

Proposta di un modello di sviluppo sostenibile per le spiagge e le aree costiere dell'Isola di Sant'Antioco (Sardegna SO, Italia)

Annalisa Arisci, Jo De Waele, Felice Di Gregorio, Ivan Ferrucci,
Roberto Follesa, Giuseppe Piras

Dipartimento Scienze della Terra, Università degli Studi di Cagliari, Via Trentino 51 - 09127 Cagliari.

Riassunto

L'Isola di Sant'Antioco, situata lungo la costa sud-occidentale della Sardegna, presenta in affioramento un'interessante sequenza di rocce vulcaniche del ciclo calcoalcalino oligo-miocenico costituite prevalentemente da rioliti, comenditi, ignimbriti e andesiti che sovrastano un basamento mesozoico del Cretaceo. Nell'Isola sono presenti numerosi geotopi e biotopi di rilevante valore scientifico e divulgativo, unitamente a siti culturali, che meritano di essere meglio tutelati e valorizzati. La conoscenza e la corretta fruizione di questi beni naturali e culturali può consentire sia la loro appropriata valorizzazione a fini economici sia la loro conservazione. Il perseguimento di tale obiettivo impone una pianificazione ed una gestione volta a non superare quella soglia limite di pressione oltre la quale i vari sistemi naturali non riescono a ristabilire le loro condizioni di equilibrio. In questo lavoro gli autori propongono un modello per la gestione integrata e sostenibile del patrimonio naturale e culturale dell'Isola, in particolare delle aree costiere e delle spiagge, per le quali viene definita, attraverso specifici parametri fisici, biologici ed antropici, la qualità ambientale e la capacità di carico in termini di frequentazione turistica e balneare.

Parole chiave: qualità ambientale, capacità di carico, litorale, turismo sostenibile.

Abstract

The Island of Sant'Antioco, situated along the South Western coast of Sardinia, is composed of a rich and interesting sequence of volcanic rocks of the calc-alkaline Oligo-Miocenic cycle mainly represented by rhyolites, comendites, ignimbrites and andesites covering a Mesozoic bedrock of Cretaceous age. Many interesting geotopes and biotopes can be found on the island, together with several sites of social and cultural interest which deserve tutelage and valorisation. A correct fruition of these environmental and cultural estates is necessary both to preserve and to valorise them; these areas must therefore be properly managed, taking into account their carrying capacity in order to preserve their original natural conditions. In this work, the authors intend to propose an integrated model of sustainable development of the coastal landscape of the Island of Sant'Antioco based on the vulnerability degree and on the environmental quality, especially for what concerns the coastal areas and the beaches, for which the environmental quality and the carrying capacity in terms of tourist presence have been defined by using specific physical, biological and human parameters.

Key-words: environmental quality, carrying capacity, littoral, sustainable tourism.

Cenni geografici e storici

L'Isola di Sant'Antioco, situata lungo la costa sud-occidentale della Sardegna ha una conformazione trapezoidale con lato maggiore N-S, una superficie di circa 109 km² ed un perimetro costiero di oltre 75 km; il suo territorio risulta interamente compreso nelle Sezioni III del Foglio 564 e IV del Foglio 572 dell'IGM, serie nuova, in scala 1:25.000.

Dal punto di vista geografico l'Isola è collegata alla Sardegna da un istmo naturale largo appena 100 metri e lungo poco più di 1 km, che separa lo Stagno di Santa Caterina dal mare. Già i Romani la collegarono alla terraferma attraverso un ponte con una strada; a causa dell'innalzamento del livello medio del mare di questa rimangono solo tracce del basolato giusto a livello delle acque dello stagno. Attualmente l'Isola è raggiungibile attraverso una strada in rilevato che attraversa lo stagno tramite un nuovo ponte.

La presenza dell'uomo nell'Isola è antichissima come testimoniano vari siti archeologici del periodo Prenuragico (*tombe dei giganti* e *domus de janas*) e Nuragico, addensati soprattutto sulle colline nella regione di Cannai.

Il centro abitato di Sant'Antioco, l'antica Sulci, fu fondato dai Fenici e costituì uno dei maggiori centri urbani ed economici della Sardegna meridionale per più di un millennio. La città fu la base della flotta Cartaginese di Annibale (258 a.C.) durante la prima guerra punica, e lo stesso Annibale vi trovò la morte. Di questo periodo fenicio-punico restano molte testimonianze archeologiche, tra cui il *tophet* che ha restituito una ricca collezione di oggetti in oro e gemme.

Nel periodo romano, durante l'impero di Augusto, divenne poi importante quanto Caralis (Cagliari) per la sua posizione strategica prossima alla regione mineraria iglesiente e per la possibilità di riparo offerto alla navigazione. Tra le importanti testimonianze del periodo romano rimangono il sopracitato ponte romano sull'istmo, alcune fontane, le fondazioni di un edificio imperiale e segmenti dell'antica strada che collegava l'Isola alla terraferma.

Attualmente Sant'Antioco ha circa 13.000 residenti mentre Calasetta, l'altro abitato dell'Isola, poco meno di 3000, a cui si aggiungono gli abitanti stagionali delle case sparse all'interno e lungo la costa.

Cenni geologici

Il territorio dell'Isola è costituito da depositi carbonatici mesozoici, da varie tipologie di rocce vulcaniche del ciclo calcoalcalino oligo-miocenico, costituite prevalentemente da andesiti, basalti, rioliti, ignimbriti e piroclastiti e da coperture sedimentarie, eoliche, continentali, lagunari e marine del Quaternario (Fig. 1).

I terreni più antichi sono costituiti da calcari micritici e biohermali, dolomie, marne e intercalazioni argillose e affiorano nella parte centro-orientale dell'Isola, nella località *Maladroxia*. Il loro contenuto paleontologico, rappresentato essenzialmente da Charophyta, Ostracodi, Foraminiferi, Alghe e Brachiopodi, ne indica un'età che va dal Berriasiano (135 Ma) al Kimmeridgiano (75 Ma), con una lacuna stratigrafica che abbraccia l'intervallo Aptiano-Coniaciano (110-80 Ma) (Chabrier et al., 1975). Queste rocce carbonatiche vengono da tempo intensamente sfruttate per ricavare materiali per uso civile e industriale con un impatto rilevante sull'ambiente e sul paesaggio insulare. Nei grandi scavi a cielo aperto, uno dei quali inattivo, si possono notare diverse tasche di dissoluzione con riempimenti paleocarsici, attualmente in corso di studio, che si stanno rilevando di notevole interesse scientifico.

La maggior parte del territorio dell'Isola presenta invece in affioramento una sequenza di rocce vulcaniche messesi in posto durante il Terziario quando il basamento paleozoico sardo fu interessato da un'intensa fase tettonica come riflesso del *rifting* (la cosiddetta *fossa sarda*) che, in direzione N-S, va dal Golfo dell'Asinara a quello di Cagliari, a cui risulta associata anche la rotazione antioraria della microplacca sardo-corsa con la conseguente deriva dell'Isola verso SE (Cherchi e Montadert, 1982). In tali condizioni geodinamiche si sviluppò un'intensa attività vulcanica che, nel caso dell'Isola di Sant'Antioco, come del resto anche nella vicina San Pietro viene ricollegata ad una fase tettonica tardiva, quando il movimento di deriva della Sardegna era già terminato; il vulcanismo si manifestò inizialmente con eruzioni effusive, seguite da fasi altamente esplosive i cui prodotti finali sono caratterizzati da depositi ignimbritici a composizione riolitica e comenditica.

I termini più antichi, risalenti a 18,3 Ma, sono rappresentati da andesiti ed andesiti basaltiche diffuse soprattutto nel settore centrale e meridionale dell'Isola, cui seguono basalti in colate poco potenti (Loc. *Serra Nuarxis*), e le formazioni ignimbritiche (comenditiche, riolitiche e quarzotrachitiche) (circa

17 Ma) caratterizzate da *pyroclastic flow* e distribuite essenzialmente nel settore centrale ed occidentale; seguono le formazioni del vulcanismo calcoalcalino recente (< 16 Ma) costituite da vulcaniti a chimismo riolitico, che affiorano nel settore settentrionale (Maccioni et al., 1990).

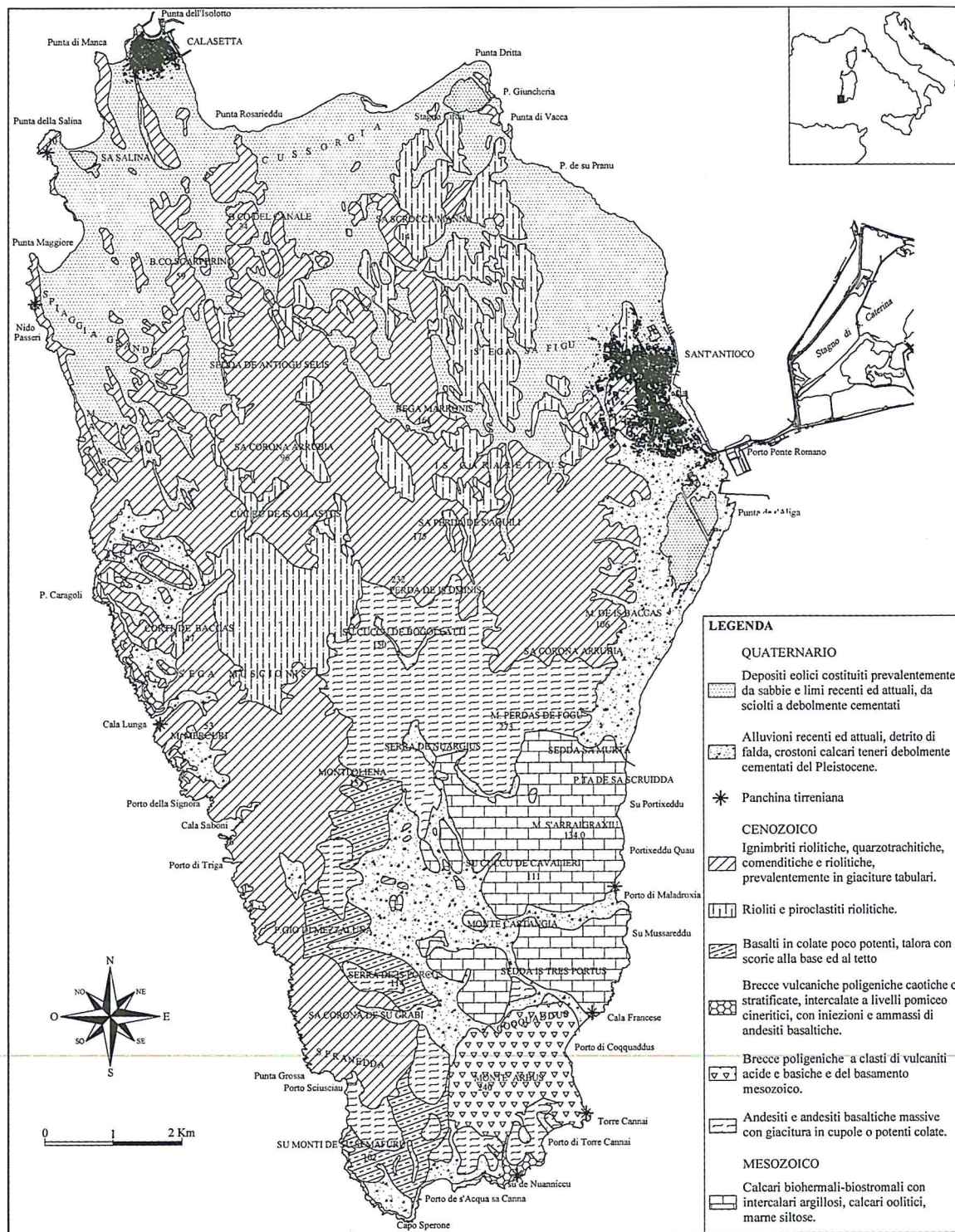


Figura 1 - Carta geologica dell'Isola di Sant'Antioco (da Maccioni et al. 1991; modif.).

Su queste rocce vulcaniche si trovano vari depositi sedimentari marini, continentali ed eolici i quali, anche se di limitato spessore ed estensione, sono importanti per comprendere le ultime vicende paleogeografiche che hanno interessato l'Isola nel Quaternario.

In particolare in località Maladroxia, sulla costa orientale, a 2-4 m sul livello del mare si possono notare lembi isolati della Panchina tirreniana con i classici fossili di *Strombus bubonius*, *Conus testudinarius*, *Cardium tuberculatum* e *Patella caerulea*, che costituiscono quello che resta di un deposito litorale più ampio. Questo affioramento testimonia che già nel Tirreniano le coste dell'Isola avevano raggiunto una fisionomia simile all'attuale e che essa era staccata dall'Isola madre; tra *Su Portixeddu* e *Cala Francese* i sedimenti del Tirreniano riempiono tasche di dissoluzione carsica e contengono frammenti di ossa di vertebrati immersi in una matrice rossa ed argillosa (AA.VV., 1980).

Sono poi da ricordare le arenarie eoliche a stratificazione incrociata, i crostoni travertinosi post-Wurmiani, e tutti i depositi più recenti (lagunari, di spiaggia, alluvionali, eluviali, detriti di versante, ecc..) che contribuiscono alla configurazione recente dell'Isola; questi depositi quaternari si ritrovano estesamente nella parte settentrionale e sud-orientale dell'Isola.

Considerando con particolare riguardo la fascia costiera, si può notare una morfologia varia strettamente legata all'assetto strutturale complessivo e alle diverse litologie affioranti, più o meno erodibili.

Elementi di interesse climatico, floristico-vegetazionale e faunistico

I dati pluviometrici ricavati dalle registrazioni effettuate dall'osservatorio astronomico di Carloforte nel settantennio 1922-92 indicano che le precipitazioni hanno un valore medio annuo di appena 597,3 mm, sensibilmente diminuito negli ultimi anni, e che il mese più piovoso è dicembre, con 94,9 mm di pioggia, mentre il più siccitoso è luglio con 1,2 mm; la temperatura media annua è di circa 17°C con minimi che raramente si avvicinano allo zero. I venti dominanti provengono prevalentemente dai quadranti settentrionali, in particolare da NNO e subordinatamente da SO e SE.

Per quanto concerne la vegetazione, i cui caratteri essenziali sono contenuti in un ampio lavoro di Caneva, De Marco e Mossa (1981), lungo quasi tutto il perimetro costiero dell'Isola si può distinguere una vegetazione rupestre a finocchio di mare (*Crithmum maritimum* L.) e varie specie di statici (*Limonium* sp. pl) tra cui l'endemico *Limonium sulcitanum* Arrigoni. Spiccano tra le altre l'asterisco marittimo (*Asteriscus maritimus* (L.) Less.), entità rarissima per la Sardegna e localizzata nell'Isola esclusivamente sul promontorio calcareo di *Maladroxia*. A queste, su piccole superfici pianeggianti, si accompagnano sovente numerose specie aloresistenti quali *Mesembryanthemum nodiflorum* L. e *Frankenia laevis* L.

A ridosso di questa fascia prossima alla battigia si sviluppa una vegetazione a prevalenza di elicriso [*Helichrysum italicum* (Roth) Don ssp. *microphyllum* (Willd.) Nyman] che occupa i pianori e i lievi pendii, raggiungendo il suo massimo sviluppo tra *Gundua* e *Capo Sperone*, nella parte occidentale dell'Isola.

La vegetazione delle spiagge è contraddistinta fisionomicamente dall'ammofila [*Ammophila littoralis* (Beauv.) Rothm], dal ravastrello marittimo (*Cakile maritima* Scop.) e dalla gramigna [*Agropyron junceum* (L.) Beauv. ssp. *mediterraneum* Simonet et Guinochet]; questo aspetto è ben evidente solo nelle spiagge di *Coqquaddus*, a SE, e *Sa Salina*, a NO, mentre risulta molto frammentato nelle altre spiagge dove la vegetazione risente notevolmente dell'impatto turistico e di quello agricolo.

Oltre questa prima fascia costiera, su suoli sabbiosi, è ben sviluppata anche la boscaglia a ginepro coccolone [*Juniperus oxycedrus* L. ssp. *macrocarpa* (S. et S.) Ball] e lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) con esemplari di grosse dimensioni come quelli di Calasetta.

Interessanti lembi di vegetazione palustre sono inoltre presenti presso *Sa Salina* e *Cussorgia*, con cannuccia di palude (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Stendel) giunchi, *Juncus acutus* L. e *J. subulatus* Forsskal ben rappresentati a *Is Pruinis*.

Negli stessi contesti è interessante anche la vegetazione alofila con la salicornia fruticosa [*Arthrocnemum fruticosum* (L.) Moq.] e la salicornia glauca [*Arthrocnemum glaucum* (Delile) Ung.-Sternb.]; in queste zone di transizione il valore naturalistico è arricchito dalla presenza

dell'*Halocnemum strobilaceum* (Pallas) Bieb], pianta alofila presente solo in pochissimi altri siti in Sardegna.

Nella parte sud-orientale dell'Isola, più arida, domina una macchia alta a ginepro fenicio (*Juniperus phoenicea* L.) con lentisco, palma nana (*Chamerops humilis* L.) ed euforbia arborea (*Euphorbia dendroides* L.); nelle coste rocciose, poi è presente una boscaglia a ginepro fenicio (*Juniperus phoenicea* L.) e olivastro (*Olea europea* L. var. *sylvestris* Brot.) con la peculiare costante presenza della palma nana, come avviene nel promontorio e nei versanti della valle di *Maladroxia* dove vi sono ginepri fenici secolari ed abbonda la palma nana.

Sul lato occidentale dell'Isola, invece, prevale una macchia bassa a ginestra di Gasparrini (*G. ephedroides* DC.), cisto marino (*Cistus monspeliensis* L.), e ancora palma nana che si distribuisce su tutti i tipi di rocce vulcaniche e di copertura. Il settore centro-settentrionale dell'Isola è caratterizzato da una macchia bassa a *G. ephedroides*, *C. monspeliensis*, *Rosmarinus officinalis* L., *Lavandula stoechas* L., *Erica arborea* L. e *Arbutus unedo* L., mentre la restante parte, ben il 40% di tutta la superficie, è occupata da coltivi: di tale superficie circa il 70% è sfruttata a vigneto ed il 30% appena a seminativo.

La piccola Isola della Vacca presenta una macchia bassa strisciante a lentisco e olivastro mentre nell'Isola del Toro, alquanto lontana, l'unica pianta arbustiva che si salva dal vento e dall'aerosol marino è la *Nicotiana glauca*, non autoctona.

In entrambe le isole prevale sia sulle rupi che sui pianori una vegetazione erbacea caratterizzata da piante annuali.

L'Isola di Sant'Antioco risulta particolarmente interessante dal punto di vista floristico per la presenza, tra le numerose specie spontanee, di 33 specie endemiche che ne arricchiscono il patrimonio naturale; le più importanti sono la *Ophrys morisii* (Martelli) Soò, orchidea endemica sarda diffusa in tutta la Sardegna, la *Genista morisii* Colla, la *G. ephedroides* ed il *Limonium tigulianum* Arrigoni et Diana la cui distribuzione è concentrata nella Sardegna sud-occidentale (Arrigoni et al., 1976-1991).

Altri elementi floristici di estremo interesse oltre quelli già citati sono: *Asteriscus maritimus* presente in Sardegna solo presso *Porto Pino* e *Capo Teulada*, *Silene corsica* DC., *Bryonia marmorata* Petit, *Oenanthe lisae* Moris, *Cymbalaria aequitriloba* (Viv.) A. Chevalier, *Carex microcarpa* Bertol e *Ophrys x maladroxiensis* Scrugli Todde et Cogoni (Milia e Mossa, 1976; Pignatti, 1982; Scrugli et al., 1992).

Il territorio di Sant'Antioco offre accoglienza a molte specie animali; infatti oltre ad una fauna invertebrata di tutto riguardo è presente tra l'erpetofauna la *Podarcis tiliguerta toro*, una sottospecie della lucertola tirrenica, endemica dell'isoletta del Toro e l'*Algyrooides fitzingeri*, la cui presenza è limitata a Sardegna e Corsica (Puddu et al., 1988).

Numerose sono le specie di uccelli di cui alcune stanziali, altre di passo. Da segnalare, specie lungo le coste, la presenza del gabbiano corso e di quello reale, della berta maggiore, di quella minore e dell'uccello delle tempeste, e, in particolare, tra i rapaci quella del falco pellegrino e quella del falco della Regina (*Falco eleonorae*). Quest'ultima specie, con pochi siti di nidificazione in Italia, nidifica in colonie nelle inaccessibili falesie occidentali (Piras e Pisano, 1972).

La presenza di vaste aree stagnali poi crea un *habitat* favorevole per l'avocetta, il fenicottero, il tarabusino, la nitticora, l'airone rosso e molte altre specie di avifauna acquatica.

È inoltre presente la pernice che abita la macchia mediterranea dell'Isola insieme a diversi mammiferi quali la lepore, il coniglio ed il cinghiale.

Paesaggio costiero e geositi

Nell'Isola di Sant'Antioco è presente una notevole varietà di aspetti geologici e geomorfologici che la differenziano non poco dalle altre zone della Sardegna (Fig. 1). La singolarità di alcuni di questi elementi fa sì che possano essere considerati dei veri e propri geositi o monumenti geologici e geomorfologici, che, nel loro insieme, concorrono a comporre un sistema di paesaggi aventi rilevante interesse naturalistico e scientifico.

Gli stagni e le lagune presenti nell'Isola, ad esempio, costituiscono un sistema di zone umide tra i più significativi della Sardegna meridionale. Tra questi, il più esteso è lo Stagno di Santa Caterina, attiguo

alla Salina di Sant'Antioco, separato dal mare da un sistema di lidi ed argini, per lo più di origine antropica al fine di creare le vasche evaporanti e le caselle salanti per la produzione del sale; la sua profondità media è di 50 cm e la sua estensione è di circa 660 ettari. Nello stagno sono presenti delle piattaforme emerse denominate *Isola Manna*, *Isola de sa Scruidda*, *Isola Porcu e Scriba* e *Isola Crucciannas*, formatesi in passato dagli apporti fluviali del Rio Palmas. L'area costituisce un *habitat* particolarmente apprezzato da diverse specie ornitologiche e, in particolare, da colonie di fenicotteri.

Più piccoli in estensione sono lo Stagno di Punta de s'Aliga, di 100 ettari, ubicato a sud dell'abitato di Sant'Antioco e lo Stagno di Cirdu, di circa 20 ettari, che si estende, con forma più o meno tondeggiante, nell'apice settentrionale dell'Isola, nel quale vengono condotte interessanti esperienze di gambericoltura.

La costa dell'Isola è caratterizzata, lungo tutto il suo contorno, da una grande varietà di unità fisiografiche, con promontori che si alternano a piccole insenature e falesie a strapiombo sul mare seguite da coste lineari basse, sia rocciose che sabbiose.

Dal punto di vista geomorfologico e paesaggistico la scogliera di *Nido dei Passeri*, con il suo profilo prima frastagliato e poi lineare, rappresenta uno dei tratti costieri più interessanti del settore nord-occidentale dell'Isola. Qui la falesia tronca nettamente un tavolato debolmente inclinato di rocce ignimbritico-riolitiche e localmente inciso da vallecole sospese, testimoni di un'antica idrografia. Localmente scogli e faraglioni emergono dal mare poco lontani dalla battigia e testimoniano, con gli ingenti depositi di crollo, l'arretramento della costa ad opera del moto ondoso che qui agisce con grande intensità. Particolarmente interessante è l'effetto cromatico offerto dalle piroclastiti riolitiche finemente stratificate affioranti alla base della falesia in località *Gundua*, con caratteristiche alternanze biancastre e rosate.

Le falesie costiere di *Nido dei Passeri* e, più a sud, di *Macari* delimitano, verso il mare, l'esteso ripiano settentrionale dell'Isola coperto dai depositi alluvionali ed eolici del Pleistocene e da suoli che, grazie alla loro buona fertilità, sono intensamente utilizzati ai fini agricoli; qui la vegetazione delle rupi costiere rimane l'unico elemento naturale di un ambiente profondamente modificato dall'uomo.

Più a sud, *Cala Lunga* si configura come una profonda insenatura stretta tra alte pareti rocciose, modellate nelle ignimbriti quarzo-trachitiche in potenti bancate suborizzontali (Fig.2). Assieme alle altre calette e insenature presenti lungo questa costa (es. *Cala Sapone*), costituisce un sistema di piccole rientranze (tipo *rias*) che rendono alquanto articolata la costa. Tali insenature costituiscono lo sbocco a mare di un sistema di piccole vallecole che si addentrano nell'Isola all'interno delle quali è penetrato il mare durante la trasgressione versiliana e delle quali, quella incisa dall'omonimo *Riu di Cala Lunga* è la più importante.

Procedendo verso Sud segue l'ampia insenatura di *Porto Sciusciau*, chiusa nella parte settentrionale da *Punta Grossa*, con un suggestivo faraglione elevato circa 20 m sul mare; ancora oltre si sviluppa l'articolatissima costa di *Sa Corona de su Crabi*, con il suo caratteristico profilo seghettato con numerosi promontori che si alternano a strettissime insenature iso-orientate.

L'opera di questo minuzioso cesellamento va ricondotta all'intensa azione del mare, guidata dalla struttura delle rioliti. L'ostacolo offerto dalla roccia al progressivo arretramento ad opera del moto ondoso, giustifica la presenza di scogli e modesti faraglioni che si elevano solitari a pochi metri dalla terraferma.

L'insenatura di *Porto Sciusciau* è invece caratterizzata da una suggestiva e solitaria spiaggia ciottolosa, la quale prosegue verso l'interno con la valle di *Rio s'Ena de Porto Sciusciau* che incide le rioliti massive fino a penetrare le colate basaltiche affioranti più all'interno. Verso sud la cala è invece delimitata dalle rocce andesitiche delle colate di *Monte del Semaforo* (176 m s.l.m.), a giacitura domiforme, mentre nella chiusura settentrionale presenta un suggestivo arco di roccia modellato dai processi litorali che hanno avuto facile gioco nelle discontinuità litologiche e tettoniche.

Molto interessante, in questo tratto di costa sud-occidentale e nell'immediato interno, è la variabilità di microforme modellate dalle acque e dal vento, nelle rioliti, con morfosculture e forme alveolari estremamente suggestive.



Figura 2 - Cala Lunga, una profonda insenatura impostata su una incisione valliva (ria) che si apre nella ripida costa rocciosa occidentale dell'Isola di S. Antioco e termina verso l'interno con una bella spiaggia di fondo baia.

Anche la costa meridionale dell'Isola, modellata prevalentemente in vulcaniti, basiche ed acide, presenta un'alternanza di promontori, con ripe che scendono a picco sul mare (Fig.3), più o meno ampie insenature nelle quali si sono raccolti depositi sabbiosi e ciottolosi rimaneggiati dalle onde. Tra queste, il *Porto de s'Acqua sa Canna* si trova immediatamente ad est di *Capo Sperone*, la punta più meridionale dell'Isola, nel quale sfocia a mare il rio omonimo; il *Porto di Torre Cannai*, dominato dalla torre costiera che porta lo stesso nome, anch'essa è caratterizzata da modesti apporti torrentizi provenienti dall'entroterra; il *Porto di Coquaddus*, all'estremità sud-orientale dell'Isola, modellatosi tra le vulcaniti andesitico-basaltiche che costituiscono la struttura del *Monte Arbus* e gli affioramenti carbonatici mesozoici, il basamento più antico dell'Isola, che poi si spingono sino a *Maladroxia*.

Questa località assume interesse per il contenuto fossilifero delle sue rocce carbonatiche, che ha consentito una più completa definizione dei caratteri principali della sedimentazione mesozoica nell'area sulcitana ed interessanti e significative correlazioni con le coeve successioni di altre località utili per una più completa ricostruzione della paleogeografia mesozoica della Sardegna.

Completamente circondati e parzialmente coperti dalle rocce vulcaniche oligo-mioceniche, gli affioramenti sedimentari carbonatici mesozoici mostrano rilievi poco accentuati e morfologie d'insieme abbastanza arrotondate; mentre risultano tagliate, nella costa, in corrispondenza del Golfo di Palmas, da scarpate rocciose e falesie di altezza fino a circa 30 m sul livello del mare. Queste rocce non mostrano un carsismo superficiale o ipogeo accentuato, salvo la presenza di qualche piccola grotta suborizzontale a *Serra Is Tres Portus* e varie microforme carsiche abbastanza evidenti in affioramento, quali solchi, scannellature e vaschette di dissoluzione. Sempre a *Maladroxia* è da segnalare una sorgente termale ad acque clorate-alcaline che sgorga dalle sabbie che chiudono l'insenatura, alle quali in passato venivano riconosciute proprietà medicamentose (Maxia, 1963).



Figura 3 - La costa sud-occidentale dell'Isola di S. Antioco è caratterizzata da falesie scoscese che superano i 30 metri di altezza, impostate su rocce vulcaniche massive con imponenti depositi di crollo alla base.

Più a Nord la costa orientale che affaccia verso il Golfo di Palmas assume una conformazione più uniforme e rettilinea, fino a terminare con la lunga spiaggia sabbiosa di *Is Pruinis*.

Nell'entroterra, la variabilità di differenziati vulcanici ha determinato la conformazione di paesaggi tabulari o a cupola, all'interno dei quali risaltano spesso elementi litoidi singolari con tipiche forme d'erosione localmente note come "bocchette" o anche marcate incisioni torrentizie che lasciano affiorare in bella evidenza i banchi ignimbratici. Presso *Torre Cannai*, e più diffusamente nell'entroterra fino a *Monte Arbus*, *Montarveddu* e oltre, affiorano breccie poligeniche, caotiche o stratificate, intercalate a livelli pomicei e cineritici con laminazioni pianoparallele o incrociate e lembi di andesiti basaltiche in ammassi ed iniezioni laviche a struttura porfirica.

L'area di *Monte Arbus* (239 m s.l.m.), in particolare, costituisce un piccolo e caratteristico sistema collinare impostato sulle andesiti basaltiche in ammassi ed iniezioni laviche e su breccie vulcaniche poligeniche; i suoi lineamenti cupuliformi risaltano notevolmente rispetto a quelli dei rilievi più settentrionali, dalla morfologia dolce, di *Serra is Tres Portus* e *Serra de Mesu*, impostati sui calcari mesozoici. Il rilievo è caratterizzato, infatti, da una aspra culminazione che va da *Montarveddu* a *Monte Arbus*, a tratti interrotta da modeste selle, dalla quale si dipartono vallecole a fondo concavo che ne incidono i versanti settentrionale e meridionale mettendo in evidenza le potenti bancate laviche con spettacolari nicchie alveolari. Degne di nota poi, nel settore meridionale del rilievo, le cupole modellate nelle andesiti massive. Il raccordo alla base invece, sia a nord che a sud, avviene in maniera graduale, in parte addolcito dalla presenza di antiche conoidi alluvionali.

Beni culturali

Per quanto concerne i beni culturali, l'Isola di Sant'Antioco vanta la presenza di peculiari resti e reperti storico-archeologici che testimoniano la presenza umana fin dalla fase tarda del periodo Neolitico. Si tratta, in particolare, di resti di nuclei abitati (insediamento con fondi di capanna del Cronicario

all'interno del nucleo odierno di S. Antioco), di emergenze monumentali come le caratteristiche camere sepolcrali denominate *Domus de janas* (*Is Pruinis*), di *Tombe di giganti* (*Su Nidu 'e su Crobu*), di *Menhir* (*Su Para e sa Mongia*) e di *Nuraghi* (*Feminedda, M.te Arbus, M.te s'Orxiu, S'Ega Marteddu, Grutti 'e Acqua, Antiogu Diana, S'Ega sa Funtana*).

Le testimonianze archeologiche più rilevanti sono rappresentate dal complesso necropoli-*tophet* di Sulci, a nord dell'abitato di S. Antioco, che, data la sua vastità e l'importanza dei ritrovamenti, tramanda un'immagine grandiosa dell'antica città fenicio-punica e delle sue genti.

Sono da ricordare, ancora, il ponte, in corrispondenza dello stretto istmo, e il tratto di strada di epoca romana ai bordi dello stagno, ben conservati, nonché il mausoleo, denominato dai locali *Sa Presonedda*, in località *Su Narboni*. Degne di nota sono poi le catacombe della prima epoca cristiana sotto l'attuale chiesa parrocchiale.

Tra le testimonianze storiche più recenti meritevoli di interesse anche per il contesto paesaggistico e scenografico nel quale sono inserito vanno ricordato le torri costiere spagnole di *Cannai* e quella di Calasetta, edificate a partire dal XVII sec (Di Gregorio et al., 1994).

Nell'Isola sono poi presenti, inoltre, testimonianze di archeologia industriale aventi un elevato valore culturale per i caratteri architettonici, storico-tecnologici o paesistici d'insieme, che segnano una precisa fase storica dell'evoluzione tecnologica e impiantistica e del suo modo di rapportarsi con l'ambiente. Tra questi sono da segnalare i resti delle tonnare di *Cala Saboni* e *Punta Maggiore* (Mezzolani e Simoncini, 1995), quest'ultima interessata da un intervento di recupero, le infrastrutture della linea ferroviaria a scartamento ridotto Siliqua-Calasetta, in particolare la Stazione di S. Antioco, quella di *Scussorgia* e di Calasetta, e le altre testimonianze disperse nel territorio (fornaci di *Coqquaddus* e di *Sedda sa Murta*, Cave abbandonate di Magnesio e Bentonite).

Fondamenti per un turismo sostenibile

Proprio per le sue peculiari risorse naturali e culturali, l'Isola di Sant'Antioco, negli ultimi anni, è interessata da una crescente pressione turistica e insediativa. Dai dati ISTAT relativi al periodo 1981-1997 si possono ricavare elementi utili sulla sua frequentazione. Il numero di residenti si è mantenuto pressoché costante nell'intervallo di tempo considerato, rimanendo nell'ordine delle 6650 unità; ha subito, invece, un notevole aumento il numero delle abitazioni (da 4574 a 5552), in particolare di quelle secondarie (da 2302 a 3149), che hanno avuto un incremento del 40%.

La ricettività alberghiera si basa unicamente su 10 esercizi, 2 campeggi e diverse strutture ricettive più piccole capaci di accogliere rispettivamente 455, 1088 e 196 persone, per un totale di 1739 posti letto; numero relativamente esiguo per le potenzialità proprie dell'Isola. Le presenze turistiche negli alberghi e nel campeggio si aggirano complessivamente intorno alle 20.000 per anno; per soddisfare la domanda turistica molti residenti che abitano perlopiù nei centri di Sant'Antioco e di Calasetta, affittano le loro seconde case sparse nella campagna traendo benefici non irrilevanti. Numerosi sono, inoltre, i turisti pendolari che non pernottano sull'Isola ma visitano i principali siti archeologici (*tophet* e Museo archeologico) e soprattutto le belle spiagge. In tal modo si stima che nelle ultime stagioni estive si è giunti a superare complessivamente le 300.000 presenze turistiche.

Considerando il fatto che tali presenze si concentrano in particolare nei tre mesi estivi, si può facilmente intuire il notevole impatto sul territorio in questo periodo; le aree più esposte a tale pressione di fruizione sono le piccole spiagge dislocate un po' ovunque lungo la costa rocciosa, i fondali ove viene praticata la pesca subacquea ed i biotopi di interesse internazionale (falesie, grotte marine) dove nidificano molti uccelli di scogliera. Pertanto, su queste aree particolarmente sensibili e vulnerabili occorre adottare una corretta gestione volta sia alla loro valorizzazione a fini economici sia alla loro conservazione.

Sulla base di una indagine bibliografica e di fotointerpretazione, ma soprattutto dal rilevamento sul terreno, sono state studiate e descritte le 17 spiagge dell'Isola, valutandone la *qualità ambientale*, il *rischio di degrado* e definendone successivamente la *carrying capacity* attraverso il calcolo di un *coefficiente di carico* definito seguendo una metodologia adottata da Arisci et al. (2000).

In Tabella 1 sono state riportate le 17 spiagge con le loro principali caratteristiche geografiche ed ambientali, mentre in Tabella 2 sono riportati i parametri per la valutazione della *qualità ambientale*. Quest'ultima è stata definita attraverso una valutazione delle componenti ambientali e degli elementi utili per l'esperienza ricreativa nel paesaggio (Di Fidio, 1991). Per definire la *qualità ambientale* sono stati presi in considerazione i molteplici caratteri delle singole spiagge come la geomorfologia, la tipologia e la diversità di *habitat* (scogliere a picco sul mare o molto acclivi e coste rocciose, con o senza spiagge alla base, dune, ecc.), la presenza di un bacino di alimentazione, la tendenza evolutiva (grado di erosione costiera), la flora e la fauna, gli aspetti scenografici (forme d'insieme, colori, ecc.) e l'interesse dal punto di vista turistico.

Dalla *qualità ambientale* delle spiagge, prendendo in considerazione i fattori dell'accessibilità e della pressione di fruizione da parte dei bagnanti è stato poi calcolato il *rischio di degrado* da cui si è poi definito il *coefficiente di carico* in termini di numero di bagnanti che le singole spiagge possono sostenere senza che vengano compromesse irreversibilmente le caratteristiche ambientali (Tabella 3). Per ogni spiaggia è stato valutato il grado di accessibilità: a piccole *pocket beach* alla base di falesie, raggiungibili soltanto a piedi o via mare (*Porto Sciusciau* e *Su Para*) e quindi meno suscettibili alla frequentazione, è stato attribuito un valore di 1, mentre a spiagge vicine alla viabilità principale od agli abitati (*Su Portixeddu*, *Maladroxia*, *Coquaddus*, *Cala Saboni*, *Cala Lunga*, *Spiaggia Grande*, *Le Saline*, *Sottotorre* e *Cussorgiu*) è stato dato un valore pari a 3. Strettamente collegata all'accessibilità della spiaggia, ma anche all'attrazione che questa esercita sui bagnanti (e quindi alla *qualità ambientale*), è la pressione di fruizione, con valori da 1 a 3. Alle spiagge meno attraenti, come quelle di *Is Pruinis*, *Porto de s'Acqua sa Canna*, *Porto Sciusciau*, *Su Para*, *Rosariaddu* e *Cussorgia*, è stato attribuito un valore di 1, mentre tutte le altre hanno ottenuto una valutazione di 3. La somma dei valori di *accessibilità*, *pressione di fruizione* e *qualità ambientale* ha consentito, poi, di valutare il *rischio di degrado* per ciascuna spiaggia che, a sua volta, influenza il *coefficiente di carico*.

La valutazione di tale coefficiente è frutto di una pluriennale indagine effettuata prendendo in considerazione diverse spiagge della Sardegna meridionale (*Villasimius*, *Chia*, *Poetto* di Cagliari e *Quartu Sant'Elena*), nelle quali è stato calcolato il numero di bagnanti per unità di superficie di spiaggia, rispettivamente in bassa, media ed alta stagione. In questo modo è stato possibile definire il carico ammissibile di bagnanti in funzione della superficie dell'arenile, che è risultato essere di 1 persona ogni 10 mq. Tale valore di *coefficiente di carico* è stato applicato a tutte le spiagge meno sensibili, e quindi a più basso *rischio di degrado* (con valori al di sotto di 20), come quelle di *Is Pruinis*, *Torre Cannai III*, *Porto de s'Acqua sa Canna*, *Porto Sciusciau*, *Su Para*, *Rosariaddu* e *Cussorgia*, mentre per quelle più sensibili (a più alto *rischio di degrado*), come le spiagge di *Su Portixeddu*, *Torre Cannai I e II*, *Cala Saboni*, *Cala Lunga*, *Spiaggia Grande*, *Le Saline* e *Sottotorre*, il coefficiente di carico adottato è di 1 persona per 20 mq di superficie. Per le spiagge più sensibili in assoluto (*Maladroxia* e *Coquaddus*), infine, il *coefficiente di carico* suggerito è di 1 persona ogni 50 mq di superficie.

Questi *coefficienti di carico*, così definiti, prendono in considerazione la superficie della spiaggia effettivamente utilizzabile per la balneazione in metri quadrati e non la lunghezza come nel caso del *coefficiente di carico* adottato nella Circolare n° 5 d (Am-Ma) del 20 Marzo del 1978 dell'Assessorato all'Urbanistica della Regione Autonoma della Sardegna per valutare il numero dei bagnanti ammissibili lungo le coste dell'Isola ai fini turistico-residenziali (n° 2 posti-bagnante/ml per costa sabbiosa con profondità > ai 50 m; n° 1 posto-bagnante/ml per costa sabbiosa con profondità < ai 50 m; n° 0,5 posti-bagnante/ml per costa rocciosa accessibile).

In Tabella 4 vengono riportati i risultati delle valutazioni effettuate sulle 17 spiagge utilizzando questi due *coefficienti di carico*, che mettono in luce una leggera variazione nella capacità di carico complessiva per tutte le spiagge (10.175 bagnanti ammissibili secondo la normativa nazionale, 11.077 secondo gli Autori), ma denotano una più spiccata diversità di carico relativamente alle singole spiagge, ciascuna delle quali con caratteristiche naturali specifiche (tessitura dei sedimenti, energia incidente, tendenze evolutive, caratteri vegetazionali, importanza come biotopo, ecc.).

Tabella 1 - Le spiagge dell'Isola di Sant'Antioco e le loro principali caratteristiche geografiche ed ambientali.

Nome della Spiaggia	Litologia aree adiacenti	Morf. della costa	Lungh. (m)	Largh. Max (m)	Tessitura del sedimento	Aliment. da corsi d'acqua o pocket beach	Coeff. d'energia incidente	Insediam.
Is Pruinis	Alluvioni	Rettilinea	3.290	20	Sabbia fine con ciottoli	Pocket beach	2	Sparsi
Su Portixeddu	Calcari	Arcuata	30+70	10	Sabbia fine	Pocket beach	1	Sparsi
Maladroxia	Calcari	Arcuata con cuspidi	380	45	Sabbia fine	Foce torrentizia	1	Addensati in villaggio
Coquaddus	Calcari Breccie vulcaniche alluvioni	Rettilinea con cuspidi	770	50	Sabbia fine	Foce torrentizia	2	Assenti
Torre Cannai I	Andesiti	Insenatura	50	15	Sabbia fine	Pocket beach	2	Sparsi
Torre Cannai II	Andesiti	Arcuata	50	15	Sabbia	Pocket beach	2	Assenti
Torre Cannai III	Andesiti	Arcuata	200	10	Ciottoli e sabbia	Pocket beach	2	Assenti
Porto de s'Acqua sa Canna	Andesiti Alluvioni	Arcuata	350 (in 3 p.)	10	Sabbia e ciottoli	Foce torrentizia	2	Sparsi
Porto Sciusciau	Andesiti rioliti eolianiti	Arcuata	120	10	Ciottoli e blocchi	Foce torrentizia	2	Assenti
Cala Saboni	Eolianiti e ignimbriti	Rias	100	40	Sabbia fine	Foce torrentizia	1	Sparsi
Cala Lunga	Ignimbriti	Rias	90	60	Sabbia fine	Foce torrentizia	1	Assenti
Su Para	Ignimbriti	Rias	55	30	Ciottoli	Foce torrentizia	2	Assenti
Spiaggia grande	Depositi eolici, eolianiti e ignimbriti	Arcuata	1.050	80	Sabbia	Pocket beach	1	Sparsi
Le Saline	Depositi eolici, eolianiti e ignimbriti	Arcuata	590	30	Sabbia fine	Pocket beach	2	Sparsi
Sottotorre	Depositi eolici e ignimbriti	Arcuata	280	25	Sabbia fine	Pocket beach	3	Centro urbano
Rosarièddu	Depositi eolici	Arcuata	700	4	Sabbia	Foce torrentizia	2	Sparsi
Cussorgia	Depositi eolici	Rettilinea	750	10	Sabbia	Foce torrentizia	3	Addensati in villaggio

Coefficiente d'energia incidente: 1 = debole, 2 = mediamente forte, 3 = forte. Tale coefficiente di energia è ricavato suddividendo in tre classi la quantità di energia media annua incidente sulle diverse spiagge così come definita in Atzeni et al. (2000).

Tabella 2 - Qualità ambientale delle spiagge.

Denominazione spiaggia	Ig	Fl	Fa	Th	H	Te	It	Vs	Totale (Qa)
Is Pruinis	1	2	2	Sa, St	2	2	1	1	13
Su Portixeddu	2	2	1	Crb	2	3	3	2	16
Maladroxia	3	2	1	Sa, Crb	2	3	3	2	18
Coquaddus	3	2	2	Sa, Du, Cra	3	2	3	2	20
Torre Cannai I	2	2	1	Cra	2	2	3	2	15
Torre Cannai II	3	2	1	Crb	2	2	2	2	15
Torre Cannai III	3	2	1	Crb	1	2	1	1	12
Porto de s'Acqua sa Canna	2	1	1	Crb	2	2	2	1	12
Porto Sciusciu	3	2	2	Fa, Fo	2	2	1	2	16
Cala Saboni	2	1	1	Sa, Crb	2	3	3	2	16
Cala Lunga	2	2	2	Sa, Cra	2	3	1	2	16
Su Para	3	2	1	Crb	2	2	1	2	14
Spiaggia grande	3	2	1	Sa, Du, Crb	2	3	2	1	17
Le Saline	2	2	1	Du, Crb, St,	3	2	2	2	17
Sottotorre	2	2	1	Du, Crb	2	1	3	2	15
Rosarieddu	1	1	1	F	1	2	1	1	9
Cussorgia	1	1	1	F	1	1	1	1	8

Ig = Interesse geologico-geomorfologico; Fl = Flora; Fa = Fauna; Th = Tipologia di habitat (Sa= Sabbia; Crb = Costa rocciosa bassa, Cra = Costa rocciosa alta, F = Foce, St = Stagno, La = Laguna, Du = Dune di retrospiaggia); H = Grado di diversità di habitat, con valutazione sul livello di interesse scientifico, didattico-culturale o paesaggistico; Te = Tendenza evolutiva; It = Interesse turistico (Accessibilità e servizi nelle vicinanze); Vs = Valenza scenografica; Qa = Qualità ambientale che tiene conto delle caratteristiche e dello stato di conservazione della spiaggia e dell'unità fisiografica che la contiene.

Modello di sviluppo sostenibile

Grazie ad un tipo di valutazione come quello proposto riteniamo possibile proporre, per le spiagge e le coste dell'Isola, un modello di sviluppo sostenibile e, laddove necessaria, un'organizzazione della fruizione ed una regolamentazione degli accessi, in modo tale da assicurarne la conservazione per le future generazioni tenendo conto comunque delle esigenze di sviluppo turistico, economico e sociale della popolazione locale interessata alla valorizzazione delle potenzialità turistiche esistenti. Dal lavoro svolto emergono innanzitutto interessanti dati che consentono di definire alcune linee guida per un modello di sviluppo sostenibile oggi incentrato sul tema marino-balneare, anche attraverso l'attivazione del potenziale turistico legato all'insieme dei beni naturali e culturali. Questo dovrà avvenire, però, anche attraverso il miglioramento e l'ampliamento delle strutture ricettive e la gestione integrata delle risorse presenti. Solo in tal modo il turismo potrà recare un consistente positivo impatto sulla comunità residente.

Al momento attuale la limitata durata della stagione turistica e l'elevata concentrazione della frequentazione in alcune piccole spiagge ne mettono a rischio l'integrità e le qualità ambientali.

Dalle informazioni in nostro possesso risulta, infatti, che la capacità di carico della maggior parte delle spiagge viene abbondantemente superata nei mesi estivi, mentre altre esercitano una scarsa attrazione a causa della carenza dei servizi e della scarsa qualità ambientale (*Is Pruinis*). Alcune spiagge in particolare (*Su Portixeddu*, *Maladroxia*, *Coquaddus*, *Spiaggia Grande*, *Le Saline*, *Sottotorre*), più appetibili delle altre, risultano letteralmente invase dai turisti, con ovvie conseguenze negative per l'ambiente, soprattutto per i delicati ecosistemi di retrospiaggia. Questo problema può essere affrontato soltanto riqualificando le spiagge "meno belle" o quelle degradate dall'uso inappropriato pregresso, attraverso una corretta pianificazione e gestione che tenga in debito conto i problemi della sostenibilità ambientale.

Per questo motivo si deve cercare, con tutti i mezzi gestionali e promozionali, di riqualificare alcuni tratti costieri poco utilizzati ed estendere la stagione turistica ai mesi primaverili ed autunnali, ampliando il richiamo turistico anche alle altre valenze naturali e culturali presenti nel territorio (Fig. 4) mediante la realizzazione di centri visita ed una rete di sentieri per la fruizione corretta dei beni naturali e culturali, la creazione di "sentieri blu", di scuole di vela e diving center, la rivitalizzazione di attività tradizionali, soprattutto quelle legate alle saline, attivandovi a contorno l'insieme delle attività compatibili legate all'interesse naturalistico, archeologico industriale o terapeutico (uso delle acque madri).

Tabella 3 - Rischio di degrado e coefficiente di carico delle spiagge.

Nome spiaggia	Accessibilità	Pf	Qualità ambientale	Rischio di degrado	Coefficiente di carico
Is Pruinis	2	1	13	16	0,1
Su Portixeddu	3	3	16	22	0,05
Maladroxia	3	3	18	24	0,025
Coquaddus	3	3	20	26	0,025
Torre Cannai I	2	3	15	20	0,05
Torre Cannai II	2	3	15	20	0,05
Torre Cannai III	2	3	12	17	0,1
Porto de s'Acqua sa Canna	2	1	12	15	0,1
Porto Sciusciau	1	1	16	18	0,1
Cala Saboni	3	3	16	22	0,05
Cala Lunga	3	3	16	22	0,05
Su Para	1	1	14	16	0,1
Spiaggia grande	3	3	17	23	0,05
Le Saline	3	3	17	23	0,05
Sottotorre	3	3	15	21	0,05
Rosariaddu	2	1	9	12	0,1
Cussorgia	3	1	8	12	0,1

Accessibilità: 1 = difficile, 2 = relativamente semplice, 3 = molto semplice;
 Pressione di fruizione (Pf): 1=poco frequentata, 2=mediamente frequentata, 3=molto frequentata;
 Livello del rischio di degrado = Accessibilità + Pressione di fruizione + Qualità ambientale;
 Coefficiente di carico valutato in funzione del rischio di degrado: fino a 19 = 0,1 unità/mq pari a 10 mq di spiaggia a persona, da 20 a 23 = 0,05 unità/mq pari a 20 mq di spiaggia a persona, maggiore di 23 = 0,025 unità/mq pari a 50 mq di spiaggia a persona.

Conclusioni

Dal lavoro svolto emerge l'esistenza nell'Isola di Sant'Antioco di una molteplicità di valenze d'interesse naturalistico e scientifico, di ampi spazi con elevato grado di naturalità e di un cospicuo patrimonio culturale legato all'archeologia industriale (stabilimenti delle tonnare, ferrovia, cave) e alla peculiare storia dell'insediamento umano che necessita ancora di essere meglio conosciuto e valorizzato a fini turistico-culturali.

Il lavoro, realizzato anche sulla base dell'esperienza che gli Autori stanno conducendo in altri litorali della Sardegna nell'ambito del progetto INTERREG II C "Modelos Territoriales sostenibles para los espacios litorales mediterraneos" e della Ricerca Nazionale "Bilancio sedimentario dei sistemi costieri italiani", è teso a definire una metodologia per realizzare un modello di turismo sostenibile nell'Isola di Sant'Antioco.

In particolare gli Autori hanno caratterizzato e descritto 17 spiagge dell'Isola, valutandone la qualità

Tabella 4 - Caratteristiche delle spiagge e numero totale sostenibile di bagnanti.

Nome Spiaggia	Lungh. (m)	Coefficiente di carico* (bagnanti/m lineare di spiaggia)	Numero di bagnanti ammissibili *	Superficie (m ²)	Coefficiente di carico° (bagnanti/m ² di spiaggia)	Capacità di carico (bagnanti)
Is Pruinis	3.290	1	3.290	41.000	0,1	4.100
Su Portixeddu	100	1	100	800	0,05	40
Maladroxia	380	1	380	13.600	0,025	340
Coquaddus	770	1	770	23.100	0,025	577
Torre Cannai I	50	1	50	380	0,05	19
Torre Cannai II	50	1	50	420	0,05	21
Torre Cannai III	200	1	200	1.200	0,1	120
Porto de s'Acqua sa Canna	350	1	350	3.100	0,1	310
Porto Sciusciau	120	1	120	1.100	0,1	110
Cala Saboni	110	1	110	3.400	0,05	170
Cala Lunga	90	2	180	4.500	0,05	225
Su Para	55	1	55	1.000	0,1	100
Spiaggia grande	1.050	2	2.100	56.000	0,05	2.800
Le Saline	590	1	590	15.500	0,05	775
Sottotorre	280	1	280	6.000	0,05	300
Rosarièddu	700	1	700	2.200	0,1	220
Cussorgia	750	1	750	8.500	0,1	850
Totale	9.035		10.175	171.800		11.077

* = Coefficiente di carico e numero di bagnanti ammissibili per metro lineare secondo la Circolare dell'Assessorato dell'Urbanistica in data 20 Marzo 1978, n. 5 d (Am-Ma);
° Coefficiente di carico secondo Arisci, De Waele e Di Gregorio (2000);
Capacità di carico = superficie della spiaggia x coefficiente di carico.

ambientale, il rischio di degrado e definendone successivamente la *carrying capacity* attraverso il calcolo di uno specifico coefficiente di carico, diverso in base ai caratteri naturali specifici di ogni singolo arenile.

Complessivamente l'Isola di Sant'Antioco, come tante altre isole minori, ha notevoli potenzialità dal punto turistico-ricreativo e culturale, non ancora utilizzate a pieno. Le sue particolari caratteristiche del territorio rendono possibile l'insediamento di attività economiche compatibili, tradizionali e non, creatrici di reddito e di occupazione. La messa a valore delle sue risorse, in un ambiente fragile e sensibile, richiede tuttavia la predisposizione di un Piano di gestione integrata, incentrato secondo un modello di sviluppo sostenibile, con la creazione di riserve naturali costiere e marine, la valorizzazione dei numerosi geositi e dei paesaggi di elevato interesse geomorfologico o d'insieme, la riqualificazione del paesaggio umano ed altri interventi le cui linee guida sono state sintetizzate in Figura 4 (pag. prec.).

Dalla ricerca svolta emerge innanzitutto la necessità di un monitoraggio ambientale sulle spiagge e sugli ambienti naturali sensibili (oasi faunistiche, piccole spiagge, biotopi di rilevante interesse vegetazionale e geotopi) e di un controllo sui flussi turistici. Il modello di sviluppo sostenibile proposto si fonda su alcuni obiettivi fondamentali: conservazione e valorizzazione dell'insieme dei beni ambientali e culturali presenti sull'Isola, utilizzazione razionale delle risorse, recupero e riqualificazione ambientale di aree degradate da una utilizzazione inappropriata pregressa (discarica di fanghi industriali di *Is Pruinis*), allungamento della stagione turistica, gestione integrata della sua lunga fascia costiera dal punto di vista socio-economico ed ambientale.

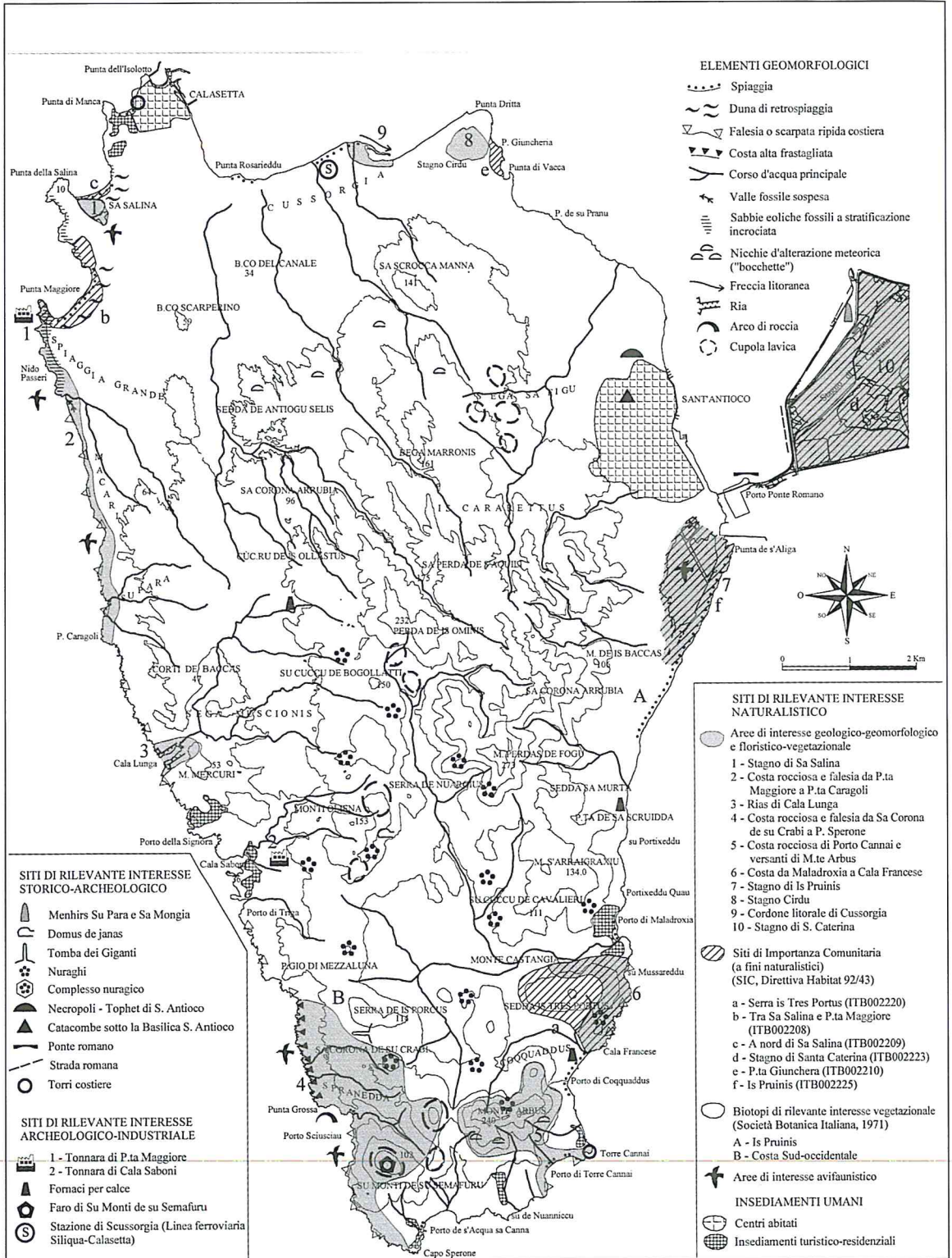


Figura 4 - Siti di rilevante interesse naturalistico e storico-archeologico per l'individuazione di una rete di percorsi funzionali allo sviluppo di un turismo sostenibile nell'Isola di Sant'Antioco.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del Progetto Nazionale di Ricerca "Bilancio sedimentario dei sistemi costieri italiani. Processi naturali e influenze antropiche". Coord. Prof. G. Fierro. Resp. Unità Operativa di Ricerca Prof. Di Gregorio.

Bibliografia

- AA.VV. (1980) - *Excursion - Table rotonde Tyrrhenien de Sardaigne*. Cagliari 21-28 Avril 1980. Université de Cagliari-Université de Liège. STEF Cagliari: 1-88.
- Arisci A., De Waele J. e Di Gregorio F. (2000) - *Natural and scientific valence of the Gulf of Orosei coast (central-east Sardinia) and its carrying capacity with particular regard to the pocket-beaches*. Littoral 2000, V International Conference, 13-17 settembre 2000, Cavtat-Dubrovnik, Croazia, Period. Biol., 102, suppl.1: 595-603.
- Arrigoni P.V. (1968) - *Fitoclimatologia della Sardegna*. Webbia, 23: 1-100
- Arrigoni P.V. et al. (1976-1991) - *Le piante endemiche della Sardegna*. Boll. Soc. sarda Sci. Nat., Voll. 17.
- Assorgia A., Barca S. e Spano C. (1997) - *A synthesis on the Caenozoic stratigraphic, tectonic and volcanic evolution in Sardinia (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 116: 416-420.
- Atzeni A., De Muro S., Di Gregorio F. e Piras G. (1999) - *Note illustrative alla Carta del rischio ambientale nelle coste della Sardegna*. Atti dei Convegni Lincei (154) "Il rischio idrogeologico e la tutela del suolo", Roma, 1-2 ottobre 1998: 343-350.
- Barca S. e Di Gregorio F. (1999) - *Paesaggi e Monumenti geologici della provincia di Cagliari*. Ed. Saredit Cagliari: 271-286.
- Bartolo G. e Fadda A. F. (1998) - *Sardegna il mondo sotterraneo*. Coedisar Cagliari, pp.300.
- Caneva G., De Marco G. e Mossa L. (1981) - *Analisi fitosociologica e cartografia della vegetazione (1:25000) dell'Isola di Sant'Antioco (Sardegna sud-occidentale)*. CNR AQ/1/124.
- Casale A. e Vigna Taglianti A. - *Coleotteri Carabidi di Sardegna e delle piccole isole circumsarde e loro significato biogeografico (Coleoptera, Carabidae) in Biogeographia*. Lavori della Società Italiana di Biogeografia, 18: 391-417.
- Cassola F. e Tassi F. (1973) - *Proposta per un sistema di Parchi e Riserve Naturali in Sardegna*. Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali, 13: 51-129.
- Chabrier G., Fourcade E., Jaffrezo M. (1975) - *Sur le Crétacé du Sud-Ouest de la Sardaigne*. C. R. Somm. Soc. Géol. France, 278: 131-134.
- Cherchi A. e Montadert L. (1982) - *The oligo-miocene rift of Sardinia and the early history of the western mediterranean basin*. Nature, 298 (5876): 736-739.
- Colomo S. (1991) - *Guida alla Natura della Sardegna*. Ed. Archivio Fotografico Sardo. Nuoro. 651-661.
- Di Fidio M. (1991) - *La tutela dell'ambiente naturale*. Pirola Ed., Milano. 578 pp.
- Di Gregorio F., Grussu M., Masala F., Moledda M., Orrù S., Rossetti L., Todde S. e Tronchetti C. (1994) - *Torre Canai S. Antioco, ambiente e storia*. Editrice STEF, Cagliari. 61 pp.
- Di Gregorio F., Federici P.R., Fierro G., Ginesu S. (1999) - *Atlante delle spiagge della Sardegna*. S.EL.CA. Firenze.
- Maccioni L., Marchi M. e Assorgia A. (1991) - *Carta geopetrografica dell'Isola di S. Antioco (Sardegna)*. Selca, Firenze.
- Maxia C. (1963) - *Giurese e Creta nella regione di Maladroxia (Isola di S. Antioco, Sardegna sud-occidentale)*. Pubbl. Ist. Geol. Paleont., t. 2, 13: 7-35.
- Mezzolani S., Simoncini A. (1995) - *Sardegna da salvare "Archeologia Industriale"*. Parte Prima. Ed. Archivio Fotografico Sardo, Nuoro, pp. 149-160.
- Milia G. e Mossa L. (1976) - *Le piante medicinali spontanee dell'Isola di S. Antioco (Sardegna sud-occidentale)*. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari 47 (3-4): 203-454.
- Oviglia M. e Vacca M. (1991) - *Sardegna non solo mare*. Centro Documentazione Alpina Editrice. 247 p.

- Pignatti S. (1982) - *Flora d'Italia*. Voll. 1-3, Edagricole Editrice, Bologna.
- Piras L. e Pisano P. (1972) - *Secondo contributo alla conoscenza faunistica della Sardegna: la costa del Sulcis (Sardegna sud-occidentale)*. Boll. Soc. sarda Sci. Nat., 6: 3-28.
- Puddu F, Viarengo M. e Erminio C. (1988) - *Animali di Sardegna - Gli anfibi e i rettili*. Stef Cagliari.
- Scrugli A., Todde S. e Cogoni A. (1992) - *Ophrys x maladroxiensis, a new natural hybrid from Sardinia*. Flora Mediterranea, 2: 95-98.

Manoscritto ricevuto il 11/2/2002, accettato il 21/8/2002.