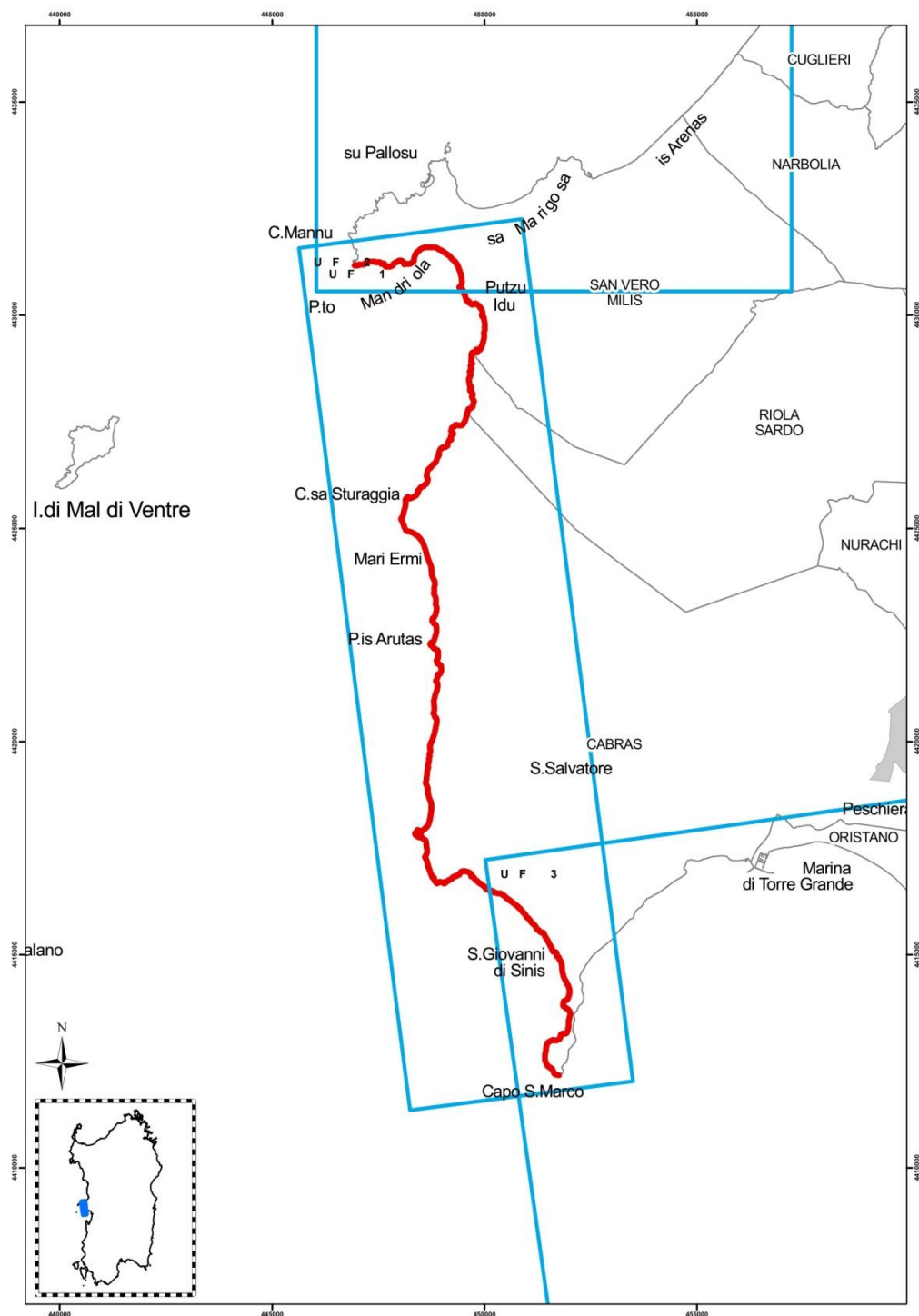
A sud si estende il settore costiero della Planargia, tra Torre Argentina e la foce del Riu Mannu di Cuglieri, caratterizzata da coste alte e rocciose predominanti sulle poche spiagge e cale pietrose, dall'estuario navigabile del Temo e dalla presenza dei nuclei insediativi ad anfiteatro sul mare di Bosa Marina, Sa Lumenera, Santa Maria del Mare, Porto Alabe.

A sud della foce del Rio Mannu si estendono le propaggini costiere del massiccio vulcanico del Montiferru, che si snodano verso sud con andamento accidentato fino a ricoprire il profilo costiero di Santa Caterina di Pittinuri e i substrati calcareo-marnosi. Le coste del Montiferru sono segnate da falesie pressoché continue da Punta di Foghe a Punta S'Archittu, raramente interrotte da spiagge ciottolose poco profonde, da terrazzi marini di erosione e da piccole piane costiere. Caratteristico è l'articolato sistema costiero delle baie di Santa Caterina di Pittinurri e di S'Archittu, delimitato dallo sviluppo irregolare di archi rocciosi, falesie e scogliere scolpite su arenarie e calcareniti biancastre del terziario. Costituiscono la struttura insediativa i centri costieri di Santa Caterina di Pittinurri, S'Archittu e Torre del Pozzo.

L'Unità Fisiografica si chiude, a sud, con il compendio sabbioso di Is Arenas, caratterizzato da uno dei più ampi campi dunari della Sardegna, stabilizzato negli anni 50 e sede di alcuni nuclei di servizi turistico-ricettivi (campeggi) localizzati presso le foci del Riu Pischinappiu e con le piccole baie sabbiose di Su Pallosu, Sa Mesalonga, Sa Salina Manna, presso il promontorio di Capo Mannu con i centri turistici di Sa Rocca Tunda, Su Pallosu e Mandriola. Il promontorio di Capo Mannu è interamente ricompreso all'interno del SIC "Stagno di Putzuldu" (Salina Manna e Pauli Marigosa).

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
17,34	15,0%	72,34	62,6%	22,51	19,5%	1,16	1,0%	2,28	2,0%	115,62

7.2.2. UF. 02 - Capo Mannu – Capo S.Marco



L'Unità Fisiografica, delimitata tra i promontori di Capo Mannu e di Capo San Marco, ricomprende il profilo costiero della penisola del Sinis caratterizzato dall'alternanza di piccole baie e ampie falcate sabbiose, promontori e falesie, che, verso l'interno, lasciano il posto agli ondulati rilievi collinari e ai modesti tavolati basaltici di Su Pranu e Roia Sa Murta nel comune di Cabras.

Le spiagge più rappresentative sono Sa Salina Manna, S'Arena Scoada, Maimoni-Is Arutas-Is Caogheddass, Funtana Meiga, San Giovanni.

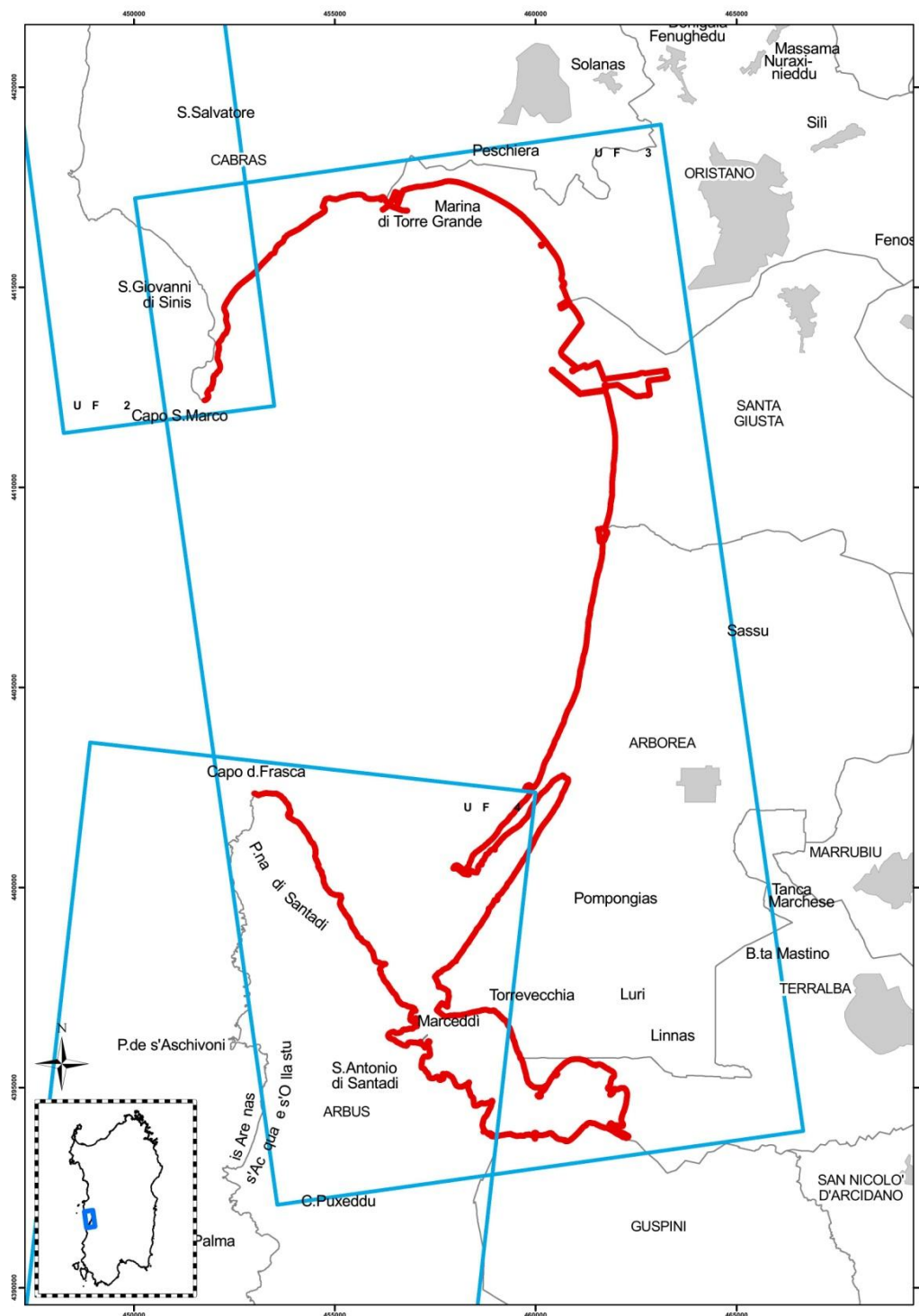
Nell'Unità è presente un importante sistema di zone umide del Sinis, costituite dallo stagno de Sa Salina, de Is Benas, di Sal'e Porcus e dal più vasto compendio umido di Cabras e Mistras, cui afferiscono le acque superficiali del bacino idrografico del Rio Mare e Foghe.

L'alta valenza ambientale del settore marino-costiero, che include l'isola Mal di Ventre e di Catalano, è riconosciuta dalla istituzione del Sic "Isola di Mal di Ventre e di Catalano" e dell'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre".

Sull'Unità Fisiografica insistono i nuclei insediativi di Funtana Meiga e San Giovanni di Sinis, localizzati nel settore meridionale. Inoltre, La presenza dell'insediamento di epoca fenicia di Tharros, conferisce alla penisola del Sinis anche una importante valenza storico-culturale e turistica.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
17,90	34,4%	25,05	48,2%	9,00	17,3%	0,02	0,0%	0,00	0,0%	51,98

7.2.3. UF. 03 - Capo S.Marco – Capo Frasca



L'Unità Fisiografica ricomprende l'intero Golfo di Oristano dal promontorio di Capo San Marco a Capo Frasca, che sottende un vasto ambito territoriale sul Campidano di Milis a nord, il sistema idrografico del Tirso, il Campidano Maggiore e il Campidano di Simaxis.

A nord sono presenti il sistema umido e il relativo bacino di alimentazione dello stagno di Cabras, la rete idrografica del Medio e Basso Tirso e gli stagni di Pauli Majori e Santa Giusta.

La parte centro-meridionale è occupata dalla piana alluvionale di Arborea, tra il sistema idrografico del Riu Siurru, principale immissario dello Stagno di S'Ena Arrubia, e lo Stagno di San Giovanni e la Laguna di Marceddi, che costituiscono i bacini di raccolta del sistema di canalizzazione della bonifica di Arborea.

Il settore meridionale è impostato sulla bassa valle del Rio Sitzzerri, che convoglia i deflussi canalizzati del bacino idrografico comprendente il settore minerario di Montevecchio nello stagno di Marceddi-San Giovanni, e sulla piana colluvio-alluvionale di Santa Maria di Neapolis, digradante dolcemente verso lo stagno di Marceddi, di raccordo al tavolato basaltico di Capo Frasca (soggetto a esclusivi usi militari) e alle falde nord-occidentali del massiccio vulcanico dell'Arcuentu.

Il litorale del Golfo di Oristano si sviluppa con un ampio arco ellittico su una costa bassa, prevalentemente sabbiosa, sulle spiagge di La Caletta, del Mare Morto, di Torre Grande, di Abba Rossa, del litorale di Arborea, di Corru Mannu e del litorale di Marceddi. La continuità del cordone litoraneo è interrotta dalla presenza di foci fluviali, in gran parte canalizzate, dei fiumi Tirso, Rio Mogoro e Rio Flumini Mannu, che si alternano ai numerosi canali lagunari attraverso cui le acque marine del golfo si connettono con i sistemi umidi di Is Benas, Mistras, Cabras, Santa Giusta, Pauli Maiori, S'Ena Arrubia, Corru Mannu, Corru S'Ittiri, San Giovanni e Marceddi.

Il complesso dei sistemi stagnali e lagunari, oltre a costituire il naturale sistema di espansione idraulica dei corsi d'acqua, assume un ruolo di rilievo per il suo primario interesse paesaggistico ed ecologico, poiché ospita habitat di straordinaria rilevanza per l'avifauna acquatica, per le numerose specie ittiche e bentoniche presenti, per il forte interesse economico che riveste in quanto sede di importanti attività legate all'allevamento ittico. L'alta valenza ambientale dell'Unità è confermata dalla presenza dei SIC "Isola di Mal di Ventre e Catalano", "Stagno di Mistras di Oristano", "Stagno di Cabras", "Stagno di Santa Giusta", "Stagno di S'Ena Arrubia e territori limitrofi", "Stagno di Corru S'Ittiri", e delle ZPS "Stagno di Mistras", "Stagno di Cabras", "Stagno di Pauli Majori", "Stagno di S'Ena Arrubia", "Corru S'Ittiri, stagno di S. Giovanni e Marceddi" e dell'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis - Isola di Mal Di Ventre".

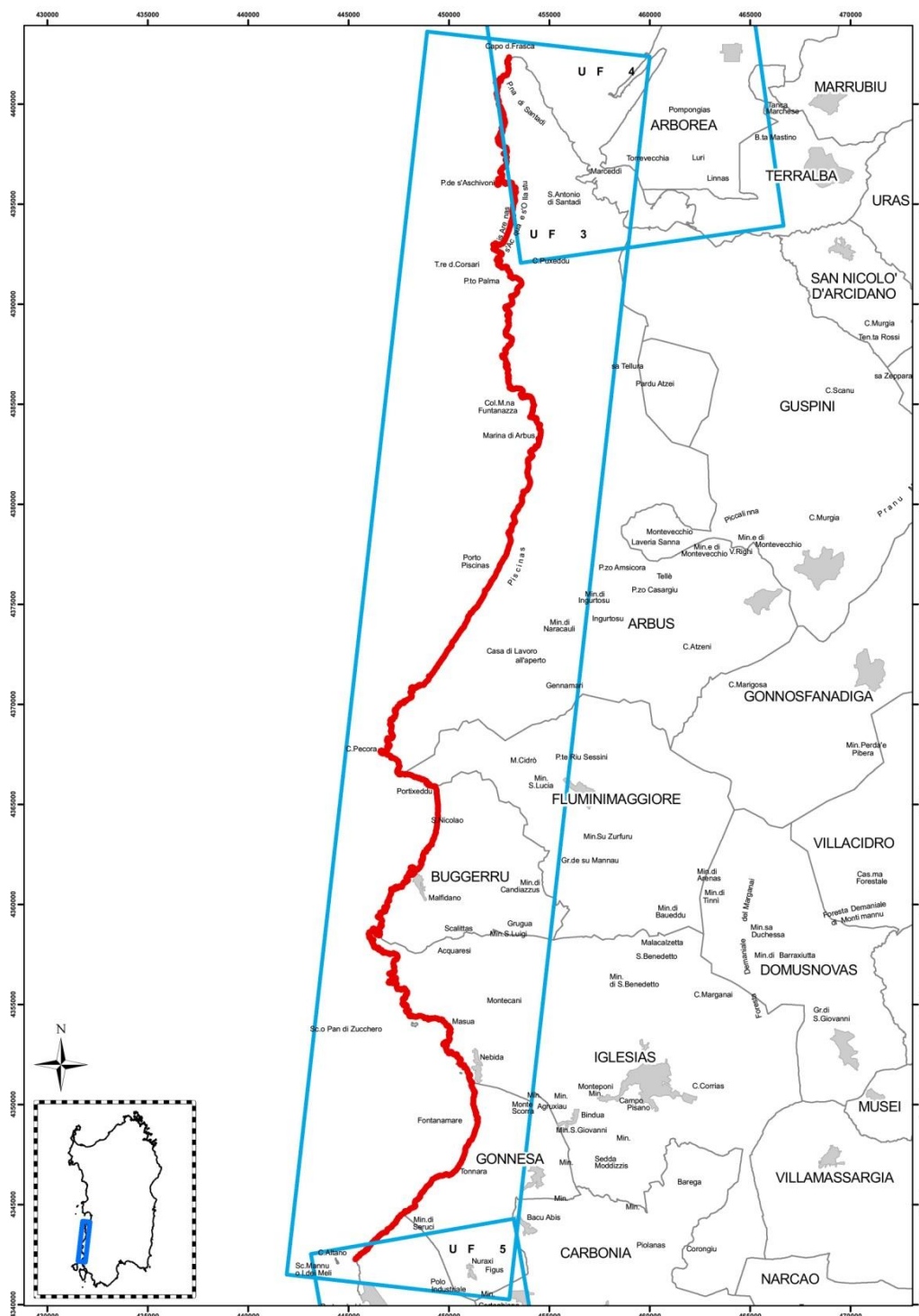
Caratteristico dal punto di vista insediativo e paesaggistico è il sistema della bonifica integrale del comprensorio dello Stagno di Sassu, costituito da grandi estensioni irrigue lungo l'asse del Tirso e nella piana di Terralba e Arborea e dai nuclei insediativi legati alla città di fondazione di Mussolinia di Sardegna, ridenominata Arborea.

L'insediamento costiero, qui più rado che altrove, allinea alcune borgate marine in diretta relazione con le acque del golfo e la città consolidata: il centro di Torre Grande presso Cabras, il nucleo insediativo turistico di Ala Birdi presso Arborea ed il villaggio di pescatori di Marceddi.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
34,09	79,3%	5,44	12,6%	0,00	0,0%	0,89	2,1%	2,59	6,0%	43,00

7.2.4. UF. 04 - Capo Frasca – Capo Altano

L'Unità Fisiografica è definita sul settore costiero noto come Costa Verde costituita dagli ambiti territoriali di Marina di Arbus, con i sistemi sabbiosi di Piscinas e Scivu; il golfo di



Buggerru, con il sistema sabbioso di San Nicolao; le falesie di Nebida e Masua; l'ampio arco costiero della marina di Gonnese, con il sistema sabbioso di Fontanamare-Plagemesu.

Il settore settentrionale dell'Unità Fisiografica è occupato dai versanti occidentali del promontorio vulcanico di Capo Frasca costituito da un tavolato basaltico, rilevato di circa 80 metri sul livello del mare. Più a sud è presente il Golfo di Pistis, dominato dal sistema di spiaggia e dal complesso dunare di Is Arenas-S'Acqua e S'Ollastu, racchiusi l'emergenza

rocciosa di Torre di Flumentorgiu-Torre dei Corsari e Punta de S'Achivoni, con i centri insediativo-turistici di Pistis e Torre dei Corsari.

Il settore centro-settentrionale dell'Unità si sviluppa con orientamento N-S Porto Palma a nord, piccolo sistema sabbioso sviluppato in particolare nel settore sommerso, fino al promontorio roccioso di Capo Pecora a sud. Questo arco costiero è caratterizzato da importanti sistemi di spiaggia connessi a campi dunari tra i più vasti dell'isola (Piscinas e Scivu), che si spingono anche per diversi chilometri nell'entroterra, alternati ad ampi tratti di costa alta e rocciosa con promontori e falesie.

In particolare il complesso di Piscinas Scivu è costituito da un ampio sistema di spiaggia, esteso per oltre 10 km a nord del promontorio granitico di Capo Pecora e dal retrostante campo dunare che si inoltra per circa 5 km verso l'interno fino alla fascia retrodunare del Riu di Bau, con una rilevante estensione delle strutture dunali ancora attive.

Il campo dunare, costituito da coperture sabbiose di rielaborazione recente e attuale, è impostato sopra una più antica coltre detritica quaternaria. Queste formazioni, che nel loro complesso formano un'ampia platea debolmente digradante verso il mare, sono interrotte bruscamente, presso il limite costiero, da una ripa di erosione marina alta fino a 25 metri slm. Esse occupano una vasta rientranza costiera, di elaborazione prevalentemente marina, impostata su rocce scistose paleozoiche appartenenti all'“Unità dell'Arburese” e rappresentano l'ossatura geologica del territorio considerato. Il complesso dunale è ricoperto e consolidato dalla presenza di una vegetazione costituita prevalentemente da ginepro e lentisco; significativa risulta inoltre la presenza di una stazione di pino domestico.

Il sistema di spiaggia è modellato, nel suo settore settentrionale, dal sistema delle foci del Rio Piscinas e Naracauli, che sottendono un sistema oro-idrografico esteso fino al settore minerario di Montevecchio Ponente e Ingurtosu. L'alta valenza ambientale ed ecologica dell'ambito, che rappresenta un habitat favorevole per la fauna e ospita lungo il suo litorale siti di nidificazione della testuggine marina, è confermata dalla presenza di diversi SIC: “Is Arenas S'Acqua e S'Ollastu”, “Monte Arcuentu e Rio Piscinas”, “da Piscinas a Riu Scivu” e “Capo Pecora”.

In questo settore gli insediamenti turistici stagionali sono limitati alle località di Funtanazza e Marina di Arbus (Gutturu 'e Flumini). Caratteristica è la presenza diffusa di elementi isolati di archeologia industriale, legati all'attività mineraria estrattiva, quali la colonia marina di Funtanazza e l'ex deposito a mare di Piscinas, oggi adibito a struttura ricettiva.

Il settore centro-meridionale dell'Unità Fisiografica è individuato tra il promontorio di Punta Guardia de Is Turcus, a sud di Capo Pecora e le spiagge di Funtanamare-Plag'e Mesu.

La costa è prevalentemente alta e rocciosa, interrotta da alcuni importanti sistemi sabbiosi: il complesso spiaggia duna di Portixeddu San Nicolò, con un campo dunare parabolico stabilizzato e il sistema Fontanamare-Plag'e Mesu, comprendente la zona umida di Sa Masa nella piana costiera di Gonnese.

Tra Buggerru e il porto di Nébida si estende il promontorio che culmina con il capo roccioso di Torre Domestica, uno scenario marino-litorale strettamente interconnesso a quello delle acque superficiali incanalate che hanno dato luogo a incisioni torrentizie, valli

incassate in roccia, canyon e canali, in cui si inserisce il sistema di sabbioso di Cala Domestica.

L'estremità meridionale del tratto costiero è caratterizzata dalla presenza degli insediamenti portuali minerari dismessi di Porto Flavia, Porto di Masua, Porto Corallo, Porto Ferro, Porto Nebida che, insieme allo scoglio di Pan di Zucchero, delineano un tratto costiero tra i più singolari della costa occidentale della Sardegna. Per il resto, la presenza insediativa sulla fascia costiera è limitata ad alcuni elementi localizzati in prossimità dei principali sistemi sabbiosi presso la spiaggia di Portixeddu, dove si trova il centro abitato di Buggerru, e presso Porto Paglia-Plag'e Mesu.

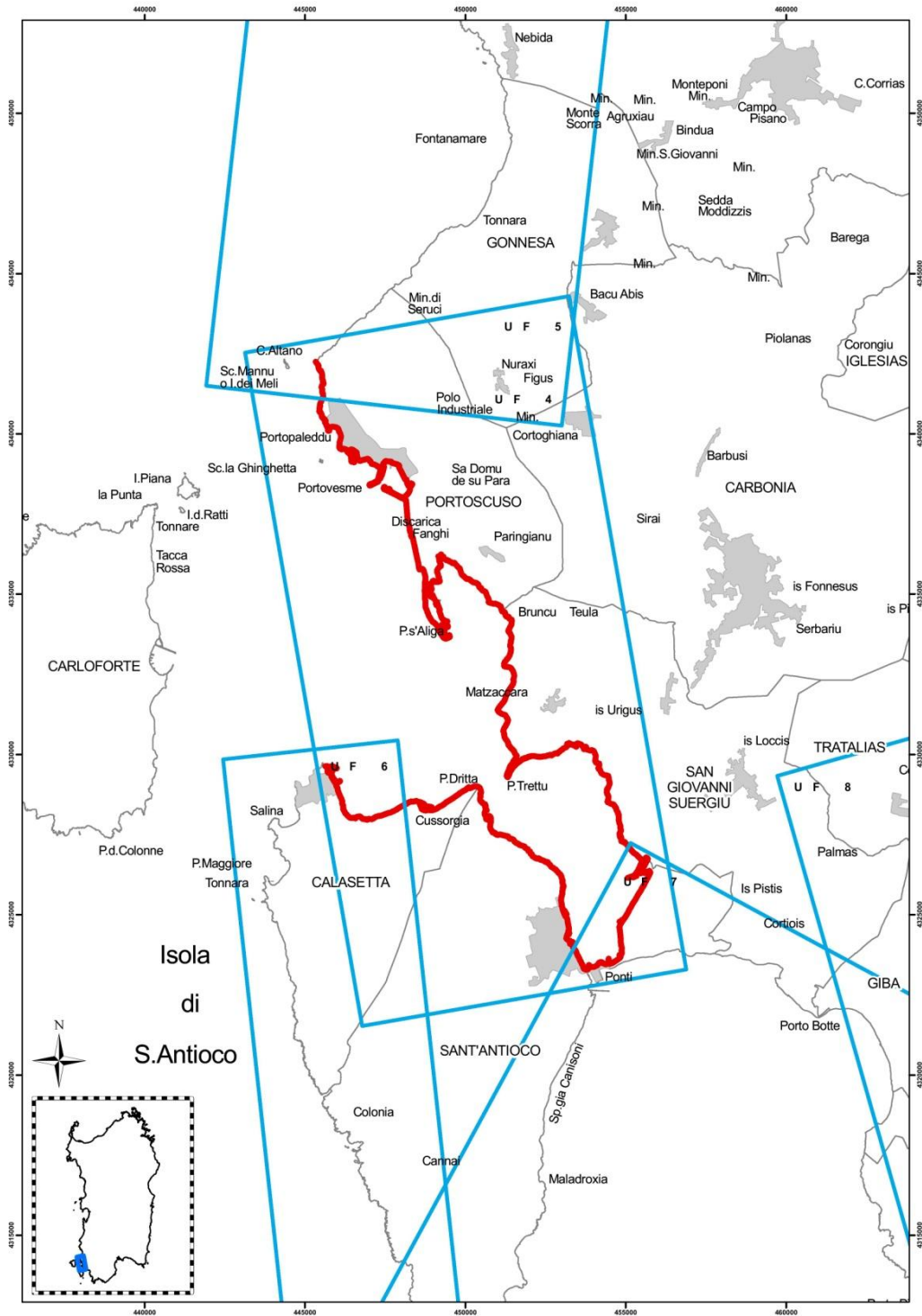
In questo settore sono stati istituiti diversi Siti di Importanza Comunitaria: Capo Pecora, Is Compinxius - Campo Dunale di Bugerru – Portixeddu, Costa di Nebida, Da Is Arenas a Tonnara (Marina di Gonnese).

L'Unità Fisiografica chiude a sud sulle coste alte e a falesia di Porto Paglia, Guroneddu e Capo Altano, impostate sulle rocce vulcaniche del bacino del Sulcis caratterizzate da una dinamica attiva legata a processi gravitativi e di erosione dei versanti.

Il centro insediativo più rilevante in questo settore è la tonnara di Porto Paglia, il cui insediamento ha col tempo perso la sua funzione industriale originaria per acquisire un carattere turistico-residenziale.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
22,61	20,2%	75,07	66,9%	12,92	11,5%	1,14	1,0%	0,47	0,4%	112,22

7.2.5. UF. 05 - Capo Altano - Calasetta



L'Unità Fisiografica è costituita dalla fascia costiera sottesa dal "mare interno" del sistema insulare del Sulcis, formato dalle isole di Sant'Antioco e di San Pietro, che si estende dal promontorio di Capo Altano sino al Porto di Calasetta.

Il settore settentrionale dell'Unità comprende la fascia costiera di Portoscuso e San Giovanni Suergiu, in cui si distinguono i seguenti ambiti:

- il sistema lagunare di Boe Cebus, separato dal mare aperto dal sistema sabbioso della freccia litoranea di Punta S'Aliga, cui affluiscono le acque incanalate dall'incisione

valliva del Rio Flumentepido e quelle del sistema idrografico del Rio Paringianu, interessato nella piana costiera da importanti interventi di canalizzazione; sull'area insiste il SIC "Punta S'Aliga", nonché una importante risorsa economica legata alle attività di allevamento ittico e pesca;

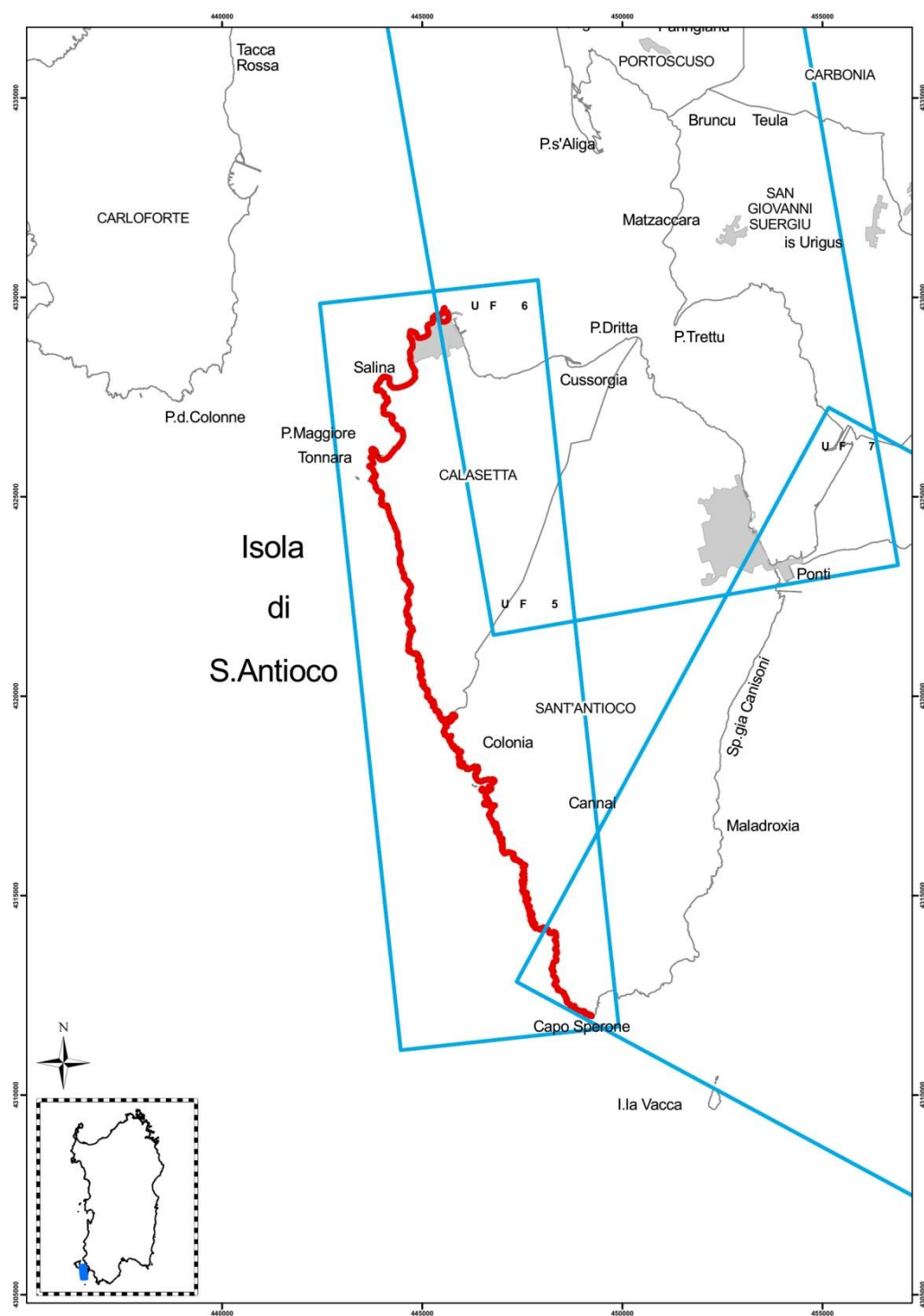
- la depressione vulcano-tettonica dello Stagno 'e Forru, un'area racchiusa da rilievi vulcanici;
- il sistema dei corpi dunari di Punta S'Arena, poggiati sui rilievi ignimbrici del Monte Matzaccara, che disegnano una barriera fisica tra il sistema sabbioso e la omonima piana alluvionale-costiera, per ritrovare la continuità spaziale in prossimità freccia litoranea di Punta Trettu;
- la piana alluvionale-deltizia del Rio Macquarba, che comprende l'area sub pianeggiante che digrada dolcemente;
- l'insenatura marino-litorale racchiusa tra la costa di Sant'Antioco e quella sulcitana, che mostra una spiccata tendenza evolutiva verso condizioni lagunari.

L'Unità Fisiografica si chiude con il settore costiero nord-orientale dell'Isola di Sant'Antioco, compreso tra gli abitati di Sant'Antioco e Calasetta. L'ambito ha una conformazione pressoché pianeggiante (piane costiere di Sant'Antioco, di Cannisoni e Calasetta, piana di fondovalle del Rio Tupei), e si caratterizza per la presenza di centri urbani di impianto storico quali Calasetta, Portoscuso, Sant'Antioco e delle infrastrutture del polo produttivo del Consorzio Nucleo Industriale Sulcis-Iglesiente, con lo scalo portuale di Portovesme, la discarica di fanghi rossi degli impianti metallurgici in località Sa Foxi. La presenza della zona industriale ha determinato la realizzazione interventi di bonifica idraulica, canalizzazioni, scarico di reflui con stoccaggio e messa a dimora di scorie industriali, che hanno comportato irreversibili alterazioni geomorfologiche dell'ambito e la compromissione del sistema ambientale.

Permangono inoltre le infrastrutture connesse alla pratica tradizionale della pesca, quali le tonnare dismesse, di rilevante interesse storico-architettonico.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
48,26	70,4%	6,65	9,7%	1,06	1,5%	1,37	2,0%	11,20	16,3%	68,54

7.2.6. UF. 06 - Calasetta – Capo Sperone



L'Unità Fisiografica è individuata nel settore marino-costiero occidentale dell'Isola di Sant'Antioco compreso tra il porto di Calasetta e Capo Sperone.

Il settore settentrionale dell'Unità è costituito dal sistema di baie e promontori di Punta Maggiore-Sottotorre, comprendente la Spiaggia Grande di Calasetta e di Sa Salina.

Il settore sud, tra Punta Maggiore a Capo Sperone, è invece costituito da una costa rocciosa con falesie sul mare alte a tratti fino a 50 m, in cui si inseriscono le baie di Cala Lunga, Cala Saboni e Porto Sciusciau.

Oltre al centro urbano di Calasetta e alla sua l'infrastruttura portuale, sono presenti i nuclei turistici, Mercury e Villaggio Polifemo, sorti in prossimità della spiaggia di Cala Saponi e alcune tonnare dismesse, parte del patrimonio storico-architettonico ereditato dalla tradizionale pratica della pesca del Tonno.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
2,31	3,9%	53,08	89,9%	2,50	4,2%	0,59	1,0%	0,56	1,0%	59,04

7.2.7. UF. 07 - Capo Sperone – Capo Teulada



L'Unità Fisiografica è individuata nel settore marino-costiero del Golfo di Palmas compreso tra la costa sud-orientale dell'Isola di Sant'Antioco, tra Capo Sperone e la città di Sant'Antioco e la costa sarda sud-occidentale, tra l'istmo di Sant'Antioco fino al e Capo Teulada.

Il segmento più occidentale dell'Unità fino a Torre Cannai è impostato, dapprima, sulle pendici dei rilievi vulcanici che sottendono una costa prevalentemente rocciosa, quindi sulle successioni carbonatiche mesozoiche che danno luogo a sistemi costieri bassi con spiagge sabbiose a compendi lagunari, dove si inseriscono i principali nuclei insediativi (Is Pruinis, Maladroxia e Peonia Rosa).

Il settore centrale dell'Unità, tra il Ponte Romano di Sant'Antioco e la foce del Riu Palmas, è interessato dalla presenza di un importante sistema umido, Stagno di Santa Caterina-Salina di Sant'Antioco, separato dal mare da un esteso cordone sabbioso che costituisce la "Penisola di Corru Longu" e di "Su Caderanu". L'elemento insediativo di maggior rilievo è dato dalla ex centrale elettrica di Santa Caterina, segnale territoriale emergente posto a presidio dell'istmo di Sant'Antioco.

Il settore orientale è invece costituito dalle piane agricole costiere che, dal sistema idrografico del Rio San Milano (San Giovanni Suergiu), si sviluppano a sud fino a lambire i margini dei rilievi granitici che culminano nel promontorio di Punta di Cala Piombo (Sant'Anna Arresi). Si tratta di un vasto compendio agricolo caratterizzato da un articolato sistema di aree umide litoranee, servito da un dispositivo di drenaggio idraulico e di protezione periferica delle zone umide dall'afflusso idrico, funzionale al sistema di vasche di evaporazione per la produzione del sale di cui fanno parte lo Stagno di Santa Caterina, le Saline di Sant'Antioco, lo Stagno di Mulargia e di Porto Botte e, più a sud, il sistema di spiagge e lagune di Porto Pino-Stagno Is Brebeis.

Il Riu Palmas sfocia a est della Salina di Sant'Antioco con un aggetto deltizio asimmetrico per la progradazione dei sedimenti alluvionali verso est; la piana alluvionale, presso il delta, è interessata dal sistema umido costiero dello Stagno di Mulargia.

Poco più a sud si trova invece la piana costiera di Porto Botte-Masainas, su cui insiste la zona umida degli stagni di Porto Botte e Baiocco retrostanti il campo dunare, in buona parte stabilizzato da una vegetazione arborea e arbustiva ed il cordone di spiaggia di Porto Botte Paristeris (Sa Salina), in equilibrio precario per arretramento della linea di riva.

Segue quindi un tratto di costa prevalentemente rocciosa, impostata su un substrato carbonatico o su eolianiti che si estende da Paris Sarrisino a Porto Pineddu, con ripe d'erosione e falesie. L'andamento rettilineo di questo tratto di costa è interrotto dalle piccole baie di Cala sa Barracca e Cala su Turcu.

Presso Porto Pineddu si riconosce un tratto invece caratterizzato da una costa bassa, localmente sabbiosa, e un campo dunare semistabilizzato e stabilizzato che si spinge per alcune centinaia di metri entro l'istmo del promontorio.

Nel promontorio carbonatico di Porto Pino la linea di costa è impostata su importanti depositi dunari würmiani cementati, interessati da un processo di smantellamento che alimenta il ripascimento naturale della spiaggia di Porto Pino.

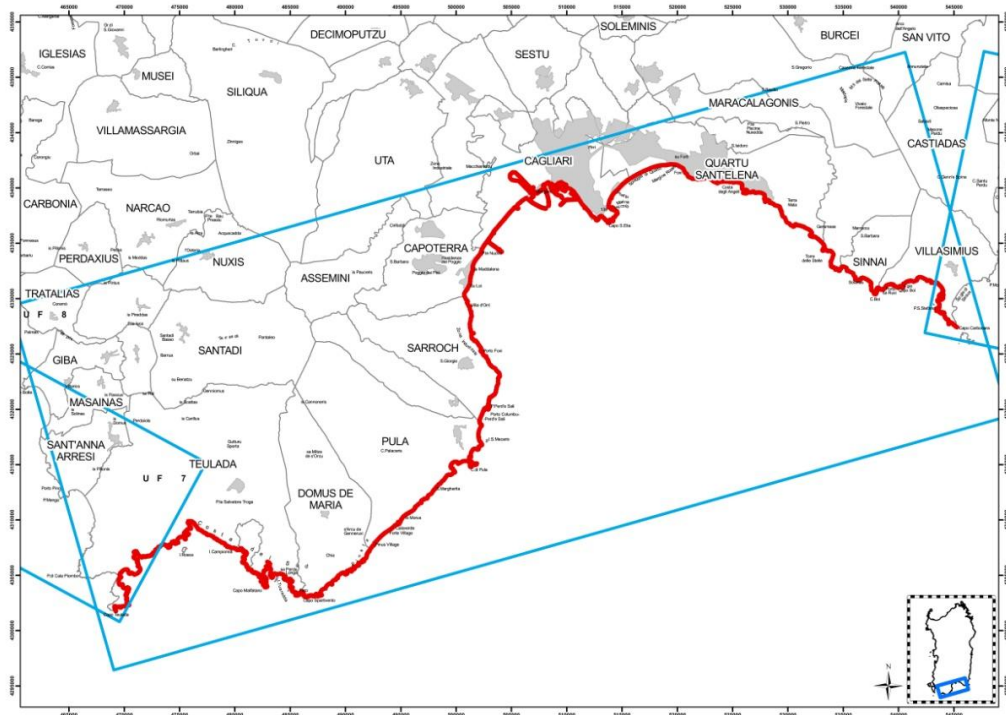
Il litorale sabbioso di Porto Pino si estende per oltre 5 chilometri e separa lo stagno di Porto Pino dal mare. Il tratto più meridionale è caratterizzato dalla presenza di un esteso campo di dune mobili a struttura complessa. L'omonimo complesso stagnale, che occupa una vasta superficie depressa retrodunare, è costituito da diversi bacini attigui comunicanti tra loro attraverso stretti canali di raccordo (Stagno di Porto Pino, Stagno di Is Brebeis, Stagno di Maestrale, Stagno di Foxi).

L'Unità si chiude a sud con un settore roccioso compreso tra Guardia Desogus e Punta Cala Piombo, impostato su litologie paleozoiche di natura vulcanica e profilo frastagliato, caratterizzato da tratti in falesia (Punta Cala Piombo) e da tratti in costa bassa rocciosa e piccole baie (Porto Zaffaraneddu e Cala Arrespiglia).

Il sistema insediativo è strutturato sulla piana agricola costiera, dove si localizzano i centri maggiori di Sant'Anna Arresi, Giba, Tratalias e San Giovanni Suergiu e gli insediamenti turistici costieri, a carattere stagionale, di Porto Pinetto e Porto Pino, cresciuti a ridosso del sistema umido litoraneo dello Stagno di Is Brebeis e della peschiera di Porto Pino.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
31,07	37,1%	43,63	52,1%	6,74	8,0%	0,84	1,0%	1,50	1,8%	83,78

7.2.8. UF. 08 - Capo Teulada – Capo Carbonara



L'Unità Fisiografica comprende i Golfi di Cagliari e Teulada ed è costituita da sistemi marino-costieri notevolmente differenziati tra loro.

A ovest si trova il sistema del Golfo di Teulada definito all'interno dell'arco costiero chiuso tra il Promontorio di Capo Teulada e quello di Capo Malfatano. La costa ha uno sviluppo prevalentemente roccioso e un profilo a rias, caratterizzato da profonde insenature, piccole spiagge di fondo baia, ripe d'erosione e falesie attive. Le piane costiere delle basse valli fluviali si aprono verso mare attraverso profonde insenature e baie, tali da rappresentare dei veri e propri approdi naturali, come Cala Piombo, Porto Zaffaranu, Porto Scudo, Porto Teulada, Piscinnì e Porto Malfatano. Il territorio costiero è in gran parte soggetto ad usi militari e sul profilo costiero la struttura insediativa è imperniata sul piccolo di Porto Teulada.

Il settore costiero è caratterizzato dal promontorio di Capo Teulada collegato all'entroterra da un istmo che separa le due insenature Baia di Cala Piombo e Baia di Porto Zaffaranu, la prima, originatisi dal disfacimento dei costoni rocciosi limitrofi, costituita da sedimenti clastici grossolani, anche di rilevanti dimensioni e la seconda, tipica spiaggia di fondo baia, caratterizzata da un campo dunare di retrospiaggia in parte stabilizzato. Il promontorio di Capo Malfatano chiude a ovest la profonda ria di Porto Malfatano, originatasi dalla sommersione della valle fluviale di confluenza tra il Canale Malfatano e il Rio Ega de Piscinnì. L'ambito marino interno dell'insenatura, con caratteri idraulici e vegetazionali tipicamente lagunari, presenta un assetto naturale conforme all'utilizzo come peschiera.

Immediatamente a est della ria di Porto Malfatano si trova la Spiaggia di Tuarredda, situata nel fondo della baia retrostante l'isola omonima.

L'arco costiero del Golfo di Teulada è chiuso a est dalle pendici costiere del sistema orografico di Monte Filau-Capo Spartivento, impostato su formazioni prevalentemente cristalline.

In questo settore insistono le aree SIC "Isola Rossa e Capo Teulada" e "Stagno di Piscinnì".

L'Unità Fisiografica sul Golfo di Cagliari apre a est con il sistema costiero di Chia.

Il tratto presenta un andamento rettilineo NE-SW che si sviluppa secondo un sistema di baie sabbiose, cordoni litoranei ed estesi campi dunari, la cui continuità è interrotta da emergenze rocciose (Isola Su Giudeu, Porto Campana, Monte Cogoni) e da depressioni stagnali delle piane alluvionali-costiere di Su Pranu Spartivento e di Chia. Questi sistemi di spiaggia, che compongono ampie falcate sabbiose con vasti campi dunari e con zone umide retrolitorali sono di fondamentale importanza nel mantenimento degli equilibri morfodinamici del settore marino-litorale. Il sistema costiero roccioso tra Su Cardolino e Pinus Village, è invece impostato sul complesso orografico di Monti Sa Guardia costituito da litologie granitiche e scistoso-metamorfiche.

Gli insediamenti storici sono localizzati nelle piane costiere, ossia nelle aree di sviluppo delle tradizionali pratiche agricole; gli stessi insediamenti sono oggi talvolta convertiti in attività ricettive turistiche, mentre il nuovo sviluppo insediativo è correlato alla fruizione turistica dei litorali.

A tutela di questo settore costiero è stata istituita l'area SIC "Porto Campana".

Il settore centro-orientale dell'Unità Fisiografica, ricomprende le pendici costiere dei rilievi di Monte Arrubiu, Punta Marturedda e Monte Mereu, culminanti nel promontorio di Punta Zavorra, che separa fisicamente l'ambito litoraneo di Porto Columbu e Pula, a sud, da quello di Capoterra e Sarroch, a nord.

Lungo il tratto costiero tra Porto de Su Scovargiu e Punta d'Agumu, costituito da brevi tratti in roccia e da un'ampia falcata sabbiosa situata tra il porticciolo di Cala Verde e Cala Bernardini, si sviluppa il sistema insediativo turistico-residenziale di Santa Margherita di Pula e, a ridosso del litorale sabbioso di Cala Marina, il nucleo insediativo di Foxi 'e Sali Monte Agumu.

Il settore costiero di Nora costituisce un sistema ambientale articolato in cui la presenza dei promontori rocciosi di Capo di Pula, Punta d'Agumu e Punta S. Maria ha determinato lo sviluppo e l'evoluzione di alcuni paleocordoni sabbiosi, testimoniati dalle isolette presenti nella Baia di Sant'Efisio e dall'isola di Fradis Minoris, che chiude verso il mare la zona umida di Nora. I promontori rocciosi sono caratterizzati da falesie attive, tra le quali, quella del Capo di Pula è una delle più significative. Il Capo è unito alla terraferma da uno stretto istmo costituito da sabbie cementate tirreniane sormontate da depositi di spiaggia attuali. Fanno inoltre parte di questo sistema ambientale la peschiera di Nora, che occupa una superficie lagunare solo in parte naturale alimentata dal Rio Arrieras e la rada di Sant'Efisio, caratterizzata dalla presenza di un cordone sabbioso esteso fino al promontorio di Punta Santa Vittoria e delimitato, internamente, dall'insediamento turistico di Su Guventeddu.

Verso ovest, oltre la spiaggia di Foxi Durci situata in corrispondenza della foce del Rio di Pula, si inserisce il settore costiero di Porto Columbu e Perd'e Sali. Il tratto, interamente urbanizzato, si estende per oltre 2 chilometri da Punta Furcadizzo a Punta Perd'e Sali.

La piana di Capoterra chiude verso Cagliari il settore occidentale dell'Unità Fisiografica. Essa è costituita da estesi depositi di glaci e da alluvioni antiche terrazzate che dalle pendici nord-orientali dei rilievi del Sulcis si estendono fino alla costa, tra cui, anche la conoide e le alluvioni del Rio San Gerolamo e del Rio Santa Lucia.

In corrispondenza delle foci di questi fiumi si è costituito un cordone litorale esteso circa 3 km a ridosso del quale si è sviluppata un'area residenziale diffusa di La Maddalena-Frutti d'Oro. L'area industriale del petrolchimico di Sarroch occupa il settore meridionale della piana, per una vasta area, estesa oltre 3 km².

Il settore centrale dell'Unità Fisiografica è individuato sull'arco costiero sotteso dalla città di Cagliari.

La dorsale di Cagliari e gli alti strutturali delle colline mioceniche, impostati secondo le direttrici tettoniche campidanesi NO-SE, costituiscono l'ossatura geostrutturale sui cui si è sviluppato il centro urbano. La dorsale, che termina in mare in corrispondenza del promontorio di Capo Sant'Elia, oltre a rappresentare l'elemento di separazione fisica tra le zone umide di Santa Gilla e Molentargius, condiziona in misura importante le dinamiche meteomarine e gli equilibri fisico-ambientali delle acque del Golfo.

A ovest, la vasta zona umida dello Stagno di Cagliari e della Laguna di Santa Gilla costituiscono la più vasta zona umida della Sardegna, costituendo il bacino recettore di un esteso sistema idrografico che dal Campidano di Cagliari si estende fino al Sarcidano, a buona parte dell'Iglesiente e al Sulcis. La zona umida chiude con l'ampia falcata sabbiosa di La Playa-Giorgino, interrotta, nel suo settore orientale, dal Porto Canale.

A est si individua la depressione stagnale di Molentargius, cui afferisce un bacino di alimentazione che si spinge fino ai rilievi collinari di Settimo San Pietro e Sinnai, impostata nell'estremità sud-orientale dello sprofondamento tettonico del Campidano e culminante con la falcata sabbiosa del litorale del Poetto.

Le zone umide di Santa Gilla e Molentargius rappresentano sistemi ambientali di notevole valenza ecologica, su cui sono stati quindi istituiti i SIC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" e "Stagno di Molentargius e territori limitrofi" e le ZPS "Stagno di Cagliari" e "Saline di Molentargius".

L'Unità Fisiografica si chiude, a est, con l'arco costiero orientale del Golfo di Cagliari che dal Margine Rosso si estende fino al promontorio granitico di Capo di Carbonara. Il settore costiero, costituito dalle pendici meridionali del massiccio granitico di Serpeddì-Sette Fratelli, è caratterizzato dalla presenza di falcate sabbiose e spiagge di baia geneticamente legate all'evoluzione della rete idrografica drenante gli estesi bacini montani retrostanti. Al suo interno si individuano: la fascia litoranea di Foxi-Capitana, il cui assetto morfologico deriva principalmente dallo spianamento dei depositi di versante e delle conoidi alluvionali del Rio Foxi, del Rio Su Pau e del Rio Cuba; la baia sabbiosa di Geremeas, alimentata durante la stagione delle piene dalla foce dell'omonimo Rio; il promontorio granitico di Punta Torre de Su Fenogu, su cui sorge l'insediamento turistico di Torre delle Stelle; la piana alluvionale costiera del Rio Solanas e l'antistante sistema di spiaggia; il sistema litorale e le spiagge di fondo baia del Golfo di Carbonara con i compendi dunali di Porto Saruxi e Campo Lungu, quest'ultimo in parte stabilizzato negli anni '60 da massicci interventi di forestazione e in parte spontaneamente colonizzato da importanti formazioni

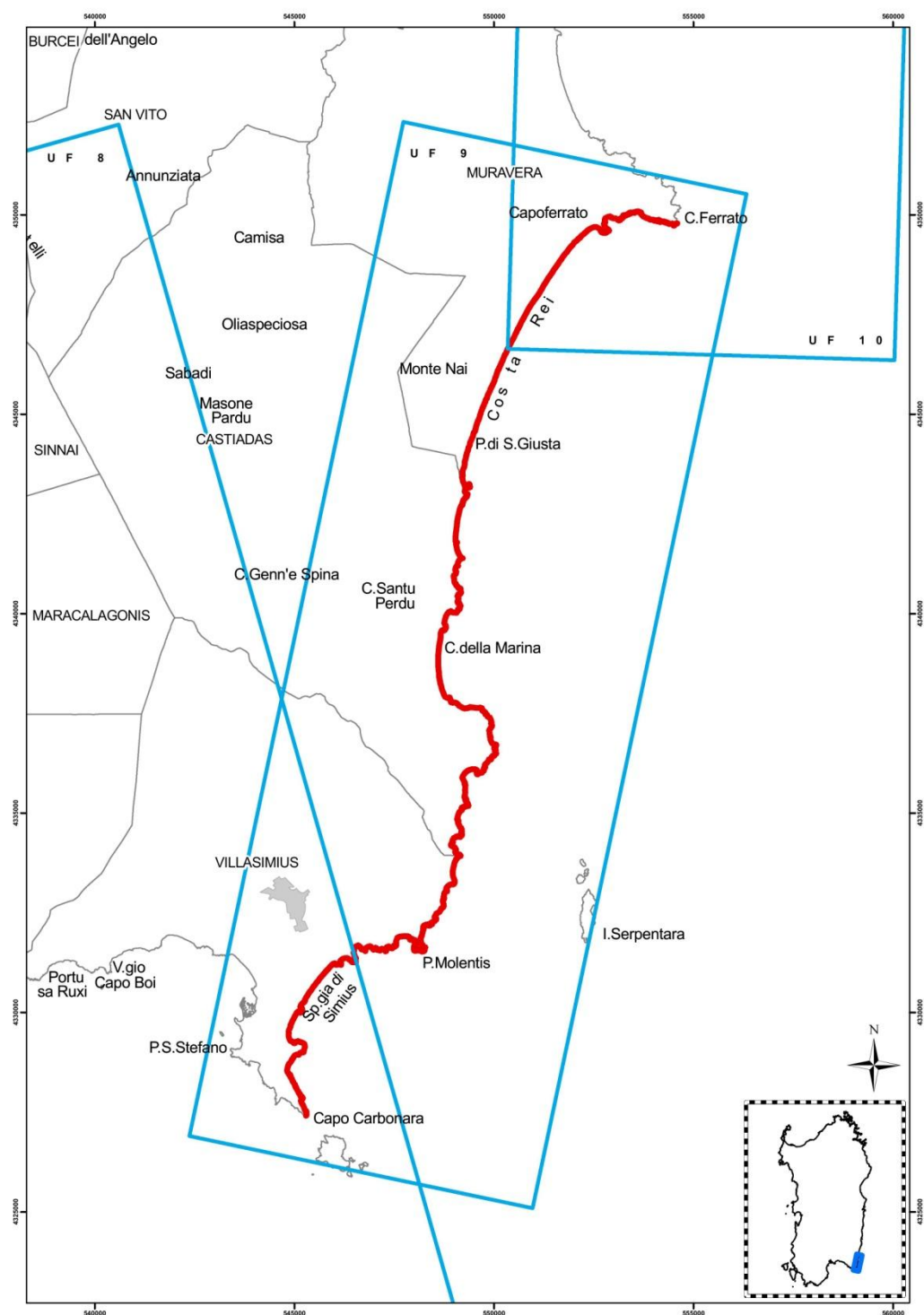
a ginepro e, infine, la spiaggia del Riso, interessata da processi erosivi a seguito della costruzione della struttura portuale.

Il settore comprende le aree SIC "Bruncu de Su Monte Moru - Geremeas (Mari Pintau) "; "Costa di Cagliari"; "Isola dei Cavoli, Serpentara, Punta Molentis e Campulongu"; la ZPS "Capo Carbonara e stagno di Notteri - Punta Molentis" e l'Area Marina Protetta di Capo Carbonara.

Il complesso sistema insediativo costiero che interessa l'Ambito, sostenuto principalmente dalla strada litoranea (SP 17), si sviluppa dapprima come tessuto continuo lineare con caratteri marcatamente perturbati e residenziali, dal Margine Rosso fino a Flumini di Quartu e alla Marina di Capitana, per assumere da qui in poi forme insediative caratterizzate da nuclei turistici residenziali (Geremeas, Torre delle Stelle, Solanas, Porto Sa Ruxi, Villaggio dei Mandorli, Campulongu) localizzati in corrispondenza delle principali spiagge, delle incisioni vallive che segnano la costa alta da Is Mortorius fino a Capo Boi, e degli adiacenti promontori.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
83,93	34,2%	119,07	48,5%	4,17	1,7%	7,37	3,0%	31,04	12,6%	245,58

7.2.9. UF. 09 - Capo Carbonara – Capo Ferrato



Il settore meridionale dell'Unità Fisiografica è individuato tra Capo di Carbonara e Punta Porceddus, nel comune di Villasimius, con le due isole minori antistanti di Serpentara e dei Cavoli.

Il promontorio granitico di Capo di Carbonara, con l'Isola dei Cavoli posta a ridosso della punta a rimarcare la continuità strutturale col promontorio, rappresenta l'elemento di passaggio tra il Golfo degli Angeli e il settore costiero orientale caratterizzato,

quest'ultimo, dalla presenza sia di estese falcate sabbiose (Porto Giunco e Simius con la retrostante depressione stagnale di Notteri), sia di piccole spiagge di fondo baia racchiuse tra i numerosi promontori che costituiscono il proseguimento verso mare delle dorsali montane presso Capo Carbonara. Tutto il settore costiero emerso e sommerso, compreso il promontorio di Punta Molentis, possiede un'elevata valenza paesistico-ambientale, confermata dalla istituzione dell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara, dal SIC "Isola dei Cavoli, Serpentara, Punta Molentis e Campulongu" e dalla ZPS "Capo Carbonara e stagno di Notteri - Punta Molentis".

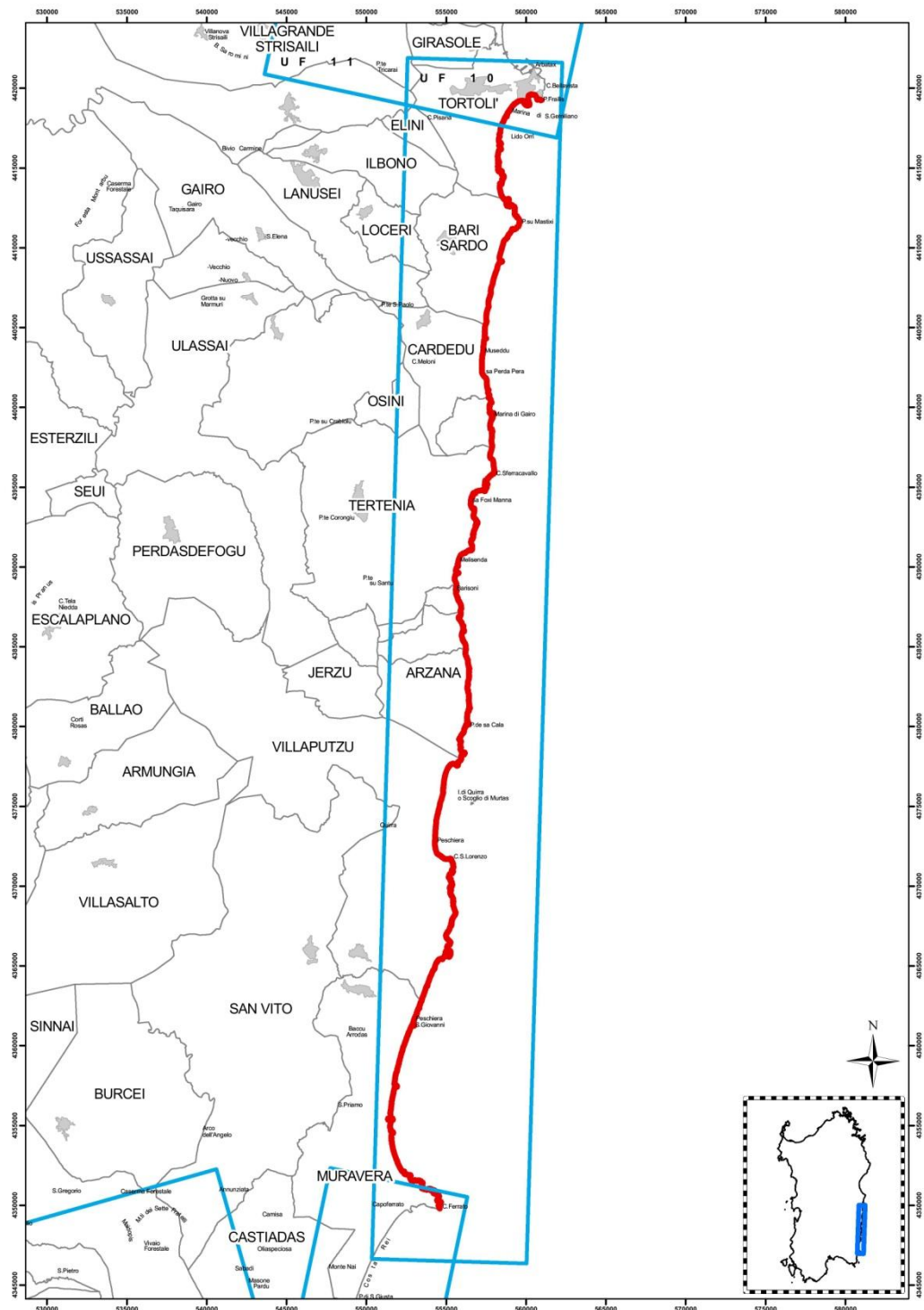
Oltre Villasimius, unico centro comunale costiero presente in questo settore dell'Unità Fisiografica, si individuano i nuclei turistico-residenziali costieri di Notteri, Cala Caterina e Simius.

Il settore settentrionale dell'Unità Fisiografica, tra Punta Porceddus e Capo Ferrato, comprende, a sud, l'articolato sistema marino-costiero di Cala Sinzias-Costa Rei, caratterizzato dagli archi sabbiosi, da modeste coperture dunari e da piccole aree stagnali retrolitorali alimentate dai deflussi idrici dei corsi d'acqua che sfociano nel settore. I sistemi di spiaggia confinano con limitate piane costiere oltre le quali si sviluppa una fascia collinare granitica che separa la Piana del Rio Corr'e Pruna dal mare. A nord, il settore termina con il promontorio di Capo Ferrato che il dominio di Cala Sinzias-Costa Rei da quello di Colostrai-Feraxi.

L'ambito costiero è interessato dalla presenza dei nuclei insediativi turistico-residenziali e alberghieri di Cala Pira, Cala Sinzias e Costa Rei-Monte Nai.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
19,93	38,0%	27,24	52,0%	4,19	8,0%	0,52	1,0%	0,52	1,0%	52,41

7.2.10. UF. 10 - Capo Ferrato – Capo Bellavista



L'Unità Fisiografica ha uno sviluppo lineare N-S tra Capo Ferrato e Capo Bellavista.

Il settore meridionale, localizzato tra il promontorio di Capo Ferrato e Torre delle Saline, si sviluppa su un litorale sabbioso interessato da fenomeni erosivi dovuti alla riduzione degli apporti detritici dei corsi d'acqua. Esso è caratterizzato da un sistema stagionale e lagunare, originatosi dalle divagazioni fluviali del Rio Picocca e del Flumendosa in prossimità della foce, il cui ricambio idrico con il mare aperto è assicurato da due grandi bocche a mare.

L'alta valenza ambientale ed ecologica di tale sistema umido ha portato alla istituzione dell'area SIC "Stagni di Colostrai e delle Saline" e della ZPS "Stagni di Colostrai".

Il settore centro-meridionale dell'Unità è individuato sul sistema di spiaggia di San Giovanni, esteso per circa nove chilometri tra il promontorio di Torre Salinas e Porto Corallo e sulle zone umide di retrospiaggia e retrodunari delle foci del Flumendosa, che rappresentano il sistema di transizione tra le colmate fluvio-alluvionali della piana costiera del Flumendosa e il sistema di spiaggia.

Il cordone sabbioso è caratterizzato da processi di arretramento della linea di riva a causa del diminuito apporto solido da parte del Flumendosa, per la presenza di diversi invasi artificiali a monte della piana.

Il sistema umido di San Giovanni ricomprende lo Stagno Sa Praia, caratterizzato da estese sistemazioni idrauliche e di valorizzazione produttiva che hanno regolato gli afflussi marini e quelli d'acqua dolce provenienti dal Riu de su Fenugraxi e l'area stagnale delle Saline di Muravera, che occupa una depressione umida stagionale di retrospiaggia tra il rilievo di Monte Antoni Peppi-Torre delle Saline e il piede della fascia pedemontana che divide la piana del Rio Picocca da quella del Flumendosa.

L'infrastruttura portuale di Porto Corallo e il promontorio roccioso di Porto su Tramatzu dividono la spiaggia di San Giovanni dal piccolo sistema di spiaggia di fondo baia di Porto su Tramatzu, interessata dalla presenza di un nucleo insediativo turistico. Un secondo nucleo insediativo turistico si localizza, a nord del promontorio granitico di Torre delle Saline, in prossimità dello stagno delle saline e a ridosso dell'adiacente sistema di spiaggia.

Nel settore centro-settentrionale dell'Unità Fisiografica si localizza il sistema costiero roccioso di Costa de Su Franzesu impostato su litologie scistose paleozoiche, che definisce il limite fisico dei processi evolutivi della piana costiera del Rio di Quirra da quelli delle foci del Flumendosa a sud. Più a nord si osservano le foci del Rio Quirra-Flumini Durci e del Flumini Pisale, che danno origine al vasto sistema umido litoraneo degli stagni di Flumini Durci e Longu Flumini e al lido sabbioso di Murtas, chiuso a sud dal promontorio di Capo San Lorenzo, la cui valenza ambientale ed ecologica ha portato alla istituzione del SIC "Stagni di Murtas e S'Acqua Durci".

In tale settore l'insediamento turistico costiero è limitato a pochi nuclei sparsi sulla costa di Tertenia.

L'Unità Fisiografica si chiude a nord con il settore marino-costiero dell'Ogliastra sotteso dalle piane alluvionali costiere afferenti ai sistemi idrografici del Rio Pelau-Rio Pardu, del Rio Mannu di Barisardo, del Rio Foddeddu di Tortolì e del Rio di Girasole di Lotzorai, chiuse nell'entroterra dai rilievi montani del massiccio del Gennargentu.

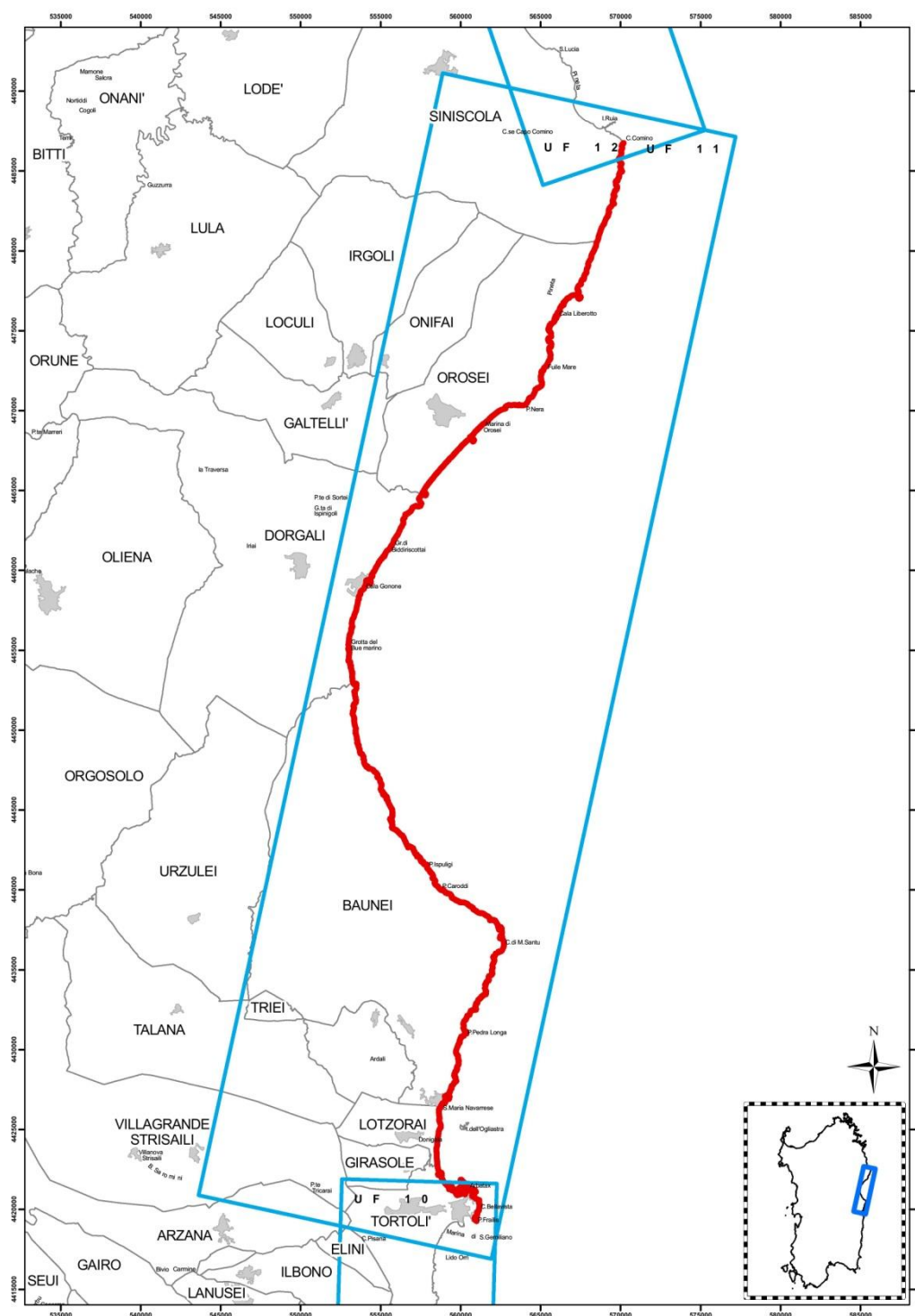
Il settore costiero è occupato da estesi lidi sabbiosi e zone umide retrolitorali che nel settore di Tortolì, con lo stagno omonimo, assumono elevata significatività in termini di estensione e specificità ecologica. Tra le spiagge principali del settore si ricordano: la spiaggia ciottolosa di Coccoorocci, la spiaggetta di Su Sirbone, l'ampio cordone litorale di Museddu-Perd'e Pera e di Foddini-Marina di Cardedu, la spiaggia di Torre di Bari, l'arco sabbioso di Cea, contraddistinto dallo scoglio porfidico dei Faraglioni, l'articolato sistema a baie e promontori del Golfetto e di Foxi 'e Leone, il cordone sabbioso del lido di Orrì-Basaura e la spiaggetta di Porto Frailis, racchiusa tra il promontorio di Torre di San Gemiliano e P.ta Frailis.

Il settore costiero include le aree SIC “Area del Monte Ferru di Tertenia” e “Lido di Orri”.

Oltre ai nuclei insediativi turistici storici di Torre di Bari e Cea, il settore costiero è stato oggetto negli ultimi anni di processi insediativi incontrollati che hanno determinato il sorgere, in prossimità delle principali spiagge, di un edificato diffuso a carattere turistico-stagionale costituito in prevalenza da seconde case.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
56,06	45,6%	62,25	50,7%	0,00	0,0%	1,23	1,0%	3,29	2,7%	122,83

7.2.11. UF. 11 - Capo Bellavista – Capo Comino



L'Unità Fisiografica si compone di tre distinti settori marino-costieri molto diversi tra loro.

A sud si trova il settore costiero compreso tra P.ta Frailis e Perda Longa, che orla la parte settentrionale della piana dell'Ogliastra. Attorno alle zone umide e ai litorali sabbiosi di Tortolì e Lotzorai si localizzano gli insediamenti produttivi e il porto di Arbatax, principale scalo marittimo, turistico e commerciale dell'Ogliastra e i nuclei costieri del Lido delle Rose, Tancau e Santa Maria Navarrese. La piana litorale, attraversata dal Rio di Girasole di

Lotzorai, è interessata dalla presenza di estesi lidi sabbiosi e di vaste zone umide retrolitorali.

Nella parte centrale si trova l'arco costiero del Golfo di Orosei, tra Capo Monte Santu e la Punta Nera di Osalla. Si tratta di un complesso e articolato sistema costiero roccioso, costituito dall'estremità orientale del complesso calcareo-dolomitico del Supramonte di Baunei, Urzulei e Dorgali, profondamente inciso da un complesso sistema idrografico in forre, canyon e gole (Codula di Luna, di Sisine e Codula di Fuili). Il paesaggio è caratterizzato dalle tipiche morfologie dei complessi calcareo-dolomitici, con forme carsiche e dall'alternarsi di insenature, falesie, spiagge carbonatiche di fondo baia al piede delle falesie, archi rocciosi e guglie, che configurano un ambito marino-litorale unico nel contesto mediterraneo. In questo settore gli insediamenti si limitano al centro portuale e turistico residenziale di Cala Gonone, sorto sulla fascia detritica pedemontana del Monte Bardia, che costituisce il principale sbocco a mare del Comune di Dorgali.

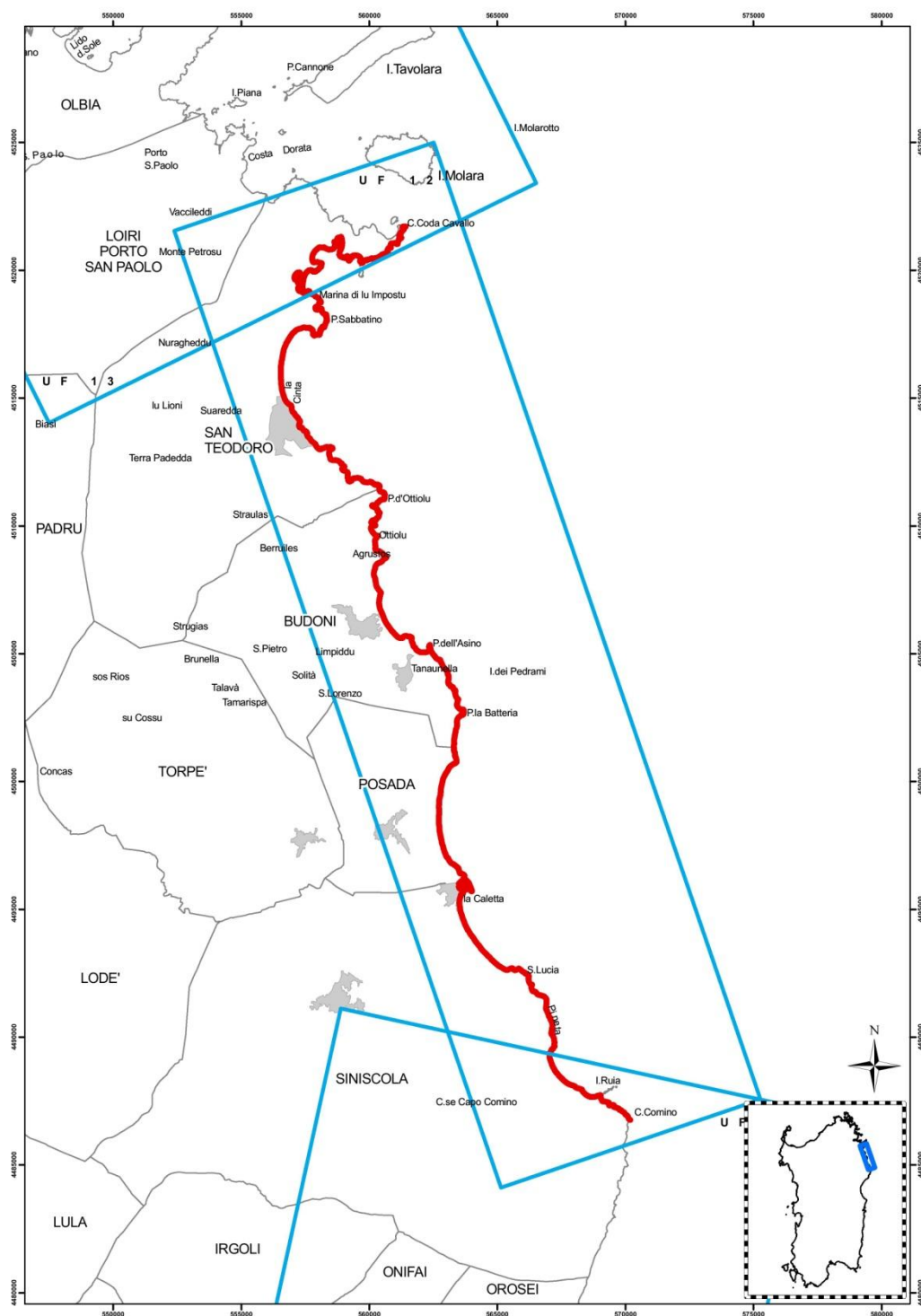
Nella parte settentrionale l'Unità Fisiografica è costituita dal vasto sistema idrografico della media e bassa valle del Fiume Cedrino, il cui settore di foce è caratterizzato da una vasta zona umida che si sviluppa longitudinalmente alla costa quasi senza soluzione di continuità nella depressione retrodunare della Marina di Orosei. La Palude di Osalla, costituita dall'alternanza di canali, aree stagnali isolate e lagune, rappresenta l'esito di pregressi interventi di sistemazione idraulica finalizzati in parte alla realizzazione della peschiera, dove i moli di protezione a ridosso del promontorio basaltico di Punta Nera di Osalla sono oggi utilizzati per attività nautiche principalmente da diporto. Il lido sabbioso della Marina di Orosei è attualmente confinato da pinete che si estendono fino alla zona umida di Osalla. La fascia litoranea si sviluppa verso nord comprendendo le coste alte a falesia dell'altopiano basaltico di Funtanas Cortesas e del promontorio di Punta Nera, seguite da piccole insenature sabbiose che si susseguono, alternate a tratti di costa alta rocciosa, da Cala Fuile e' Mare, dove sfocia il Rio Sa Minda, alle foci del Rio Sos Alinos e, ancora, attraverso Cala Liberotto fino al promontorio di Cala Ginepro. Seguono, verso nord, gli ecosistemi costieri dello stagno di Sa Curcurica, di Berchida e Bidderosa, con i rispettivi bacini di alimentazione. Quello di Bidderosa è un importante complesso naturalistico costiero, i cui versanti interni sono dominati da impianti forestali a conifere che si integrano agli estesi habitat vegetazionali a ginepro in prossimità delle piccole baie.

Il limite settentrionale dell'Unità Fisiografica è definito dall'ecosistema marino-litorale di Berchida, che si sviluppa attraverso piccole insenature sabbiose e dal sistema costiero roccioso compreso tra Berchida e il promontorio di Capo Comino. Il sistema insediativo costiero, a carattere prevalentemente turistico, è limitato al territorio di Orosei con la Marina di Orosei, sviluppatasi alle foci del Cedrino, alla quale si affiancano insediamenti diffusi sulla piana costiera, come i centri turistico-residenziale di Sos Alinos, di Cala Liberotto e Cala Ginepro.

Nell'Unità Fisiografica sono state istituite le aree SIC "Golfo di Orosei", "Palude di Osalla" e "Berchida e Bidderosa" e la ZPS "Golfo di Orosei".

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
30,92	24,5%	54,67	43,4%	33,19	26,3%	1,89	1,5%	5,37	4,3%	126,04

7.2.12. UF. 12 - Capo Comino – Capo Coda Cavallo



L'Unità Fisiografica è individuata sui compendi dunari e sul promontorio di Capo Comino a sud, per proseguire su una successione di sistemi di spiaggia, intervallati dalle emergenze di Monte Orvili, La Caletta, Punta Santa Lucia, S'Ena 'e Sa Chitta e Isola Ruja, sino a Punta la Bateria e alla Riviera dei Pini, estremo settentrionale del sistema.

La struttura di tale settore è definita dai due grandi corridoi vallivi e dalle piane alluvionali costiere del Rio di Siniscola e del Fiume Posada, separate dai rilievi calcarei del Monte Albo

e dai settori di foce dei corsi d'acqua minori dei Rii Locontenu e S'Abbasuora, le cui dinamiche evolutive hanno generato un articolato sistema di zone umide di retrospiaggia, quali S'Arenargiu-Petra Ruja, lo Stagno Longo, la Salina Manna e Salinedda. Il reticolo fluviale e le risorse ambientali litoranee, costituite dalle zone umide e dai sistemi di spiaggia, hanno condizionato fortemente lo sviluppo dell'insediamento. Sono importanti gli insediamenti costieri di Siniscola (S'Ena 'e Sa Chitta, il borgo costiero di Santa Lucia l'insediamento di Sa Petra Ruja e il nucleo portuale di La Caletta) e degli insediamenti costieri di Posada, costituiti dai nuclei di Monte Longu e San Giovanni, posizionati sui margini meridionali del sistema umido di foce del Fiume Posada.

L'alta valenza naturalistica ed ecologica di questo sistema marino-costiero è tutelata dalla presenza delle aree SIC "Stagno di San Teodoro", ZPS "Isole del Nord - Est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro" e dell'Area Marina Protetta di Tavolara-Punta Coda Cavallo.

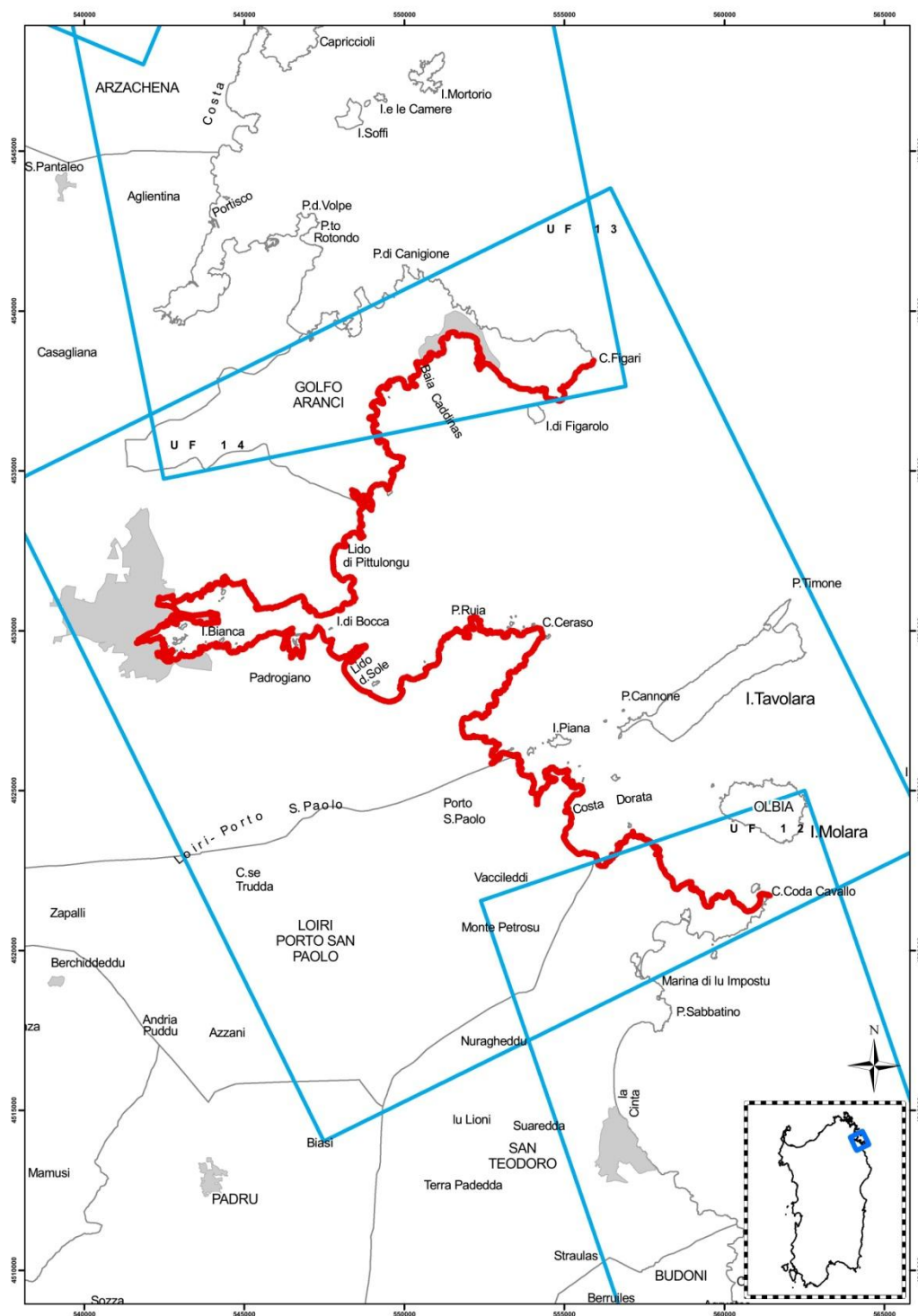
Il settore settentrionale dell'Unità è costituito dall'arco costiero di La Cinta, compreso tra il promontorio di Punta La Bateria e Punt'Aldia, a sud, e dall'arco costiero di Porto Brandinchi, racchiuso tra i promontori di Punta Aldia e Capo Coda Cavallo, a nord. Esso si sviluppa attraverso un sistema morfologico caratterizzato da lunghi tratti di costa rocciosa, intervallati da piccole spiagge di fondo baia e da ampie falcate sabbiose, delimitate internamente dallo sviluppo di cordoni dunari più o meno evoluti ed estese depressioni umide retrodunari. Il sistema fisiografico-ambientale, prettamente costiero, è delineato dai bacini di alimentazione delle articolate zone umide litoranee e dai sistemi di spiaggia antistanti. Il maggiore sistema umido del settore è costituito dallo stagno di San Teodoro, che si estende su una vasta superficie d'acqua a ridosso del lungo cordone litoraneo della spiaggia della Cinta. Alla depressione stagnale afferisce una articolata rete di drenaggio, i cui recettori principali sono rappresentati dal Riu di Filicaiu e dal Rio di San Teodoro che, grazie alle caratteristiche dei rispettivi bacini, conferiscono ad una parte dello specchio acqueo un carattere di permanenza anche durante la stagione arida.

Più a sud, la fascia costiera di Budoni presenta una maggiore frammentazione della zona umida che si sviluppa attraverso numerose pozze salmastre di limitata estensione che tendono a prosciugarsi nella stagione estiva. I corsi d'acqua immissari, costituiti dal Rio di Budoni, dal Riu Luttuneddu e dal Riu Su Trainu, hanno bacini meno estesi ma un reticolato idrografico a elevata densità. Proprio la loro divagazione nel retrospiaggia e lo sbarramento da parte dei cordoni sabbiosi hanno generato le zone umide, un tempo probabilmente più estese e continue ma che, a seguito del progressivo interrimento, si sono suddivise in piccoli stagni temporanei. La piana retrolitorale è, infatti, interessata da una alternanza di superfici d'acqua e pianure di terra che accompagnano con continuità la fascia costiera a ridosso delle spiagge principali (Porto AINU, Budoni-Sant'Anna, Agrustos, Li Cucutti e Ottiolu).

Il sistema insediativo è costituito perlopiù da nuclei diffusi nel settore compreso tra la strada statale 125 e la linea di costa, quali Matt'e Peru, Agrustos, Ottiolu, la cui organizzazione insediativa si è strutturata attorno alla centralità dello scalo portuale.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
36,36	53,9%	27,02	40,0%	0,00	0,0%	1,35	2,0%	2,74	4,1%	67,47

7.2.13. UF. 13 - Capo Coda Cavallo – Capo Figari



L'Unità Fisiografica è individuata in corrispondenza della profonda insenatura del Golfo di Olbia e si caratterizza per la presenza di numerose emergenze rocciose, scogli, isolotti e isole minori, tra cui Mortorio, Figarolo, Tavolara e Molara. Sul golfo esterno di Olbia è delimitato dalle due singolarità calcareo-dolomitiche, di Capo Figari a nord e Tavolara a sud.

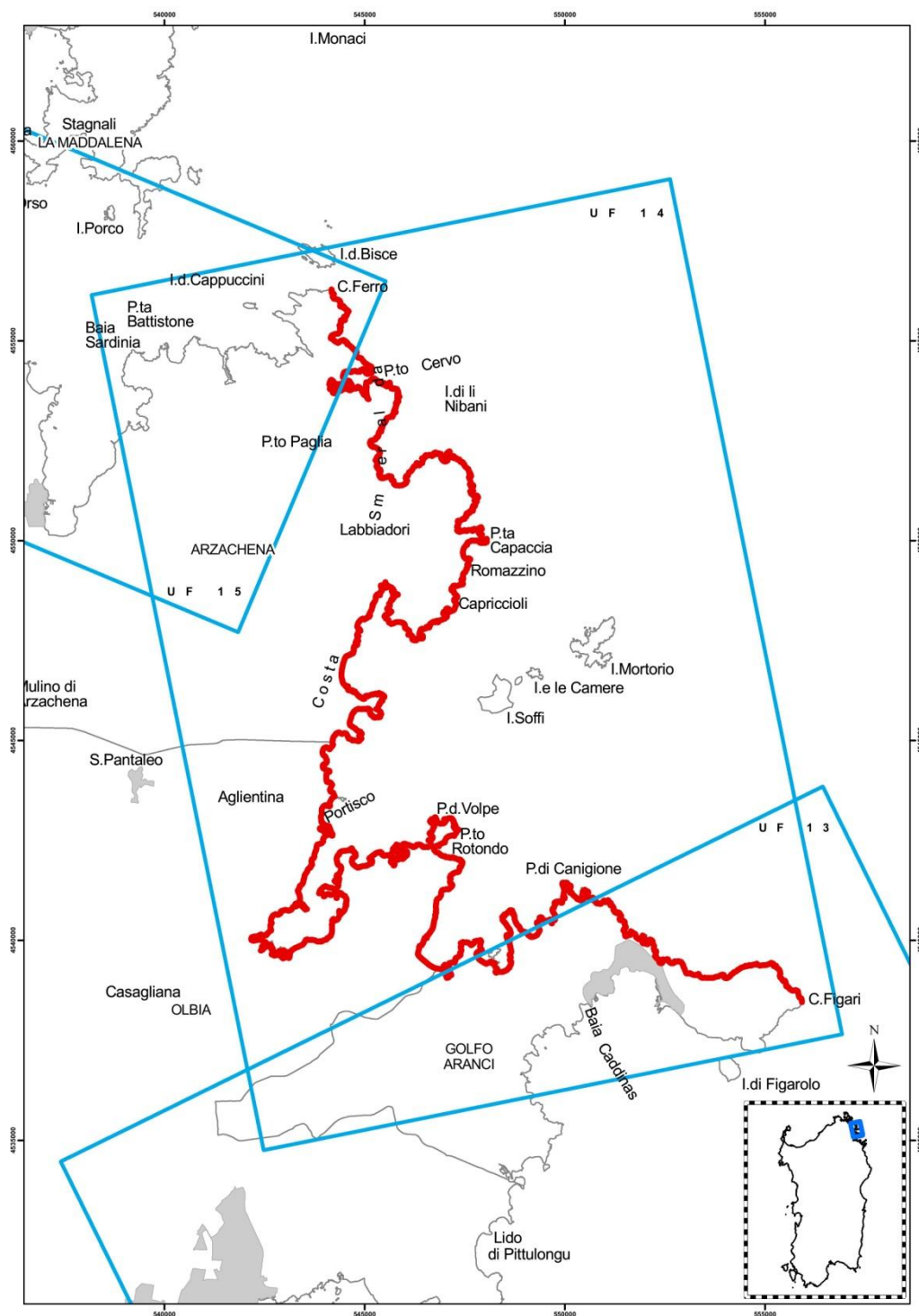
Il tratto meridionale, individuato su un'articolazione di rias minori, Porto Istana, Porto Taverna e Porto San Paolo, costituisce la sponda continentale di fronte all'arcipelago di Tavolara e Molara, circoscritto a sud da Capo Coda Cavallo.

L'alta valenza ambientale ed ecologica di tali sistemi ha portato alla istituzione delle aree SIC "Isole Tavolara, Molara e Molarotto" e "Capo Figari e Isola Figarolo", delle aree ZPS "Isole del Nord - Est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro" e "Capo Figari, Cala Sabina, Punta Canigione e Isola Figarolo" e dell'Area Marina Protetta "Tavolara - Punta Coda Cavallo".

L'insediamento turistico si distribuisce sulla fascia costiera secondo una struttura frammentata, con nuclei insediativi distinti come i centri di Capo Coda Cavallo, Cala Suaraccia, Cala Paradiso, La Ripara, Punta Molara; l'insediamento turistico di Cala Girgolu, Punta Pietra Bianca, Porto Taverna, Costa Dorata, Punta Don Diego, localizzati in prossimità della fascia costiera tra P.ta di Monte Pedrosu e P.ta Don Diego; l'insediamento turistico residenziale di Porto San Paolo; i centri di Murta Maria-Lu Stazzereddu-Maltineddu, presso lo Stagno Tartanelle compreso all'interno di un sistema di nuclei insediativi a carattere stagionale posti in corrispondenza del promontorio di Capo Ceraso; il nucleo insediativo costiero di Pittulongu.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
49,26	29,7%	102,93	62,0%	2,21	1,3%	2,21	1,3%	9,36	5,6%	165,97

7.2.14. UF. 14 - Capo Figari – Capo Ferro



Il settore meridionale dell'Unità Fisiografica è costituito dal sistema a baie e promontori, tra cui Capo Figari a sud e P.ta della Volpe a nord, che chiudono il Golfo di Marinella e la Ria di Cugnana ritagliata tra il promontorio di Rudalza e la fascia costiera occidentale dominata dai monti di Cugnana.

Il Promontorio di Capo Figari, propaggine rocciosa costituita da un basamento cristallino su cui poggia una potente serie carbonatica mesozoica, è collegato mediante l'istmo di Sa

Paule alla cittadina di Golfo Aranci. Esso rappresenta il limite meridionale del Golfo di Marinella che ospita un sistema di spiaggia costituito da un cordone sabbioso ad arco di fondo baia con stagni retrodunari, su cui gravita un sistema insediativo diffuso a carattere prevalentemente turistico.

A nord si trova il sistema costiero del Golfo di Cugnana, caratterizzato dalle foci e dalle aree di esondazione del Rio La Conciareda e del Rio Maronzu e da un esteso deposito sabbioso, situato nel fondo baia. Segue il settore a costa bassa della Scogliera di Portisco, caratterizzata da rocce granitiche modellate dagli agenti esogeni, in cui domina la gariga costiera e in cui sono localizzati gli insediamenti di Portisco e Cugnana.

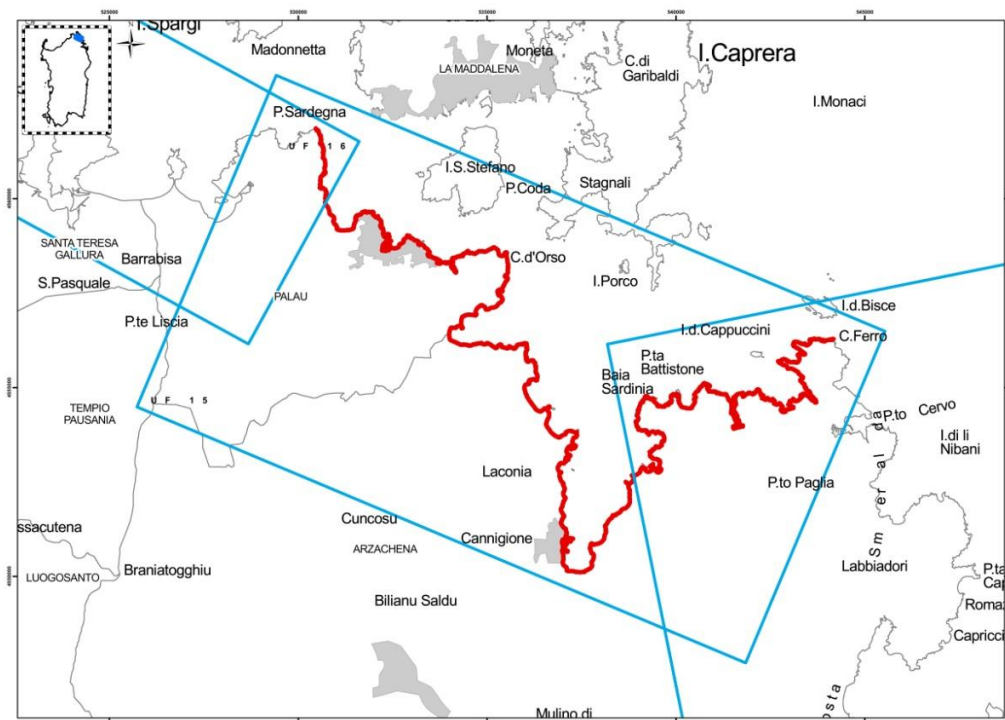
Il sistema costiero roccioso è tutelato dall'istituzione del SIC "Capo Figari e Isola Figarolo" e della ZPS "Capo Figari, Cala Sabina, Punta Canigione e Isola Figarolo".

Il settore settentrionale dell'Unità Fisiografica si sviluppa su un sistema a baie e promontori prospicienti l'arcipelago della Maddalena, tracciato su un'impalcatura geologica di origine granitica, dove l'emergenza rocciosa di Romazzino e quella di Capo Ferro dominano rispettivamente il margine orientale e occidentale.

La conformazione complessiva dell'Unità si struttura attraverso profondi e articolati sistemi di insenature, tipiche delle coste a rias, e si presenta attraverso una successione di tratti rocciosi di origine granitica intervallati a tratti di costa bassa sabbiosa che si sviluppano complessivamente attraverso un sistema di profonde insenature più o meno ampie (come Cala di Volpe, il Golfo del Pevero e Porto Cervo), la cui origine ed attuale evoluzione sono strettamente collegate alle dinamiche fluviali dei corsi d'acqua immissari.

L'Unità Fisiografica è interessata dalla presenza di un sistema insediativo diffuso sull'intero sviluppo costiero articolato secondo nuclei insediativi isolati, in parte a valenza urbana, con servizi a carattere non esclusivamente stagionale, come Porto Rotondo e Porto Cervo.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
15,78	12,8%	100,35	81,2%	1,53	1,2%	2,05	1,7%	3,91	3,2%	123,61

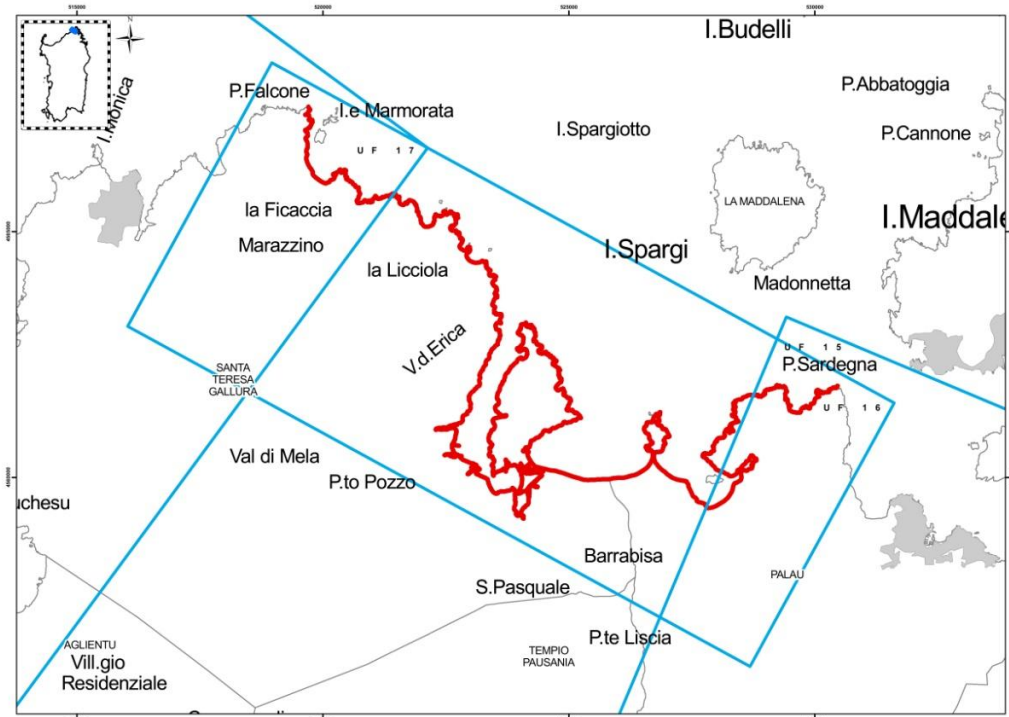


La conformazione complessiva del sistema costiero si struttura attraverso profondi e articolati sistemi di insenature, tipiche delle coste a rias, tra cui emerge quella di confluenza a mare del corridoio vallivo del Rio San Giovanni che, attraverso la valle interna e la pianura alluvionale-costiera racchiusa tra le emergenze granitiche e culminante con la zona umida di foce, si immette nel Golfo di Arzachena. La maglia della rete idrografica si compone, inoltre, del sistema di drenaggio e della direttrice di confluenza del Rio Serrau, lungo la piana omonima, sulla foce del quale sorge l'insediamento di Palau.

L'unità è contornata da nuclei costieri a valenza urbana, quali Baja Sardinia, Cannigione e Palau, e da numerosi altri nuclei turistici costieri a valenza esclusivamente stagionale.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
15,90	24,1%	44,61	67,7%	0,74	1,1%	1,32	2,0%	3,29	5,0%	65,87

7.2.16. UF. 16 – P.ta Sardegna – Capo Falcone



L'Unità Costiera, tra P.ta di Sardegna e P.ta Falcone, è individuata sul sistema marino-costiero antistante all'arcipelago della Maddalena, strutturato su un'impalcatura geologica di origine granitica e caratterizzato dall'alternanza di coste ripide rocciose, promontori, spiagge sabbiose di fondo baia, golfi e insenature profonde, punteggiate da numerosi isolotti ed emergenze rocciose.

L'assetto morfologico è impostato su sistemi di insenature secondo l'impostazione delle coste a rias, incise da profonde valli fluviali invase dal mare, tra cui la più evoluta, in termini di estensione ed interazione con le dinamiche marino-costiere, è rappresentata dal corridoio fluviale del Liscia, che sfocia in corrispondenza del tratto Porto Liscia-Porto Puddu. La tessitura idrografica si compone inoltre della direttrice fluviale del Riu Lu Banconi, che alimenta il sistema stagionale di Porto Pozzo.

L'organizzazione territoriale dell'Unità si compone di una successione di tratti rocciosi di origine granitica, dominati dal sistema della penisola di Coluccia e di Punta Falcone, dalle scogliere di Punta Sardegna e di Punta Cuncato, intervallati a tratti di costa bassa sabbiosa, come quelli in corrispondenza della Foce del Liscia e delle dune di Porto Puddu, che si sviluppano complessivamente attraverso un sistema di profonde insenature più o meno ampie, come quella di Porto Pozzo, la cui origine ed attuale evoluzione sono strettamente collegate alle dinamiche fluviali dei corsi d'acqua immissari.

L'organizzazione insediativa è data da nuclei isolati a carattere turistico-residenziale, localizzati in corrispondenza delle principali insenature, quali Costa Serena, Porto Pollo e Porto Pozzo, e sui tratti costieri a scogliera, come Conca Verde e Valle Erica.

Il settore nord-orientale dell'Unità fisiografica, tra l'estremo settentrionale della spiaggia di Rena Maggiore e Punta Falcone, è costituito da un sistema a baie e promontori delineati

su un'impalcatura geologica di origine granitica, dove Capo Testa e Punta Falcone dominano rispettivamente il margine occidentale e orientale.

Il complesso sistema marino-costiero presenta uno sviluppo tipico delle coste a rias, tratti ripidi rocciosi in alternanza a spiagge sabbiose di fondo baia interne a golfi e insenature più o meno ampie, come Porto Quadro o Rena Bianca.

Il sistema insediativo è strutturato sull'area portuale di Santa Teresa di Gallura, sviluppatosi lungo la profonda insenatura di Porto Longone e sulle aree residenziali sparse, con vocazione turistica a valenza esclusivamente stagionale.

Il settore sud-occidentale dell'Unità Fisiografica è caratterizzato dall'alternanza di tratti a falesia e tratti di costa bassa interessati da ambiti dunari, dai compendi sabbiosi dei cordoni dunari di Rena Maggiore fino ai bordi della piana del Rio di Vignola, in corrispondenza del promontorio di P.ta de Li Francesi.

Il sistema sabbioso di Rena Maiori, è caratterizzato da una spiaggia lunga oltre 1500 metri e da un ampio campo dunare in gran parte stabilizzato da interventi di rimboschimento a Pino, che si spinge nell'entroterra per alcune migliaia di metri. Nella spiaggia trova la sua foce a mare il Rio Cantaru, cui si deve la genesi di una zona umida di retrospiaggia.

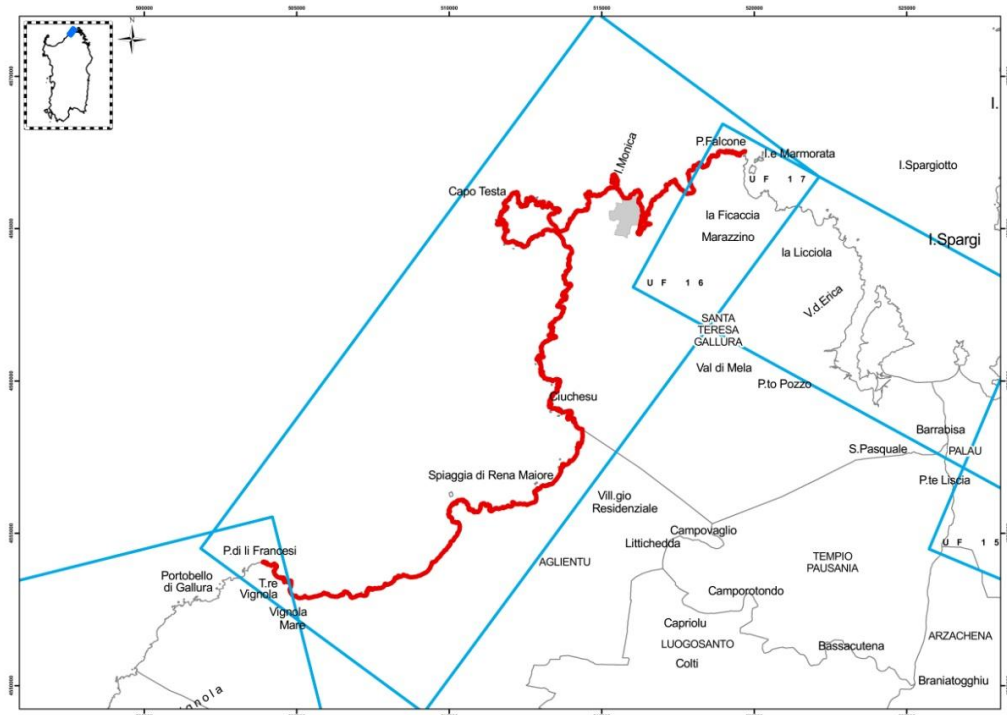
Segue a sud il settore compreso tra il promontorio granitico di Monte Russu e la Punta dell'Acula, caratterizzato dalla presenza di versanti e falesie rocciose granitiche, la cui continuità è interrotta dalla spiaggia di Cala Pischina. L'Unità si chiude con il settore compreso tra Punta Li Francesi e il promontorio granitico di Monte Russu, costituito da un esteso terrazzo costiero impostato su litologie granitiche e su depositi colluvie-alluvionali, caratterizzato dall'alternarsi di tratti costieri bassi e rocciosi e sistemi sabbiosi, quali il Porto di Vignola, in cui si riconosce anche un settore umido retrolitorale e la falcata sabbiosa della spiaggia di Massidda.

L'assetto insediativo è caratterizzato dalla presenza dei soli nuclei costieri a carattere turistico-stagionale di Rena Maggiore e Vignola Mare, sviluppatisi a ridosso degli omonimi sistemi di spiaggia.

L'Unità presenta un'alta valenza paesaggistica e ambientale tutelata dalla presenza di due aree SIC di "Capo Testa" e di "Monte Russu".

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
15,65	25,5%	45,21	73,7%	0,00	0,0%	0,21	0,3%	0,25	0,4%	61,32

7.2.17. UF. 17 - Capo Falcone – Pta di li Francesi



Il settore nord-orientale dell'Unità Fisiografica, tra l'estremo settentrionale della spiaggia di Rena Maggiore e Punta Falcone, è costituito da un sistema a baie e promontori delineati su un'impalcatura geologica di origine granitica. La costa è articolata secondo un sistema di insenature tra cui emerge la ria di Santa Teresa di Gallura, alternato a coste ripide rocciose e promontori di origine granitica, dominati dal sistema della penisola di Punta Falcone e dal promontorio di Capo Testa, interrotti da spiagge sabbiose di fondo baia, interne a golfi e insenature più o meno ampie, come Porto Quadro o Rena Bianca.

Il sistema insediativo è caratterizzato dall'area portuale di Santa Teresa di Gallura, sviluppatosi lungo la profonda insenatura di Porto Longone e da un insediamento sparso, diviso in piccoli agglomerati, rappresentativo di un fenomeno insediativo rilevante, presente sia in forma diffusa di periurbanizzazione nella piana e lungo la direttrice viaria per Santa Teresa, sia come insediamento sparso di nuclei turistici costieri a valenza esclusivamente stagionale.

Il settore sud-occidentale dell'Unità Fisiografica è caratterizzato dall'alternanza di tratti a falesia e tratti di costa bassa interessati da ambiti dunari, a partire dai compendi sabbiosi dei cordoni dunari di Rena Maggiore fino ai bordi della piana del Rio di Vignola, in corrispondenza del promontorio di P.ta de Li Franzesi. Il sistema sabbioso di Rena Maggiore, è caratterizzato da una spiaggia lunga oltre 1500 metri e da un ampio campo dunare in gran parte stabilizzato da interventi di rimboschimento a Pino, che si spinge nell'entroterra per alcune migliaia di metri. Nella spiaggia trova la sua foce a mare il Rio Cantaru, a cui si deve la genesi di una zona umida di retrospiaggia. Segue a sud il settore compreso tra il promontorio granitico di Monte Russu e la Punta dell'Acula, caratterizzato dalla presenza di versanti e falesie rocciose granitiche, la cui continuità è interrotta dalla spiaggia di Cala Pischina. L'Unità si chiude con il settore compreso tra Punta Li Francesi e il promontorio granitico di Monte Russu, costituito da un esteso terrazzo costiero impostato

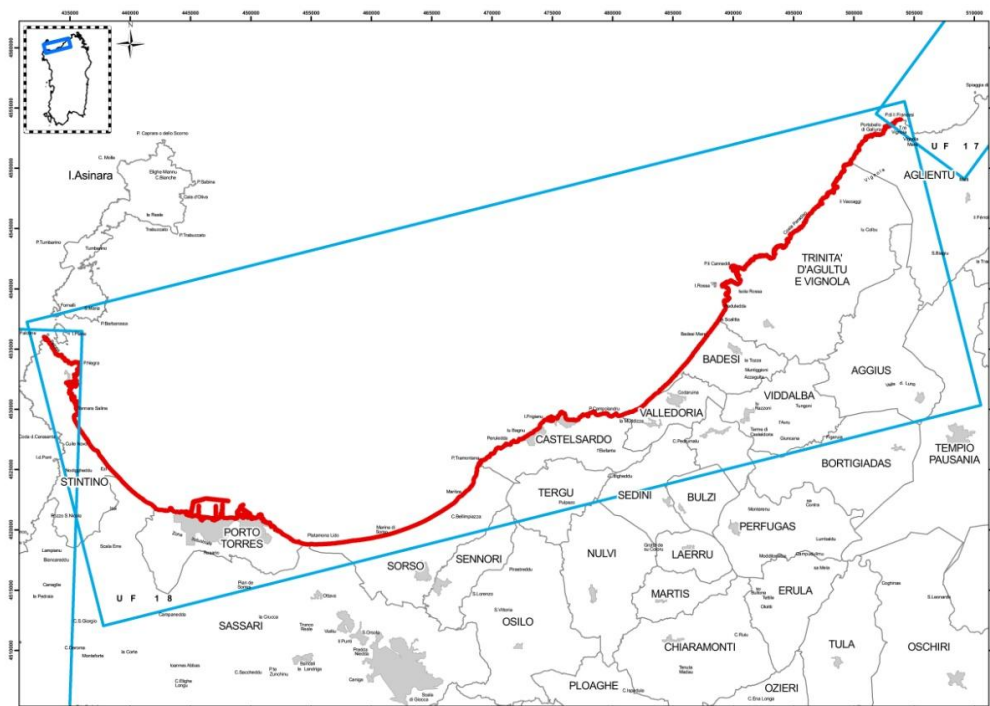
su litologie granitiche e su depositi colluvie-alluvionali, caratterizzato dall'alternarsi di tratti costieri bassi e rocciosi e sistemi sabbiosi, quali il Porto di Vignola, in cui si riconosce anche un settore umido retrolitorale, e la falcata sabbiosa della spiaggia di Massidda.

Dal punto di vista insediativo si rileva la presenza dei soli nuclei insediativi costieri a carattere turistico-stagionale, di Rena Majoree Vignola Mare, sviluppatasi a ridosso degli omonimi sistemi di spiaggia.

L'Unità è quindi costituita da sistemi costieri ad alta valenza paesaggistica e ambientale, come confermato dalla presenza di due aree SIC, quella di "Capo Testa" e quella di "Monte Russu".

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
11,06	9,8%	100,00	88,7%	0,00	0,0%	0,56	0,5%	1,13	1,0%	112,76

7.2.18. UF. 18 - Pta di li Francesi - Stintino



L'Unità Costiera si compone di tratti costieri notevolmente differenziati tra loro costituiti dal sistema costiero afferente al comune di Trinità D'Agultu e Vignola, compreso tra Porto Bello di Gallura e la Spiaggia Lunga di Isola Rossa, l'esteso arco sabbioso di Li Junchi-San Pietro a Mare, il settore costiero tra Castelsardo e La Pelosa che ricomprende gli estesi archi sabbiosi di Platamona e di Le Saline-Etzi Mannu.

Il settore orientale dell'Unità si sviluppa prevalentemente secondo una tipologia di costa alta, caratterizzata dalla dominante delle formazioni granitiche, nella quale si attestano il Canale La Lizza verso Cala Sarraina, le scogliere di Li Campaneddi, l'areale della Costa Paradiso, le scogliere di Porto Leccio e il sistema delle falesie e la spiaggia di Tinnari.

Per circa 20 km, tra le scogliere di Tinnari e Punta Li Francesi, si sussegue un articolato sistema di falesie, versanti granitici e da insenature di origine fluviale, tra cui le baie di Porto Leccio, Porto La Cruzitta, Cala di Faa, Porto Caneddi.

Più a ovest, tra Punta Li Canneddi e l'Isola Rossa, si osserva un sistema di promontori granitici che racchiudono la spiaggia e il corpo dunare di La Marinedda.

Dal punto di vista insediativo lungo la direttrice costiera si allineano in forma puntuale gli insediamenti turistici stagionali di Portobello di Gallura, Costa Paradiso, Canneddi, Tinnari, La Marinedda e l'insediamento dell'Isola Rossa, compreso fra le scogliere e le aree dunari di retrospiaggia dell'omonimo promontorio.

L'intero settore costiero è compreso all'interno dell'area SIC "Isola Rossa - Costa Paradiso".

Il settore centrale dell'Unità Fisiografica, tra la Spiaggia Lunga di Isola Rossa e Punta Prima Guardia, è caratterizzato dal compendio sabbioso costiero di Li Junchi-San Pietro a Mare, un esteso lido sabbioso con vasto campo dunare retrostante strutturato in diversi ordini e stadi evolutivi su formazioni sabbiose antiche di deposizione eolica, interessato da coperture vegetali a ginepro spontanee. Le foci del fiume Coghinis interrompono la continuità del sistema sabbioso litoraneo, dando luogo ad un importante ecosistema

umido, la cui valenza ambientale ed ecologica ha portato alla istituzione del SIC "Foci del Coghinas".

In questo settore sono presenti i centri insediativi turistici a prevalente carattere stagionale di Li Junchi, Baia delle Mimose, San Pietro a Mare, Maragnani e La Ciaccia.

L'Unità Fisiografica si chiude a ovest con il settore costiero afferente al Golfo dell'Asinara, dominato dal complesso della penisola di Stintino, dell'Isola Piana e dall'Asinara che costituiscono l'elemento di separazione fra i due "mari", mare di dentro, interno al golfo, e mare di fuori, il Mar di Sardegna.

Il Golfo dell'Asinara ospita l'arco litorale di Platamona, chiuso a oriente dalle coste alte e falesie vulcaniche del settore di Castelsardo. Il sistema sabbioso comprende un esteso campo dunare e il vasto sistema umido stagionale.

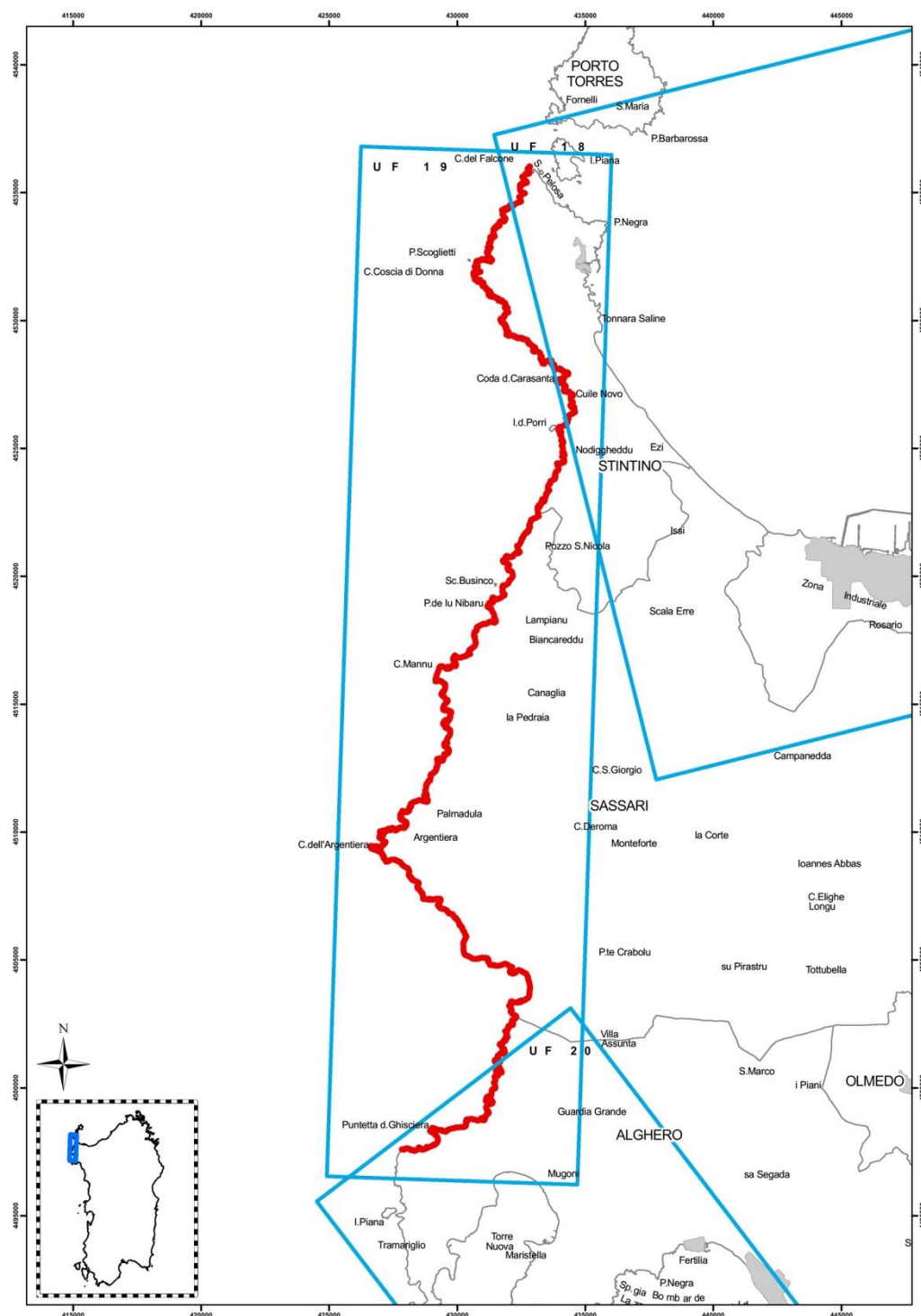
A occidente, interrotto dalle falesie arenacee di Porto Torres soggette a intense dinamiche di instabilità evolutiva con frane e processi di erosione, si localizza il lungo lido sabbioso della spiaggia delle Saline-Etzi Mannu, racchiuso tra le zone umide dello stagno di Casaraccio e di Pilo. Il Golfo si chiude a ovest con la penisola di Stintino che ospita il delicato sistema sabbioso della spiaggia e delle dune della Pelosa.

L'alta valenza ambientale del settore costiero ha portato alla istituzione delle aree SIC "Stagno e ginepreto di Platamona" e "Stagno di Pilo e di Casaraccio" e della ZPS "Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino".

Dal punto di vista insediativo il settore costiero del Golfo dell'Asinara presenta diverse forme di organizzazione dell'insediamento: la prima, costituita dal sistema degli insediamenti urbani di Castelsardo e di Porto Torres, quest'ultimo localizzato a ridosso delle strutture del porto civile e commerciale in contiguità con il polo industriale petrolchimico e prossimo alle strutture di produzione energetica della centrale termoelettrica di Fiume Santo; la seconda, costituita dai centri e i nuclei costieri strutturati secondo un modello di urbanizzazione che configura una città turistica di tipo lineare, caratterizzata dalla successione di centri e seconde case diffuse lungo l'arco costiero; infine, il sistema insediativo del borgo di Stintino, dominato dalla presenza delle strutture portuali, attorno alle quali si sviluppa il centro abitato e i nuclei turistici costieri sulla penisola di Capo Falcone (Rocca Ruja, Tonnara Salina, Le Vele, e Pischina Salida) caratterizzati da una residenzialità stagionale.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
55,93	20,5%	189,90	69,5%	7,92	2,9%	5,41	2,0%	14,01	5,1%	273,17

7.2.19. UF. 19 - Stintino – Pta Cristallo



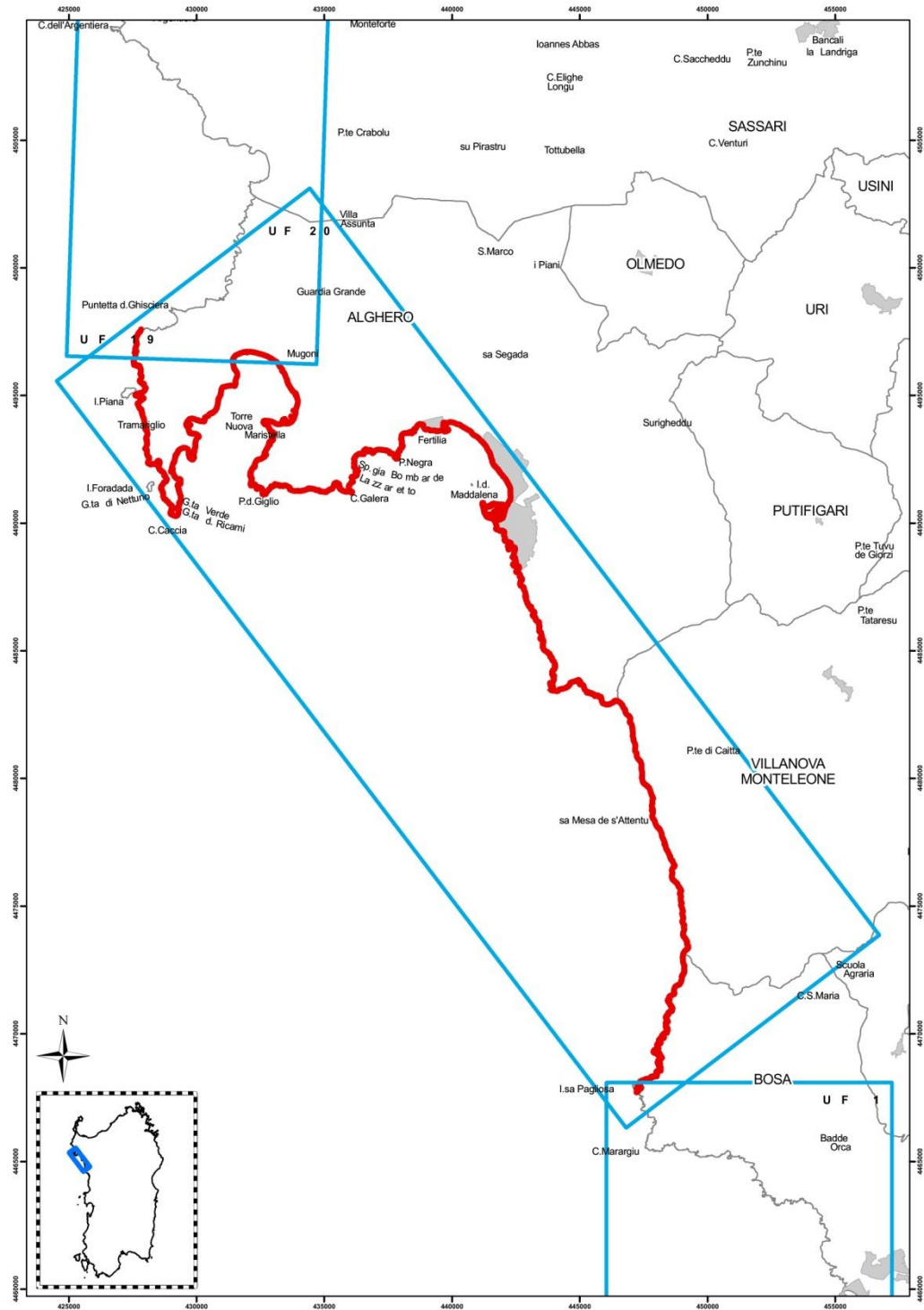
L'Unità Fisiografica è costituita dal sistema costiero roccioso a falesia della costa nord-occidentale impostato sugli affioramenti paleozoici interessati dai giacimenti metalliferi coltivati storicamente nel centro minerario dell'Argentiera. Segue l'arco costiero ospitante il complesso ambientale del Lago di Baratz-Porto Ferro, da cui prende nome l'area SIC istituita per l'alta valenza ambientale ed ecologica del sito e per la presenza di specie endemiche. A sud chiude l'Unità il settore costiero roccioso compreso tra Torre de Bantine

Sale e Puntetta Ghisciera che si sviluppa secondo un sistema a scogliere impostato su un complesso di conglomerati e arenarie mesozoiche.

Gli unici episodi insediativi presenti nel settore costiero sono quelli della miniera dell'Argentiera e di Porto Palmas.

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
4,74	3,0%	151,68	95,4%	2,63	1,7%	0,02	0,0%	0,00	0,0%	159,06

7.2.20. UF. 20 - Pta Cristalino – Pta sos Attentos



L'Unità Fisiografica si compone di due settori costieri notevolmente differenziati tra loro: un settore costiero settentrionale, ricadente nel comune di Alghero, individuato dal Promontorio di Capo Caccia, dai golfi di Porto Conte e di Alghero, dalle bonifiche di Fertilia e dai sistemi idrografici del Rio Calich e Rio Barca e un settore costiero meridionale, facente capo ai comuni di Villanova Monteleone e Montresta, costituito dal sistema roccioso che si sviluppa dalla Torre di Poglina sino alle falesie di Capo Marargiu.

Il settore di Alghero si sviluppa secondo una successione di tratti rocciosi, tra cui le falesie di Capo Caccia e le scogliere di Punta Negra e di Pòglina, intervallati dal promontorio di Punta del Giglio, dai litorali sabbiosi della Spiaggia di Maria Pia e del Lido di Alghero, con la zona umida retrodunare dello Stagno del Calich alimentato dai bacini idrografici del Rio Barca, del Rio Calvia e del Canale Oruni.

L'alta valenza ambientale del sistema marino-costiero ha portato alla istituzione dell'area SIC "Capo Caccia (con le Isole Foradada e Piana) e Punta del Giglio", della ZPS "Capo Caccia" e dell'Area Marina Protetta di "Capo Caccia-Isola Piana".

Dal punto di vista insediativo si individuano centri e i nuclei turistico-residenziali (Pischina Salida, Tramariglio, Porto Conte e Maristella) localizzati in contiguità con le zone turistiche e i servizi di fruizione turistico-ambientale del promontorio di Capo Caccia, con dimensioni insediative modeste e fortemente connotati dalla stagionalità turistica. Gli insediamenti strutturati di Alghero e Fertilia e l'insediamento diffuso di periurbanizzazione, che si dispone in prossimità del centro urbano.

Il settore meridionale dell'Unità Fisiografica è costituito dal sistema costiero roccioso tra l'insediamento urbano di Alghero e Punta Tangone, con un ultimo tratto costituito da un versante a falesia, che in alcuni punti, come a Monte Mannu, raggiunge altitudini di 800 m sul livello del mare. Il promontorio di Capo Marargiu, estrema propaggine rocciosa di origine basaltico-andesitica, chiude a sud l'ampio arco costiero oltre il quale si sviluppa la rada di Bosa segnata dalla foce del fiume Temo.

Caratteristici di questo settore sono i ripidi versanti costieri terrazzati dalle testate dei banchi rocciosi degli espandimenti lavici affioranti, incisi trasversalmente dai corsi d'acqua poco sviluppati ed a regime torrentizio e le pareti rocciose strapiombanti che si distendono fino al mare, dove la falesia, pressoché continua, appare saltuariamente interrotta da piccole insenature scarsamente accessibili originatesi dall'evoluzione strutturale dell'ammasso roccioso ad opera degli agenti meteo-marini.

Sull'area è stato istituito il SIC "Entroterra e zona costiera tra Bosa, Capo Marargiu e Porto Tangone".

Spiagge [km]		costa rocciosa (versante) [km]		costa rocciosa (falesia) [km]		Opere portuali e affini [km]		Opere aderenti e tratti artificializzati [km]		TOTALE [km]
12,96	9,9%	95,32	72,8%	16,14	12,3%	2,57	2,0%	3,93	3,0%	130,91

8. Classificazione delle coste rocciose

8.1. Scopo e obiettivi dell'analisi

Lo scopo del lavoro è stato quello di costruire un quadro regionale organico, descrittivo dello stato fisico dei versanti costieri finalizzato a una classificazione generale della criticità per frana, sulla base della quale garantire una piattaforma informativa utile a opzioni programmatiche e pianificatorie d'intervento.

Gli obiettivi sono rappresentati da:

- Assunzione di un modello metodologico di riferimento per la descrizione della criticità nelle coste rocciose
- Caratterizzazione dei sistemi rocciosi costieri in tratti omogenei di criticità
- Identificazione di tratti ad alta criticità

8.2. Linea metodologica

8.2.1. Definizione di criticità

Il concetto di criticità adottato nel presente lavoro è legato alla deduzione modellistica e all'osservazione di fenomenologie da frana contestualizzate alla presenza di entità vulnerabili alle quali l'accadimento franoso possa comportare danno. Il concetto è molto vicino a quello che si assume per la valutazione del rischio idrogeologico (R), il quale a sua volta deriva dalla sovrapposizione della pericolosità (H) in presenza di persone, opere e beni, ma tuttavia se ne distanzia sotto il profilo della scala metodologica e del livello di rappresentazione finale. Infatti, nell'ambito di sviluppo del PAC, si è scelto di traguardare pragmaticamente l'obiettivo al rinvenimento di una sola classe di aree franose ad alta criticità, caratterizzate da condizioni geomorfologiche di equilibrio instabile e dalla consistenza di rischio per persone o cose, indipendentemente dalla intensità presumibile del fenomeno.

Costituiscono esempi di tratto critico le spiagge frequentate e sottese da versanti franosi, i versanti pericolosi in presenza di infrastrutture e/o volumi edilizi in genere esposti. Nell'ottica adottata, anche la concreta possibilità di fenomenologie innescate dall'uso non geomorfologicamente compatibile del versante costiero può rappresentare, laddove riscontrata, una criticità poiché si predispongono a condizioni di disfacimento aree precedentemente stabili. Ne sono esempi quelle modificazioni di uso del suolo predisponenti al dilavamento accelerato quali la concentrazione di deflussi da caditoie stradali o da piazzali.

8.2.2. Franosità potenziale da modello teorico

Per franosità potenziale dei versanti costieri, si intende l'attitudine connaturata ai corpi rocciosi e detritici a franare, ed è quantificabile in gradi crescenti rispetto alla condizione limite di equilibrio e stabilità teoricamente riferibile ad ogni formazione geologica.

Nel presente contesto la mappatura della franosità potenziale è stata sviluppata per mezzo di procedure di overlay su base raster che contemperano fra loro i fattori elementari di pendenza, geologia e copertura/uso del suolo.

Il fattore *pendenza* dei versanti ricopre un importante e determinante ruolo nell'evoluzione dei processi di denudamento, siano essi conseguenza di movimenti franosi in genere o dell'azione erosiva delle acque ruscellanti e incanalate. I dati relativi alla pendenza dei versanti sono stati derivati dal DTM-SAR, passo 10 metri.

Il fattore *geologia* ricomprende il carattere litologico delle varie formazioni, correlabile al grado di erodibilità o di stabilità meccanica delle rocce cui si riferisce. Nella realtà, le caratteristiche lapidee o di terre più o meno addensate, la condizione strutturale, la giacitura delle discontinuità, le forme di alterazione riscontrabili, la fratturazione, concorrono in termini generali a determinare un certo grado di propensione al dissesto. I dati relativi alla litologia sono stati derivati dalla Carta Geologica di base della Sardegna (2009) in scala 1: 25.000.

Il fattore *copertura/uso del suolo* costituisce un elemento condizionante che tuttavia è spesso in grado di determinare l'evoluzione del processo erosivo. Si tratta di un fattore dinamico, che può variare con estrema rapidità per cause antropiche, variazioni di destinazione d'uso, urbanizzazioni, disboscamenti, imboschimenti, incendi etc., con immediate ricadute, ad esempio, sul grado di regimazione delle acque superficiali o sulla capacità di trattenimento dei suoli da parte degli apparati radicali. I dati di copertura/uso del suolo sono stati derivati dalla Carta dell'Uso del Suolo della Sardegna (2008) in scala 1:25.000.

La metodologia proposta nel presente lavoro si allinea alla procedura applicata nell'elaborazione della mappatura della "Instabilità dei Versanti" secondo quanto previsto nelle "Linee Guida – Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia" allegate al PAI. Per l'attribuzione dei pesi è stato fatto esplicito riferimento ai valori tabellati, modificati e resi coerenti con gli aggiornamenti delle attuali cartografie disponibili e in base alle conoscenze specifiche e specialistiche della realtà dei versanti costieri esaminati.

Dalla sovrapposizione delle mappe consegue un valore finale di franosità potenziale del versante risultato della somma algebrica dei valori georiferiti assegnati ai diversi parametri. Il punteggio finale può variare da un minimo pari a -3 fino a un massimo pari a +12; la riclassificazione di questi valori in intervalli ha consentito di individuare diverse classi di franosità potenziale. Nel P.A.C. sono state proposte le seguenti 4 classi di franosità potenziale:

Classi di franosità	Descrizione	Valori soglia	
1	Franosità potenziale bassa	9	12
2	Franosità potenziale media	5	8
3	Franosità potenziale alta	1	4
4	Franosità potenziale molto alta	-3	0

Una successiva elaborazione ha consentito il trasferimento dell'informazione della franosità potenziale dalla base raster a quella vettoriale con geometria lineare, sviluppata lungo la linea di costa. Attraverso analisi semiautomatiche di prossimità e interpretazione della distribuzione del dato sul versante costiero, nonché una preliminare indagine aerofotointerpretativa, la linea di costa (dato digitale vettoriale estratto dal DMS RAS) è stata segmentata in tratti contigui associando ad ogni elemento una classe di franosità potenziale in relazione alla maggiore o minore frequenza e distribuzione delle classi medesime nel versante sotteso. Per tali finalità è stato adottato lo schema seguente:

Classi di franosità distribuite	Descrizione dell'occorrenza
Molto alta	Maggiore occorrenza della classe 4
Molto alta - Alta	Maggiore occorrenza della classe 4 sulla classe 3
Alta - Molto alta	Maggiore occorrenza della classe 3 sulla classe 4
Alta	Maggiore occorrenza della classe 3
Alta - Media	Maggiore occorrenza della classe 3 sulla classe 2
Media - Alta	Maggiore occorrenza della classe 2 sulla classe 3
Media	Maggiore occorrenza della classe 2
Media - Bassa	Maggiore occorrenza della classe 2 sulla classe 1
Bassa - Media	Maggiore occorrenza della classe 1 sulla classe 2
Bassa	Maggiore occorrenza della classe 1

8.2.3. Intersezione della franosità potenziale con i dati ufficiali

I modelli teorici restituiscono un dato la cui accuratezza è strettamente legata alla qualità tematica e spaziale dei dati di ingresso. Inoltre, per il caso in oggetto, le elaborazioni semiautomatiche finalizzate alla distribuzione dell'informazione areale raster sulla geometria lineare della costa, per quanto condotte anche attraverso la fotointerpretazione e sebbene offrano un quadro conoscitivo rilevante a scala regionale, non possono certamente essere rappresentative delle condizioni reali di franosità dei versanti costieri.

Per tali ragioni la procedura ha previsto una fase di verifica della coerenza logica e tematica dei risultati offerti dal modello teorico realizzata attraverso un processo di validazione e correzione topologica eseguiti a seguito della sovrapposizione con l'informazione ufficiale e la lettura a maggiore scala degli aspetti e delle evidenze geomorfologiche di dissesto.

Si è pertanto proceduto con una prima fase di creazione dei dataset di analisi e verifica di coerenza rispetto ai dati di:

- franosità derivanti dal progetto IFFI 2006;
- pericolosità di frana estratti dal PAI 2004;
- pericolosità di frana derivanti dall'applicazione dell'art. 8 comma 2 delle N.A. PAI;
- aree a mare individuate con Ordinanze di interdizione delle Direzioni Marittime;
- segnalazioni di dissesto idrogeologico e richieste di finanziamento da parte di enti locali e territoriali.

Questa attività ha consentito di operare un primo livello di verifica consentendo l'integrazione logico e spaziale delle mappature di base. A questa è seguita una ulteriore attività di ricognizione foto interpretativa a grande scala, finalizzata alla correzione delle incoerenze tra i risultati ottenuti dal modello teorico implementati con i dati sullo stato delle conoscenze, mediante analisi geomorfologica indiretta e analisi spaziale dei dati di input. Questa fase procedurale ha consentito di mettere in evidenza e risolvere i conflitti di informazione e inoltre, operando con giudizio esperto in tutti quei tratti nei quali sono emerse attribuzioni discordanti o dubbie, ha consentito di integrare le informazioni con un livello maggiore di dettaglio.

Il processo elaborativo si è concretizzato nella costituzione di un database geografico contenente una serie rilevante di informazioni associate alle *feature class* con geometria lineare e attraverso il quale è stata ipotizzato un ulteriore livello di classificazione preliminare secondo lo schema seguente:

non franosi	<i>Franosità potenziale bassa, senza evidenze da fotointerpretazione, senza segnalazioni PAI/IFFI;</i>
bassa con evidenze	<i>Franosità potenziale bassa con evidenze da fotointerpretazione, senza segnalazioni PAI/ IFFI;</i>
bassa con PAI/IFFI	<i>Franosità potenziale bassa con segnalazioni PAI/ IFFI;</i>
media con evidenze	<i>Franosità potenziale media con evidenze da fotointerpretazione, senza segnalazioni PAI/ IFFI</i>
media con PAI/IFFI	<i>Franosità potenziale media con segnalazioni PAI/ IFFI</i>
alta	<i>Franosità potenziale alta, a prescindere dalla presenza di evidenze da fotointerpretazione e/o segnalazioni PAI/ IFFI</i>
molto alta	<i>Franosità potenziale molto alta, a prescindere dalla presenza di evidenze da fotointerpretazione e/o segnalazioni PAI/ IFFI</i>

In questa fase propedeutica è stata prodotta una mappatura in scala 1:10.000 di tutto il perimetro costiero della regione.

8.2.4. Fase di validazione

L'attività di validazione della mappatura preliminare è stata realizzata mediante l'esecuzione di una campagna di sopralluoghi da mare finalizzati all'osservazione diretta delle forme e dei processi di dissesto ed all'acquisizione di fotogrammi georeferenziati della costa. I sopralluoghi sono stati eseguiti in collaborazione con le Capitanerie di Porto delle Direzioni Marittime di Cagliari e Olbia⁴, nell'ambito degli accordi sottoscritti con il

⁴ Collaborazione istituzionale tra Regione Sardegna e Direzioni Marittime di Cagliari e Olbia finalizzata al monitoraggio via mare dei tratti costieri critici in falesia nell'ambito del Progetto strategico PO Marittimo 2007-2013 RES MAR Azione di Sistema A "Rete per il monitoraggio dell'erosione costiera"

Servizio TSPF e sostenuti con le risorse del programma PO Marittimo 2007-2013 Progetto ResMar As A.

I sopralluoghi da mare hanno consentito di esaminare, con un punto di osservazione esclusivo, le coste nel loro insieme e in particolare i versanti costieri franosi. La ricognizione visiva diretta ha reso possibile poter operare sulla mappatura preliminare con attività di verifica e correzione e nuova introduzione di elementi in dissesto idrogeologico. L'acquisizione dei fotogrammi georeferenziati è stata eseguita con lo scopo di ottenere una copertura continua delle coste e offrire una rappresentazione d'insieme dei versanti costieri e degli elementi singolari geologici e geomorfologici di interesse.

Il database geografico dei fotogrammi realizzato in questa fase è stato il supporto fondamentale per l'analisi foto interpretativa eseguita successivamente. Infatti, oltre al riscontro di campo, il rilievo fotografico ha fornito il supporto per il controllo remoto effettuato per la correzione delle informazioni alfanumeriche e topologiche sulla classe di franosità di quegli elementi di cui è stata ravvisata la necessità.

Il risultato di questa fase è la redazione definitiva di un dataset geografico, con geometria lineare, che rappresenta la linea di costa analizzata, segmentata in elementi che si distinguono per grado di franosità e per litologia e ai quali sono associati altri attributi essenziali per le analisi successive.

8.2.5. Mappatura dei tratti critici

L'ultima fase metodologica è stata strutturata sulla base di operazioni di riaggregazione del dato di franosità e di evidenziazione di tratti altamente critici. In particolare questi ultimi sono stati dedotti mediante la sovrapposizione dei tratti franosi aggregati con elementi sensibili e a rischio presenti in una fascia interna di 30 metri dalla linea di costa. I risultati sono stati articolati all'interno di una struttura nidificata in "inquadramenti geografici", "tratti franosi" e "tratti ad alta criticità".

8.3. Inquadramenti geografici e tratti franosi

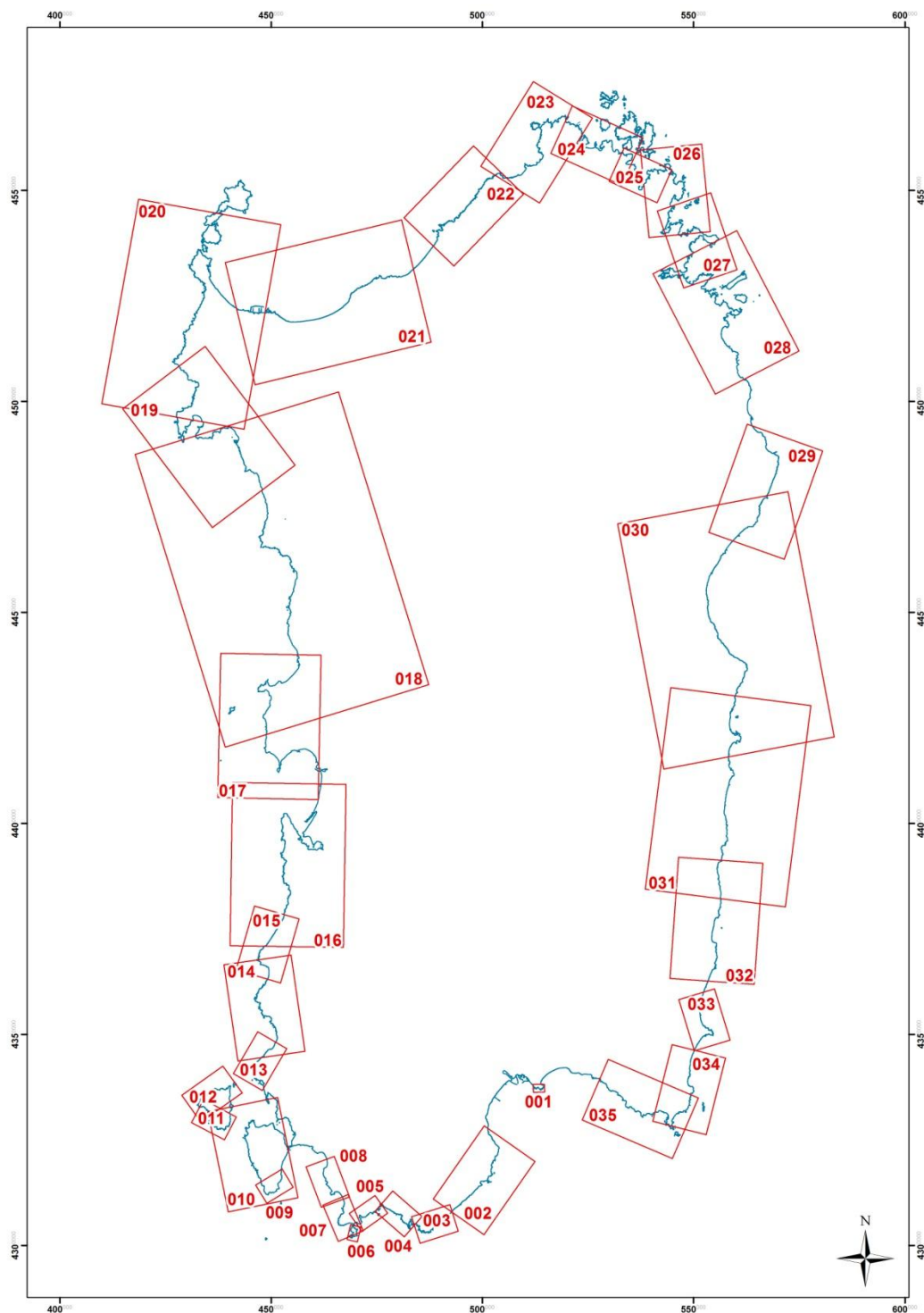
Gli inquadramenti garantiscono un primo livello finalizzato a offrire una cornice geografica di riferimento per i successivi stadi descrittivi. Gli inquadramenti sono stati dedotti sulla base dei seguenti criteri generali:

- accorpamento in elementi continui, indicati con il termine "tratti franosi", di segmenti di costa adiacenti caratterizzati da differente livello di franosità;
- accorpamento di "tratti franosi" in gruppi omogenei, secondo criteri di prossimità spaziale e caratteristiche geolitologiche generali.

In definitiva sono stati individuati i seguenti 35 inquadramenti geografici, numerati progressivamente in senso orario a partire dall'inquadramento di Cagliari.

COD	NOME	Sviluppo lineare (m)
001	Torre del Poetto - T.re Perdusemi	5.000
002	Punta Zavorra - Calaverde	25.600
003	Cala Bernardini - N.ghe sa Tuareda	22.950
004	Schiena del Siciliano - Costa palas de su Portu	23.250
005	Torre Budello - Porto Zafferano	16.490
006	Punta di Tonnara - P.ta su Lacu	9.980
007	P.ta su Lacu - Cala Passo a Mare	17.360
008	Porto Pino - Scolieddu	11.960
009	Porto di Maladraxia - Portu Sciusciau	13.390
010	Portu Sciusciau - Calasetta	34.520
011	Punta Sguerina - Punta del Capodoglio	21.200
012	Punta del Capodoglio - La Punta	21.490
013	Su Scoglitteddu - Porto Paglia	11.250
014	Fontanamare - S. Nicolò	31.090
015	Portixeddu - Bruncu Is Lanchettus	17.390
016	Piscinas - Punta Sangiarxia	39.460
017	Rovine di Tharros - T.re Scala 'e Sale	42.550
018	T.re su Puttu - M. Romasinu	79.450
019	Grotta dei Piccioni - Sa Cala de su Sale	94.950
020	Sa Cala de su Sale - C. del Falcone	66.480
021	Porto Torres - Maragnani	46.090
022	Li Calpuneddi - Porto Canneddi	37.700
023	Lu Tavunatu - La Marmorata	54.780
024	La Marmorata - Capo d'Orso	65.340
025	P. Cardinalino - Liscia di Vacca	36.470
026	P. Maistrali - Portisco	47.950
027	P. Nuraghe - P. di Filio	66.390
028	P. di Tronfino - P. de li Tulchi	68.810
029	Capo Comino - Cala su Zegu	23.960
030	Cala di Osalla - S. Maria Navarrese	54.350
031	Scogli Rossi - Torre S. Giovanni di Sarraza	43.260
032	Porto Nou - Porto su Tramatzu	22.770
033	Torre delle Saline - Portu Pirastu	17.140
034	Punta di S. Giusta - Is Traias	21.610
035	Porto Giunco - Marina delle Nereidi	40.640

*Mappa regionale
degli inquadramenti
geografici delle coste
rocciose dell'Isola.*



All'interno di ogni inquadramento sono presenti i tratti franosi, indifferenziati rispetto alla classe di franosità e alle specifiche varianti litologiche, contraddistinti con una lettera che segue il codice dell'inquadramento geografico di riferimento.

Ogni tratto franoso è stato sottoposto a procedure di analisi spaziale che hanno consentito la constatazione di elementi a rischio presenti in una fascia di 30 metri dalla linea di costa. Allo scopo è stata valutata l'occorrenza di beni paesaggistici, di volumi edilizi, della viabilità principale e secondaria, di spiagge.

COD_Inq	COD_tratto	BP	ED	VP	VS	SP	L [m]
001	001 - A		X	X	X	X	3'170
001	001 - B		X	X	X	X	987
001	001 - C		X	X	X	X	271
002	002 - A				X	X	2'924
002	002 - B				X	X	196
002	002 - C					X	122
002	002 - D				X	X	269
002	002 - E	X	X				894
002	002 - F						432
002	002 - G					X	647
002	002 - H					X	217
002	002 - I			X	X	X	463
002	002 - J			X	X	X	793
002	002 - K				X	X	170

Estratto della tabella dei tratti franosi compresi negli inquadramenti geografici 001 e 002.

BP: occorrenza di beni paesaggistici; ED: occorrenza di volumi edilizi; VP: occorrenza di viabilità principale; VS: occorrenza di viabilità secondaria; SP: occorrenza di spiagge; L: sviluppo lineare

All'interno dei 35 inquadramenti sono stati classificati **314 tratti franosi** per una lunghezza complessiva pari a **802 km** di sviluppo lineare.

8.4. I tratti ad alta criticità

La presenza di elementi a rischio ricompresi nei tratti franosi ha determinato l'individuazione di aree soggette a valutazione speciale, indicate con il termine di "tratti ad alta criticità". Ogni occorrenza a rischio in tratto franoso (o agglomerato contiguo di occorrenze) è stata sottoposta al vaglio dell'analisi di dettaglio che ha avuto la sua sintesi nella compilazione di particolari schede di approfondimento.

Di seguito il modello della scheda di approfondimento adottata.

APPROFONDIMENTO TRATTI CRITICI			
ID:			
PIANI, SEGNALEZIONI, INTERVENTI IN ATTO O FINANZIATI			
P.A.I. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sì Classi di pericolosità riportata:			
I.F.F.I. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sì Riferimenti:			
Segnalazioni di pericolo rilevanti <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sì Riferimenti:			
Interventi Programmati / Finanziati <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sì. Riferimenti:			
SOPRALLUOGO DA MARE E FOTO INTERPRETAZIONE			
CARATTERI LITOTECNICI			
Litotipi coerenti	Litotipi semicoerenti	Litotipi pseudocoerenti	Litotipi incoerenti
<input type="checkbox"/> Monolitologici non stratificati	<input type="checkbox"/> Addensati e/o cementati	<input type="checkbox"/> Coesivi normal - consolidati	<input type="checkbox"/> Detriti eterogenei eterometrici
<input type="checkbox"/> Monolitologici stratificati	<input type="checkbox"/> Coesivi sovra-consolidati	<input type="checkbox"/> Coesivi poco consolidati o molli (plastici)	<input type="checkbox"/> Granulari sciolti o poco addensati
<input type="checkbox"/> Plurilitologici non stratificati	<input type="checkbox"/> Caotici	<input type="checkbox"/> Coesivi organici	<input type="checkbox"/> Non determinato
<input type="checkbox"/> Plurilitologici stratificati	<input type="checkbox"/> Non determinato	<input type="checkbox"/> Non determinato	
Note			
STRUTTURE E FORME PREDISPONENTI			
<input type="checkbox"/> Fratturazione	<input type="checkbox"/> Cornici rocciose	<input type="checkbox"/> Cavità di dissoluzione	<input type="checkbox"/> Sovraccarichi sul versante
<input type="checkbox"/> Stratificazione	<input type="checkbox"/> Nicchie di distacco	<input type="checkbox"/> Blocchi e massi isolati	<input type="checkbox"/> Tagli antropici
<input type="checkbox"/> Scistosità	<input type="checkbox"/> Mensole	<input type="checkbox"/> Blocchi e prismi rocciosi distaccati	<input type="checkbox"/> Altro
<input type="checkbox"/> Alterazione	<input type="checkbox"/> Solco di marea		
Note			
ASSETTO MORFOSTRUTTURALE AL PIEDE DEI VERSANTI COSTIERI (MITIGAZIONE DELL'AZIONE DEL MOTO ONDOSI)			
<input type="checkbox"/> Fondali rocciosi di varia profondità			
<input type="checkbox"/> Piattaforme di abrasione in roccia			
<input type="checkbox"/> Spiaggia sottomarina			
<input type="checkbox"/> Spiaggia intertidale			
<input type="checkbox"/> Spiaggia emersa			
<input type="checkbox"/> Altro			
Note			
DISSESTI			
<input type="checkbox"/> Crolli	<input type="checkbox"/> Scorrimenti traslativi	<input type="checkbox"/> Scorrimenti Rotazionali	<input type="checkbox"/> n.d.
<input type="checkbox"/> Ribaltamenti	<input type="checkbox"/> Colate lente	<input type="checkbox"/> Colate rapide	<input type="checkbox"/> n.d.
<input type="checkbox"/> Scivolamenti	<input type="checkbox"/> Espansioni laterali		<input type="checkbox"/> Ruscigliamento diffuso
	<input type="checkbox"/> Movimenti complessi		<input type="checkbox"/> Rivali e solchi
STATO			
<input type="checkbox"/> Attivo	<input type="checkbox"/> Quiescente	<input type="checkbox"/> Stabilizzati naturalmente	<input type="checkbox"/> Stabilizzati artificialmente <input type="checkbox"/> n.d.
Note			

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE	
Controllo erosione superficiale <input type="checkbox"/> Rivestimenti antierosivi, inerbimenti Stabilizzazione superficiale <input type="checkbox"/> Piantumazioni, fascinate, gradonature Opere di sostegno <input type="checkbox"/> Muri, gabbionate, pali, ancoraggi, spritz beton	Opere difesa massi <input type="checkbox"/> Barriere, reti, gallerie Opere di drenaggio <input type="checkbox"/> Dreni, trincee, pozzi, paratie Opere speciali <input type="checkbox"/> Iniezioni, trattamenti termici, trattamenti chimici
Opere a mare <input type="checkbox"/> Barriere emerse /soffolte <input type="checkbox"/> Opere radenti <input type="checkbox"/> Pennelli	
CONSIDERAZIONI SULLE CRITICITÀ RILEVATE	
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	

8.5. Risultati di sintesi

Gli esiti dell'attività di classificazione delle coste rocciose sono contenuti nell'allegato "ALL. 2 Schede di classificazione delle coste rocciose" del PAC.

E' di interesse riportare in questa sede una trattazione di sintesi sui dati estrapolati dalle analisi generali.

Si premette che per ogni comune costiero la costa esaminata coincide con la porzione di costa comunale ricompresa negli inquadramenti dello studio. Per tale ragione su 73 Comuni costieri quelli effettivamente interessati dallo studio sono 59.

Ai Comuni inseriti nell'elenco a seguire non sono associate mappature o perché non possiedono versanti costieri oppure perché i versanti costieri non sono stati classificati come franosi. Il comune di La Maddalena non è stato contemplato nello studio.

ARBOREA
BADESI
CAPOTERRA
GIBA
GUSPINI
LA MADDALENA
LOCERI
LOTZORAI
NARBOLIA
ORISTANO
POSADA
SAN GIOVANNI SUERGIU
SANTA GIUSTA
TERRALBA

In termini complessivi su 1.965 km di sviluppo costiero comunale sono stati classificati 314 tratti franosi con uno sviluppo lineare di 802 km.

All'interno dei tratti franosi sono stati censiti 138 tratti ad alta criticità per uno sviluppo lineare di 83 km totali.

La tabella che segue riporta le seguenti categorie di dati significativi contraddistinti per comune:

- Sviluppo lineare della costa comunale;
- n° dei tratti franosi identificati nel settore costiero comunale;
- lo sviluppo lineare dei tratti franosi;
- la percentuale di costa franosa rispetto allo sviluppo costiero totale,
- il numero dei tratti ad alta criticità,
- l'elenco dei toponimi rappresentativi dei tratti alta criticità,
- lo sviluppo lineare dei tratti alta criticità.

Comune	Sviluppo costiero comun. [m]	n° tratti franosi	Sviluppo tratti franosi [m]	% costa franosa	n° tratti ad alta criticità	Toponimi tratti alta criticità	Sviluppo tratti alta criticità [m]
AGLIENTU	32.602	6	9.471	29%	2	Lu Tavunatu; Punta dell'Acula	1.403
ALGHERO	93.442	10	61.199	65%	16	Lazzareto; Cala Burantinu; Cala Griecas - Zona militare; S.P. 105 Alghero - Bosa: P.ta Argentiera; S.P. 105 Alghero - Bosa: Il Cantaro; Spiaggia Punta Negra - Fertilia; El Trò; Punta del Frara; Monte Tundu; Torre del Tramariglio; Torre del Bulu; Grotta Verde; Grotta dei Ricami; Scala del Cabirol; Cala d'Inferno; Torre del Porticciolo; Scala del Cabirol;	7.662
ARBUS	76.218	11	50.967	67%	12	Portu Maga; Bruncu Sa Lapida; Gutturu 'e Flumini - Cala Campu Sali; Colonia Marina di Funtanazza; Rio Domu de s'Orcu - Spiaggia; Porto Palma; Scivu - Piscinas; Sa Calada Bianca; Serra Cixiri; Torre Flumentorgiu; Pistis; P.ta S'Achivoni;	12.384
ARZACHENA	89.748	28	30.049	33%	3	Golfo delle Saline_1; Golfo delle Saline; Cannigione;	1.358
ARZANA	8.433	4	5.223	62%	0		0
BARISARDO	10.298	2	484	5%	0		0
BAUNEI	40.932	1	38.632	94%	4	Cala Biriola; P.ta Ispuligi; Cala Goloritzè; Pedra Longa;	2.511
BOSA	42.813	4	33.919	79%	3	Strada Bosa -Turas; Faro - Isola Rossa; Capiteddu;	1.342
BUDONI	15.196	1	276	2%	0		0
BUGGERRU	13.399	2	8.713	65%	2	Spiaggia di San Nicolò; Spiaggia di Buggerru;	1.194
CABRAS	35.952	10	12.981	36%	7	Torre Vecchia; Istmo di Capo San Marco; Su Muru Mannu; Tombe Romane; Promontorio Capo S. Marco - Settore nord-occidentale; Funtana Medica; Torre del Sevo;	4.296
CAGLIARI	58.615	3	4.422	8%	7	Faro di Cala Mosca; Torre del Poetto - Torre Sant'Elia; Cala Fighera; Cala Mosca; Cala Mosca strada ex Stabulario; Capo Faro di Cala Mosca; Torre Perdusemi;	2.090
CALASETTA	30.682	6	13.400	44%	1	Spiaggia Sottotorre;	168
CARDEDU	4.992	1	1.197	24%	1	Spiaggia - Loc. Rio Bau de Lipedda;	538
CARLOFORTE	64.428	9	39.186	61%	2	Cave di pietra; Le Colonne	338
CASTELSARDO	20.405	6	16.676	82%	6	Punta Li Paddimi; Punta La Capra; Punta Spinosa; Via Zirulia - Pedra Lada; Cala Ostina sx; Cala Ostina dx;	2.948
CASTIADAS	13.693	4	7.375	54%	0		0
CUGLIERI	16.743	2	14.433	86%	4	Torre su Puttu; Riu Sa Canna; Sa Fossighedda; P.ta de Cagaragas;	1.783
DOMUS DE MARIA	21.106	15	13.752	65%	2	Camping Torre Chia - I. Su Cardolinu; Torre di Piscinni;	701
DORGALI	15.921	3	14.100	89%	5	Promontorio di Punta Nera di Osalla; S'Abba durche - Su Cascheri; Abba Meica; Strada per Cala Fuili; Cala Fuili;	3.102

Comune	Sviluppo costiero comun. [m]	n° tratti franosi	Sviluppo tratti franosi [m]	% costa franosa	n° tratti ad alta criticità	Toponimi tratti alta criticità	Sviluppo tratti alta criticità [m]
FLUMINIMAGGIORE	2.065	1	2.029	98%	0		0
GAIRO	4.067	2	2.033	50%	0		0
GOLFO ARANCI	50.199	11	13.293	26%	1	Cala Moresca;	373
GONNESA	8.845	2	6.057	68%	6	Guroneddu; Scoglio il Morto; Porto Raffa; Campumari; Porto Paglia; Spiaggia di Fontanamare;	2.937
IGLESIAS	19.561	1	18.017	92%	2	Porto Raffa; Porto Bega sa Canna;	1.069
LANUSEI	2.826	1	1.054	37%	0		0
LOIRI PORTO SAN PAOLO	11.691	1	791	7%	0		0
MAGOMADAS	2.054	1	1.953	95%	1	Porto Alabe;	337
MARACALAGONIS	5.317	3	3.041	57%	1	Torre delle Stelle;	2.218
MASAINAS	2.409	1	1.043	43%	0		0
MURAUVERA	31.375	4	7.318	23%	0		0
OLBIA	150.064	16	9.812	7%	0		0
OROSEI	26.810	5	4.473	17%	0		0
PALAU	35.292	10	10.657	30%	0		0
PORTO TORRES	152.716	1	7.218	5%	6	Farrizza - Abbacurente; Promontorio Balai; San Gavino a mare - Grotta d'Inferno; Grotta d'Inferno e Chiesetta di Balai Lontano; Platamona; Torre Abbacurente;	4.751
PORTOSCUSO	31.381	2	6.961	22%	1	Guroneddu;	1.030
PULA	24.023	12	4.783	20%	5	Torre di Sant'Efisio; Capo Di Pula; Foxi 'e Sali; Torre di Cala d'Ostia; Is Morus;	2.281
QUARTU SANT'ELENA	25.979	4	3.279	13%	0		0
RIOLA SARDO	1.665	1	1.665	100%	0		0
SAN TEODORO	42.256	7	10.287	24%	0		0
SAN VERO MILIS	21.786	5	11.354	52%	8	Punta S'Incudina; S'Arena Scoada - S'Archittu; S'Arena Scoada; Mandriola; Torre di Capo Mannu; Torre Sa Mora; Torre di Scala 'e Sale; Su Pallosu	2.839
SANT'ANNA ARRESI	13.457	4	10.057	75%	0		0
SANT'ANTIOCO	62.413	10	24.444	39%	3	Porto di Coquaddus; Capo Sperone - Piste costiere; Villaggio I Ciclopi;	2.511
SANTA TERESA GALLURA	88.682	24	42.498	48%	4	Cala Spinosa; Rena Bianca; Torre di Santa Teresa di Gallura; La Marmorata;	2.020
SARROCH	17.102	1	2.924	17%	1	Punta Zavorra - Grotta del Diavolo;	106
SASSARI	48.058	6	39.707	83%	6	Platamona; Torre de Bàntine Sale; Torre Bianca - Torre Negra; Argentiera; Argentiera nord; Punta de su Nibbaru;	2.458
SINISCOLA	25.800	1	2.316	9%	0		0
SINNAI	6.576	3	4.522	69%	2	Cala Pisanu; Solanas;	1.199
SORSO	16.400	4	3.832	23%	2	Marina di Sorso; Marizza;	1.171
STINTINO	57.090	1	30.903	54%	0		0
TERTENIA	12.485	2	6.177	49%	0		0

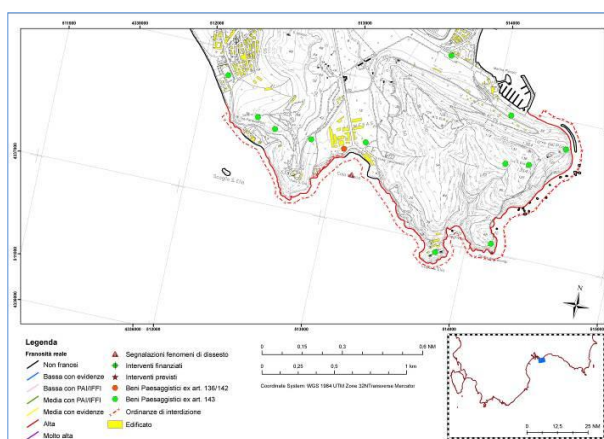
Comune	Sviluppo costiero comun. [m]	n° tratti franosi	Sviluppo tratti franosi [m]	% costa franosa	n° tratti ad alta criticità	Toponimi tratti alta criticità	Sviluppo tratti alta criticità [m]
TEULADA	84.118	28	54.022	64%	5	Tuerredda; Scogli di Porto Malo; Schina de Su Pisu; Sa Canna Residence; Sa Canna;	2.946
TORTOLI'	23.029	6	4.842	21%	1	Capo Bellavista - Villaggio Telis;	1.897
TRESNURAGHES	14.645	2	12.258	84%	3	Corona Niedda; Porto Alabe; Torre di Columbargia;	3.255
TRINITA' D'AGULTU E VIGNOLA	53.109	7	29.158	55%	1	Spiaggia Rinaggu (Isola Rossa);	203
VALLEDORIA	3.547	1	1.706	48%	2	La Ciaccia; Maragnanu;	811
VILLANOVA MONTELEONE	11.284	1	10.862	96%	2	Sa Mesa de S'Attentu; Poglina;	2.080
VILLAPUTZU	22.181	3	5.376	24%	1	Porto Tramatzu - Torre del Monte Rosso (T.re Motta);	469
VILLASIMIUS	47.048	15	12.729	27%	1	Is Traias;	201

*Mappa regionale dei
tratti in costa
rocciosa ad alta
criticità*



8.6. Database fotografico degli scatti da mare

L'operazione di ricognizione fotografica da mare dei tratti in costa rocciosa della Sardegna è stata resa possibile dal connubio virtuoso fra l'attività di redazione del PAC e il progetto Strategico del Programma Operativo Italia-Francia Marittimo 2007-2013 *RES MAR – Azione di Sistema A “Rete per il monitoraggio dell'erosione costiera”*. A fine dicembre 2012 è stata siglata tra l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente - Servizio Tutela del suolo e politiche forestali della Regione e le Direzioni Marittime di Cagliari e Olbia, una Convenzione di collaborazione istituzionale *“per la messa a disposizione di servizi con mezzi nautici finalizzati al monitoraggio via mare dei tratti costieri critici in falesia”,* preso atto del capillare livello di conoscenza dei tratti costieri critici da parte delle Capitanerie di Porto anche in relazione ai provvedimenti di divieto di balneazione e navigabilità emessi. Grazie a tale iniziativa è stata acquisita l'intera sequenza fotografica da mare dei tratti in costa rocciosa dell'Isola ed è stato possibile realizzare un fermo immagine organico dell'ambito costiero roccioso regionale fissato



all'anno 2013.

L'equipaggio tecnico è stato costituito grazie alla disponibilità del personale dell'Assistenza Tecnica al PAC che, a bordo delle motovedette delle Capitanerie, ha realizzato la fase operativa del rilevamento fotografico.



Una cartografia preliminare in scala 1:10.000, riportante i tratti a franosità potenziale, ha costituito il riferimento cartografico con il quale si è proceduto alla fase di validazione via mare. È stata fatta la scelta di acquisire con continuità la documentazione fotografica relativa a tutti i tratti rocciosi.





Le fotografie sono state realizzate con macchina reflex digitale con sensore da 12M pixel, dotata di GPS e obiettivo 18-200 mm, alla massima risoluzione in formato JPG.

Nel gennaio 2013 è stato dato avvio all'attività operativa in mare che ha avuto una iniziale fase

sperimentale con il primo sopralluogo realizzato nel Golfo degli Angeli, fino a Capo Carbonara, finalizzato a impostare una metodologia di acquisizione che poi è stata adottata per il prosieguo di tutti i sopralluoghi effettuati.

Con notevoli difficoltà organizzative legate alle condizioni meteomarine avverse che hanno caratterizzato i primi mesi del 2013, sono state realizzate complessivamente 15 campagne di rilevamento di cui l'ultima nel mese di Luglio.

La capacità di movimentazione delle unità coinvolte ha permesso una navigazione sottocosta che ha consentito in alcuni casi di acquisire immagini molto ravvicinate. L'elevata risoluzione delle immagini acquisite ha consentito elevati ingrandimenti con perdite di qualità contenute.

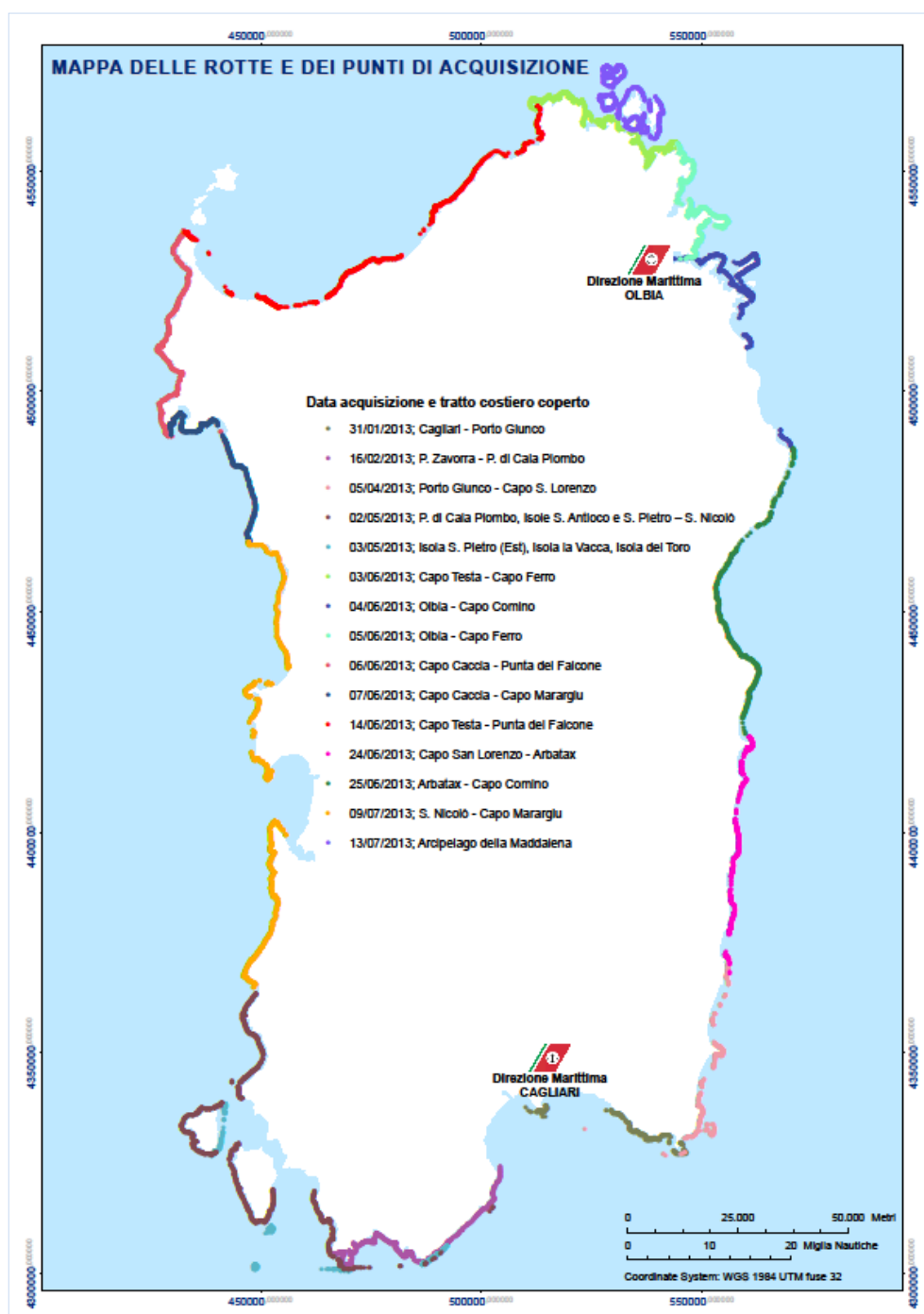
Per ogni sito analizzato sono state acquisite fotografie panoramiche e dettagli puntuali di elementi particolarmente significativi quali faglie, fessurazioni, stratigrafie particolari o dissesti puntualmente localizzati.



La Figura ricostruisce i tratti coperti dal rilevamento e le rotte seguite, ricostruite sulla base della successione dei punti di scatto fotografico, tutti acquisiti con georeferenziazione in coordinate WGS84.

La copertura dei tratti rocciosi è completa, con la sola esclusione dell'isola dell'Asinara. I colori rappresentano i tratti monitorati durante le diverse uscite in mare, riepilogate in legenda.

La fase di ricognizione via mare si è chiusa con l'acquisizione di circa 25.000 scatti che, debitamente catalogati in forma georeferenziata, rappresentano un patrimonio presso le banche dati della Regione Sardegna che è disponibile al pubblico dei fruitori istituzionali, tecnici e culturali



Costituzione del database fotografico delle coste rocciose: mappa delle rotte e georeferenziazione dei punti di scatto

9. Classificazione delle spiagge

Il Territorio che ci circonda e sul quale viviamo è oggetto di un incessante processo di trasformazione geomorfologica legata a molteplici fattori naturali. A questi ultimi si sono aggiunti nel corso della storia, e continuano a farlo in maniera sempre più massiva, “interferenze” legate ai dinamismi propri dell’uomo. Urbanizzazioni, coltivazioni, infrastrutture sono da tempo immemore parte integrante del Territorio e ne sono in molti casi la principale, forse unica, forza motrice. Ciò che percepiamo come paesaggio è pertanto il risultato di una stratificazione di processi fisici, relazionali e culturali, la cui fotografia riprende un momento storico attuale frutto del passato e in divenire nel contingente.

Il sistema naturale non è di per sé immutabile ma è sottoposto a una continua evoluzione. La linea di costa è in movimento, avanza o arretra secondo stadi e dinamiche che spesso non sono stati percepiti ne tantomeno previsti dall’uomo, il quale ha invece realizzato opere e attività economiche vivendo e interpretando il territorio come un assunto, piuttosto che come un’entità in mutamento.

Diventa perciò fondamentale per la pianificazione definire un sistema valoriale sul quale basare le opzioni di intervento e programmatiche.

9.1. Scopo e obiettivi dell’analisi

Lo scopo del lavoro si è focalizzato sulla costruzione di un quadro descrittivo dello stato fisico delle spiagge, organico per l’intero ambito regionale, finalizzato a una classificazione generale delle criticità connesse a fenomeni di degrado fisico-strutturale e ambientale dei litorali sabbiosi.

Lo studio classificatorio si è posto l’obiettivo di garantire una piattaforma informativa funzionale a stabilire priorità e opzioni programmatiche d’intervento.

Gli obiettivi sono sintetizzabili in:

- Assunzione di uno schema descrittivo e metodologico di riferimento per la classificazione delle spiagge sulla base di valori di criticità;
- Elaborazione di un quadro classificatorio organico applicato alle spiagge della Sardegna

9.2. Unità fisiche di riferimento

9.2.1. Le unità di litorale

Nell’ambito applicativo del PAC la macro unità costiera di inquadramento fisico delle spiagge è l’Unità Fisiografica (UF), il cui elenco di venti elementi è descritto in 0. All’interno di ciascuna UF sono state individuate delle sub-unità indicate con il nome di Unità di Litorale (UL).

L’Unità di Litorale è definita come un sistema costiero emerso e sommerso al cui interno si esplicano i processi evolutivi di tipo geomorfologico e sedimentario caratteristici di una o più spiagge. In questo senso, le UL derivano dall’accorpamento fisico delle spiagge e dei tratti di costa alta contigui, caratterizzati da una certa uniformità geomorfologica e

idrodinamica. Le UL hanno una estensione assai variabile e i loro limiti estremi non sono stabili nel tempo potendo variare la configurazione geomorfologica o idrodinamica della fascia costiera. Le UL sono state individuate secondo tre criteri guida: dati presenti in letteratura, valutazioni geomorfologiche, valutazioni idrodinamiche.

In particolare i criteri principali di aggregazione di spiaggia e costa alta per UL sono:

- Appartenenza alla stessa UF;
- Uniformità nei caratteri geomorfologici della spiaggia;
- Omogeneità sedimentaria della spiaggia sommersa;
- Flusso longitudinale unidirezionale;
- Trasporto trascurabile di sedimenti.

Per quel che riguarda il limite lato mare della UL, va specificato che esso coincide con il limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica* e, quando non presente, con la profondità di chiusura su dati del clima ondoso a largo.

Tale procedura ha portato all'individuazione di **101 UL** lungo la costa della Sardegna (con l'esclusione delle isole minori fatta salva l'Isola di Sant'Antioco).

Le UL sono identificate secondo un codice alfanumerico nel quale la parte numero identifica la UF di appartenenza mentre la parte lettera, assegnata progressivamente in senso antiorario a partire dal limite estremo della UF, identifica la singola unità di litorale.

Il significato più proprio dell'operazione di identificazione delle UL è stato quello di stabilire, con le dovute approssimazioni del caso, i limiti fisici all'interno dei quali una perturbazione dei processi sedimentari potesse potenzialmente determinare modificazioni alla dinamica geomorfologica dell'ambiente litorale della UL ma non di UL adiacenti.

In questo senso, le UL rappresentano l'unità di riferimento fisico per l'analisi sulla criticità dei sistemi di spiaggia effettuata nel presente lavoro.

9.2.2. Le spiagge

Nel presente lavoro, con l'accezione "spiaggia" si fa riferimento al concetto di "costa deposita", ovvero agli arenili costituiti da accumuli di materiali detritici marini e/o continentali, caratterizzati da specifici costituenti sedimentari, sottoposti a processi sedimentologici prevalentemente connessi all'azione del moto ondoso.

Ciascuna spiaggia individua un sistema complesso, costituito da un'articolazione di componenti spaziali tra loro interagenti, in continua evoluzione morfodinamica all'interno dell'unità di litorale (UL) di appartenenza: spiaggia sommersa, avanspiaggia e retrospiaggia, campi dunali, settori retrodunali, settori interni dei cordoni litoranei, foci e opere antropiche.

Le relazioni spaziali e gli elementi morfologici della spiaggia sommersa ed emersa, sono rappresentati nello schema morfometrico di Carobene e Brambati (1979) assunto in questo lavoro come riferimento e adottato per la terminologia, le abbreviazioni e le definizioni correnti.

Schema
morfometrico della
spiaggia emersa e
della spiaggia
sommersa (Carobene
e Brambati, 1979)



9.3. Definizione di criticità

Il primo passaggio metodologico ha riguardato la codifica dell'indicatore "criticità" che rappresenta il metro di valutazione e discrimine adottato nel presente studio. È importante perciò definire cosa si intenda per *criticità* e in quale accezione questo termine debba essere inteso poiché da esso deriva la sequenza delle analisi e dei relativi indicatori assunti.

Il concetto di "*criticità*" adottato è da intendersi come distinto rispetto ad altri parametri di pregresso inquadramento normativo e tecnico. Esso, infatti, è solo parzialmente e solo in parte riconducibile al concetto di Rischio così come definito dal DPCM 29/09/98.

Per *criticità* di una spiaggia si intende la condizione limite dello stato fisico della spiaggia oltre la quale le modificazioni riscontrate non sono suscettibili di essere compensate dalle capacità di resilienza del sistema ovvero dalla sua capacità di perpetuarsi rispetto allo "stato iniziale".

In particolare, per definizione di spiaggia critica è stata operata una distinzione tra erosione strutturale ed erosione episodica. Sono state considerate critiche solo le spiagge per le quali esistono evidenze di erosione strutturale ovvero quando in un sistema di spiaggia il bilancio apporti-perdite non è più in equilibrio per cui esiste una perdita irreversibile di sedimento dal sistema. La valutazione di criticità di una spiaggia fa quindi riferimento alle modificazioni indotte sugli equilibri morfologici e sedimentari che hanno determinato o possono determinare l'attivazione di processi erosivi incontrovertibili. La criticità è valutata considerando, sia la vulnerabilità intrinseca della spiaggia sia gli effetti indotti dalle attività antropiche che interferiscono con le componenti costitutive dei sistemi di spiaggia e con le dinamiche evolutive.

La criticità è un parametro valutativo essenzialmente di tipo geomorfologico, la cui attribuzione in valore "alta", "bassa" e "nulla" deriva da un'analisi esperta della combinazione di fattori, indicatori primitivi e derivati e conoscenze pregresse.

Criticità "alta" individua un sistema spiaggia significativamente compromesso, la cui integrità è a rischio a causa di processi incontrovertibili e per cui si rende necessario avviare azioni nell'immediato senza le quali il rischio di perdita del bene ambientale in tempi ridotti è molto elevato.

Criticità "bassa" è associata a uno stato di sofferenza dell'arenile per cui si rendono necessarie azioni volte alla rimozione o riduzione dei fattori determinanti le condizioni di disequilibrio onde limitare e prevenire il pericolo di perdita del bene ambientale.

Criticità “nulla” è assegnata alle spiagge che versano in uno stato di sostanziale equilibrio, ma che possono comunque presentare condizioni minori di criticità legate principalmente a fenomeni di degrado delle componenti causato da frequentazione antropica non regolamentata (accessi e sosta non regolamentati) o per presenza di opere o manufatti che possono, nel lungo periodo, contribuire a rendere il sistema maggiormente sensibile all’innescò di processi localizzati di erosione.

9.4. Impostazione metodologica

Il percorso metodologico è stato strutturato su due passaggi formali.

Con il primo è stata realizzata una descrizione di base dei sistemi sabbiosi che ha consentito di evidenziare gli elementi di criticità e numerosi fattori interagenti. I risultati sono contenuti nelle “Schede di base delle unità di litorale e delle spiagge” che costituiscono un allegato tecnico del PAC nel quale sono state catalogate 271 schede di spiagge.

Nelle schede di base è contenuta una valutazione di massima del grado di criticità delle spiagge condotta attraverso un’analisi speditiva multidisciplinare di tipo esperto che ha evidenziato, a seconda dei casi, condizioni di disequilibrio nei processi evolutivi del sistema di spiaggia e la sussistenza di processi erosivi in atto o anche elementi strutturali ed esterni predisponenti. In particolare sono stati considerati alcuni fattori indicativi della capacità di resilienza del sistema con lo scopo di acquisire una prima valutazione della predisposizione naturale all’innescò di fenomeni erosivi. Sono stati inoltre considerati i fattori esterni riguardanti gli utilizzi antropici della risorsa e la presenza di elementi potenzialmente interferenti sulle naturali dinamiche evolutive del sistema.

A partire da questo quadro conoscitivo, il secondo passaggio ha realizzato una fase di approfondimento descrittivo e analitico degli ambiti a maggiore criticità. Sono state prodotte 27 “Schede di approfondimento per le spiagge ad alta criticità”, anch’esso allegato tecnico alla presente Relazione Generale.

L’analisi di approfondimento si compone di due fasi: una prima di recupero e produzione di dati e una successiva di completamento con osservazioni dirette sul campo.

I dati di base sono conseguenti a operazioni di digitalizzazione delle linee di riva storiche, analisi di sintesi di dati meteo marini su fetch e clima ondoso al largo o sotto costa, descrizioni di caratteri geometrici delle componenti del sistema spiaggia.

Il sopralluogo ha permesso di approfondire le considerazioni sviluppate nelle schede di base relative a presenza di infrastrutture e caratteri geo-morfologici della spiaggia emersa, del retrospiaggia e dell’ambito dunale quando presente.

Le schede di approfondimento individuano una tendenza evolutiva della spiaggia emersa e valutano l’interessamento delle infrastrutture esistenti ad opera degli eventi meteo-marini. E’ fornito un orientamento di indirizzo alla programmazione di possibili interventi a salvaguardia del tratto costiero e protezione delle infrastrutture.

9.5. Schede di base delle Unità di Litorale e delle spiagge

Il processo di descrizione e catalogazione è stato condotto per unità di litorale UL. All'interno di ciascuna UL sono state individuate le spiagge principali, per ciascuna delle quali è stata effettuata una caratterizzazione generale ed espresso un giudizio di criticità sulla base di un modello di valutazione di tipo qualitativo strutturato in diversi campi analitici.

Le schede di base delle spiagge sono inquadrare nella rispettiva Unità di Litorale e riportano il valore e/o giudizio qualitativo assegnato ai diversi parametri analizzati, corredato, in taluni casi, da note esplicative che meglio esplicitano le motivazioni del giudizio espresso.

L'analisi è stata avviata considerando una serie di parametri rappresentativi dei principali caratteri geometrici e geomorfologici del settore emerso e sommerso e dei caratteri insediativi del sistema. In particolare si è tenuto conto di:

- Estensione lineare della spiaggia
- Profondità media del settore di avanspiaggia
- Caratteristiche granulometriche della spiaggia
- Presenza/assenza del sistema dunale
- Presenza/assenza di beach rock e/o piattaforme di abrasione
- Presenza/assenza di barre
- Presenza/assenza di stagni e zone umide
- Presenza/assenza di foci fluviali
- Presenza/assenza di aree ad alta pericolosità idraulica e/o da frana
- Presenza/assenza di insediamenti e infrastrutture e loro tipologia
- Presenza/assenza di opere di difesa costiera, distinte in opere rigide e opere morbide, e loro tipologia
- Presenza/assenza di emergenze naturalistiche, storico-culturali e paesaggistiche e loro identificazione

La ricognizione di tali parametri è risultata funzionale a delineare un primo quadro delle caratteristiche intrinseche del sistema spiaggia e degli elementi di natura antropica esistenti che determinano o potrebbero determinare delle interferenze sui processi naturali evolutivi del sistema.

La valutazione preliminare della criticità ha considerato una serie di indicatori, distinti per il settore emerso e sommerso della spiaggia, rappresentativi di processi di disequilibrio reali o potenziali. In particolare sono stati utilizzati:

per il settore emerso

- evoluzione della linea di costa
- stato di conservazione del sistema dunale
- interferenza degli elementi antropici sulle componenti di spiaggia
- interferenza della frequentazione antropica sulle componenti di spiaggia

per il settore sommerso

- stato di conservazione ed evoluzione del limite superiore della prateria di Posidonia oceanica
- flusso longitudinale di energia

Oltre alle informazioni relative agli indicatori su elencati, la valutazione preliminare del grado di criticità delle spiagge ha preso in considerazione il quadro informativo derivante dalle conoscenze pregresse, ovvero:

- gli interventi di mitigazione o difesa costiera realizzati / programmati / finanziati
- le ordinanze di interdizione emesse dalle Direzioni Marittime o altri soggetti titolari
- le segnalazioni da parte di Enti locali e altre amministrazioni o soggetti
- gli studi esistenti

La valutazione sintetica del quadro informativo realizzato ha portato alla formazione di un giudizio preliminare di criticità della spiaggia, distinto in criticità alta, bassa, nulla.

Le "Schede di base delle Unità di Litorale e delle spiagge", danno corpo al fascicolo A dell'*Allegato 3. Schede di classificazione delle Spiagge* con la descrizione di 271 spiagge ricomprese all'interno di 85 UL su un totale di 101 UL.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive descrittive dei parametri utilizzati nelle schede di base delle spiagge e delle modalità adottate per il loro popolamento:

PARAMETRI DESCRITTIVI

CARATTERI GEOMETRICI		
parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Estensione lineare della spiaggia	Lunghezza in metri	Estensione lineare totale dell'arco o degli archi sabbiosi considerati, valutata sulla linea di costa del 2008, utilizzando lo shp dei morfotipi costieri elaborato dal gruppo di lavoro
Profondità media del settore di avanspiaggia	Bassa (<15 m)/Media (15-30 m)/Alta (>30 m)	Intervallo di profondità media del settore di avanspiaggia stimato da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008
CARATTERI GEOMORFOLOGICI		
parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Caratteristiche granulometriche	Sabbiosa/Sabbioso-ciottolosa/Ciottolosa	Tipologia di spiaggia, definita sulla base della macrocategoria granulometrica di sedimento prevalente, stimato da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008

Sistema dunale	Presenza/assenza	Presenza/assenza di dune mobili e/o consolidate stimato da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008 e da dati bibliografici
Beach rock e/o piattaforme di abrasione	Presenza/assenza	Presenza/assenza di beach rock e/o piattaforme di abrasione stimato da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008
Barre	Presenza/assenza	Presenza/assenza di sistemi di barre stimato da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008
Stagni e zone umide	Presenza/assenza	Presenza/assenza di sistemi costieri umidi, quali stagni e lagune, valutata utilizzando il Data Base Multiprecisione della Regione Autonoma della Sardegna e da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008
Foci fluviali	Presenza/assenza	Presenza/assenza di corsi d'acqua che sfociano nel sistema di spiaggia valutata utilizzando il Data Base Multiprecisione della Regione Autonoma della Sardegna e da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008
Aree ad alta pericolosità idraulica (PAI e PSFF)	Presenza/assenza	Presenza/assenza di aree ad alta pericolosità idraulica individuate dal PAI e dal PSFF valutata sulla base dei dati forniti dall'Autorità di Bacino e aggiornati al 2012
Aree ad alta pericolosità da frana (PAI e IFFI)	Presenza/assenza	Presenza/assenza di aree ad alta pericolosità da frana individuate dal PAI e dal PSFF valutata sulla base dei dati forniti dall'Autorità di Bacino e aggiornati al 2012
CARATTERI INSEDIATIVI		
parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Insedimenti e infrastrutture	Insedimento industriale/Insediamento turistico-residenziali diffuso/Insediamento turistico-residenziale sparso o a nuclei isolati/Infrastrutture viarie/Aree sosta/Singoli edifici e strutture/Porto/Altre opere	Tipologia degli elementi insediativi insistenti o gravitanti sul sistema di spiaggia analizzato stimato da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008

OPERE DI DIFESA COSTIERA		
parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Opere rigide	Opere distaccate parallele/Opere trasversali/Opere aderenti	Tipologia delle opere rigide di difesa costiera realizzate a protezione della spiaggia in esame valutata da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008 e sulla base delle conoscenze pregresse
Opere morbide	Ripascimenti/Interventi di recupero e ricostruzione del sistema dunare (nuclei di innesco, schermi frangivento, ecc)/Interventi di regolamentazione della frequentazione antropica (dissuasori, passerelle, ecc.)/Altre opere	Tipologia delle opere morbide di difesa costiera realizzate a protezione o recupero della spiaggia in esame valutata da analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008 e sulla base delle conoscenze pregresse

EMERGENZE NATURALISTICHE, STORICO-CULTURALI E PAESAGGISTICHE		
parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Aree Naturali Protette	SIC/ZPS/Zone Ramsar/Area Marina Protetta/Parco Regionale/Parco Nazionale	Tipologia delle aree naturali protette all'interno delle quali ricade il sistema di spiaggia analizzato valutata utilizzando il Data Base Multiprecisione della Regione Autonoma della Sardegna
Emergenze Archeologiche, Architettoniche e Paesaggistiche	Beni paesaggistici ex art. 146-142/Beni paesaggistici ex art. 143/Manufatti di culto/Beni identitari	Tipologia dei beni archeologici, architettonici, paesaggistici e identitari insistenti o gravitanti sul sistema di spiaggia valutata utilizzando il Data Base Multiprecisione della Regione Autonoma della Sardegna

INDICATORI DI CRITICITA'

SETTORE EMERSO		
Parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Evoluzione della linea di costa	In significativo stato di arretramento/In limitato stato di arretramento/In stato di equilibrio o in avanzamento	Analisi storica dell'evoluzione della linea di costa sviluppata utilizzando le linee di costa digitalizzate sulle ortofoto degli anni 1954, 1968, 1997/2000 e 2008, confrontando gli scostamenti relativi
Stato di conservazione del sistema dunale	Seramente compromesso o obliterato/Con evidenze di degrado e smantellamento/Ben conservato o integro	Analisi storica dello stato di conservazione e frammentazione dei sistemi dunali e della copertura vegetale effettuata mediante analisi fotointerpretativa utilizzando l'ortofoto del 2008 e confrontandola con le ortofoto storiche, a partire dall'anno 1954
Interferenza degli elementi antropici sulle componenti di spiaggia	Alta/Media/Bassa o assente	Valutazione qualitativa delle potenziali interferenze degli elementi antropici insistenti sul sistema di spiaggia analizzato, con particolare riguardo alla presenza di insediamenti o infrastrutture che interessano direttamente le componenti costitutive del sistema di spiaggia (avanspiaggia, campo dunale, settori retrodunali, foci e zone umide), effettuata mediante analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008 e sulla base delle conoscenze pregresse
Interferenza della frequentazione antropica sulle componenti di spiaggia	Alta/Media/Bassa o assente	Valutazione qualitativa delle potenziali interferenze della frequentazione antropica sul sistema di spiaggia analizzato effettuata mediante analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008 e sulla base delle conoscenze pregresse

SETTORE SOMMERSO		
Parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Stato di conservazione ed evoluzione del limite superiore della prateria di Posidonia oceanica	Dato non rilevabile/In significativo stato di degrado e arretramento/In limitato stato di degrado e arretramento/In stato di equilibrio e conservazione	Valutazione dell'evoluzione storica del limite superiore della Prateria oceanica e del suo stato di conservazione effettuata sulla base dei dati forniti dal progetto Nautilus, delle conoscenze pregresse e mediante analisi fotointerpretativa sull'ortofoto del 2008
Flusso longitudinale di energia	Direzione\verso e intensità del vettore	Elaborazione attraverso modellazione matematica di direzione e l'altezza dell'onda al largo

CONOSCENZE PREGRESSE

Parametro	valore/giudizio	definizione e modalità di popolamento
Segnalazioni di criticità rilevanti	Presenza/assenza e riferimento	Indicazione di criticità esistenti, segnalate da Enti e Autorità competenti o altri soggetti
Interventi Realizzati/Programmati/Progettati	Presenza/assenza e riferimento	Indicazione degli interventi di difesa costiera realizzati o programmati, risultanti da un'analisi della progettualità in atto, degli strumenti di finanziamento e programmazione della Regione Sardegna e altre fonti informative
Ordinanze di Interdizione	Presenza/assenza e riferimento	Indicazione delle ordinanze di interdizione alla navigabilità, balneazione, e percorribilità dei litorali rilasciate dalle Direzioni Marittime dagli Enti locali o altre Autorità aventi titolo
Studi	Presenza/assenza e riferimento	Indicazione di studi esistenti sull'area

9.6. Schede di approfondimento per le spiagge ad alta criticità

Tutte le spiagge classificate preliminarmente ad alta criticità e quelle a bassa criticità per le quali sono tuttavia emersi elementi meritevoli di approfondimento, sono state oggetto di sopralluogo tecnico. Le analisi sul campo hanno consentito di documentare e descrivere i processi in atto e le interferenze, attuali o potenziali, delle attività antropiche sulle componenti costitutive dei sistemi di spiaggia e sui naturali processi evolutivi. Sono state inoltre evidenziate le criticità legate agli effetti, in atto o potenziali, dei processi erosivi sugli elementi antropici presenti, quali insediamenti o infrastrutture viarie, e registrata e documentata la presenza di interventi o opere di difesa costiera già realizzati.

Le considerazioni maturate in fase di sopralluogo e la documentazione fotografica prodotta hanno costituito la base per la revisione dei giudizi espressi in via preliminare e hanno consentito la redazione delle schede di approfondimento per le spiagge che sono state classificate ad alta criticità. E' emerso, in più di un caso, la sostanziale mancanza di ulteriori elementi che potessero confermare lo stato di sofferenza e di emergenze critiche geomorfologiche, pur affermandosi la necessità di ulteriori indagini e monitoraggi che potranno dare una solida e duratura conferma di tali valutazioni.

Le analisi in situ hanno consentito in particolare la puntuale determinazione di:

- Presenza di infrastrutture che interferiscono con le dinamiche litorali;
- Caratteri geo-morfologici della spiaggia emersa, del retrospiaggia e dell'ambito dunale quando presente.

In riferimento alle caratteristiche meteo-marine locali è stata inoltre valutata:

- la tendenza evolutiva della spiaggia emersa;
- l'interessamento delle infrastrutture ad opera degli eventi meteo-marini.

Dunque la scheda di approfondimento, rispetto alla corrispettiva scheda di base, dà conto e dettaglia ulteriori importanti aspetti quali l'analisi meteo-marina, l'inquadramento fisico, l'evoluzione storica della linea di riva, la tendenza evolutiva della spiaggia e fornisce orientamenti alla programmazione di indirizzo per la tutela del bene e/o la protezione delle infrastrutture sensibili colpite dai processi di arretramento.

Le "schede di approfondimento delle spiagge ad alta criticità", in numero di 26, danno corpo al fascicolo B dell'Allegato 3. Schede di classificazione delle Spiagge.

All'interno di una singola scheda di approfondimento possono essere raggruppate più spiagge facenti capo alle rispettive schede di base.

9.7. Elenco delle spiagge analizzate

L'inquadramento prospettato di seguito individua un elenco costituito da **20 Unità Fisiografiche**, **101 Unità di Litorale** e **271 spiagge**.

Unità Fisiografica	Unità di Litorale	Spiaggia	lung h.	Comune
1 Punta Sos Attentos - Capo Mannu	1A P.ta sos Attentos - Capo Marargiu	-		BOSA
	1B Capo Marargiu - Cala Rapina	Porto Managu	66	
		Cumpultittu	46	
		Torre Argentina	37	
		S'Abba Druche	321	
	1C Cala Rapina - Foghe	Bosa Marina	879	TRESNURAG HES
		Turas	371	
		Porto Alabe	466	
		Sa Marinedda	194	
	1D Foghe - T.re Scala 'e Sale	Santa Caterina di Pittinuri	509	CUGLIERI
		S'Archittu	795	
		Is Arenas	5.478	SAN VERO MILIS, NARBOLIA, CUGLIERI
	1E T.re Scala 'e Sale - Capo Mannu	Su Pallosu - Sa Rocca Tunda	3.054	
		Sa Mesa Longa	668	SAN VERO MILIS
2 Capo Mannu - Capo S. Marco	2A Capo Mannu - Capo S. Marco	Putzu Idu	1.676	CABRAS
		S'Arena Scoada	512	
		Mari Ermi	1.753	
		Su Bardoni	654	
		Is Aruttas	479	
		Maimoni	1.674	
		Funtana Meiga	622	
		San Giovanni di Sinis	1.496	
		Capo S. Marco	571	
3 Capo S.Marco - Capo Frasca	3A Capo S. Marco - Capo della Frasca	Mare Morto	5.875	ORISTANO
		Marina di Torregrande	5.685	
		Cirras	3.501	SANTA GIUSTA
		Marina di Arborea	6.477	ARBOREA
		Corru S'ittiri	2.794	
4 Capo Frasca - Capo Altano	4A Capo della Frasca - Su Cuddu de su Turraiu	Torre dei Corsari	1.637	ARBUS
	4B Su Cuddu de su Turraiu - Portu sa Spuma	Porto Palma	619	

Unità Fisiografica		Unità di Litorale		Spiaggia	lung h.	Comune
		4C	Portu sa Spuma - Capo Pecora	<i>Funtanazza</i>	505	
				<i>Marina di Arbus e Gutturu e Flumini</i>	840	
				<i>Portu Maga</i>	1.208	
				<i>S'Acquedda</i>	814	
				<i>Piscinas</i>	5.424	
				<i>Scivu</i>	2.400	
		4D	Capo Pecora - Cala Domestica	<i>San Nicolao</i>	2.824	BUGGERRU
				<i>Buggerru</i>	427	BUGGERRU IGLESIAS
				<i>Cala Domestica</i>	128	
		4E	Cala Domestica - Porto Paglia	<i>Masua</i>	254	IGLESIAS
				<i>PortoPaglia-Sa Punta 'e Sa Rena-Plagemesu-Fontanamare</i>	3.440	GONNESA
		4F	Porto Paglia - Capo Altano	-		GONNESA PORTOSCUS O
5	Capo Altano - Calasetta	5A	Capo Altano - Punta Trettu	<i>Porto Paleddu (Porto Paglietto)</i>	286	PORTOSCUS O
				<i>Portovesme</i>	656	
				<i>Freccia litoranea di Punta S'Aliga</i>	2.946	
		5B	Punta Trettu - Calasetta	-		SAN GIOVANNI SUERGIU - S. ANTIOCO - CALASETTA
				<i>Spiagge del Giunco e Bubbò</i>	1.660	CARLOFORT E
				<i>Girin</i>	90	
				<i>Punta Nera</i>	90	
				<i>Guidi</i>	182	
				<i>La Bobba</i>	126	
				<i>La Caletta</i>	181	
6	Calasetta - Capo Sperone	6A	Calasetta - Capo Sperone	<i>Cala Sapone</i>	120	SANT'ANTIO CO
				<i>Cala Lunga</i>	117	CALASETTA
				<i>Spiaggia Grande</i>	1.119	
				<i>Le Saline</i>	570	
				<i>Sottotorre</i>	267	
7	Capo Sperone - Capo Teulada	7A	Capo Sperone - S. Antioco	<i>Is Pruinis</i>	4.626	SANT'ANTIO CO
				<i>Maladroxa</i>	358	
				<i>Coaquaddus</i>	1.204	
		7B	S. Antioco - Scollieddu	<i>Porto Botte</i>	5.137	MASAINAS, GIBA
		7C	Scollieddu - Punta Menga	-		SANT'ANNA ARRESI
		7D	Punta Menga - P. di Cala Piombo	<i>Porto Pino</i>	4.390	SANT'ANNA ARRESI, TEULADA
		7E	P. di Cala Piombo - Capo Teulada	-		TEULADA

Unità Fisiografica		Unità di Litorale		Spiaggia	lung h.	Comune
8	Capo Teulada - Capo Carbonara	8A	Capo Teulada - Torre di Porto Scudo	Porto Zafferano	1.045	
		8B	Torre di Porto Scudo - Porto Scudo	Porto Scudo	285	
		8C	Porto Scudo - Punta Niedda	Porto Tramatzu	518	
		8D	Punta Niedda - Torre Budello	-		
		8E	Torre Budello - Capo di Piscinni	Piscinnì	272	DOMUS DE MARIA
		8F	Capo di Piscinni - Capo Malfatano	-		TEULADA DOMUS DE MARIA
		8G	Capo Malfatano - Isola Ferraglione	Tuerredda	446	TEULADA
		8H	Isola Ferraglione - Cala Niedda	Cala Cipolla	130	DOMUS DE MARIA
				Campana Pontile- Su Giudeu- S'Acqua Durci	1.348	
				Campana	510	
				Bithia-Sa Colonia	787	
				Torre Chia - Su Cardolinu	391	
		8I	Cala Niedda - Capo di Pula	Cala Marina	1.202	PULA
				Pinus Village	362	
				Is Morus	1.192	
				Santa Margherita	2.700	
				Porto d'Agumu	1.079	
		8L	Capo di Pula - Isola S. Macario	Su Guventeddu- Nora	1.522	PULA
		8M	Isola S. Macario - Punta Zavorra	Su Stangioni Foxi Niedda	1.612	
				Porto Columbu- Perd'e Sali	1.317	SARROCH- PULA
		8N	Punta Zavorra - Porto Canale	Giorgino - La Maddalena - Frutti d'Oro	10.01 2	CAGLIARI- CAPOTERRA
		8O	Porto Canale - Torre Foxi	Cala Mosca	123	CAGLIARI
				Poetto	7.863	CAGLIARI, QUARTU S. ELENA
		8P	Torre Foxi - Cala Regina	-		QUARTU SANT'ELENA
		8Q	Cala Regina - Torre de su Fenugu	Mari Pintau e Cala Regina	1.409	
				Geremeas	1.454	MARACALAG ONIS, QUARTU S. ELENA
				Cann'e Sisa	555	MARACALAG ONIS
		8R	Torre de su Fenugu - Capo Boi	Genn'e Mari	537	SINNAI, MARACALAG ONIS
				Solanas	957	SINNAI

Unità Fisiografica		Unità di Litorale		Spiaggia	lung h.	Comune			
		8S	Capo Boi - Capo Carbonara	Porto Sa Ruxi	713	VILLASIMIUS			
				Capo Boi	215				
				Campus	1.007				
				Campulongu	1.234				
				Spiaggia del Riso e Nuova Spiaggia del Porto	223				
9	Capo Carbonara - Capo Ferrato	9A	Capo Carbonara - Punta sa Bateria	Porto Su Forru (Cava Usai)	485				
				Porto Giunco - Notteri	1.131				
				Simius	1.222				
				Is Traias	172				
				Is Prezzus	172				
				Gianni Andria e Manunzas	489				
				Riu Trottu	308				
				Punta Molentis	190				
				Punta Porceddu	303				
				Cala Pira	491				
		9B	Punta sa Bateria - Capo Ferrato	Cala Sinzias	1.785	CASTIADAS			
				Cala di Monte Turno	294				
				Cannisoni	851				
				Santa Giusta	1.134				
				Sant'Elmo	254				
				Costa Rei	7.810				
				Porto Pirastu	197				
10	Capo Ferrato - Capo Bellavista	10A	Capo Ferrato - Torre Matta	Porto S'Ilixi	361				
				Colostrai - Feraxi	5.327				
				Porto Corallo - San Giovanni	8.527				
				Porto Tramatzu	518				
		10B	Torre Matta - Punta Marras	Murtas	6.241				
				10C	Punta Marras - Foxi Murdegu		Barisoni - Porto Santoru	2.855	TERTENIA-LOCERI-LANUSEI
							Su Prettu	509	TERTENIA
Foxi e Leone	449								
Foxi Murdegu (Melisenda)	1.023								

Unità Fisiografica		Unità di Litorale		Spiaggia	lung h.	Comune
11	Capo Bellavista - Capo Comino	10D	Foxi Murdegu - Punta su Mastixi	<i>Marina di Tertenia</i>	865	TERTENIA
				<i>Coccorrocci</i>	1.524	CARDEDU- TERTENIA
				<i>Su Sirbone</i>	181	CARDEDU
				<i>Lispedda</i>	429	
				<i>Museddu - Perd'e Pera</i>	2.270	
				<i>Foxi-Foddini- Marina di Cardedu</i>	5.010	BARISARDO - CARDEDU
				<i>Torre di Bari</i>	1.518	BARISARDO
		10E	Punta su Mastixi - Punta Frailis	<i>Cea</i>	1.136	TORTOLI- BARISARDO
				<i>Foxilione</i>	937	TORTOLI
				<i>Spiaggia dei Milanesi</i>	244	
				<i>Il Golfetto</i>	455	
				<i>Lido di Orrì</i>	748	
				<i>San Gemiliano- Basaura</i>	2.635	
				<i>Portu Frailis</i>	260	
				<i>La Capannina</i>	1.429	
		11A	Punta Frailis - S. Maria Navarrese	<i>Spiaggia di Tancau-Lido delle Rose-Isula Manna</i>	4.178	LOTZORAI - TORTOLI
				<i>Santa Maria Navarrese</i>	373	BAUNEI
				-		
		11C	Capo di Monte Santu - Cala Biriola	<i>Is Puligi de Nie (Cala Mariolu)</i>	342	
				<i>Cala dei Gabbiani</i>	226	
				<i>Cala Biriola</i>	153	
		11D	Cala Biriola - Punta Nera di Osalla	<i>Cala Sisine</i>	201	
				<i>Cala Luna</i>	571	DORGALI- BAUNEI
				<i>Cala Fuili</i>	113	DORGALI
				<i>Spiagge di Cala Gonone (Centrale - Palmasera - Sos</i>	1.447	
				<i>Cartoe</i>	248	
		11E	Punta Nera di Osallas - P. Nera	<i>Osalla</i>	267	OROSEI
				<i>Marina di Orosei- Su Barone - Osalla</i>	7.211	
				<i>Foche Pizzinna</i>	295	
		11F	P. Nera - Cala Fuile	-		

Unità Fisiografica		Unità di Litorale		Spiaggia	lung h.	Comune		
		11 G	Cala Fuile - Berchida	Fuil'e Mare	303	SINISCOLA - OROSEI		
				Sa Linna Sicca	329			
				Cala Liberotto	618			
				Cala Ginepro	1.270			
				Sa Curcurica	878			
				Berchida e Bidderosa	5.450			
		11 H	Berchida - Capo Comino	-		SINISCOLA		
12	Capo Comino - Capo Coda Cavallo	12A	Capo Comino - s'Ena 'e sa Chitta	Capo Comino	3.313			
		12B	s'Ena 'e sa Chitta - La Caletta	La Caletta - Santa Lucia	3.751			
		12C	La Caletta - P. Orvili	Orvili- Sos Iscraios - Su Tiriarzu - San Giovanni	4.345	POSADA		
		12D	P. Orvili - Cala di Budoni	Porto Ainu	692	BUDONI		
				Marina di Budoni - Sant'Anna	2.166			
		12E	Cala di Budoni - P. Sabbatino	Agrustos	1.364	BUDONI		
				Li Cucutti	694			
				Ottiolu	671			
				Isuledda	552	SAN TEODORO		
		La Cinta	3.777					
		12F	P. Sabbatino - Capo Coda Cavallo	Lu Impostu	1.170			
				Cala Brandinchi	774			
				Salina Bamba	409			
				Baia Salinedda	416			
		13	Capo Coda Cavallo - Capo Figari	13A	Capo Coda Cavallo - P. la Greca	Spiaggia di Capo Coda Cavallo	593	LOIRI PORTO SAN PAOLO
						Cala Ghilgolu	225	
Porto Taverna	851							
13B	P. la Greca - Capo Ceraso			Porto Istana	561	OLBIA		
				Spiagge di Il Porticciolo e Porto San Paolo	557	LOIRI PORTO SAN PAOLO		
13C	Capo Ceraso - P. delle Casette			Le Saline e Marina Maria	2.573	OLBIA		
				Gavrile	484			
				Pittulongu	1.309			
				Mare e Rocce e Il Pellicano	423			
				Bados	342			
				Nodu Pianu	432			
13D	P. delle Casette - Capo Figari			Sos Aranzos	195	GOLFO ARANCI		
				Cala Sassari	342			
				Spiaggia Bianca	239			
				Spiagge di Golfo Aranci-Baia Caddinas	1.261			

Unità Fisiografica	Unità di Litorale	Spiaggia	lung h.	Comune
14 Capo Figari - Capo Ferro	14A Capo Figari - P. della Volpe	<i>Cala Sabina</i>	197	OLBIA
		<i>Baia di Bahas</i>	592	
		<i>Marinella</i>	893	
		<i>Spiaggia delle Alghe</i>	129	
	14B P. della Volpe - P. dei Capriccioli	<i>Punta di Volpe</i>	255	ARZACHENA -OLBIA
		<i>Spiaggia dei Sassi</i>	142	
		<i>Rudalza</i>	106	
		<i>Ira</i>	251	
		<i>Cugnana</i>	215	
		<i>Portisco</i>	185	
		<i>Spiaggetta di Portisco</i>	232	
		<i>Rena Bianca</i>	269	
		<i>Spiagge di Razza di Junca</i>	556	
		<i>Cala Petra Ruja</i>	549	
		<i>Liscia Ruja</i>	817	
		<i>Spiagge di Petra Niedda e Petra Bianca</i>	694	
		<i>Cala di Volpe</i>	430	
		<i>La Celvia</i>	301	
		<i>Spiagge di Capriccioli Ovest</i>	160	
	14C P. dei Capriccioli - Porto Nibani	<i>Spiagge di Capriccioli Est</i>	150	ARZACHENA
		<i>Spiaggia del Principe o Porto Li Cogghi</i>	140	
		<i>Romazzino</i>	316	
	14D Porto Nibani - Porto Cervo	<i>Grande Pevero</i>	343	ARZACHENA
		<i>Piccolo Pevero</i>	146	
	14E Porto Cervo - Capo Ferro	<i>Cala Granu</i>	110	
15 Capo Ferro - Punta Sardegna	15A Capo Ferro - C. Tre Monti	<i>Liscia Rena e Cala del Faro</i>	166	
		<i>Liscia di Vacca</i>	114	
		<i>Cala Battistoni</i>	309	
	15B C. Tre Monti - P. Saline	<i>Spiaggia di Porto Sole</i>	167	
		<i>Cala de Li Mucchi Bianchi</i>	205	
		<i>Cala Bitta</i>	566	
		<i>Cala dei Ginepri</i>	230	
		<i>La Punga</i>	616	
		<i>Cannigione</i>	211	
		<i>La Conia</i>	162	
		<i>Spiagge de L'isuledda</i>	149	
		<i>Tanca Manna</i>	360	
		<i>Mannena</i>	746	

Unità Fisiografica		Unità di Litorale		Spiaggia	lung h.	Comune
		15C	P. Saline - Capo d'Orso	<i>Spiaggia delle Saline</i>	359	ARZACHENA, PALAU
				<i>Cala di Lepre o Spiaggia degli Svedesi</i>	271	PALAU
				<i>Spiaggia di Vena Longa</i>	324	
		15D	Capo d'Orso - P. Sardegna	<i>La Sciumara o Rada di Mezzo Schifo</i>	502	
16	Punta Sardegna - Capo Falcone	16A	P. Sardegna - P. delle Vacche	<i>Cala di Trana</i>	227	SANTA TERESA DI GALLURA, PALAU
				<i>Padula Piatta e Costa Serena</i>	1.138	
				<i>Porto Pollo</i>	939	
				<i>Spiaggia del Liscia o La Sciumara</i>	3.038	
		16B	P. delle Vacche - P. de la Balcaccia	<i>Spiagge di La Licciola</i>	612	SANTA TERESA DI GALLURA
		16C	P. de la Balcaccia - Cala Sambuco	<i>Spiagge di La Balcaccia</i>	297	
17	Capo Falcone - Punta di li Francesi	17A	P. Marmorata - I. Munnica	<i>Porto Quadro</i>	143	AGLIENTU
				<i>Rena Bianca</i>	269	
		17B	I. Munnica - Cala Spinosa	<i>Capo Testa Rena di Levante</i>	565	
		17C	Cala Spinosa - P.ta Marineddi	<i>Capo Testa Rena di Ponente</i>	558	
				<i>Santa Reparata</i>	166	
		17D	P.ta Marineddi - Capo di M. Russu	<i>Rena Majori</i>	1.078	
				<i>Cala Pischina</i>	489	
				<i>Rena di Matteu</i>	420	
		17E	Capo di M. Russu - lu Tavunatu	<i>La Piana</i>	322	
				<i>Narcu Nieddu-Lu Litarroni</i>	1.745	
		17F	lu Tavunatu - Punta di li Francesi	<i>Riu di Li Saldi</i>	531	
				<i>Chischinagghju</i>	309	
				<i>Vignola Mare</i>	1.332	VIGNOLA
18	Punta di li Francesi - Stintino	18A	Punta di li Francesi - Cala Sarraina	<i>Spiagge Portobello di Gallura</i>	168	AGLIENTU
				<i>Cala Faa - Lu Strintoni</i>	54	TRINITA' D'AGULTU E VIGNOLA
		18B	Cala Sarraina - Tinnari	<i>Cala Searraina</i>	93	TRINITÀ D'AGULTU E VIGNOLA
				<i>Li Cossi</i>	82	
				<i>Tinnari</i>	300	
		18C	Tinnari - Isola Rossa	<i>La Marinedda</i>	628	

Unità Fisiografica		Unità di Litorale		Spiaggia	lung h.	Comune		
		18D	Isola Rossa - Punta Prima Guardia	<i>Rinagghiu (Spiaggia Lunga di Isola Rossa)</i>	651			
				<i>Li Junchi</i>	9.164	BADESI- TRINITÀ D'AGULTU E VIGNOLA		
				<i>San Pietro a Mare</i>	2.217	VALLEDORIA		
				<i>La Ciaccia</i>	901			
		18E	Punta Prima Guardia - Castelsardo	-			CASTELSARD O	
		18F	Castelsardo - Punta la Capra	<i>Lu Bagnu</i>	1.611			
		18 G	Punta la Capra - P. Tramontana	-				
		18 H	P. Tramontana - Porto Torres	<i>Platamona</i>	16.91 8	PORTO TORRES- SASSARI- SORSO		
				<i>Balai</i>	68	PORTO TORRES		
				<i>Acque Dolci</i>	147			
				<i>Scoglio Lungo</i>	147			
		18I	Porto Torres - Le Saline	<i>Marinella</i>	893			
				<i>La Saline-Ezzi Mannu</i>	12.11 0	STINTINO- SASSARI- PORTO TORRES		
		18L	Le Saline - P. Negra	-			STINTINO	
18 M	P. Negra - C. del Falcone	<i>Rocca Ruja</i>	325					
		<i>La Pelosa - La Pelosetta</i>	464					
19	Stintino - Punta Cristallo	19A	C. del Falcone - Cabu Mannu	<i>Rena Majori della Nurra</i>	186	SASSARI		
				<i>Lampianu</i>	86			
		19B	Cabu Mannu - C. dell'Argentiera	<i>Porto Palmas</i>	124			
				<i>Cala Dell'Argentiera</i>	280			
		19C	C. dell'Argentiera - Rocchi de Santu Nicola	-				
		19D	Rocchi de Santu Nicola - Punta Cristallo	<i>Porto Ferro</i>	1.062			
20	Punta Cristallo - Punta Sos Attentos	20A	Punta Cristallo - Capo Caccia	-		ALGHERO		
		20B	Capo Caccia - Punta Giglio	<i>Mugoni</i>	2.087			
				<i>Porto Conte</i>	984			
		20C	Punta Giglio - Torre di Poglina	<i>Lazzaretto</i>	342			
				<i>Le Bombarde</i>	532			
				<i>Il Lido - Maria Pia</i>	4.200			
		20D	Torre di Poglina - P.ta sos Attentos	<i>La Speranza o Pòglina</i>	576	ALGHERO, VILLANOVA MONTELEO NE		

9.8. Risultati di sintesi

L'analisi delle coste sabbiose è stata effettuata a partire dal dato dei "morfotipi costieri", appositamente elaborato sulla linea di costa del 2008 in scala 1:2'000 fornita dalla Regione Sardegna in formato digitale georiferito, con l'esclusione delle Isole dell'Asinara e della Maddalena e considerando invece gli scogli principali.

Su un contorno costiero regionale analizzato di lunghezza totale pari a **2'241 km** è stato classificato, ai fini della presente analisi, uno sviluppo di costa sabbiosa pari a **575 km** dei 582 totali. Al suo interno sono state individuate e analizzate **271 spiagge**, singole o accorpate in gruppi.

Su di esse è stata implementata l'analisi preliminare di criticità, secondo il metodo e i criteri sopra descritti, che ha evidenziato **78 spiagge o complessi di spiagge** che presentano criticità di varia natura classificata "alta" e "bassa", secondo i seguenti elenchi.

ELENCO SPIAGGE CRITICITA' ELEVATA		
	Nome spiaggia	Comune
1	Il Lido - Maria Pia	Alghero
2	Porto Palma	Arbus
3	Bosa Marina	Bosa
4	San Nicolao	Buggerru
5	Mare Morto	Cabras
6	Is Aruttas - Mari Ermi	Cabras
7	Cala Mosca	Cagliari
8	Poetto	Cagliari, Quartu S. Elena
9	Giorgino - La Maddalena - Frutti d'Oro	Cagliari-Capoterra
10	Spiagge del Giunco e Bubbò	Carloforte
11	Spiagge di Cala Gonone	Dorgali
12	PortoPaglia-Sa Punta 'e Sa Rena-Plagemesu- Fontanamare	Gonnesa
13	Porto Botte	Masainas, Giba
14	Platamona	Porto Torres-Sassari-Sorso
15	Freccia litoranea di Punta S'Aliga	Portoscuso
16	Santa Margherita	Pula
17	Su Pallosu - Sa Rocca Tunda	San Vero Milis
18	Putzu Idu	San Vero Milis
19	Is Pruinis	Sant'Antioco
20	Porto Columbu-Perd'e sali	Sarroch-Pula
21	Genn'e Mari	Sinnai, Maracalagonis
22	La Pelosa - La Pelosetta	Stintino
23	Portu Frailis	Tortolì
24	Rinagghiu (Spiaggia Lunga di Isola Rossa)	Trinità d'Agultu e Vignola
25	La Ciaccia - San Pietro a Mare	Valledoria
26	Campulongu	Villasimius
27	Spiaggia del Riso e nuova Spiaggia del Porto	Villasimius

ELENCO SPIAGGE CRITICITA' BASSA		
	Nome spiaggia	Comune
1	Mugoni	Alghero
2	Le Bombarde	Alghero
3	La Speranza o Pòglina	Alghero, Villanova Monteleone
4	Corru S'ittiri	Arborea
5	Marina di Arbus e Gutturu e Flumini	Arbus
6	Spiagge di Capriccioli	Arzachena
7	Cala Battistoni	Arzachena
8	Isuledda	Arzachena
9	Li Junchi	Badesi-Trinità d'Agultu e Vignola
10	Santa Maria Navarrese	Baunei
11	S'Abba Druche	Bosa
12	Turas	Bosa
13	Marina di Budoni - Sant'Anna	Budoni
14	San Giovanni di Sinis	Cabras
15	Funtana Meiga	Cabras
16	Maimoni	Cabras
17	Sottotorre	Calasetta
18	Le Saline	Calasetta
19	Museddu - Perd'e Pera	Cardedu
20	Lu Bagnu	Castelsardo
21	Cala Sinzias	Castiadas
22	Sant'Elmo	Castiadas
23	Santa Caterina di Pittinuri	Cuglieri
24	Spiagge di Golfo Aranci-Baia Caddinas	Golfo Aranci
25	Porto Taverna	Loiri Porto San Paolo
26	Cann'e Sisa	Maracalagonis
27	Geremeas	Maracalagonis, Quartu S. Elena
28	Pittulongu	Olbia
29	Marina di Torregrande	Oristano
30	Porto Paleddu (Porto Paglietto)	Portoscuso
31	Porto d'Agumu	Pula
32	Cala Marina	Pula
33	Is Morus	Pula
34	Isuledda	San Teodoro
35	S'Arena Scoada	San Vero Milis
36	Is Arenas	San Vero Milis, Narbolia, Cuglieri
37	Santa Reparata	Santa Teresa Gallura
38	Spiaggia del Liscia o La Sciumara	Santa Teresa Gallura, Palau
39	Porto Ferro	Sassari
40	Solanas	Sinnai
41	La Saline-Ezzi Mannu	Stintino-Sassari-Porto Torres
42	Foxi Murdegu (Melisenda)	Tertenia
43	Foxilione	Tortolì
44	Lido di Orrì	Tortolì
45	La Capannina	Tortolì
46	Porto Alabe	Tresnuraghes
47	Vignola Mare	Vignola
48	Capo Boi	Villasimius
49	Porto Su Forru (Cava Usai)	Villasimius
50	Simius	Villasimius
51	Is Traias	Villasimius

Nel complesso sulle 271 spiagge esaminate 157 presentano criticità legate a fenomeni di destrutturazione e oblitterazione del sistema dunale e per la quasi totalità si ritiene necessaria una regolamentazione degli accessi.

Le spiagge a bassa criticità, per la cui analisi di dettaglio si rimanda alle apposite schede di base allegate alla presente relazione, rappresentano i sistemi per i quali sono emersi segni di disequilibrio che necessitano di ulteriori analisi, indagini e attività di monitoraggio per verificarne l'effettiva tendenza evolutiva. Queste spiagge mostrano evidenze di degrado legate, in particolare, a:

- arretramento della linea di riva
- presenza di elementi antropici in ambito di spiaggia che determinano interferenze sui naturali processi evolutivi della spiaggia;
- modifiche al naturale assetto geo-morfologico della spiaggia, quale la frammentazione e l'oblitterazione del cordone dunale.

Le spiagge dichiarate ad alta criticità sono interessate da processi di degrado meritevoli di particolare attenzione, che sono stati analizzati e descritti nell'apposita scheda di approfondimento allegata alla presente relazione, e per i quali è stata elaborata, già in questa fase, una ipotesi di indirizzo programmatico.

Le spiagge altamente critiche sono state a loro volta raggruppate, per analogia di criticità riscontrata, in 4 gruppi.

Il **Gruppo 1** è composto da 10 spiagge caratterizzate da un avanzato processo erosivo tale da determinare, oltre alla scomparsa o alla significativa riduzione della spiaggia emersa, il danneggiamento e l'instabilità delle strutture che si trovano in prossimità della linea di riva.

Nel **Gruppo 2** sono comprese 5 spiagge interessate da fenomeni di erosione che, determinando la scomparsa o la significativa riduzione della spiaggia emersa, hanno compromesso, a diversi livelli di magnitudine, la funzione protettiva offerta dalla spiaggia emersa alle strutture retrostanti nei confronti del rischio di inondazione costiera.

Nel **Gruppo 3** sono ricomprese 9 spiagge per le quali i fenomeni erosivi in atto hanno sottratto significative porzioni di spiaggia emersa con un alto valore ambientale e/o turistico-ricreativo.

La classificazione delle spiagge ad alta criticità nei suddetti tre gruppi è basata sugli effetti principali dei processi erosivi in atto lungo le coste della Sardegna con un ordine di magnitudine decrescente dal primo al terzo gruppo. Ciò non esclude ovviamente che nella stessa spiaggia siano contemporaneamente presenti uno o più effetti; in tal caso la spiaggia è stata inserita nel gruppo caratterizzato dall'ordine maggiore prevalente.

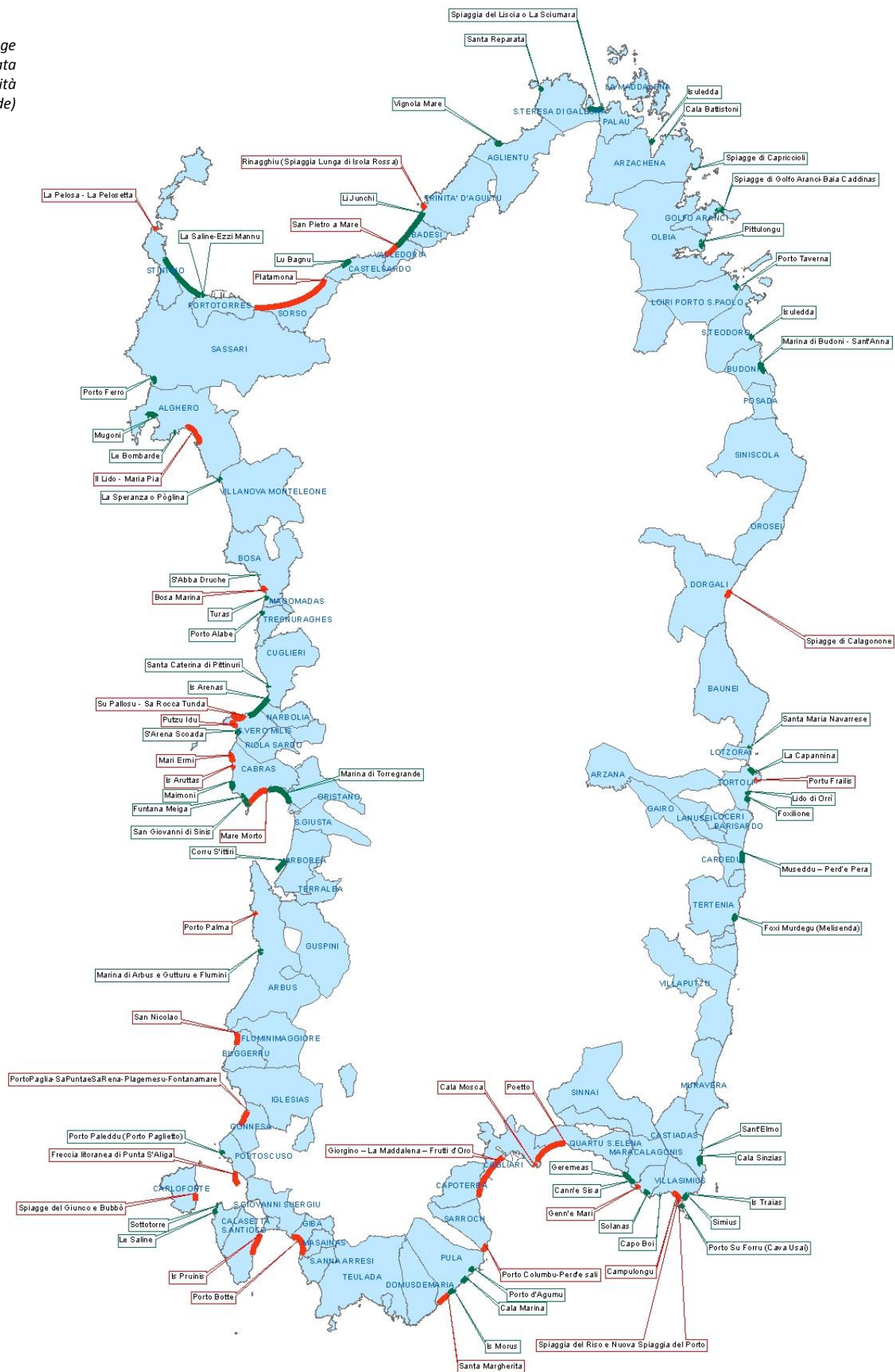
In questa valutazione è sottointeso il concetto di vulnerabilità (come grado di capacità di un sistema a resistere all'evento naturale) e di elemento a rischio (persone e/o beni - abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc- e/o attività -economiche, sociali, ecc- esposte ad un evento naturale).

Il **Gruppo 4** è invece composto da 3 sistemi la cui criticità è legata all'unicità del sedimento presente nella spiaggia per il quale non esistono più fonti di approvvigionamento (spiagge di Is Aruttas e Mari Ermi nel comune di Cabras e Genn'e mari nel territorio di Sinnai, Maracalagonis) e criticità dovute al significativo e progressivo avanzamento in atto della

linea di riva dovuto alla realizzazione di strutture a mare con un conseguente squilibrio delle naturali componenti di spiaggia (spiaggia di Bosa Marina in Bosa).

RAGGRUPPAMENTO PER TIPOLOGIA DI FENOMENOLOGIA DELLE SPIAGGE A CRITICITA' ELEVATA		
<i>Gruppo</i>	<i>Nome spiaggia</i>	<i>Comune</i>
Gruppo 1	1 Giorgino – La Maddalena – Frutti d'Oro	Capoterra
	2 Perd'e Sali	Sarroch
	3 Is Pruinis	S.Antioco
	4 S. Nicolò	Buggerru
	5 Porto Palma	Arbus
	6 Putzu Idu	S.Vero Milis
	7 Su Pallosu	S.Vero Milis
	8 S. Pietro a Mare-La Ciaccia	Valledoria
	9 Il Giunco – Bubbò	Carloforte
	10 Calamosca	Cagliari
Gruppo 2	1 Poetto	Cagliari
	2 Lido di Alghero	Alghero
	3 Platamona	Sorso
	4 CalaGonone	Dorgali
	5 Pta S'Aliga	Portoscuso
Gruppo 3	1 Spiaggia Campulongu	Villasimius
	2 Spiaggia del Riso	Villasimius
	3 La Pelosa	Stintino
	4 S. Margherita	Pula
	5 Funtanamare	Gonnesa
	6 Porto Botte	Giba
	7 Mare Morto	Cabras
	8 Spiaggia Lunga dell'Isola Rossa (Rinagghiu)	Trinità D'Agultu e Vignola
	9 Porto Frailis	Tortolì
Gruppo 4	1 Is Aruttas e Mari Ermi	Cabras
	2 Bosa Marina	Bosa
	3 Genn'e mari	Sinnai-Maracalagonis

Mapa delle spiagge
a criticità elevata
(rosso) e criticità
bassa (verde)



10. Progettazione dello strumento informatico

L'elaborazione del PAC ha reso imprescindibile la costituzione di una banca dati funzionale alla raccolta strutturata tanto del materiale preesistente quanto dei risultati prodotti nel corso dello studio. Il Sistema Informativo Geografico del PAC rappresenta il dominio operativo per la gestione dei dati territoriali finalizzata all'analisi delle dinamiche costiere, alla produzione di elaborazioni derivate e alla loro rappresentazione cartografica.

10.1. Introduzione ai Sistemi Informativi Territoriali e potenzialità dei geodatabase

Il Sistema Informativo Territoriale persegue tre obiettivi fondamentali:

- visualizza dati geografici, attraverso semplici interrogazioni, al fine di consentirne la consultazione e l'analisi;
- rappresenta uno strumento di supporto alla decisione (pianificazione);
- diventa per gli utenti una piattaforma comune per scambiare e condividere informazioni.

Il GIS per definizione può essere inteso come un sistema per l'input, l'archiviazione e l'analisi digitale di informazioni georeferenziate, ovvero localizzate nello spazio, relative a dati che possono avere diversa natura.

Il geodatabase è una collezione di dati geografici di vario tipo, utilizzati in ArcGIS e gestiti sia in formato file, sia come database relazionale. Unisce "geo" (dati spaziali) con "database" (data repository) per creare un repository centrale dei dati per la gestione e memorizzazione dei dati spaziali.

Il geodatabase supporta non solo le feature class, i raster e gli attributi, ma permette di implementare regole avanzate di integrità e di comportamento dei dati GIS, utilizzando tipi di dati quali le topologie, le reti, i cataloghi raster, i terrain, le regole specifiche per i dati catastali (cadastral fabric), le relazioni, i sottotipi e i domini.

Il geodatabase supporta diversi meccanismi di gestione dei dati tra i quali Microsoft Access.

Per poter parlare delle potenzialità del geodatabase è necessario porre l'attenzione su quelle che sono le "funzionalità" di un geodatabase, cioè rilevazione, consultazione, analisi e restituzione grafica, senza dimenticare mai che il fine ultimo è quello di supporto alle decisioni.

Il database è stato concepito per essere in grado di rispondere a tre diverse e specifiche esigenze:

- accesso e gestione dei dati geografici;
- gestione degli strumenti di governo del territorio.

Nel primo caso sarà possibile tematizzare qualunque strato informativo in funzione della specifica situazione d'uso civico, per esempio creare delle mappe in cui siano evidenziate la presenza di certe criticità così come la disponibilità di dati.

Con delle interrogazioni, cioè richieste da parte dell'utente sulla base di condizioni imposte, invece si potranno richiedere al sistema, dati sia di tipo qualitativo che quantitativo.

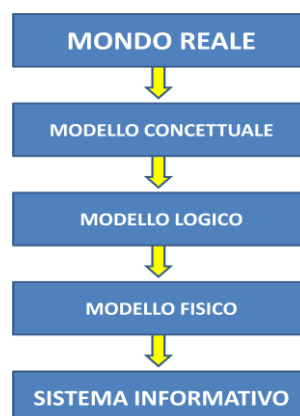
Per quanto riguarda le altre applicazioni il sistema consentirà, attraverso gli strumenti di analisi spaziale di elaborare dati legati ai vari tematismi al fine di orientare i *Decision Makers* ad una corretta gestione delle criticità individuate nel settore costiero. In questi casi, si avrà, la necessità di utilizzare funzionalità più complesse, quali query integrate, funzioni di analisi spaziale come l'overlay mapping e il buffering, funzioni di conversione di altri formati, funzioni di calcolo (statistico), funzioni di editing, report, diagrammi, ecc.

Lo scopo del lavoro di aggiornamento cartografico è stato la creazione di un Sistema Informativo capace di migliorare la gestione dei dati disponibili, siano essi già disponibili siano essi frutto delle elaborazioni introdotte. Lo studio è stato eseguito con tecnologia GIS garantendo requisiti di snellezza nelle operazioni, facilità di aggiornamenti, interoperabilità.

Per poter pianificare le fasi di creazione di un GIS è necessario definire l'insieme delle entità che descrivono e rappresentano i particolari aspetti del mondo reale che dobbiamo rappresentare, ovvero costruire il nostro "modello dei dati".

E' opportuno dunque ragionare secondo tre livelli di astrazione:

Costruzione
del modello
dei dati



Il primo livello di astrazione è il **modello concettuale** che descrive e definisce le entità (anche negli aspetti spaziali), le loro relazioni e i processi che caratterizzano un particolare problema o aspetto del mondo reale e non dipende mai dall'hardware e dal software disponibile.

La formulazione di un modello concettuale può avvenire attraverso un percorso di tipo induttivo che prevede prima la raccolta dati e poi la pianificazione del modello oppure attraverso un percorso di tipo deduttivo, che dalla pianificazione del modello approda alla raccolta dati.

Un modello di tipo deduttivo possiede una base scientifica valida che, nel caso specifico, non può prescindere dalla conoscenza preliminare delle tematiche trattate.

A tal fine, sono stati recuperati i seguenti dati, in buona parte reperibili nel geoportale della Regione Sardegna:

- DBMP database multiprecisione RAS
- database IFFI
- database Si.Di.Mar.

- perimetrazione aree PAI
- perimetrazione aree Piano Fasce Fluviali
- vincolistica (SIC, ZPS, AMP)
- Carta Geologica in scala 1:25000
- Carta dell'Uso del suolo in scala 1:25000 relativa all'anno 2008
- Modello Digitale del Terreno (DTM) passo 10 m
- Copertura ortofoto relativa agli anni 1954, 1977, 1997, 2008

Il secondo livello di astrazione è il **modello logico** che descrive le entità e le loro relazioni; è già orientato all'implementazione del sistema, quindi strettamente legato al software che si intende utilizzare e non dipende dall'architettura hardware.

Il formalismo del modello logico, che descrive le entità e le relazioni definite nel modello concettuale si fonda, sulla rappresentazione di elementi geometrici georeferenziati (cioè localizzati nello spazio in un determinato sistema di coordinate) e relazionati ad elementi alfanumerici (attributi).

Nel caso specifico il geodatabase è stato strutturato per la raccolta delle informazioni secondo un modello dati di tipo GIS nel formato dati "Geodatabase" con estensione .mdb utilizzando il software *ArcGis Desktop 10.1* formato dati consultabile ed aggiornabile anche tramite il software *Microsoft Access*.

Al fine di creare uno strumento facilmente utilizzabile e implementabile, anche da parte di un utente poco esperto, si è deciso di strutturare un geodatabase piuttosto snello e agevole.

Il terzo livello di astrazione viene definito **modello fisico** ed è quello che definisce come è fatta la banca dati del sistema, in funzione degli obiettivi che si perseguono, e ne descrive in dettaglio la struttura in termini di:

- fonti e dati di acquisizione;
- files;
- archivi;
- tabelle con rispettivi attributi (nome dei campi, tipo e dimensioni);
- relazioni tra le tabelle;
- struttura e topologia dei dati geografici;
- metadata.

10.2. La struttura del geodatabase del PAC

Il file .mdb (database management system) è un motore, cioè un'interfaccia utente per l'immissione dei dati e la loro visualizzazione per mezzo degli strumenti messi a disposizione da *Access* (Query, Schede, Report, Macro e Moduli), permette la gestione delle tabelle di residenza dei dati. Il geodatabase inoltre consente di gestire la componente geografica, in quanto nel medesimo contenitore trovano spazio i dati areali che di volta in volta possono essere interrogati. I dati, contenuti nelle tabelle, possono essere gestiti o direttamente in *ArcGis* oppure attraverso l'utilizzo del software *Access*.

Il geodatabase è costituito, da più “feature class”⁵ a geometria differente, georeferenziate nel sistema WGS84, cui sono legate con delle relazioni di join le informazioni contenute nelle tabelle del geodatabase

Di seguito sono riportate le rispettive tabelle con l’esplicitazione della loro formattazione e dei loro contenuti.

⁵ Collezione di dati aventi la stessa tipologia geometrica (puntuale, lineare, poligonale)

Tabella: assetto_rock Progr_TAB: 1			
ASSETTO MORFOSTRUTTURALE AL PIEDE DEI VERSANTI COSTIERI (MITIGAZIONE DELL'AZIONE DEL MOTO ONDOSO)			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
fondali_rocciosi	Sì/No	1	Indica la presenza di fondali rocciosi
piattaforme	Sì/No	1	Indica la presenza di piattaforme di abrasione in roccia
spiaggia_subm	Sì/No	1	Indica la presenza di spiaggia sottomarina
spiaggia_intert	Sì/No	1	Indica la presenza di spiaggia intertidale
spiaggia_emers	Sì/No	1	Indica la presenza di spiaggia emersa
altro	Sì/No	1	Indica la presenza di ulteriori elementi non specificati
note_assetto	Memo	-	Campo libero per l'inserimento di note

Tabella: beach_prof Progr_TAB: 2			
CARATTERI GEOMETRICI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
beach_cod	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
ampiezza_PPR	Testo	255	Indica la profondità media del settore di avanspiaggia (fonte PPR)

Tabella: beach_prof_type Progr_TAB: 3			
TIPOLOGIE DI PROFONDITA' MEDIA SPIAGGIA -- Tabella di appoggio			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
prof_PPR	Testo	255	Riepilogo di tipi di profondità di spiaggia

Tabella: Colate_rock_type Progr_TAB: 4			
TIPOLOGIE DI DISSESTI -- Tabella di appoggio relativa alle colate			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
tipo	Testo	255	Riepilogo di tipi di colate

Tabella: conservaz_dune_type Progr_TAB: 5			
STATO DI CONSERVAZIONE DEL SISTEMA DUNALE -- Tabella di appoggio			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
tipo	Testo	255	Riepilogo di tipi di stato di conservazione sistema dune

Tabella: Coste_rocciose_inq Progr_TAB: 6			
INQUADRAMENTO RELATIVO AI TRATTI DI COSTA ROCCIOSA			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Coastal_Rock_inq_COD	Testo	255	Codice relativo al tratto di costa rocciosa
Denominazione	Testo	255	Nome assegnato al tratto di costa rocciosa
Data_rilev	Data/ora	8	Indica la data del rilevamento effettuato sul campo
Lunghezza_tratto_tot	Intero lungo	4	Indica la lunghezza del tratto costiero analizzato
Geologia	Memo	-	Descrive le caratteristiche geologiche del tratto costiero
Geomorf	Memo	-	Descrive le caratteristiche geomorfologiche del tratto costiero
Lunghezza_tratto_frana	Intero lungo	4	Indica la lunghezza del tratto costiero a franosità

Tabella: critici_beach Progr_TAB: 7			
INDICATORI DI CRITICITA'			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
beach_cod	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
evoluzione_costa	Testo	255	Indica la tendenza evolutiva della costa
note_evolut_costa	Memo	-	Campo libero per l'inserimento di note relative all'evoluzione della costa
conserv_dune	Testo	255	Indica lo stato di conservazione del sistema dune
note_conserv_dune	Memo	-	Campo libero per l'inserimento di note relative allo stato di conservazione del sistema dune
interf_elem_antrop	Testo	255	Indica il livello di interferenza degli elementi antropici sulle componenti di spiaggia

note_elem_antrop	Memo	-	Campo libero per l'inserimento di note relative all'interferenza degli elementi antropici sulle componenti di spiaggia
interf_freq_antrop	Testo	255	Indica il livello di interferenza della frequentazione antropica sulle componenti di spiaggia
note_freq_antrop	Memo	-	Campo libero per l'inserimento di note relative all'interferenza della frequentazione antropica sulle componenti di spiaggia
Posidonia	Testo	255	Indica lo stato di conservazione ed evoluzione del limite superiore della prateria di Posidonia oceanica
note_Posidonia	Memo	-	Campo libero per l'inserimento di note relative allo stato di conservazione ed evoluzione del limite superiore della prateria di Posidonia oceanica
Flusso_energia	Testo	255	Indica la quantificazione del flusso longitudinale di energia (SD 70)

Tabella: dissesti_rock Progr_TAB: 8			
DISSESTI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
Crolli	Si/No	1	Indica la presenza di fenomeni di crollo
ribaltamenti	Si/No	1	Indica la presenza di fenomeni di ribaltamento
scivolamenti	Si/No	1	Indica la presenza di fenomeni di scivolamento
scorrimenti	Testo	255	Specifica il tipo di scorrimento
colate	Testo	255	Specifica il tipo di colata
espansioni	Si/No	1	Indica la presenza di espansioni laterali
mov_complessi	Si/No	1	Indica la presenza di movimenti complessi
frane_diffuse	Si/No	1	Indica la presenza di aree con frane superficiali diffuse
crolli_diffusi	Si/No	1	Indica la presenza di aree con crolli e ribaltamenti diffusi
ruscellamento_diff	Si/No	1	Indica la presenza di aree con fenomeni di ruscellamento diffuso
rivoli	Si/No	1	Indica la presenza di rivoli e solchi

Tabella: evol_costa_type Progr_TAB: 9			
EVOLUZIONE DELLA LINEA DI COSTA -- Tabella di appoggio			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Tipo	Testo	255	Indica i tipi di evoluzione della linea di costa

Tabella: Flusso_type Progr_TAB: 10			
FLUSSO DI ENERGIA -- Tabella di appoggio			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Tipo	Testo	255	Indica i tipi di flusso di energia

Tabella: Geomorfo_beach Progr_TAB: 11			
CARATTERI GEOMORFOLOGICI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
beach_cod	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
Granulometria	Testo	255	Caratteristiche granulometriche della spiaggia
Dune	Si/No	1	Indica la presenza del sistema dunale
Beach_rock	Si/No	1	Indica la presenza di Beach rock e/o piattaforme di abrasione
Barre	Si/No	1	Indica la presenza di barre
Zone_umide	Si/No	1	Indica la presenza di stagni e zone umide
Foci	Si/No	1	Indica la presenza di foci fluviali
PAI_Hi	Si/No	1	Indica la presenza di aree ad alta pericolosità idraulica (PAI e PSFF)
PAI_Hg	Si/No	1	Indica la presenza di aree ad alta pericolosità da frana (PAI e IFFI)

Tabella: Granulom_type Progr_TAB: 12			
GRANULOMETRIA -- Tabella di appoggio			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
tipo	Testo	255	Indica i tipi di granulometria

Tabella: Insediam_beach Progr_TAB: 13			
CARATTERI INSEDIATIVI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
beach_cod	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
Industriale	Sì/No	1	Indica la presenza di insediamenti industriali
Residenz_diffuso	Sì/No	1	Indica la presenza di insediamenti turistico-residenziali diffusi
Residenz_sparso	Sì/No	1	Indica la presenza di insediamenti turistico-residenziali sparsi o a nuclei isolati
Viabilità	Sì/No	1	Indica la presenza di infrastrutture viarie
Aree_sosta	Sì/No	1	Indica la presenza di aree di sosta
Singoli_edifici	Sì/No	1	Indica la presenza di singoli edifici e strutture
Porto	Sì/No	1	Indica la presenza di porti
Altre_opere	Sì/No	1	Indica la presenza di altre opere
Note	Memo	-	Campo di testo libero per l'inserimento di note relative alle strutture insediative

Tabella: interf_antropic_type Progr_TAB: 14			
INTERFERENZE ANTROPICHE -- Tabella di appoggio			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
tipo	Testo	255	Indica i tipi di interferenze antropiche

Tabella: Litotipi_Rock Progr_TAB: 15			
CARATTERI LITOTECNICI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
monolit_no_strat	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi monolitologici non stratificati
monolit_strat	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi monolitologici stratificati
plurilit_no_strat	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi plurilitologici non stratificati
plurilit_strat	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi plurilitologici stratificati
cementati	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi addensati e/o cementati
coesivi	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi coesivi sovra-consolidati
caotici	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi caotici
ND_semicoer	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi semicoerenti non determinati
normal_cons	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi coesivi normal-consolidati
plastici	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi coesivi poco consolidati o molli (plastici)
organici	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi coesivi organici
ND_pseudocoer	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi pseudocoerenti non determinati
detriti	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi detriti eterogenei eterometrici
granulari	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi granulari sciolti o poco addensati
ND_incoer	Sì/No	1	Indica la presenza di litotipi litotipi incoerenti non determinati

Tabella: Natur_Storia_beach Progr_TAB: 16			
EMERGENZE NATURALISTICHE, STORICO-CULTURALI E PAESAGGISTICHE			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
beach_cod	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
SIC	Sì/No	1	Indica la presenza di aree SIC
ZPS	Sì/No	1	Indica la presenza di aree ZPS
Ramsar	Sì/No	1	Indica la presenza di zone Ramsar
AMP	Sì/No	1	Indica la presenza di Aree Marine Protette
Reg_Park	Sì/No	1	Indica la presenza di Parchi Regionali
Nat_Park	Sì/No	1	Indica la presenza di Parchi Nazionali
Note_Nature	Memo	-	Campo di testo libero per l'inserimento di note relative alle emergenze naturalistiche

BP_146_162	Si/No	1	Indica la presenza di Beni paesaggistici ex art. 146-142
BP_143	Si/No	1	Indica la presenza di Beni paesaggistici ex art. 143
Culto	Si/No	1	Indica la presenza di Manufatti di culto
Identitari	Si/No	1	Indica la presenza di Beni identitari
Note_BP	Memo	-	Campo di testo libero per l'inserimento di note relative alle emergenze storico culturali e paesaggistiche

Tabella: Opere_Dif_Cost_beach Progr_TAB: 17			
OPERE DI DIFESA COSTIERA			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
beach_cod	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
Parallele_distacc	Si/No	1	Indica la presenza di opere distaccate parallele
Trasversali	Si/No	1	Indica la presenza di opere trasversali
Aderenti	Si/No	1	Indica la presenza di opere aderenti
Note_opere_rigide	Memo	-	Campo di testo libero per l'inserimento di note relative alle opere di tipo rigido
Ripascimenti	Si/No	1	Indica la presenza di ripascimenti
Recupero_dune	Si/No	1	Indica la presenza di interventi di recupero e ricostruzione del sistema dunare
Regolam_accessi	Si/No	1	Indica la presenza di interventi di regolamentazione della frequentazione antropica
Altre_opere	Si/No	1	Indica la presenza di altre opere
Note_opere_morbide	Memo	-	Campo di testo libero per l'inserimento di note relative alle opere di tipo morbido

Tabella: picture_rock Progr_TAB: 18			
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
ID_picture	Testo	255	Nome del file della fotografia completo di estensione
path_picture	Testo	255	Percorso del file della fotografia
Didascalia	Testo	255	Didascalia della fotografia

Tabella: Posidonia_type Progr_TAB: 19			
TIPOLOGIE DI POSIDONIA -- Tabella di appoggio relativa alla Posidonia oceanica			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
tipo	Testo	255	Riepilogo di tipi di Posidonia oceanica

Tabella: Pregresse_Beach Progr_TAB: 20			
CONOSCENZA PREGRESSE			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
beach_cod	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
segnalazioni	Si/No	1	Indica la presenza di segnalazioni di criticità rilevanti
Rif_segnalazioni	Testo	255	Specifica i riferimenti relativi a segnalazioni di criticità rilevanti
interventi	Si/No	1	indica la presenza di interventi Realizzati / Programmati / Finanziati
Rif_interventi	Testo	255	Specifica i riferimenti relativi a interventi Realizzati / Programmati / Finanziati
ordinanze	Si/No	1	Indica la presenza di ordinanze di Interdizione
studi	Si/No	1	Indica la preseza di studi
rif_studi	Testo	255	Specifica i riferimenti relativi agli studi

Tabella: Rock_approf Progr_TAB: 21			
APPROFONDIMENTO TRATTI CRITICI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Sub_Inq_cod	Testo	255	Codice relativo al sub-inquadramento
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
PAI	Si/No	1	Indica la presenza di aree PAI
Classe_PAI	Testo	255	Specifica la eventuale classe PAI
IFFI	Si/No	1	Indica la presenza di aree IFFI
Rif_IFFI	Testo	255	Specifica gli eventuali riferimenti IFFI
Segnalazioni	Si/No	1	Indica la presenza di segnalazioni di pericolo rilevanti

Rif_signal	Testo	255	Specifica le eventuali segnalazioni di pericolo rilevanti
Interventi	Sì/No	1	Indica la presenza di interventi Programmati / Finanziati
Rif_interventi	Testo	255	Specifica gli eventuali interventi Programmati / Finanziati
litotipi	Testo	255	Indica i litotipi presenti
considerazioni_critic	Memo	-	Campo di testo libero che riporta le considerazioni sulle criticità rilevate

Tabella: Rock_Sub_inq Progr_TAB: 22			
CARATTERISTICHE RELATIVE AI SUB_INQUADRAMENTI DEI TRATTI DI COSTA ROCCIOSA			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_inq_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di costa rocciosa
Sub_inq_cod	Testo	255	Codice relativo al sub-inquadramento
Lunghezza	Intero	4	Indica la lunghezza in metri del tratto di costa analizzato
numero_tratti_critici	Intero	4	Indica il numero di tratti critici presenti nel sub-inquadramento
BP	Sì/No	1	Indica la presenza di Beni Paesaggistici fra gli elementi a rischio
Edificato	Sì/No	1	Indica la presenza dell'edificato fra gli elementi a rischio
Viabilita_I	Sì/No	1	Indica la presenza di viabilità principale fra gli elementi a rischio
Viabilita_II	Sì/No	1	Indica la presenza di viabilità secondaria fra gli elementi a rischio
Spiagge	Sì/No	1	Indica la presenza di spiagge fra gli elementi a rischio

Tabella: scorrimenti_rock_type Progr_TAB: 23			
TIPOLOGIE DI DISSESTI -- Tabella di appoggio relativa agli scorrimenti			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
tipo	Testo	255	Riepilogo di tipi di scorrimenti

Tabella: sistemazione_rock Progr_TAB: 24			
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
contr_superfic	Sì/No	1	Indica l'esistenza di opere di controllo dell'erosione superficiale
stabilizz_superf	Sì/No	1	Indica l'esistenza di opere di stabilizzazione superficiale
sostegno	Sì/No	1	Indica l'esistenza di opere di sostegno
difesa_massi	Sì/No	1	Indica l'esistenza di opere difesa massi
drenaggio	Sì/No	1	Indica l'esistenza di opere drenaggio
speciali	Sì/No	1	Indica l'esistenza di opere speciali
barriere_mare	Sì/No	1	Indica l'esistenza di barriere emerse/soffolte
opere_radenti	Sì/No	1	Indica l'esistenza di opere radenti
pennelli	Sì/No	1	Indica l'esistenza di pennelli

Tabella: Spiagge Progr_TAB: 25			
SPIAGGE			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
UL_COD	Testo	255	Codice dell'Unità di Litorale
Spiaggia_COD	Testo	255	Codice attribuito alla spiaggia
Nome	Testo	255	Nome attribuito alla spiaggia
Comune	Testo	255	Comune di afferenza della spiaggia
Estensione	Testo	255	Estensione lineare della spiaggia
Approfondimento	Sì/No	1	Indica la presenza di scheda di approfondimento
Note_Approf	Memo	-	Campo di testo libero per l'inserimento di note relative alla scheda di approfondimento

Tabella: stato_rock Progr_TAB: 26			
STATO PROCESSI GRAVITATIVI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
Attivo	Sì/No	1	Indica processi attivi
Quiescente	Sì/No	1	Indica processi quiescenti

Stabilizz_naturalm	Si/No	1	Indica fenomeni stabilizzati naturalmente
Stabilizz_artif	Si/No	1	Indica fenomeni stabilizzati artificialmente
ND	Si/No	1	Fenomeni non determinati

Tabella: strutture_predisp_rock Progr_TAB: 27			
STRUTTURE E FORME PREDISPONENTI			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Rock_approf_cod	Testo	255	Codice relativo al tratto di approfondimento
fratturazione	Si/No	1	Indica la presenza di fratturazione
stratificazione	Si/No	1	Indica la presenza di stratificazione
scistosita	Si/No	1	Indica la presenza di scistosità
alterazione	Si/No	1	Indica la presenza di alterazione
cornici	Si/No	1	Indica la presenza di cornici rocciose
nicchie	Si/No	1	Indica la presenza di nicchie di distacco
mensole	Si/No	1	Indica la presenza di mensole
solco_marea	Si/No	1	Indica la presenza di solco di marea
cavita	Si/No	1	Indica la presenza di cavità di dissoluzione
blocchi_isolati	Si/No	1	Indica la presenza di blocchi e massi isolati
blocchi_distacc	Si/No	1	Indica la presenza di blocchi e prismi rocciosi distaccati
sovraccarichi	Si/No	1	Indica la presenza di sovraccarichi sul versante
Tagli	Si/No	1	Indica la presenza di tagli antropici
Altro	Si/No	1	Indica la presenza di altri elementi
Note_stutture	Memo	-	Campo libero per l'inserimento di note

Tabella: UF Progr_TAB: 28			
UNITA' FISIOGRAFICHE			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
UF_COD	Testo	255	Codice dell'Unità Fisiografica
Nome	Testo	255	Nome assegnato all'Unità Fisiografica
Flusso	Intero lungo	4	Indica la quantificazione del flusso longitudinale di energia (SD 70)
Verso_Flusso	Testo	255	Indica il verso del flusso longitudinale di energia

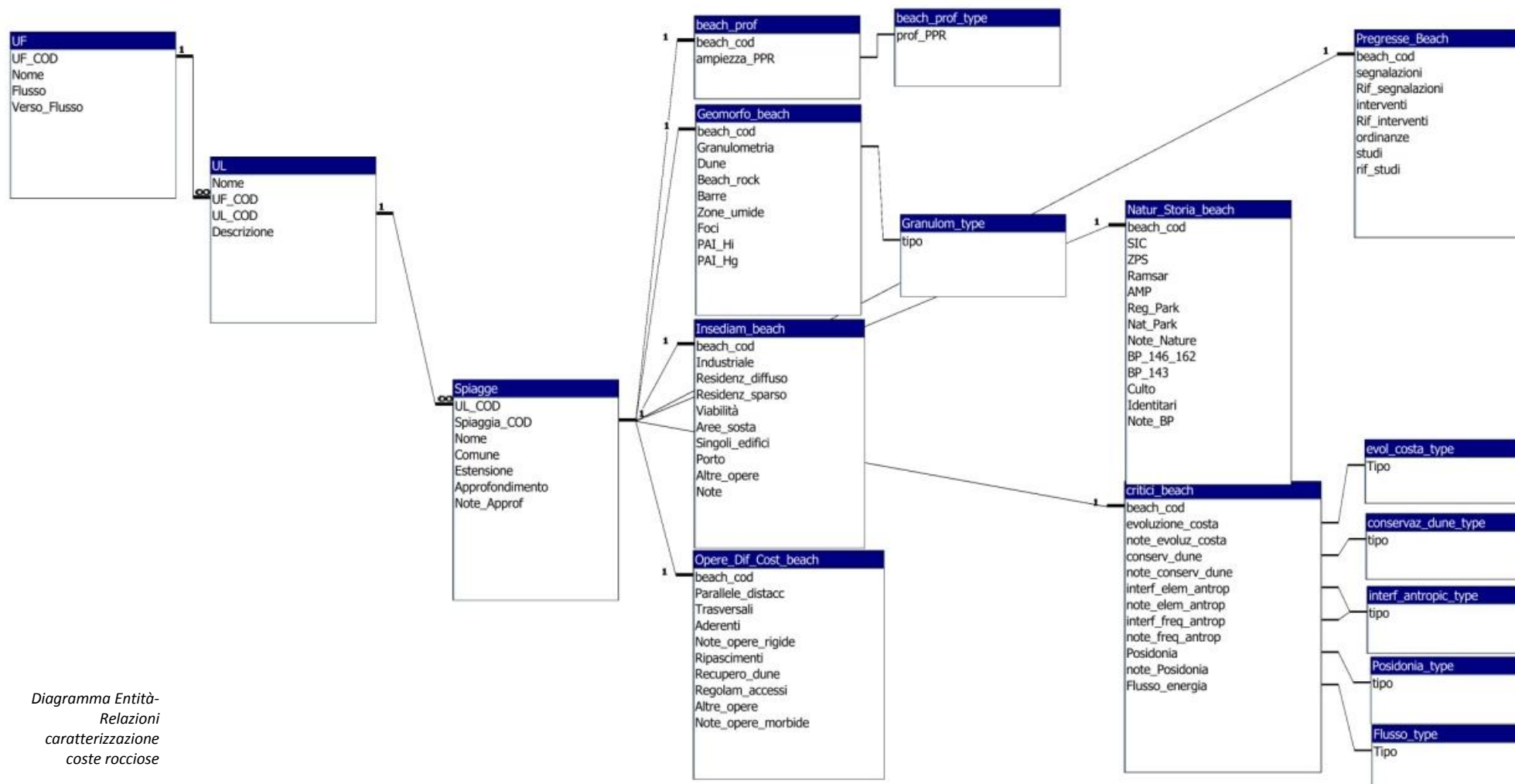
Tabella: UL Progr_TAB: 29			
UNITA' DI LITORALE			
Nome	Formato	Dimens.	Descrizione
Nome	Testo	255	Nome assegnato all'Unità di Litorale
UF_COD	Testo	255	Codice dell'Unità Fisiografica
UL_COD	Testo	255	Codice dell'Unità di Litorale
Descrizione	Memo	-	Testo descrittivo dell'Unità di Litorale

L'interfaccia gestita dal software Access è stata creata con la finalità di poter consultare in maniera semplificata i dati contenuti nel geodatabase, sia quelli relativi a informazioni strettamente legate alla dimensione cartografica, sia quelli non necessariamente cartografati o cartografabili.

Il database quindi utilizza Access per gestire tutte le informazioni riunite in un unico file utilizzando quelli che sono gli strumenti fondamentali a disposizione, ossia:

- le Tabelle per l'archiviazione dei dati;
- le Query per la ricerca e il recupero dei soli dati desiderati;
- le Maschere per la visualizzazione, l'aggiunta e l'aggiornamento dei dati delle tabelle;
- i Report per l'analisi o la stampa dei dati con un layout specifico.

Il geodatabase è fondamentalmente suddiviso in due parti, una relativa alla caratterizzazione delle coste rocciose, l'altra alla descrizione dei litorali sabbiosi, le cui informazioni sono organizzate logicamente secondo gli schemi successivi.



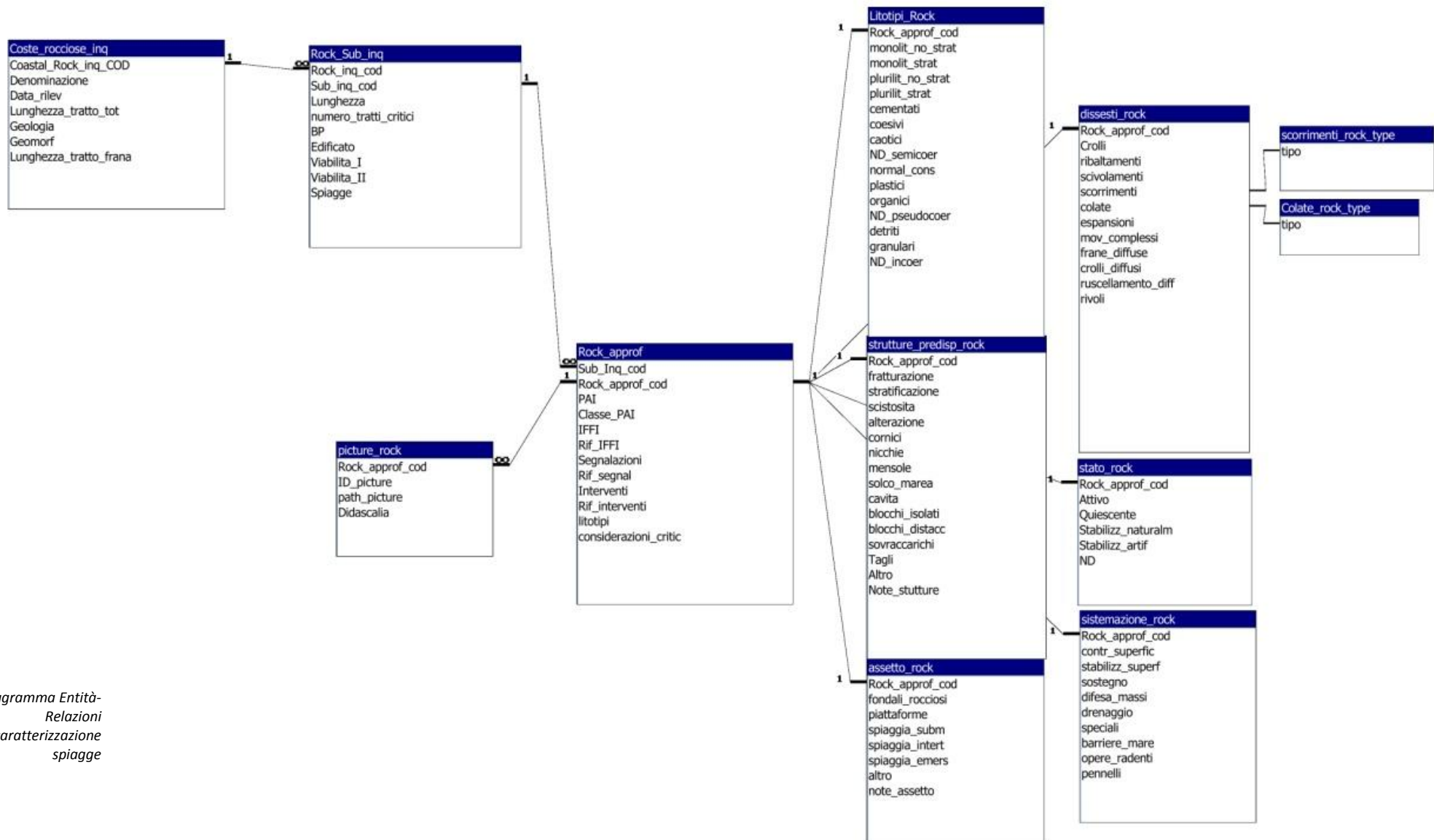


Diagramma Entità-
Relazioni
caratterizzazione
spiagge

10.3. Trasferimento dei dati al SIRA

Nell'ambito del PO Fesr 2007-2013 - Linea di Attività 4.1.2°, la Regione Sardegna ha in corso di realizzazione il secondo stralcio funzionale del Sistema Informativo Regionale Ambientale SIRA.

Il SIRA costituisce una mega infrastruttura informatica di tipo logico e fisico destinata a ospitare e gestire i dati derivanti dal sistema regionale integrato di monitoraggio ambientale. L'organizzazione dei dati all'interno del sistema è realizzata attraverso l'articolazione in categorie di oggetti di rilevante interesse ambientale, consultabili e conoscibili mediante gli strumenti dei catasti relativi alle diverse aree tematiche. Nell'ambito dell'Area tematica "Territorio, suolo e siti contaminati" è annoverata la Sub Area 3 "Aree Costiere" costituita da un Modulo dedicato all'Erosione costiera (catasto di oggetti e strutture di rilevanza ambientale per l'erosione costiera; modulo di gestione del monitoraggio dell'erosione costiera) e da un Modulo specializzato (Osservatorio delle coste).

Allo stadio di progettazione la Sub Area 3 ha identificato i seguenti catasti:

- Unità fisiografica
- Coste rocciose
- Spiagge
- Strutture antropiche
- Aree marine protette

Ciò premesso, la banca dati del PAC, nella sua implementazione di struttura logico-relazionale di geodatabase, sarà consegnata presso il SIRA ai fini della catalogazione nei catasti e nei moduli del sistema. In particolare saranno travasati e collocati dati funzionali alla ubicazione sul territorio e agli aspetti morfometrici e topografici, caratterizzazione delle unità fisiografiche, le spiagge, le linee di costa rocciosa, le strutture antropiche con informazioni legate al rischio di erosione costiera inteso come insieme di processi, cause e conseguenze di fenomeni naturali connessi alla presenza antropica. I dati saranno di tipo geografico, tecnico, storico, fotografico.

11. Progetti strategici e sinergie istituzionali

11.1. Il Programma di potenziamento della rete ondametrica e correntometrica regionale

La Regione Autonoma della Sardegna per svolgere la propria attività di istituto di monitoraggio e mitigazione dell'erosione costiera necessita di misure di onde, correnti e marea nei mari circostanti la Sardegna, raccolte in maniera sistematica e per periodi lunghi.

Con DGR.35/9 del 30.8.2011 fu approvata la prima disposizione per la programmazione attuativo-finanziaria della Linea di Attività 4.1.1 b del PO FESR 2007-2013 con la quale veniva disposta l'esecuzione di un programma speciale denominato *"Aggiornamento e potenziamento della rete di monitoraggio ondametrico e correntometrico regionale"*, basato su uno Studio di Fattibilità predisposto, su richiesta dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente, dal Dipartimento Idrometeorologico dell'Arpas con un investimento complessivo pari a 2,5 milioni di euro. Lo Studio di Fattibilità approvato individua i lavori strumentali necessari a realizzare il Programma, indica le caratteristiche funzionali, tecniche, gestionali ed economico - finanziarie degli stessi e contiene l'analisi dello stato di fatto di ogni intervento nelle sue componenti di sostenibilità ambientale, socio - economiche, amministrative e tecniche. Il Programma prevede che la costituzione di una rete di monitoraggio regionale per la misura di dati ondametrici e correntometrici sia funzionale alla raccolta e catalogazione delle misure secondo i necessari protocolli di archiviazione informatica.

La DGR 35/9 del 30.8.2011 aveva individuato quale soggetto istituzionalmente competente alla realizzazione del Programma l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna - ARPAS, attraverso il proprio Dipartimento Idrometeorologico.

A motivo della mancata garanzia di certificazione della spesa POR 2007-2013 entro le strette e rigide tempistiche assegnate dalla programmazione, il Programma non ha avuto esito ed è stato momentaneamente sospeso.

Tuttavia il Programma di Potenziamento della rete di monitoraggio ondametrico e correntometrico regionale costituisce per la Regione Sardegna un punto di sviluppo strutturale imprescindibile ai fini dell'acquisizione di dati fondamentali allo studio della idrodinamica costiera e al monitoraggio complessivo dell'erosione. Si ritiene pertanto utile esporre gli esiti dello Studio di Fattibilità predisposto da Arpas annoverando il Programma nell'elenco dei Progetti Strategici individuati dal PAC.

Lo Studio di Fattibilità predisposto dal Dipartimento Idrometeorologico dell'ARPAS e approvato dalla Giunta Regionale, considerati gli obiettivi di monitoraggio e studio dell'erosione costiera che costituiscono la richiesta primaria dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna, ha inteso approfondire le tematiche:

- Conoscenze teoriche sulle onde, sulle correnti e sui sistemi di misura;
- Reti di misura ondametriche e mareografiche e reti di misura marino-costiere esistenti in Sardegna;

Trasmissione, archiviazione e diffusione delle informazioni raccolte dalle reti;

Proposta di investimento.

Il Programma è stato articolato in cinque azioni di intervento strutturate come segue:

1. **Installazione di una nuova Boa ondometrica d'altura e sua integrazione con la Rete Ondometrica e Mareografica Nazionale (RON).** Lungo le coste della Sardegna e nei mari immediatamente circostanti esistono tre reti di misura, due nazionali ed una locale, ed esiste un punto di misura del Consiglio Nazionale delle Ricerche attualmente non attivo. Le due reti nazionali (la Rete Ondometrica Nazionale R.O.N. e la Rete Mareografica Nazionale R.M.N.) appartengono all'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e sono le reti fiduciarie dello Stato per il monitoraggio delle acque costiere; la rete locale appartiene alla Provincia di Sassari. La RON è costituita dalle tre boe ondometriche di Capo Caccia (Alghero), Capo Comino (Siniscola) e Golfo di Cagliari. Quest'ultima boa in disormeggio è stata riposizionata nei pressi di Capo Carbonara (Villasimius). La RMN in Sardegna è costituita dalle 3 stazioni presso i porti di Porto Torres, di Carloforte e di Cagliari. Lo studio realizzato sullo stato di copertura ed efficienza dei dati relativi al livello del mare e del moto ondoso, condotti in collegamento con ISPRA, hanno consentito di individuare come strategico l'acquisto di una boa ondometrica oceanica e sua installazione nel settore costiero settentrionale della Sardegna presso le Bocche di Bonifacio. La fornitura comprende anche la seconda boa di back-up;



Stazione di Porto Torres della Rete Mareografica Nazionale.

2. **Ricondizionamento delle boe della ex rete di monitoraggio della Provincia di Sassari.** Consiste nell'acquisire la rete della Provincia di Sassari, attualmente in mare ma fuori servizio, con punti di misura presso Alghero, Olbia, La Maddalena e Sassari - Fiume Santo. Le boe saranno sottoposte a verifica e alla necessaria manutenzione straordinaria mentre la dotazione strumentale, ormai obsoleta e non più adeguata agli scopi del Programma, sarà sostituita da nuova strumentazione uguale per tutte le boe. Essendo le onde e le correnti marine l'aspetto più importante da monitorare ai fini della protezione dei litorali, si doteranno tali boe con uno strumento in grado di misurarle entrambe (ADCP) montato sul fondale marino e che permetterà di avere il profilo verticale delle correnti marine nonché la direzione e l'altezza delle onde.

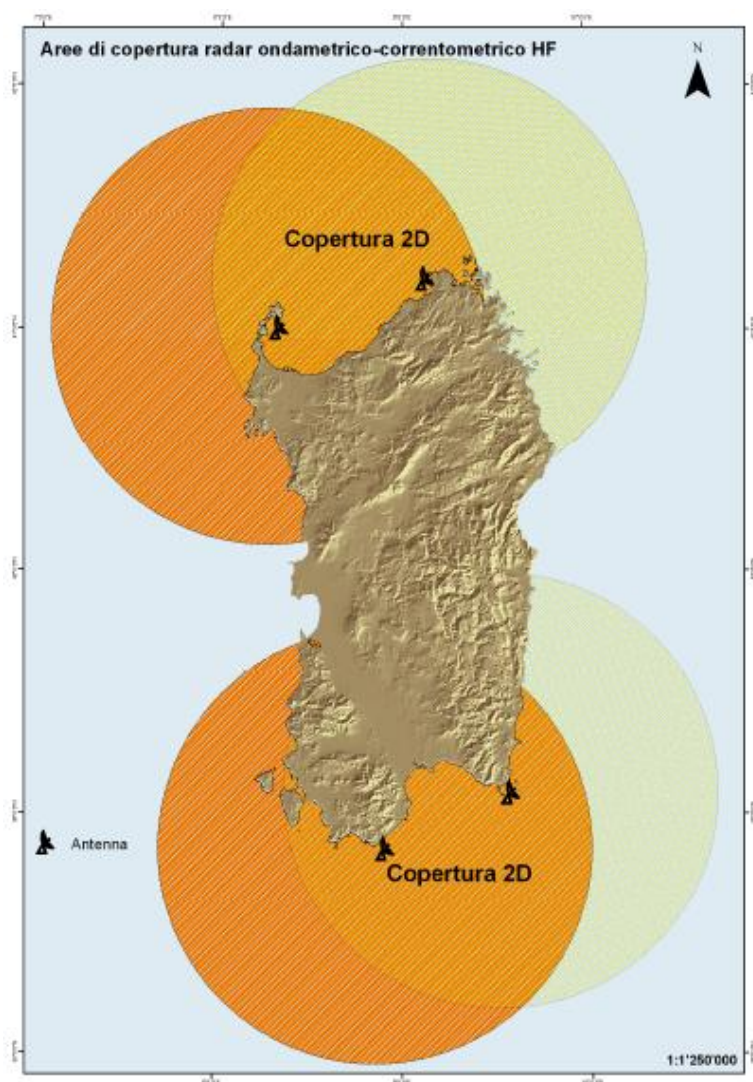
*Boa di tipo Floatex
MPE 4300 della rete
della Provincia di
Sassari*



3. **Telerilevamento delle correnti superficiali nei Golfi di Cagliari e dell'Asinara attraverso due sistemi radar in onde corte HF tipo CODAR.** Consiste nell'acquisto di due sistemi Codar (con frequenze di esercizio tra i 12 e 25 MHz) da installare nei due ampi golfi della Sardegna: il Golfo di Cagliari ed il Golfo dell'Asinara, per il monitoraggio delle correnti superficiali in un'area con raggio di oltre 50 km. Per avere una misura bidimensionale del campo di correnti superficiali si dovrebbe avere un numero elevato di boe correntometriche, tali da coprire con un opportuno grid l'area di interesse. Ciò è evidentemente impraticabile per le grandi superfici per cui si può ricorrere alla tecnologia dei sistemi Codar .
4. **Installazione di 5 correntometri lungo le coste centro-meridionali della Sardegna.** Consiste nell'acquisto e posizionamento di 5 nuovi correntometri che dovranno rispondere alla necessità di monitorare le coste delle provincie di Oristano, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias, Cagliari, Ogliastro e Nuoro. Si prevede l'acquisto di sei boe dotate di correntometri di cui 5 installate in mare, la sesta di back-up per ridondare il sistema.
5. **Realizzazione del centro regionale di raccolta e archiviazione dati e gestione di tutti gli apparati**
Per quanto riguarda la comunicazione con la rete correntometrica e la boa ondamentrica, si utilizzerà, per la trasmissione dei dati, la rete cellulare GPRS . Qualora tale copertura non sia disponibile in qualche punto, sarà necessario ricorrere alla trasmissione via radio verso una stazione ricevente terrestre collegata al Centro regionale di raccolta. Se possibile raggiungere via radio un punto di accesso della RRR (Rete Radio Regionale), le informazioni potranno essere veicolate tramite essa direttamente al centro di acquisizione dell'ARPAS, evitando l'installazione dell'apposita stazione locale dedicata.

I dati provenienti dalla boa ondometrica, dalle altre boe ondometriche della R.O.N. di interesse regionale e dalle boe correntometriche, saranno acquisiti dal centro operativo del Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico dell'A.R.P.A.S. e immagazzinati in appositi database.

I dati, classificati e validati, dovranno successivamente essere trasmessi al S.I.R.A. con le apposite procedure definite dagli specifici protocolli richiesti dal sistema SIRA.



Copertura qualitativa dei mari circostanti la Sardegna, nell'ipotesi di installazione dei due sistemi CODAR. La copertura reale sarà legata alle caratteristiche dei siti che verranno scelti per le antenne.

11.2. Il Programma regionale di recupero delle pinete litoranee

Il *“Programma per il recupero ed il ripristino della funzionalità dei sistemi forestali di origine artificiale in contesti litoranei”* approvato dalla Giunta regionale con Deliberazione n. 35/9 del 30.08.2011 costituisce parte integrante di una politica di interventi finalizzati alla prevenzione, difesa e gestione integrata della fascia costiera dai fenomeni di erosione e dissesto idrogeologico.

Il Programma nasce dalla riprogrammazione tecnica e finanziaria delle risorse residue assegnate all’Accordo Quadro per la difesa del suolo (2007) siglato fra la Direzione generale della Difesa dell’Ambiente, il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale e l’Ente Foreste Sardegna. A quest’ultimo è assegnato il ruolo di soggetto esecutore degli interventi selvicolturali e idraulico-forestali di difesa del suolo.

L’abbandono colturale dei soprassuoli a prevalenza di conifere localizzati in ambiente litoraneo, associato a locali fenomeni di pressione antropica (scarsa regolamentazione della fruizione, incendi boschivi), hanno causato una loro progressiva semplificazione e riduzione di funzionalità, che si esplicita in un rallentamento dei processi naturali, in una forte riduzione della biodiversità e nell’insorgere di fenomeni di deperimento.

Il Programma pone al centro della propria azione il recupero e il miglioramento della funzionalità di questi soprassuoli riconoscendogli oltre alla forte valenza protettiva contro l’erosione costiera una importante funzione paesaggistico-culturale nonostante la loro origine artificiale.

Consistenza e stato dei soprassuoli litoranei a prevalenza di conifere

Da una indagine condotta a scala territoriale mediante analisi foto interpretative opportunamente integrate da indagini di campagna, è stato possibile ricostruire il quadro delle aree in cui sono presenti nuclei di rimboschimenti litoranei storici di particolare interesse per la funzione protettiva svolta e per le peculiarità naturalistico – paesaggistiche. La superficie interessata da questi soprassuoli ammonta a più di 8.700 ha, che rappresentano una quota molto consistente dei circa 29.094 ha di Pinete di Pini mediterranei riportati tra i boschi alti dall’Inventario Nazionale delle Foreste e del Carbonio. E’ importante sottolineare che per la loro collocazione a ridosso di litorali e spesso a contatto con aree umide o corpi d’acqua retrodunali, molti di questi soprassuoli ricadono all’interno di aree protette da istituti di tutela di diverso genere (Parchi regionali, Siti di interesse comunitario, Zone di Protezione Speciale).

Attraverso la predisposizione degli studi di fattibilità sono emerse alcune peculiarità delle pinete litoranee che sinteticamente si possono riassumere come segue:

- a) le pinete litoranee regionali sono sistemi forestali di origine artificiale, tendenzialmente semplificati e poco funzionali dal punto di vista ecologico. Per la forte valenza protettiva, paesaggistica e culturale riconosciuta a questi sistemi, la loro conservazione attiva non può prescindere da interventi selvicolturali, variamente articolati, per aumentarne il grado di complessità strutturale - compositiva e di conseguenza la funzionalità;

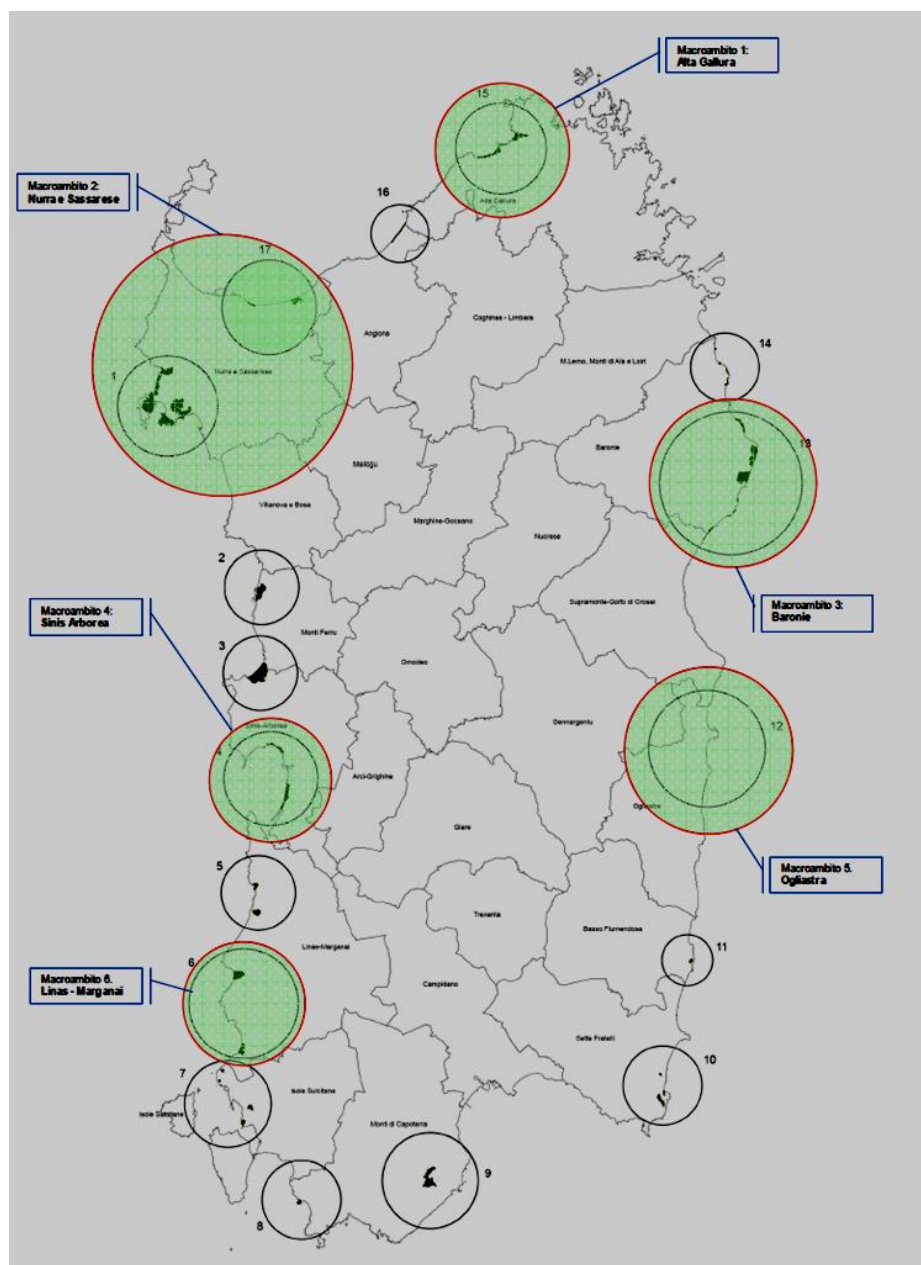
- b) le pinete litoranee pur presentandosi in generale come soprassuoli omogenei su ampie superfici, presentano al loro interno situazioni localmente differenziate: ad ampi tratti caratterizzati da soprassuoli molto densi, tendenzialmente monospecifici e monopiani, si alternano aree a struttura irregolare dove alla specie principale (introdotta artificialmente) si associano essenze autoctone sia nello strato arboreo che arbustivo. In altri termini all'interno dei popolamenti sono individuabili diverse tipologie stazionali, per la gestione delle quali devono essere previsti interventi selvicolturali diversificati e variamente articolati;
- c) per la collocazione delle pinete litoranee in aree di particolare interesse turistico ricreativo (pineta-mare) molti soprassuoli sono sottoposti ad una notevole pressione antropica, che associata ad una carente gestione selvicolturale, si riflette in un precario stato vegetativo. In queste condizioni i fenomeni di deperimento di origine biotica (attacchi entomatici e di patogeni fungini) sono particolarmente diffusi ed in molti casi intensi;
- d) in ampi tratti della fascia costiera caratterizzata dalla presenza delle pinete litoranee si assiste progressivamente alla contrazione delle superfici interessate da habitat di particolare interesse naturalistico e di forte valenza ecologica quali quelli tipici delle aree umide, dei sistemi dunali, delle macchie xerofile. La gestione selvicolturale deve assicurare la conservazione attiva e la preservazione di questi habitat che contribuiscono in misura notevole alla biodiversità locale.

Gli ambiti di intervento

Sulla base di considerazioni di ordine tecnico con riferimento alle criticità riscontrate, nonché di ordine operativo, il 1° stralcio del "Programma pluriennale per il recupero ed il ripristino della funzionalità dei sistemi forestali litoranei di origine artificiale" si concentrerà prioritariamente sui seguenti macroambiti territoriali (vedi Allegato cartografico):

- Macroambito 1: Alta Gallura;
- Macroambito 2: Nurra - Sassarese
- Macroambito 3: Baronie;
- Macroambito 4: Sinis – Arborea;
- Macroambito 5: Ogliastro;
- Macroambito 6: Linas – Marganai.

Mappa degli ambiti
di intervento del
Programma Pinete
litoranee



11.3. Accordi di collaborazione istituzionale con AMP, Università, Direzioni Marittime per la “Rete per il monitoraggio dell’erosione costiera”

La Regione Sardegna - Servizio Tutela suolo e politiche forestali, ha rivestito il ruolo di capofila dell’Azione di Sistema A “Rete per il monitoraggio dell’erosione costiera” del Progetto Strategico Res-Mar finanziato dal programma Po Marittimo 2007-2013. Il filone “coste e litorali” del RES MAR è stato dedicato ai temi della gestione dei litorali e dell’erosione costiera. I partners di progetto hanno operato insieme per costruire modelli di studio, adottare dispositivi e protocolli comuni, realizzare una rete condivisa di monitoraggio dei fenomeni di erosione costiera.

Attraverso il progetto la Regione Sardegna ha inteso dare una forma aggiornata e operativa alle due parole chiave “rete” e “monitoraggio dell’erosione”. Per creare una vera rete occorre identificare i soggetti abilitati all’utilizzo delle funzioni o servizi che questa fornisce e il sistema di regole che ne governano l’uso. Nella fattispecie si è scelto di percorrere un cammino di

condivisione e di ricerca di soluzioni plausibili attraverso il confronto diretto con le Aree Marine Protette, con le Università e gli Enti di ricerca regionali, con le Direzioni Marittime.

Lo sforzo della Regione si è profuso anche nel mantenere il dialogo e il confronto con le istituzioni della ricerca tecnico-scientifica, con l'intento di legare quanto più possibile tra loro i risultati della ricerca con il mondo reale della gestione pubblica dei litorali. Tale esigenza ha prodotto una forte disponibilità a collaborare da parte delle istituzioni scientifiche regionali e infatti è stato costituito un Comitato tecnico-scientifico di progetto al quale hanno volontariamente aderito i referenti scientifici delle Università di Cagliari e Sassari, il CNR attraverso l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (CNR-IAMC, Oristano) e l'Istituto di Biometeorologia (CNR-IBIMET, Sassari).

Presso i nodi campione delle AMP sono state individuate le spiagge campione sulle quali è stato realizzato un monitoraggio di indicatori specifici per l'erosione costiera (secondo disciplinari tecnici e metodologici di rilevamento codificati) e uno studio complesso di idrodinamica costiera. Il monitoraggio si è tradotto nell'esecuzione di 5 campagne stagionali di misurazioni e rilievi per ogni sito.

In ciascuna spiaggia selezionata è stata inoltre installata una postazione web-cam attrezzata per il rilevamento e le analisi in post-processo delle linee di riva. Ai siti originari, nel corso del 2013 e attraverso un Accordo con la Conservatoria delle Coste, si è aggiunta la spiaggia del Poetto con ben 4 punti web-cam installati.

Attraverso il ResMar As A, grazie a un ulteriore Accordo stipulato stavolta con le Direzioni Marittime di Cagliari e Olbia, è stato inoltre raggiunto un importante risultato operativo consistente nella costituzione di un database fotografico georiferito di scatti ripresi da mare (oltre 25.000 riprese) di tutto il sistema costiero roccioso regionale. L'attività di sopralluogo e di processo delle immagini è stata alla base dello sviluppo dell'analisi delle coste rocciose contenuta nel PAC.

Del ResMar AS A rappresentano una vera sfida gli obiettivi dichiarati di medio termine: quello di dare vita ad una rete di soggetti istituzionali regionali impegnati in attività di monitoraggio, che iniziano col progetto ma che si vuole che ad esso sopravvivano; quello di avvicinare tra loro (si badi, senza confusione di ruoli) il mondo della ricerca applicata a quello della gestione dei litorali, quello di sperimentare pratiche metodologiche comuni che rappresentino un fattore di garanzia tecnica ma anche un valido strumento di supporto alle scelte e regolamentazioni del gestore.

Questo traguardo potrà essere raggiunto mediante il consolidamento dei rapporti di collaborazione che il progetto si è sforzato di instaurare, mediante la definizione di metodologie tecnico-pratiche condivise, per mezzo di un percorso omogeneo di formazione specialistica del personale, attraverso il coinvolgimento dei territori locali con azioni di sensibilizzazione.

11.4. Accordo di collaborazione con la Direzione Agenzia di Distretto Idrografico della Sardegna e l'Università di Cagliari

L'Accordo è stato siglato in dicembre 2012 e ha come finalità la collaborazione istituzionale per la realizzazione della mappatura della pericolosità e del rischio da inondazione costiera (Direttiva 2007/60/CE e D.Lgs n. 49/2010) e la redazione del PAC.

L'accordo prevede che le Parti firmatarie collaborino attivamente nella implementazione sinergica delle parti di interesse comune, evitando inefficienti duplicazioni di lavoro. Allo scopo l'Accordo individua numerose attività suscettibili di esecuzione sinergica tra le quali si citano:

- Raccolta e omogeneizzazione dei dati disponibili (ondametrici, mareometrici, anemometrici, barometrici; tipi di costa, caratteristiche granulometriche, mineralogiche e morfometriche dei sedimenti; cartografia nautica digitale IIM, foto aeree e immagini satellitari; proiezioni degli effetti del cambiamento climatico);
- Analisi dell'evoluzione storica della linea di riva;
- Analisi degli eventi meteo-marini estremi;
- Modellazione di eventi estremi di moto ondoso (campo delle altezze d'onda, circolazione delle correnti, innalzamento del livello medio (setup), risalita dell'onda (runup)) su spiagge di interesse;
- Modellazione di un evento ordinario caratteristico di moto ondoso con assegnato tempo di ritorno incidente sui paraggi in costa bassa selezionati, per la determinazione della fascia di mareggiata, su base cartografica;
- Mappatura della pericolosità e del rischio di allagamento costiero per le coste basse in scala 1:10'000, per tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni;

In base all'Accordo, all'Assessorato Difesa Ambiente sono stati assegnati i seguenti punti implementativi di interesse comune:

- raccolta e omogeneizzazione dei dati disponibili (classificazione dei tipi di costa, caratteristiche granulometriche, mineralogiche e morfometriche dei sedimenti; cartografia nautica digitale IIM, foto aeree e immagini satellitari);
- analisi dell'evoluzione storica della linea di riva da foto aeree per l'intera regione su database GIS;
- determinazione delle caratteristiche di esposizione e del relativo clima ondoso al largo dei paraggi di esclusivo interesse ai fini del PAC

Questi punti, nell'ambito delle massime capacità consentite, sono stati oggetto di effettivo sviluppo da parte del PAC.

Il PAC, a sua volta, potrà beneficiare di alcuni importanti risultati attesi dalla elaborazione delle aree a rischio di inondazione costiera, con particolare riferimento alle condizioni di run-up per eventi ordinari.

12. Gli interventi attuativi di prima fase del PAC

Nell'ambito delle programmazioni per la tutela dell'ambiente il POR Fesr Sardegna 2007-2013 aveva specificamente individuato la linea di attività 4.1.1B *Attività di Tutela, prevenzione e difesa delle fasce costiere e litoranee dal rischio dei fenomeni di erosione, dissesto, ingressione marina nonché interventi finalizzati alla gestione integrata delle zone costiere*. La gestione della Linea è stata assegnata all'Assessorato della Difesa dell'Ambiente – Servizio Tutela del suolo e politiche forestali il quale, preso atto dell'assenza degli adeguati strumenti programmatici regionali per le finalità in oggetto, ha operato attraverso la proposta di due filoni operativi legittimati nel tempo dalla Giunta regionale.

Con il primo si è cercato di colmare le richieste d'intervento urgente presso tratti costieri regionali a rischio con evidenze di dissesto conclamate e note. Con il secondo è stata invece messa in moto l'elaborazione di un documento programmatico a valenza regionale, per l'appunto il Programma di Azione Coste.

Sebbene le due iniziative abbiano avuto momenti operativi e conclusivi distinti, le finalità generali e il coordinamento pianificatorio sono stati conciliati appieno poiché tutte le aree di intervento oggetto della programmazione delle risorse del Fesr risultano consapevolmente incluse negli elenchi delle aree critiche e prioritarie individuate dal PAC.

Pertanto il PAC, nelle more di una sua implementazione completa di ampiezza generale, ha avuto una prima applicazione mediante la programmazione finanziaria⁶ di una lista significativa di interventi urgenti di difesa e mitigazione del rischio costiero sviluppata sulla base di un'attività di ricognizione e compilazione di schede di fattibilità a cura dei funzionari della Regione. Sulla scorta della costituzione del database delle segnalazioni costiere il Servizio Tutela del suolo e politiche forestali avviò i primi sopralluoghi tecnici e le fasi tecniche di elaborazione delle schede di fattibilità degli interventi. La procedura adottata ha previsto lo studio preliminare delle aree e degli eventuali progetti già redatti, la verifica in campo e la compilazione finale delle schede definitivamente approvate con conferenze preliminari di Servizi. Questa procedura si è rilevata di estrema funzionalità poiché diverse proposte di progetto, laddove presentate, sono state valutate tecnicamente non opportune o inappropriate e perciò stralciate e modificate in sede di istruttoria e sviluppo tecnico.

Questa attività programmatica, indicata con il termine di *Attuazione di prima fase del PAC*, è stata oggetto di diversi atti di Giunta Regionale e ha visto un totale di 12 Comuni finanziati in delega per un ammontare complessivo di risorse impegnate pari a 19,65 M€.

COMUNE	TITOLO	IMPORTO	RISORSA FINANZIARIA	ATTO DI PROGRAM.NE
Castelsardo (SS)	<i>Opere di protezione, consolidamento e messa in sicurezza della falesia di via Zirulia</i>	3,00 M€	POR FESR 4.1.1 B	DGR 35/9 del 30.08.2011
Valledoria (SS)	<i>Consolidamento e regimazione idraulica superficiale in località</i>	2,7 M€	POR FESR 4.1.1 B	DGR 35/9 del 30.08.2011

⁶ DGR 35/9 del 30.08.2011; DGR 49/41 del 07.12.2011; DGR 2/27 del 18.01.2012; DGR 48/31 del 2012

	<i>La Ciaccia – Ripristino ambientale in località San Pietro a mare</i>			
Pula (CA)	<i>Messa in sicurezza dell'area archeologica di Nora</i>	2,5 M€	POR FESR 4.1.1 B	DGR 35/9 del 30.08.2011
Dorgali - Cala Gonone (NU)	<i>Stabilizzazione della costa a falesia e del litorale di Cala Gonone</i>	2,4 M€	POR FESR 4.1.1 B	DGR 35/9 del 30.08.2011
Bosa (OR)	<i>Consolidamento dei versanti e messa in sicurezza dei tratti stradale e ferroviario tra Bosa Marina e Turas</i>	2,45 M€	POR FESR 4.1.1 B	DGR 49/41 del 7.12.2011
Porto Torres	<i>Lavori di protezione della costa</i>	1,6 M€	POR FESR 4.1.1 B	DGR 2/27 del 2012
Alghero	<i>Interventi di mitigazione del rischio di frana nella costa di Alghero</i>	1,00 M€	POR FESR 4.1.1 B	DGR 2/27 del 2012
Arbus	<i>Interventi di messa in sicurezza e mitigazione dei fenomeni franosi e di erosione nel litorale di Porto Palma</i>	0,9 M€	A.S. DPCM 5.10.2007	DGR 48/31 del 2012
Cabras	<i>Interventi di messa in sicurezza e mitigazione del rischio nel litorale di San Giovanni di Sinis</i>	0,6 M€	A.S. DPCM 5.10.2007	DGR 48/31 del 2012
San Vero Milis	<i>Erosione della costa in corrispondenza delle Borgate Marine</i>	0,95 M€	A.S. DPCM 5.10.2007	DGR 48/31 del 2012
Tresnuraghes Magomadas	<i>Mitigazione del rischio geomorfologico nei litorali di Tresnuraghes e Magomadas</i>	0,87 M€	A.S. DPCM 5.10.2007	DGR 48/31 del 2012
Villanova Monteleone	<i>Interventi di messa in sicurezza del litorale di Poglina</i>	0,71 M€	A.S. DPCM 5.10.2007	DGR 48/31 del 2012

Complessivamente, dall'inizio dell'attività in giugno 2011 al 31.12.2012, il Servizio ha catalogato 41 segnalazioni di aree critiche costiere, eseguito molteplici sopralluoghi in 15 differenti località, realizzato 13 istruttorie tecniche con relative schede d'intervento, tutte approvate in conferenze di servizi preliminari.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV.(1998) – *Atlante Nazionale delle Spiagge*. Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)-SELCA, Firenze.
- AA.VV. (2001) – *Inventario Fenomeni Franosi in Italia*. Regione Sardegna. APAT – Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. R.A.S.
- AA.VV. (2002) – *Atlante delle Opere di Sistemazione dei Versanti*. APAT
- AA.VV. (2003) – *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*. Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. DGR n 54/33 del 30.12.2004. R.A.S.
- AA.VV. (2006) – *Lo stato dei litorali italiani* (a cura del GNRAC). Studi costieri, 10, 1-172.
- Amanti M., Casagli N., Catani F., D'Orefice M., Motteran G. (a cura di) (1996) - *Guida al censimento dei fenomeni franosi e alla loro archiviazione (vers. 1.0)*. CNR Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche. Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per I Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Geologico.
- Atzeni A. (2011) - *Regime e Protezione dei Litorali*. ARACNE Editrice. Roma.
- Barca S., Melis E., Annino E., Cincotti F., Ulzega A., Orrù P., Pintus C. (2010) – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 557 CAGLIARI*. APAT – Dipartimento Difesa del suolo – Servizio Geologico d'Italia. Regione Sardegna.
- Barca S., Serri R., Rizzo R., Forci A. , Calzia P., Pertusati P. C. (2010) – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 565 CAPOTERRA*. APAT – Dipartimento Difesa del suolo – Servizio Geologico d'Italia. Regione Sardegna.
- Birkemeier, W.A. (1985). *Field data on seaward limit of profile change*. J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 111(3), 598-602.
- Carboni S., Lecca L., Tilocca G., Sardu P. (2010) – *Analisi stratigrafico-morfologica e censimento dei processi franosi in atto sulle coste alte nel settore compreso tra Capo San Marco e Capo Marrargiu (Sardegna centro-occidentale)*. Università degli studi di Cagliari – Dipartimento di Scienze della Terra. Provincia di Oristano – Assessorato alla Difesa dell'Ambiente.
- Carboni D., Ginesu S. (2011) - *The Evolution of the Coastline in some Archaeological Sites in North-West Sardinia*. In: (CNR). Marine Research at CNR. vol. unico, p. 1013-1024, ROMA.
- Carmignani I. (coordinamento scientifico di) (2001) – *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia Vol XL. – Geologia della Sardegna – Note Illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000*. Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per I Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Geologico.
- Carobene, L., & Brambati, A. (1975). *Metodo per l'analisi quantitativa morfologica delle spiagge*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 479-793.

- De Muro S., Ulzega A., (1985) – *Il Golfo di Arzachena nella Sardegna Settentrionale Ricerche di Geomorfologia Costiera e Sottomarina*. Boll. Soc. geol. It., pp 104, 551-560.
- De Muro S., (1990) – *Dinamica dei Litorali e Geomorfologia della Piattaforma Prossimale tra Capo Testa e Punta Di Li Francesi (Sardegna Settentrionale)*. Tesi Dottorato Università di Trieste.
- De Muro S., Orrù P., (1998) – *Il Contributo delle Beach Rock nello studio della Risalita del Mare Olocenico. Le Beach Rock della Sardegna Nord Orientale*. Il Quaternario, 11(1), 19-39.
- Devoti S., Silenzi S., Amici I., Aminti P., Amodio M., Bovina G., Callori Vignale C., Cappietti L., Chiocchini O., Di Gregorio F., Ginesu S., Mazzoli C., Mori E., Parlagreco L., Pranzino E., Rossi L., Sassai R., Serrali A., Simonetti D., Tomassetti P., Vannucchi V. (2010) – *Il sistema spiaggia-duna della Pelosa (Stintino)*. ISPRA, Quaderno X/2010, Ed. S.Devoti e S.Silenzi, pp. 288.
- Di Gregorio F., Federici P.R., Fierro G. e Ginesu S. (2004) – *Atlante delle spiagge della Sardegna. Scala 1:100.000*. SELCA, Firenze. Regione Autonoma della Sardegna.
- Duncan R., Ginesu S., Secchi F. & Sias S. (2011) - The recent evolution of the Sinis region (Western coast of Sardinia, Italy) on the basis of new radiometric data of the pliocenic volcanism. *Geografia fisica e dinamica quaternaria*. 34 (1), p. 25-32.
- Ginesu S. (a cura di) (2012). *La Costa d'Italia*. Sassari: Carlo Delfino Editore, p. 1-450, ISBN: 978-88-7138-581-5.
- Ginesu S. e Ozer A. (2003) – *Recent erosion on the northern coast of Sardinia: a radiometric datum on the Fiume Santo coast*. Geogr. Fis. Dinam. Quaternario. 25, 106-109.
- Ginesu S. & Secchi F. (2008) - *Evoluzione recente del litorale tra Portoscuso e San Giovanni Suergiu (Sulcis, Sardegna sud occidentale)*. In: (a cura di Corinne Corbau & Sonia Magliaro). Coste. Prevenire, programmare, pianificare. p. 401-413, Potenza: La bottega della stampa.
- Guza, R.T., & Thornton, E.B., (1982) - *Wash Oscillations on a Natural Beach*. J. Geophys. Res., 87, 483-491.
- Holman, R.A. & Sallenger, A.H., (1985). *Set-Up and Swash on a Natural Beach*. J. Geophys. Res., 90, 945-953.
- Luis I., Gonzàles De Vallejo, (2005) – *Geoingegneria*. Pearson Education Italia Srl.
- Mania R. e Pranzini E. (1992) – *Sedimentological study of the nearshore of Cala Gonone (Eastern Sardinia, Italy) oriented to the beach improvement*. Boll. Soc. Geologica It., 115, 95-104.
- Medatlas (2004). *Scientific Report*. RTP10.10/TR/IE's/04
- Moretti A. (1951) – *Fenomeni di erosione marina nei pressi di Porto Torres*. Riv. Geogr. It., 58, 181 – 197.
- Noli A., Mita M. (1987) – *Analisi delle caratteristiche meteo-marine al largo e a riva e valutazione dei processi evolutivi costieri*. PODIS – Progetto Operativo Difesa del Suolo PON ATAS 2000-2006

Mis. A.3. Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio – Ministero dell'Economia e delle Finanze.

Oggiano G., Cherchi G. P., Aversano A., Di Pisa A., Ulzega A., Orrù P., Pintus C. (2010) – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 428 ARZACHENA*. APAT – Dipartimento Difesa del suolo – Servizio Geologico d'Italia. Regione Sardegna.

Orrù P., Ulzega A. (1989) – *Carta Geomorfologica della Piattaforma Continentale delle Coste del Sulcis*. 1:100.000, NO 11/89. Istituto Idrografico della Marina-Genova.

Pertusati P.C., Sarria R., Cherchi G.P., Carmignani I., Barca S., Benedetti M., Chighine G., Cincotti F., Oggiano G., Ulzega A., Orrù P., Pintus C. (2010) – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 541 JERZU*. APAT – Dipartimento Difesa del suolo – Servizio Geologico d'Italia. Regione Sardegna.

Picazzo M., Tedeschi D. e Vannucci G. (1981) – *Analisi dei Sedimenti Marini Superficiali della Sardegna Meridionale*. Quad. Ist. Geol. Chim. Univ. Genova. 2(2), 39-60.

Segre A.G. (1969) – *Linee di Riva Sommerse e Morfologia della Piattaforma Continentale Italiana relative alla Trasgressione Marina Versiliana*. Quaternaria XI, pp. 141-154.

Simeoni U, Corbau C, Pranzini E, Ginesu S. (2012). *Le pocket beach. Dinamica e gestione delle piccole spiagge*. Milano: Franco Angeli, p. 1-175, ISBN: 978-88-204-0156-6.

Sotgia Rovelli T. (1926) – *Su alcune sabbie e rocce del sedimento del nord ovest della Sardegna*. Boll. Soc. Geol. It., 48, 2.

Sotgia Rovelli T. (1927) – *La ghiaietta silicea nel Golfo dell'Asinara*. L'Industria Mineraria.

Spano B. e Pinna M. (1956) – *Le spiagge della Sardegna*. Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane, Centro Studi per la Geografia fisica. C.N.R., 7. Faenza, 1.

Tilocca G., Murrau A. (2003) – *Linee Guida per l'individuazione dei criteri generali per la difesa dei litorali*. Assessorato dei Lavori pubblici – Servizio Difesa del Suolo – R.A.S.

Ulzega A. (1988) – *Carta Geomorfologica della Sardegna Marina Continentale*. CNR DeAgostini Ed. Verona.

WAM-DI Group (1988). *The WAM Model – a third generation ocean wave prediction model*. J. Phys. Ocean., 18, 1775-1810.

SITOGRAFIA

- Ambiti di Paesaggio - Piano Paesaggistico Regionale - Regione Sardegna
<http://www.sardegna territorio.it/j/v/1123?s=6&v=9&c=7425&na=1&n=10>

- Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000:
<http://www.sardegna geoportale.it/argomenti/cartageologica.html>

- Carta dell'Uso del Suolo della Sardegna (2008) in scala 1:25.000:
<http://www.sardegna geoportale.it/argomenti/cartedelsuolo.html>

- Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico - ARPAS:
<http://www.sar.sardegna.it/>

- Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (I.F.F.I.):
http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_77_20060515153153.pdf

- ISPRA Idromare APAT:
http://www.idromare.it/analisi_dati.php

- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - Regione Sardegna - Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia

- Linee Guida http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_26_20060913170604.pdf
- N.A. http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_5_20081024133652.pdf

- Piano Paesaggistico Regionale (PPR) - Regione Sardegna:
<http://www.sardegna geoportale.it/argomenti/pianopaesaggisticoregionale.html>

- ResMAR - Progetto strategico PO Marittimo 2007-2013 RES MAR Azione di Sistema A - Rete per il monitoraggio dell'erosione costiera:
<http://www.res-mar.eu/it/progetti/presentazione.php?progetto=a>

- Sardegna Geoportale:
<http://www.sardegna geoportale.it/>

- Sistema Informativo Regionale per l'Ambiente (SIRA):
<http://www.sardegna ambiente.it/index.php?xsl=611&s=18&v=9&c=4916&na=1&n=10>