

# *Consumo di suolo e perdita di servizi ecosistemici in ambiente costiero mediterraneo*



## *Introduzione*

Il suolo è una risorsa limitata, non rinnovabile e con tempi di formazione molto lunghi (STALLARD, 1995; GIORDANO, 2002; BAZZOFFI, 2007; ISPRA, 2017), mentre la sua distruzione fisica, chimica e biologica, può svolgersi in tempi molto limitati (BAZZOFFI, 2007; ISPRA, 2017).

Tra le cause di degrado del suolo in Europa, vi è il consumo di suolo per impermeabilizzazione dovuta all'edificazione e all'infrastrutturazione del territorio (ISPRA, 2017). Pertanto, il consumo di suolo è definito come la variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato) (ISPRA, 2017). Il consumo di suolo per impermeabilizzazione comporta la sua perdita irreversibile (i costi di ricostituzione sono molto elevati) e la compromissione della sua funzionalità nel ciclo degli elementi nutritivi (GIORDANO, 2002; BAZZOFFI, 2007; ISPRA, 2017).

Il consumo di suolo comporta un maggior rischio di inondazioni, cambiamenti climatici, minacce alla biodiversità (GIUPPONI *et al.*, 2009; CORONA, 2010; ISPRA, 2017), perdita irreversibile di terreni agricoli e forestali, più in generale di aree naturali e seminaturali con la contemporanea distruzione del paesaggio e della funzione sociale (COMMISSIONE EUROPEA, 2012).

Tra le aree che in Europa mostrano un eccessivo consumo di suolo, vi sono le zone costiere, specie in ambiente mediterraneo, ove la richiesta di terreni edificabili, per la fruizione turistica legata al mare, è molto

elevata (NIEDDU, 2012; ISPRA, 2017).

E' tuttavia emerso che, nel contesto mediterraneo, l'urbanizzazione e lo sviluppo costiero sono percepiti come fattori di minaccia (GIUPPONI *et al.*, 2009; PALETTO *et al.*, 2017). Si considera inoltre che un suolo di buona qualità sviluppa adeguatamente le proprie funzioni ecologiche, economiche e sociali, garantendo la fornitura di determinati Servizi Ecosistemici (S.E.), classificati solitamente in 4 tipologie (DE GROOT *et al.*, 2002; MA, 2005; SANTOLINI, 2010; PASTORELLA *et al.*, 2017): Fornitura (cibo, acqua ecc.), Regolazione (qualità dell'aria, regolazione del clima ecc.), Supporto (habitat, conservazione della biodiversità genetica) e Culturale (estetico, valore scenico, ricreativo, turismo ecc.). I S.E. sono considerati come un contributo indiretto del capitale naturale che forniscono beni e servizi all'umanità (WORLD BANK, 2012; ISPRA, 2017).

Il consumo di suolo in ambiente costiero mediterraneo non può prescindere dalla perdita di S.E. (ISPRA, 2017) fornita dal bosco (SANTOLINI, 2010) e dal mare (GIUPPONI *et al.*, 2009) sia in termini positivi sia in termini negativi.

I S.E., nella attuale bibliografia di settore, sono stati studiati sia rispetto alle aree a bosco (GIUPPONI *et al.*, 2009; SANTOLINI, 2010) sia rispetto al mare (GIUPPONI *et al.*, 2009) con le relative valenze e valutazioni.

## *Obiettivi*

Scopo del presente lavoro è stata la determinazione del consumo di suolo a carattere

naturale e seminaturale in un ambiente costiero mediterraneo situato nella Sardegna centro orientale, più precisamente nella frazione marina del Comune di Dorgali, Cala Gonone, avente nel periodo estivo un grande interesse turistico.

Rispetto ai suoli consumati è importante conoscere e valutare i caratteri vegetazionali e pedologici dei suoli persi, con un'analisi temporale dell'evoluzione edificatoria ed infrastrutturale del territorio.

La perdita di suolo non può prescindere dall'eventuale perdita dei relativi S.E. rispetto agli usi attuali del suolo, in termini positivi e/o negativi delle superfici perse rispetto ai 2 contesti territoriali di bosco e di mare.

Il presente contributo vuole essere un tentativo volto a un approfondimento ragionato sulla conoscenza del consumo di suolo esistente e sulla relativa valutazione dei S.E. perduti/guadagnati, con un approccio di prefissato equilibrio rispetto all'uso del territorio attuale e futuro.

I risultati finali potrebbero essere utili per fornire alcune indicazioni per una più specifica analisi dei S.E. sia dei portatori di interesse sia dei decisori delle politiche di gestione ambientale del territorio.

### ***Materiali e metodi***

Il presente studio ha richiesto l'impiego di materiale ortofotografico relativo al periodo post seconda guerra mondiale-periodo attuale. In particolare modo, mediante l'uso di ortofoto relative agli anni 1954, 1968, 1977, 1998, 2003, 2006, 2010 e 2013, disponibili su portale internet pubblico della Regione Autonoma della Sardegna (<http://www.sardegnaeoportale.it/>), sono stati ricostruiti, con tecniche di foto interpretazione svolte in scala 1:3.500 (restituzione scala 1:10.000) su supporto G.I.S., i centri abitati e le infrastrutture presenti a Cala Gonone (Comune di Dorgali). In tal modo, sono state definite le aree sottoposte al consumo di suolo naturale e seminaturale, evolutosi nelle relative annate.

Nella presente analisi sono state considera-

te, oltre gli edifici e le loro pertinenze, le infrastrutture, in particolare sia le strade asfaltate sia le strade bianche e/o sottoposte ad una cementazione parziale o totale tale da garantire l'impermeabilizzazione del suolo. Non sono stati considerati i sentieri, poiché abbandonati o coperti dalla vegetazione circostante, quindi difficilmente rintracciabili con la fotointerpretazione.

Successivamente, è stata svolta, nelle varie annate di studio, la foto interpretazione delle categorie vegetali perdute in seguito allo sviluppo edilizio ed infrastrutturale.

Per la catalogazione delle Categorie vegetali è stata utilizzata la legenda impiegata nella realizzazione della cartografia del Piano Forestale Ambientale Regionale (P.F.A.R.) della Regione Autonoma della Sardegna (R.A.S., 2007).

Nel P.F.A.R. è stata applicata la determinazione della categoria forestale<sup>1</sup> (R.A.S., 2007) e della % di copertura vegetale (Area di insidenza) considerando la definizione di Bosco del D.Lgs. 227/2001.

La copertura del suolo è stata rilevata a video sui G.I.S. mediante stima visiva con l'attribuzione per ogni singola area della relativa classe di copertura. Le classi sono 5: 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80% e >80%.

Le analisi di confronto tra le diverse annate, svolte con una analisi diacronica, hanno permesso di valutare in modo puntuale i cambiamenti d'uso del suolo del territorio in esame. Le stesse sono state svolte con l'ausilio del G.I.S. con l'estrazione dei database per le successive analisi quantitative.

Con le risultanze della foto interpretazione è stato possibile verificare la quantità delle superfici perse nel corso del periodo 1954-2013 e i caratteri qualitativi delle diverse formazioni vegetali esistenti nelle diverse annate di studio.

La presente indagine ha richiesto la valutazione dei S.E. presenti nell'area di studio,

<sup>1</sup> Unità spesso eterogenea, utile a raggruppare, ai fini della descrizione, le unità che hanno in comune o la specie dominante o l'area generale di distribuzione, ecc. Alla categoria corrispondono le grandi unità vegetazionali impiegate generalmente in campo forestale es. leccete, sugherete, pinete, ecc.

ma la stessa non ha tenuto conto di opinioni (DE GROOT *et al.*, 2010; PALETTO *et al.*, 2015) raccolte mediante interviste e delle successive analisi della percezione e delle preferenze degli attori locali, intesi come gruppi di interesse e singoli cittadini (FELIPE-LUCIA *et al.*, 2015). Tali informazioni sono senza dubbio necessarie per attuare un coinvolgimento pubblico utile alla riduzione di eventuali conflitti tra i portatori di interesse e decisori (PALETTO *et al.*, 2015; PASTORELLA *et al.*, 2017).

Tuttavia, anche in mancanza delle suddette informazioni, si è ritenuto di poter operare comunque un'analisi utile basata sullo studio della cartografia e delle superfici di suolo consumate rispetto agli attuali usi del contesto esistente, la cui caratteristica essenziale è legata ad un turismo stagionale marino.

#### Area di studio

L'area di studio è situata nella Sardegna centro-orientale in Provincia di Nuoro. Il territorio in analisi ricade nel Comune di Dorgali, al centro della costa del Golfo di Orosei, nella frazione marina di Cala Gonone (Figura 0), situata a 25 m s.l.m.. Quest'ultima è collegata con Dorgali con una strada lunga circa 9 km, in parte sotto galleria, situata tra i monti Bardia e Tului.

Cala Gonone (Fonte: Ufficio Servizi Demo-



Cala Gonone (Dorgali)

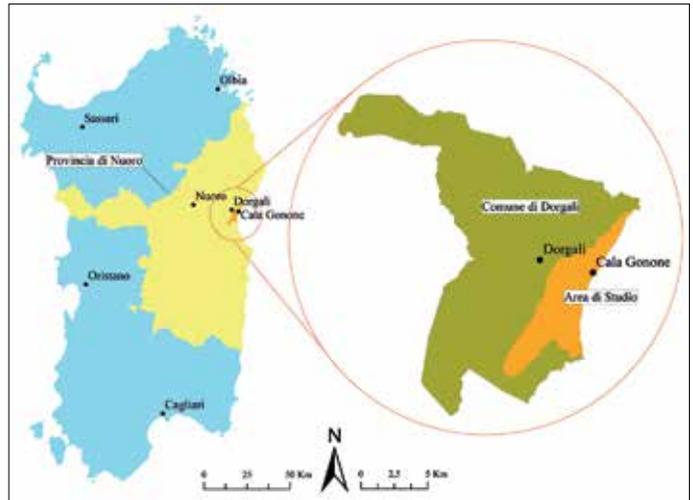


Figura 1: Inquadramento generale e area di studio.

grafici del Comune di Dorgali) per l'anno 2013, presentava 1703 abitanti residenti. Il trend di crescita è positivo, considerando che dal 2007, con 1536 abitanti residenti, si è passati ai 1607 del 2010. Tuttavia, si tratta di un'area a forte connotazione turistica, legata soprattutto alla fruizione del mare, per cui nel periodo estivo, il numero dei residenti si accresce di una quota notevole di turisti (fino a 30.000 presenze/anno. Fonte L'Unione Sarda, 2016).

L'area d'indagine (Figura 1) è stata definita da un bacino idrografico (linea spartiacque) per disporre di una maggiore omogeneità stagionale delle condizioni pedologiche, climatiche e vegetazionali rispetto alle aree adiacenti (Nieddu, 2012).

L'area presenta una superficie di circa 3.377 ha ed è delimitata ad est dal mar Tirreno, a Nord dal Monte Iverri (616 m s.l.m.) a Nord Est e ad Est dai monti Bardia (882 m s.l.m.) e Tului (917 m s.l.m.) che separano Dorgali dalla frazione di Cala Gonone.

Nell'area di studio, la morfologia è costituita da una conca che rapidamente si abbassa verso la linea di costa, con un dislivello di circa 400 m rispetto alla galleria e caratterizzata da falesie calcaree e da colate basaltiche affacciate sul mare.

Nel bacino in analisi non esiste un reticolo idrografico di rilievo, in quanto lo stesso è costituito da piccoli rii stagionali di tipo torrentizio.

## Clima

Il clima della zona è di tipo mediterraneo con piogge concentrate nei mesi invernali e assenti nei mesi estivi (R.A.S., 1998; DE RISO, 2008). Gli inverni sono comunque miti per via della vicinanza del mare che riduce fortemente l'escursione termica. La temperatura media di Cala Gonone (R.A.S., 1998) (riferimento al periodo compreso tra il 1922 e il 1990) è 18,2° C, con il valore massimo nel mese di agosto, 25,9° C e il valore minimo nel mese di gennaio, 11,8° C. Con la sua collocazione geografica, Cala Gonone è una delle stazioni con temperature medie annue più elevate di tutta la Sardegna (R.A.S., 1998).

Le precipitazioni medie annue (R.A.S., 1998) sono pari a 646,6 mm. La posizione della frazione rispetto ai monti, sostanzialmente chiusa su 3 lati, dato che il lato Est è esposto al mar Tirreno, permette di mitigare la temperatura, con la riduzione delle perturbazioni provenienti da Nord, Sud e Ovest. I venti dominanti sono il maestrale, il ponente, e lo scirocco (Sud-Est).

La classificazione fitoclimatica del Pavari (PAVARI, 1916; PIUSSI, 1994) annovera l'area di studio all'interno rispettivamente della Zona e Sottozona: "*Lauretum-Calda*". Il fattore limitante è l'acqua, per via della sua scarsità.

Rispetto alla classificazione bioclimatica d'Europa effettuata da Rivas-Martinez et al. (2004) l'area di studio rientra nella macroregione climatica Mediterranea (inframediterranean) e, in particolare modo, nella Mediterranean pluviseasonal oceanic (Mpo).

## Geologia e geomorfologia

Il territorio di Cala Gonone (CARMIGNANI *et al.*, 2001) è inserito nel complesso geologico delle Coperture Post-Erciniche con unità sviluppate sia su coperture sedimentarie sia vulcaniche con le Successioni marine e transizionali del Triassico Medio - Cretacico Inferiore (205-66,7 Ma.). Alle stesse appartengono le successioni Giurassiche della Sardegna Orientale nelle quali ricade l'area di studio.

Cala Gonone affiora nella regione dei "Tacchi" (Ogliastra, Salto di Quirra ecc.), nei rilievi carbonatici del Supramonte (Barbagia), nel Monte Tuttavista e nel Monte Albo (Baronie). La roccia più frequentemente riscontrabile è l'arenaria dolomitica che alla base assume l'aspetto di dolomia bruna.

All'interno della superficie costituita da calcari del periodo Giurassico, si riscontrano alcune effusioni basaltiche che formano i caratteristici ripiani da spandimento di rocce basiche (Golgo e Mesu). Le lave basaltiche si ritrovano anche nelle fessurazioni del calcare e giungendo fino al mare (Spiagge di Cartoe e di Osalla). Il risultato è la formazione di metamorfismi per contatto delle rocce calcaree con la lava.

La presenza di rocce calcaree sensibili all'erosione idrica ed eolica ha comportato la formazione di un paesaggio prevalentemente di tipo carsico con un notevole insieme di crepacci, doline, voragini, grotte, canali, guglie, pinnacoli, pietraie e scarpate, pareti a picco in prossimità del mare e all'interno. Il territorio mostra altitudine media maggiore ai 250 m, presenta valli anguste e profonde, le cosiddette codule, che sfociando a mare interrompono la continuità delle pareti calcaree della costa (falesie).

L'area di studio è situata prevalentemente su pendenze superiori al 30% con il 61,72% della superficie, seguito dal 26,06% delle pendenze comprese tra il 15 e il 30%, mentre la classe 5 - 15% l'11,18%. Molto contenuta è la superficie della classe 0 - 5% con il 1,04% (Nieddu, 2012).

L'esposizione prevalente dell'area di analisi è la Sud-Est (112,5°-157,5°) e Est (67,5°-112,5°) con rispettivamente il 30,77% e il 29,62% della superficie (NIEDDU, 2012). L'altra superficie rilevante è quella relativa all'esposizione a Nord-Est (22,5°-67,5°) con il 12,71%.

## Suoli

Le caratteristiche dei suoli dell'area di studio, in base alla classificazione adottata nella carta dei suoli della Sardegna (ARU *et al.*, 1991), sono comprese in quattro Unità Pedologiche presenti in modo diffuso in tutto

Caratteri Pedologici	UNITA' PEDOLOGICHE			
	1	2	18	19
<b>Tessitura</b>	Argillosa	Franco-Sabbioso-Argillosa; Argillosa	Franco-Argillosa	Franco-Argillosa
<b>Permeabilità</b>	Ridotta	Variabile	Buona	Buona
<b>Reazione</b>	Neutra	Neutra	Neutra	Neutra
<b>S.O.</b>	Scarsa	Media-Elevata	Scarsa-Media	Media-Elevata
<b>Saturazione in basi</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Profondità</b>	0-25 cm	25-75 cm	0-25 cm	25-75
<b>Rocciosità</b>	Elevata	Elevata	Elevata	Elevata
<b>Pietrosità</b>	Elevata	Elevata	Elevata	Elevata
<b>Erodibilità</b>	Elevata	Elevata	Elevata	Elevata
<b>Pericolo di erosione</b>	Forte	Forte	Forte	Forte
<b>Ordine suoli (Soil Taxonomy, USDA, 1999)</b>	Xerorthents	Xerorthents e Rhodoxeralfs	Xerorthents	Xerocrepts, Xerorthents
<b>Attitudini prevalente</b>	Conservazione, eliminazione del pascolo	Conservazione, riduzione del pascolo	Conservazione, eliminazione del pascolo	Conservazione, riduzione del pascolo

Tabella 1: Caratteristiche principali delle unità pedologiche della Carta dei Suoli della Sardegna (Aru et al., 1991).

il Golfo di Orosei: l'Unità 1 e 2, presenti su paesaggi di Calcari, Dolomie e Calcari dolomitici e del Mesozoico e relativi depositi di versante, e l'unità 18 e 19, Unità presenti su paesaggi di rocce effusive basiche (basalti) del Pliocene superiore e del Pleistocene e relativi depositi di versante e colluviali (Figura 2).

I caratteri delle 4 unità pedologiche sono stati confermati da alcuni studi successivi (DE RISO, 2008, NIEDDU, 2012).

Le principali caratteristiche dei suoli presenti nelle rispettiva 4 unità sono enunciati nella Tabella 1.

L'Unità 1 è la più estesa della zona in studio e si presenta dal Monte Bardia al Monte Tulu (Figura 2).

Nell'unità 1 (Tabella 1) sono presenti relitti dell'antica copertura dei suoli e specie vegetali endemiche Sarde (ARU *et al.*, 1991). In queste aree, in epoche passate, è probabile la presenza di notevoli coperture vegetali con specie dominanti quali il leccio (*Quercus ilex* L.) e a la roverella (*Quercus pubescens* Willd.), legati alla presenza di suoli con grado di evoluzione superiore e ricadenti nei sottogruppi dei Palexeralf e, più subordinatamente dei Mollisols (ARU *et al.*, 1991).

L'Unità 2 (Tabella 1) è presente nelle zone marginali dell'area di studio (Figura 2) nelle

quali si è conservato l'insieme suolo-vegetazione. I suoli, derivati da calcari dolomitici, sono brunificati per via dell'accumulo di Sostanza Organica (S.O.) umificata. La S.O. è distribuita in tutto il profilo ed è ac-

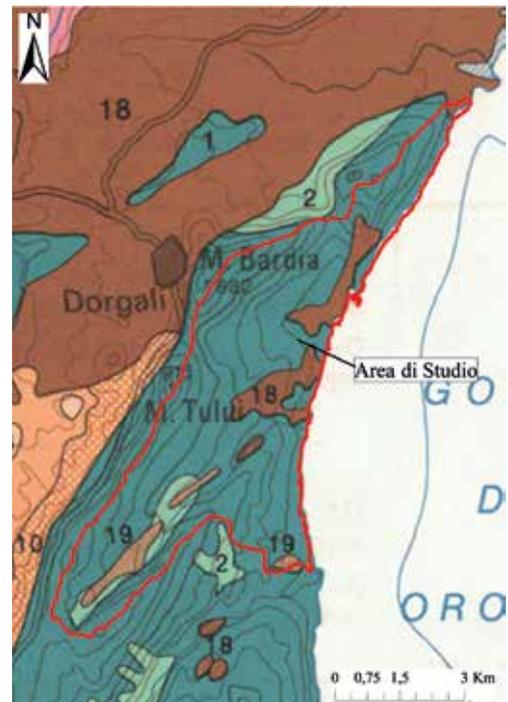


Figura 2: Unità pedologiche presenti nell'area di studio (Aru *et al.*, 1991).

compagnata da un'intensa attività biologica che assicura il rimescolamento continuo tra i vari orizzonti del profilo.

L'Unità 18 (Tabella 1) si estende lungo la costa in direzione Nord – Sud. E' l'Unità tipica degli altopiani basaltici, con tratti ampi di affioramenti rocciosi alternati a suoli con profondità ridotta, con profili del tipo A-R e con tratti di modesta superficie con profili del tipo A-B<sub>w</sub>-R (Aru *et al.*, 1991). L'uso principale attuale e pregresso è legato da un pascolo fertile per via di un alto valore nutritivo delle specie vegetali del cotico erboso. Questi suoli sono stati tuttavia oggetto di un'intensa degradazione a causa di fenomeni erosivi.

L'Unità 19 (Tabella 1) è presente in aree marginali ove si sviluppano suoli che caratterizzano l'Unità Pedologica 2, in zone a morfologia con leggera ondulazione in aree sub-pianeggianti o leggermente depresse. La copertura vegetale è spesso di tipo boschiva, presenta elevata densità ed è associata a suoli più evoluti con profondità da media a elevata. I profili più frequentemente riscontrabili sono del tipo A-B<sub>w</sub>-R ed A-R (ARU *et al.*, 1991).

Anche se con minore diffusione rispetto alle altre unità, nella 19 si riscontrano tratti di roccia affiorante, alternati a suoli con limitato spessore, mentre nelle aree con maggiore grado di conservazione si riscontrano suoli profondi aventi profilo A-B<sub>t</sub>-C. La prevalente destinazione d'uso è a pascolo e bosco; sono necessari interventi di regolazione con riduzione dei carichi pascolanti accompagnati dall'opera di conservazione delle aree con copertura boschiva (ARU *et al.*, 1991).

Rispetto alla Classificazione Americana (U.S.D.A., 1999) elaborata dall'*United States Department of Agriculture* (U.S.D.A.) nell'area oggetto di studio sono presenti 4 ordini di suoli: Entisuoli, Inceptisuoli, Mollisuoli e Alfisuoli.

Il clima gioca un ruolo fondamentale nell'evoluzione pedogenetica dei suoli di Cala Gonone (DE RISO, 2008; NIEDDU, 2012). I periodi di massime precipitazioni coincidono con bassi valori di temperatura cui segue un periodo di aridità estiva (4 mesi). Di conseguenza, i processi pedogenetici sono ri-

dotti a un breve periodo primaverile e a uno più lungo autunnale.

Tra i principali limiti d'uso del suolo che caratterizzano l'area di studio, si considerano le elevate pendenze, l'elevata pietrosità e rocciosità che, predisponendo un forte pericolo di erosione, hanno caratterizzato la presenza di suoli aventi una scarsa profondità e facilmente erodibili, specie con tessiture di tipo franco e con assenza di sostanza organica.

### Vegetazione

La vegetazione caratteristica del territorio in analisi (CORRIAS, 1974; NIEDDU, 2012) nelle aree dominate da substrati calcarei, è costituita da formazioni estese di boschi dominati da sclerofille sempreverdi mediterranee. Il leccio è la specie arborea dominante mentre il sottobosco è estremamente povero per via di una copertura arborea pressoché continua e colma.

Il leccio è spesso accompagnato, quale specie secondaria, dal ginepro fenicio (*Juniperus phoenicea* L.) che con la sua forte adattabilità è presente in aree prossime al mare e in aree poste a quote più elevate, spesso collocato su pietraie, costoni e creste rocciose. Nelle parti sommitali della zona sono presenti vaste superfici di gariga, dovute ad un'intensa attività antropica costituita da: taglio della legna, incendi e pascolo intensivo, specialmente di tipo caprino.

La macchia mediterranea si presenta con vari stadi evolutivi/involutivi. Sono presenti le forme più evolute, costituite da formazioni miste con il corbezzolo (*Arbutus unedo* L.) l'erica (*Erica* spp.) con presenza sporadica della fillirea (*Phillyrea* spp.) e del lentisco (*Pistacia lentiscus* L.). Sono presenti anche formazioni aventi vari stadi regressivi: la macchia a cisti (*Cistus monspeliensis* L., *Cistus creticum* L. ecc.), l'euforbia arborea (*Euphorbia dendroides* L.), la prevalenza di rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.) fino alla degradazione totale della copertura arborea/arbustiva con una vegetazione di tipo erbaceo discontinuo con diffusa roccia affiorante.

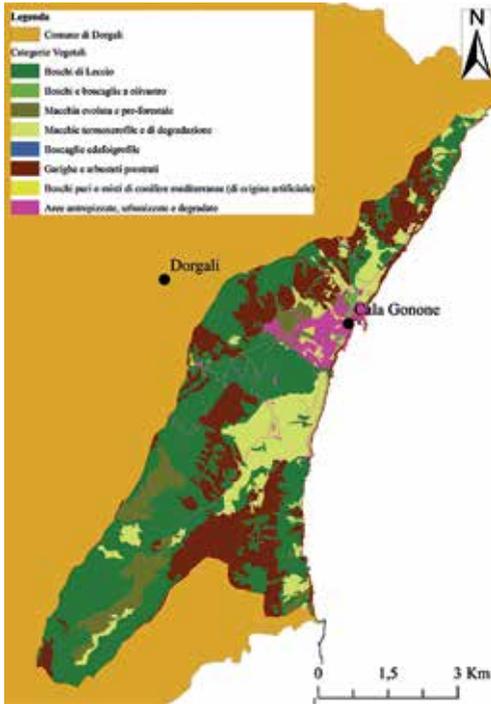


Figura 3: Carta delle Categorie vegetali/Aree Urbanizzate.

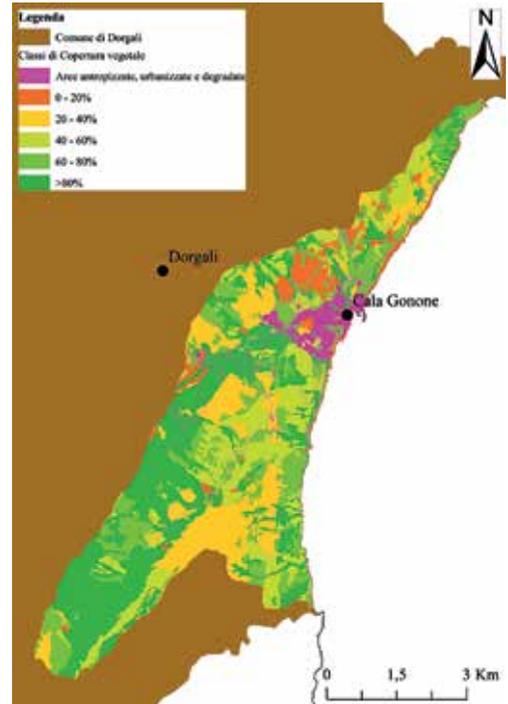


Figura 4: Carta delle Classi di Copertura Vegetale.

La scarsa presenza delle essenze sclerofile favorisce lo sviluppo di una flora erbacea, comunemente eliofila annuale (terofite) che riduce al minimo la possibilità di ricostituzione delle forme vegetali più evolute quali le forme arboree.

Nelle valli fluviali e nelle codule la vegetazione dominante è rappresentata soprattutto dall'oleandro (*Nerium oleander* L.).

All'interno del bacino idrografico dell'area di analisi è stata effettuata la foto interpretazione delle caratteristiche della vegetazione su foto aeree del 2006 (NIEDDU, 2012) utilizzando la legenda dei tipi forestali prevista dal Piano Forestale Ambientale Regionale (P.F.A.R.) della Regione Autonoma della Sardegna (R.A.S., 2007). Nella presente indagine, la carta delle categorie vegetali è stata aggiornata rispetto all'ortofoto più recente, anno 2013, (<http://www.sardegnaoportale.it>).

Nella Figura 3 e nella Figura 4, con riferimento all'anno 2013, sono rappresentate rispettivamente la Carta delle Categorie vege-

tali/Aree Urbanizzate e la carta delle classi di copertura vegetale, mentre nella Tabella 2 è presente la distribuzione delle superfici delle categorie vegetali e la partizione rispetto alle diverse classi % di copertura del suolo.

Con 1533 ha (45,45%), circa la metà dell'intera superficie dell'area di studio, è netta la prevalenza dei Boschi di Leccio. Seguono le Garighe e arbusteti prostrati (26,62%), presenti su circa  $\frac{1}{4}$  della superficie, le Macchie termoxerofile e di degradazione con il 15,40% e la Macchia evoluta e pre-forestale con il 7,63%.

Con percentuali inferiori all'1% sono infine presenti i Boschi e boscaglie a olivastro, i boschi puri o misti di conifere mediterranee (di origine artificiale) e le Boscaglie edafogrofile.

Le superfici antropizzate urbanizzate e degradate assommano a circa 150 ha (4,46%). Gli edifici sono concentrati prevalentemente nell'agglomerato della frazione, mentre è ridotta la presenza di case sparse nell'agro.

Categorie Vegetali	Coperture % (ha)					Aree Antropizzate, urbanizzate e degradate	Totale	%
	0 - 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	> 80%			
Boschi di Leccio	6,15	41,05	180,14	409,72	895,94		1533,00	45,45
Boschi e boscaglie a olivastro		2,19	0,78	2,46	4,34		9,78	0,29
Macchia evoluta e pre-forestale	2,11	0,25	16,50	43,12	195,52		257,50	7,63
Macchie termoxerofile e di degradazione	13,57	40,33	202,23	169,89	93,27	/	519,29	15,40
Boscaglie edafoigrofile					1,34		1,34	0,04
Garighe e arbusteti prostrati	159,50	514,53	222,16	0,88	0,59		897,66	26,62
Boschi puri o misti di conifere mediterranee (di origine artificiale)				1,79	2,00		3,79	0,11
Aree antropizzate, urbanizzate e degradate	/	/	/	/	/	150,27	150,27	4,46
<b>Totale</b>	<b>181,33</b>	<b>598,35</b>	<b>621,81</b>	<b>627,86</b>	<b>1193,00</b>	<b>150,27</b>	<b>3372,62</b>	<b>100,00</b>
<b>%</b>	<b>5,38</b>	<b>17,74</b>	<b>18,44</b>	<b>18,62</b>	<b>35,37</b>	<b>4,46</b>	<b>100,00</b>	

Tabella 2: Distribuzione delle superfici delle categorie vegetali in relazione alle diverse classi % di copertura del suolo (l'150,27 ha delle Aree antropizzate, urbanizzate e degradate sono comprensivi dell'area portuale e delle relative pertinenze).

Rispetto alle coperture del suolo, la superficie maggiore è quella relativa alla classe con copertura più elevata (>80%) con 1193 ha e il 35,37%. Seguono le classi intermedie, 60 – 80% e 40 – 60%, presenti con percentuali simili (18,62 e 18,44%). Si discosta di poco la classe 20 – 40% con il 17,74%, mentre è molto più contenuta la classe a copertura più bassa, 0 – 20% con il 5,38%.

Si nota inoltre che la classe di copertura vegetale maggiore è presente su tutte le categorie vegetali, ma con una netta prevalenza (circa 896 ha) dei Boschi di Leccio. Segue la Macchia evoluta e pre-forestale con circa 196 ha e le macchie termo xerofile e di degradazione con circa 93 ha. Nella classe 60 – 80% è notevole la superficie ancora relativa ai boschi di leccio con circa 410 ha seguita dalle macchie termo xerofile e di degradazione con circa 170 ha.

Nella classe 40 – 60% la superficie maggiore è quella relativa alle Garighe e agli arbusteti prostrati con circa 222 ha seguiti dalle

macchie termoxerofile e di degradazione con circa 202 ha infine i boschi di leccio (circa 180 ha).

Nella classe 20 – 40%, la superficie maggiore è ancora quella delle Garighe e agli arbusteti prostrati con circa 515 ha.

La classe a copertura minore, 0 – 20% è costituita, quale superficie maggiore, dalle Garighe e agli arbusteti prostrati con circa 160 ha.

Analizzando le categorie vegetali più rappresentate, come da Figura 5, si nota che nei Boschi di Leccio, nelle diverse tipologie di macchia mediterranea, con l'aumentare della copertura è maggiore l'entità della superficie mentre nelle Garighe e arbusteti prostrati la tendenza è opposta.

In ultima analisi, la copertura vegetale dell'area è notevole e dovuta sostanzialmente, nel caso dei boschi di leccio, alla tendenza alla formazione di boschi chiusi con copertura colma mentre nelle diverse formazioni a macchia mediterranea, più o meno

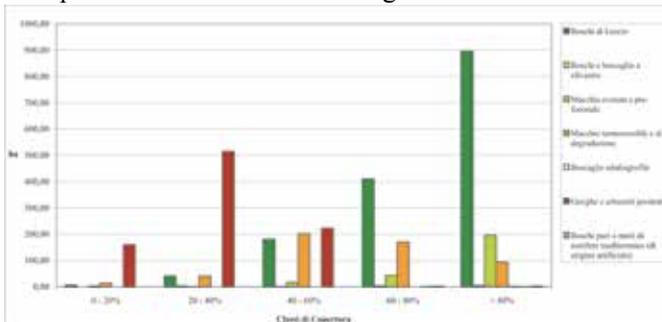


Figura 5: Distribuzione delle superfici delle categorie vegetali in relazione alle diverse classi % di copertura del suolo.

evoluta o in fase di degradazione, con diversa altezza e composizione specifica, la copertura del suolo è assicurata da una notevole densità e di ramificazione laterale delle singole piante.

Nel caso invece delle garighe e arbusteti prostrati, trattandosi di formazioni steppiche d'interludio alla roccia nuda, priva di suolo, forme più estreme di degradazione, la relativa presenza è

Anno	Superfici edificate e infrastrutture (ha)	Differenze N° anni	Consumo di suolo per periodo (ha)	Consumo di suolo per periodo/anno di riferimento (%)	Consumo di suolo totale rispetto al 1954 (ha)	Consumo di suolo totale rispetto al 1954 (%)
1954	20,48	0,00	/	/	/	/
1968	72,42	14,00	51,94	71,72	51,94	253,64
1977	104,12	9,00	31,71	30,45	83,65	408,49
1998	131,74	21,00	27,62	20,97	111,27	543,38
2003	135,64	5,00	3,90	2,87	115,17	562,42
2006	145,64	3,00	10,00	6,86	125,16	611,24
2010	147,76	4,00	2,12	1,43	127,28	621,58
2013	148,46	3,00	0,71	0,48	127,99	625,03
<b>Totale</b>	/	<b>59,00</b>	<b>127,99</b>	/	/	/

Tabella 3: Analisi del consumo di suolo per anno.

legata a forme di resistenza vegetale rispetto alle alte temperature, alla mancanza d'acqua e di suolo.

## Risultati

### Analisi generali

Nella Tabella 3 è rappresentato il risultato della fotointerpretazione delle superfici di suolo perso delle annate 1954-1968-1977-1998-2003-2006-2010 e 2013. La superficie di suolo consumato è passata dagli iniziali 20,48 ha del 1954 ai 148,46 ha del 2013, quindi in 59 anni c'è stata una perdita netta di 127,99 ha. Il valore assoluto di consumo di suolo è stato elevato nel periodo 1968-1954 con circa 52 ha in 14 anni. Invece, nei periodi successivi, il valore è calato progressivamente, tranne il periodo 2006-2003, con 10 ha, fino al minimo del quadriennio 2010-2013. Il consumo di suolo % per periodo (Tabella 3) rispetto all'anno di riferimento precedente (es. 1968 rispetto al 1954) è sta-

to molto elevato nel periodo 1968-1954 con il 71,72% per poi calare progressivamente, tranne il quadriennio 2006-2003, fino allo 0,48% del 2013-2010. Rispetto al 1954, anno iniziale di riferimento del periodo di analisi, il consumo di suolo totale % delle singole annate di rilievo è stato progressivamente crescente dal 253,64% dell'anno 1968 fino al 625,03% dell'anno 2013.

Nella Figura 6 è rappresentato l'andamento del consumo di suolo rilevato nelle 8 annate di riferimento. L'andamento è crescente fino a un progressivo assestamento nel periodo 2006-2013. Inoltre, la variazione di suolo consumato è notevole soprattutto nel periodo 1954-1968, per poi mostrare incrementi sempre più ridotti.

In Figura 7a e 7b sono invece rappresentati i consumi di suolo rilevati nelle 8 annate di rilievo nell'area di studio distinte rispettivamente per il periodo 1954-1998 e 2003-2013. Si nota la grande espansione edificatoria del periodo 1954-1968 seguita da un progressivo calo fino al periodo finale, tranne il periodo 2006-2003.

Le infrastrutture principali di collegamento dell'abitato di Cala Gonone erano sostanzialmente già presenti nel 1954, mentre la viabilità secondaria è stata ulteriormente potenziata nel periodo 1968-1998. L'edificato è cresciuto da un primo nucleo iniziale del 1954, sostanzialmente posto nella fascia costiera, per poi svilupparsi nelle più svariate direzioni, ma con una prevalenza per le zone

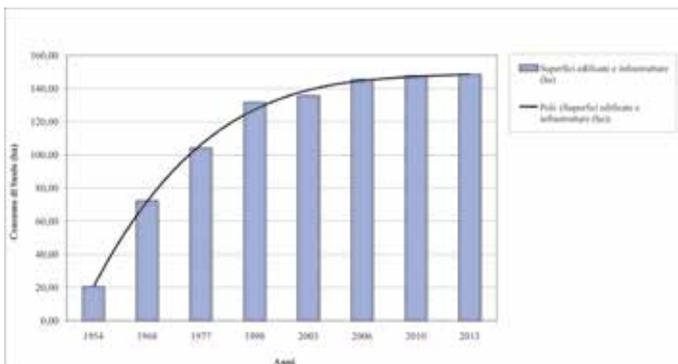


Figura 6: Consumo di suolo nelle 8 annate di rilievo, periodo 1954-2013.

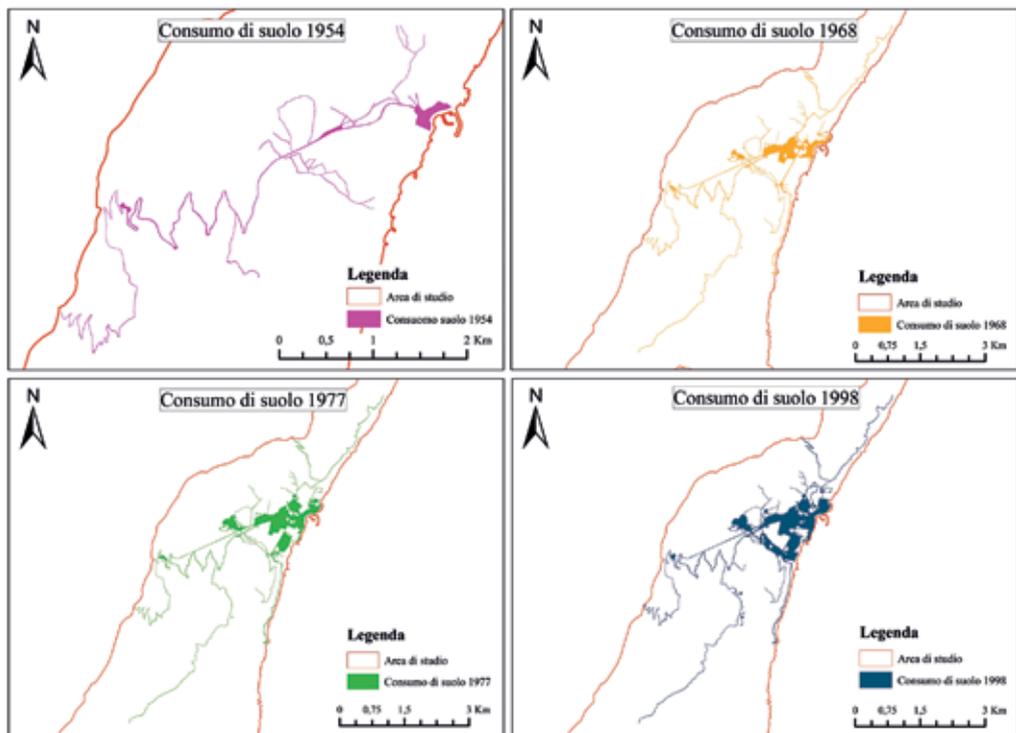


Figura 7a: Consumo di suolo nelle annate di rilievo, periodo 1954-1998.

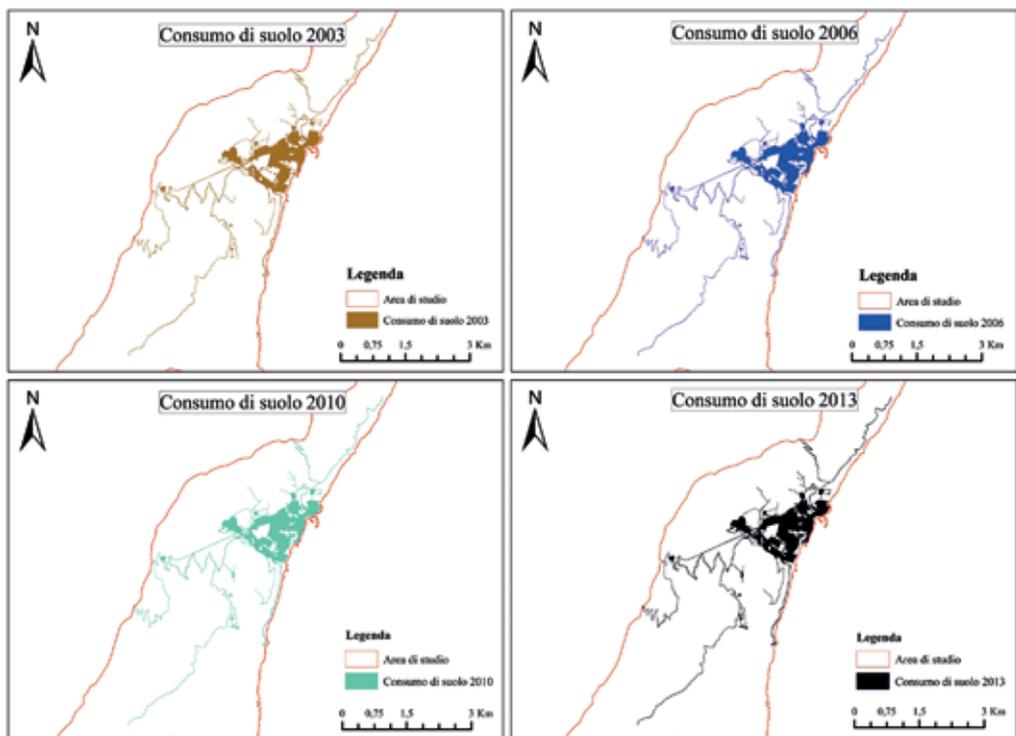


Figura 7b: Consumo di suolo nelle annate di rilievo, periodo 2003-2013.

pianeggianti poste sia a Ovest sia a Sud.

Nella Tabella 4 e in Figura 8 è stato considerato l'incremento medio annuo del consumo di suolo del periodo 1954-2013. Per permettere un oggettivo confronto tra i diversi periodi di rilievo, è stato prodotto l'indice annuo di consumo di suolo sia assoluto sia %. Il valore più elevato in termini di superficie è quello del periodo 1954-1968, con 3,71 ha/soilo consumato\*anno, pari al 5,12% del totale consumato, seguito dai 3,52 ha e il 3,38% del periodo 1968-1977, mentre i periodi successivi mostrano un andamento decrescente fino ai 0,24 ha e 0,16% di suolo consumato del periodo 2010-2013. L'unico periodo controtendenza è ancora il triennio 2003-2006 con 3,33 ha e il 2,29%.

Relativamente al periodo di analisi, l'incremento medio è stato di 2,17 ha/soilo consumato\*anno pari al 1,69%.

Nella Tabella 5 il consumo di suolo è stato ripartito in una suddivisione di 4 fasce rispetto alla linea di costa: 0-300 m, 300-1000 m, 1000-3000 m e >3000 m.

Dei 51,94 ha di suolo consumato nel periodo 1968-1954, la maggior parte, 27,09 ha, sono presenti nella fascia 300-1000 m, mentre le fasce contigue presentano un consumo di suolo sostanzialmente simile (13,37 ha e 11,47 ha); è nullo il valore della fascia >3000 m. Nel periodo 1977-1968, i 31,70 ha sono invece prevalentemente dovuti all'edificazione della fascia 0-300 m, con 16,53 ha e valori progressivamente inferiori nelle fasce più interne, con ancora un valore nullo nella fascia >3000 m.

Nel periodo 1998-1977 il consumo di suolo è prevalente nella fascia 300-1000 m con 14,18 ha, lo stesso è ancora notevole nella fascia 0-300 m con 9,29 ha. Progressivamente inferiore il consumo nelle fasce più interne, fino ai 0,18 ha della fascia >3000 m. I 3,90 ha del periodo 2003-1998 sono stati

Periodo	N° anni	Incremento medio annuo del consumo di suolo (ha)	Incremento medio annuo del consumo di suolo (%)
1954-1968	14	3,71	5,12
1968-1977	9	3,52	3,38
1977-1998	21	1,32	1,00
1998-2003	5	0,78	0,57
2003-2006	3	3,33	2,29
2006-2010	4	0,53	0,36
2010-2013	3	0,24	0,16
<b>2013-1954</b>	<b>59</b>	<b>2,17</b>	<b>1,69</b>

Tabella 4: Incremento medio annuo del consumo di suolo periodo 1954 - 2013.

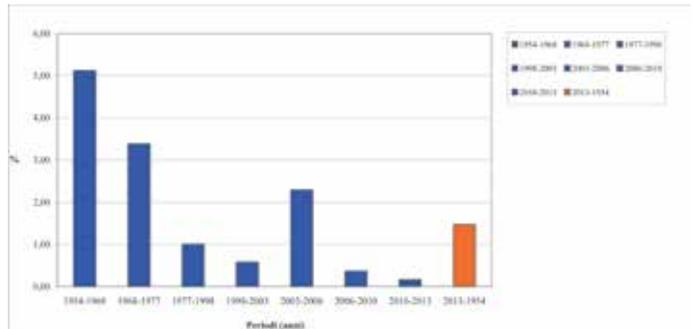


Figura 8: Incremento medio annuo del consumo di suolo del periodo 1954 - 2013.

consumati soprattutto nella fascia 300-1000 m con 2,90 ha seguiti dai 0,91 ha della fascia 0-300 e valori molto più trascurabili nelle fasce più interne.

La tendenza del periodo precedente è confermata anche successivamente, con la sola eccezione nel triennio 2003-2006 del valore totale più elevato, 10 ha, edificati soprattutto nella fascia 300-1000 m, con 7,77 ha.

Rispetto ai diversi periodi temporali nella fascia 0-300 m, il consumo delle superfici è stato massimo nel periodo 1977-1968 con 16,53 ha, seguito dal primo periodo con 13,37 ha e valori progressivamente inferiori fino al periodo finale.

Nella fascia 300-1000 m il consumo è stato massimo nel primo periodo con 27,09 ha, seguito dal ventennio 1998-1977 con 14,18 ha, e valori progressivamente inferiori fino al 2013.

Nella fascia 1000-3000, il consumo di suolo è stato massimo nel primo periodo, con 11,47 ha, per poi ridursi fino ad un totale annullamento del periodo 2010-2013.

La fascia più interna, > 3000 m, mostra valori nulli tranne il caso del periodo 1998-

Periodo	Fasce costiere (ha)				Totale
	0 - 300 m	300 - 1000 m	1000 - 3000 m	>3000 m	
1968-1954	13,37	27,09	11,47	0,00	51,94
1977-1968	16,53	10,26	4,90	0,00	31,70
1998-1977	9,29	14,18	3,98	0,18	27,63
2003-1998	0,91	2,90	0,09	0,00	3,90
2006-2003	1,29	7,77	0,94	0,00	10,00
2010-2006	0,28	0,63	1,21	0,00	2,12
2013-2010	0,14	0,57	0,00	0,00	0,71
<b>Totale (ha) 2013-1954</b>	<b>41,81</b>	<b>63,40</b>	<b>22,60</b>	<b>0,18</b>	<b>127,99</b>
<b>Totale (%) 2013-1954</b>	<b>32,67</b>	<b>49,54</b>	<b>17,66</b>	<b>0,14</b>	<b>100,00</b>
<b>Incremento annuo (ha) 2013-1954</b>	<b>0,71</b>	<b>1,07</b>	<b>0,38</b>	<b>0,00</b>	<b>2,17</b>
<b>Incremento annuo (%) 2013-1954</b>	<b>0,55</b>	<b>0,84</b>	<b>0,30</b>	<b>0,00</b>	<b>1,69</b>

Tabella 5: Consumo di suolo effettivo per periodo rispetto alla fascia costiera distinta per classi di ampiezza.

1977 con 0,18 ha.

Dei 127,99 ha di suolo consumato, si nota come la superficie maggiore è quella della fascia 300-1000 m con 63,40 ha e il 49,54% del totale, seguito dalla fascia più esterna, 0-300 m con 41,81 ha e il 32,67% del totale. E' ancora notevole il consumo di suolo della fascia 1000-3000 m con 22,60 ha, pari al 17,66% mentre è molto più ridotto il valore della fascia più interna, >3000 m, pari a 0,18 ha e il 0,14%.

Considerando l'incremento annuo dell'intero periodo, si nota come il maggiore tasso annuo di consumo è presente nella fascia 300-1000 m con 1,07 ha, pari al 0,84%, seguito dai 0,71 ha della fascia più esterna pari allo 0,55%.

Più ridotti i valori delle fasce più interne: 0,38 ha della fascia 1000-3000 m e il 0,30%, fino al valore sostanzialmente nullo della fascia >3000 m.

Nella Figura 9 e 10 sono stati rappresentati il Consumo di suolo effettivo per periodo, analizzato rispetto alle 4 zone di fascia

costiera. Graficamente si nota il notevole consumo di suolo della fascia 300-1000 m del periodo 1968-1954. Ancora notevole è il consumo nella fascia 0-300, soprattutto nel periodo 1977-1968, mentre è stato più elevato il consumo di suolo nel periodo 1968-1954 nella fascia 1000-3000 m. In tutte le fasce si nota una progressiva riduzione delle superfici consumate fino al valore minimo del 2010-2013.

#### Analisi Pedo-Vegetazionali del consumo di suolo

Nella Tabella 6 e nella Figura 11 è stata considerata la ripartizione del consumo di suolo per singolo periodo rispetto alla categoria vegetale e alla copertura del suolo.

Le superfici di suolo consumate dall'edificazione e dalla costruzione di infrastrutture sono state ripartite nelle 5 categorie vegetali in parte già riscontrate nell'introduzione: Boschi di Leccio, Boschi e boscaglie a olivastro, Macchia evoluta e pre-forestale, Macchia termoxerofila di degradazione e

Garighe ed arbusteti prostrati. Rispetto al periodo 1968-1954 (Tabella 6), dei 51,94 ha consumati, la superficie maggiore è quella investita dalla Macchia termoxerofila di degradazione, con 34,88 ha e un grado di copertura notevole, 60-80%, seguita dai Boschi di Leccio con 6,84 ha e copertura 60-80% e dai 6,40 ha e grado di copertura >80% della Macchia evoluta e pre-

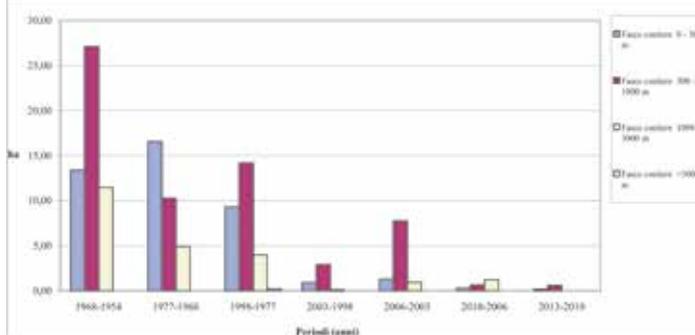


Figura 9: Consumo di suolo effettivo per periodo rispetto alla fascia costiera distinta per classi di ampiezza.

forestale. Molto più ridotto il consumo delle zone a Gariga ed arbusteti prostrati, con 2,64 ha, il 20-40% di copertura e i boschi e boscaglie a olivastro, con 1,18 ha e copertura media.

Nel periodo 1977-1968, con un totale di 31,71 ha, il consumo di suolo è stato ancora notevole per la Macchia termoxerofila di degradazione, con 16,14 ha e una copertura del 60-80%, seguita dagli 11,43 ha della Macchia evoluta e pre-forestale con grado di copertura massimo. Seguono i Boschi e boscaglie a olivastro, con 2,70 ha e copertura media, le Garighe e gli arbusteti prostrati con 1,11 ha e copertura minima e i Boschi di Leccio con 0,33 ha e copertura media.

Dei 27,62 ha consumati nel periodo 1998-1977, 18,98 ha sono stati persi nella Macchia termoxerofila di degradazione, con copertura maggiore all'80%, seguita dalla Macchia evoluta e pre-forestale, con 5,12 ha e copertura compresa tra il 60 e l'80%. Le altre 3 categorie vegetali sono presenti con valori più ridotti, ma sostanzialmente simili tra essi, e grado di copertura medio-alto.

Nel periodo 2003-1998, il consumo di suolo è stato a carico di sole 3 categorie vegetali: Macchia termoxerofila di degradazione, con la superficie maggiore, 2,54 ha e copertura alta, dalla Macchia evoluta e pre-forestale con 0,85 ha e copertura massima, infine dai Boschi e boscaglie a olivastro con 0,50 ha e copertura massima.

Nel periodo 2006-2003, il consumo di suolo è stato ancora elevato nella Macchia termoxerofila di degradazione, con la superficie di 8,50 ha e grado di copertura alto, molto più ridotto nella Macchia evoluta e pre-forestale con 1,30 ha e copertura massima. I valori dei Boschi e boscaglie a olivastro e le Garighe e gli arbusteti prostrati sono molto

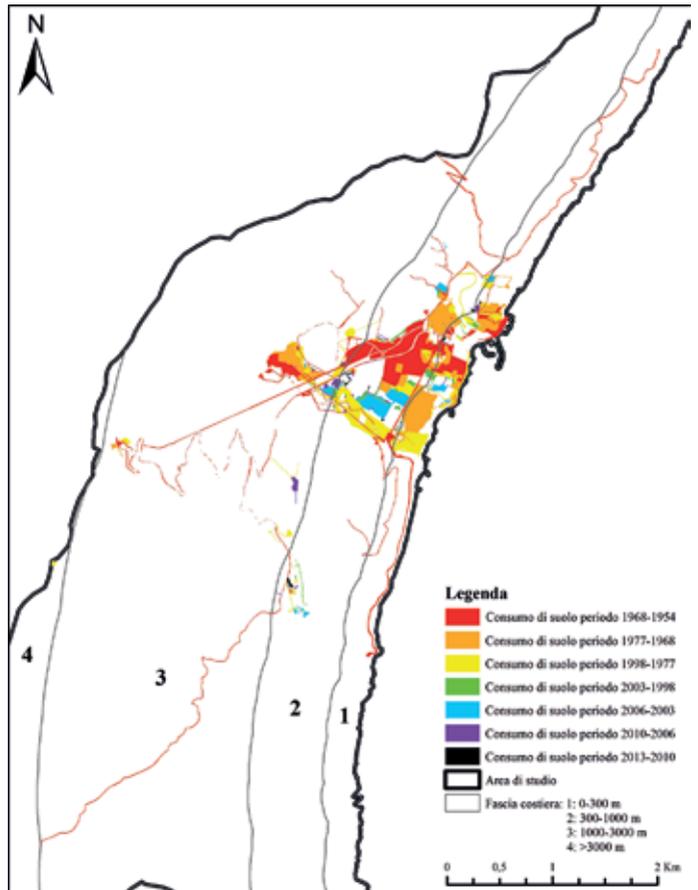


Figura 10: Consumo di suolo effettivo per periodo rispetto alla fascia costiera distinta per classi di ampiezza.

più ridotti e con coperture rispettivamente alta e media. Nullo il valore di superficie dei Boschi di Leccio.

Nel quadriennio 2010-2006 la categoria vegetale più rappresentata è la Macchia evoluta e pre-forestale con 0,79 ha e copertura massima, seguita dai Boschi di Leccio con 0,62 ha con copertura minima e dalla Macchia termoxerofila di degradazione con 0,45 ha e copertura alta. Più ridotto il valore di superficie dei Boschi e boscaglie a olivastro, con 0,27 ha e copertura tra il 20 e il 40%, mentre nullo è il consumo di suolo per le Garighe e gli arbusteti prostrati.

Nell'ultimo periodo, 2013-2010, i 0,71 ha di suolo consumato sono presenti in 3 categorie vegetali: la Macchia termoxerofila

Categoria	Periodo (ha)								Totale (ha)	%
	1968-1954	1977-1968	1998-1977	2003-1998	2006-2003	2010-2006	2013-2006			
Boschi di Leccio	Superficie (ha)	6,84	0,33	0,94	0,00	0,00	0,62	0,00	8,73	6,82
	Copertura media (%)	60-80%	40-60%	60-80%	0,00	0,00	0-20%	0,00		
Boschi e boscaglie a olivastro	Superficie (ha)	1,18	2,70	1,64	0,50	0,17	0,27	0,12	6,58	5,14
	Copertura media (%)	40-60%	40-60%	60-80%	>80%	60-80%	20-40%	>80%		
Macchia evoluta e pre-forestale	Superficie (ha)	6,40	11,43	5,12	0,85	1,30	0,79	0,15	26,03	20,34
	Copertura media (%)	>80%	>80%	60-80%	>80%	>80%	>80%	>80%		
Macchia termoxerofila di degradazione	Superficie (ha)	34,88	16,14	18,98	2,54	8,50	0,45	0,44	81,92	64,01
	Copertura media (%)	60-80%	60-80%	>80%	60-80%	60-80%	60-80%	>80%		
Garighe e arbusteti prostrati	Superficie (ha)	2,64	1,11	0,94	0,00	0,03	0,00	0,00	4,72	3,69
	Copertura media (%)	20-40%	0-20%	40-60%	0,00	40-60%	0,00	0,00		
<b>Totale</b>		<b>51,94</b>	<b>31,71</b>	<b>27,62</b>	<b>3,90</b>	<b>10,00</b>	<b>2,12</b>	<b>0,71</b>	<b>127,99</b>	<b>100,00</b>

Tabella 6: Ripartizione del consumo di suolo per singolo periodo rispetto alla categoria vegetale e la copertura del suolo.

di degradazione con 0,44 ha e copertura massima, seguita da valori sostanzialmente più ridotti, ma simili tra essi, della Macchia evoluta e pre-forestale e Boschi e boscaglie a olivastro, 0,15 ha e 0,12 ha e con grado di copertura massimo.

Rispetto al totale delle categorie vegetali, la maggiore superficie di suolo persa è quella della Macchia termoxerofila di degradazione, con 81,92 ha e il 64,01%, seguita dalla Macchia evoluta e pre-forestale con 26,03 ha e il 20,34%. Seguono i Boschi di Leccio con 8,73 ha e il 6,82%, infine i Boschi e boscaglie a olivastro con 6,58 ha e il 5,14% e le Garighe e gli arbusteti prostrati con 4,72 ha e 3,69%.

Nella Tabella 7 è presente la ripartizione delle 5 categorie vegetali presenti nei suoli sottoposti a consumo nel periodo di analisi rispetto alle unità pedologiche della carta dei suoli della Sardegna (ARU *et al.*, 1991).

I Boschi di Leccio ricadono in tutte le 4 unità; la prevalente è la 1 con 7,55 ha. I Boschi e boscaglie a olivastro sono presenti nelle unità 1 e, con netta prevalenza, la 18. La Macchia evoluta e pre-forestale è presente soprattutto nell'unità 1 con 18,36 ha e nell'unità 18 con 7,64 ha e con valori eguali nelle unità 2 e 19 (0,02 ha). La Macchia termoxerofila di degradazione si presenta nell'unità 18 e 1, con rispettivamente 43,35 e 38,57 ha. Infine le Garighe e gli arbusteti prostrati, anch'esse presenti nell'unità 1 e 18, con rispettivamente 2,75 e 1,98 ha.

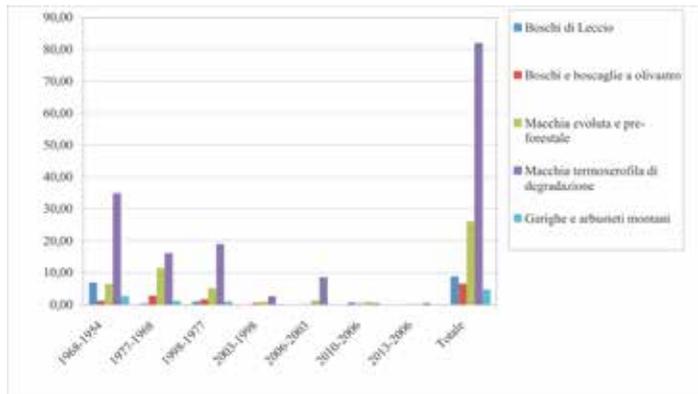


Figura 11: Ripartizione del consumo di suolo per singolo periodo rispetto alla categoria vegetale e alla copertura del suolo.

Categoria vegetale	UNITA' (Aru <i>et al.</i> , 1991) (ha)				Totale
	1	2	18	19	
Boschi di Leccio	7,55	0,24	0,53	0,41	8,73
Boschi e boscaglie a olivastro	1,64	0,00	4,94	0,00	6,58
Macchia evoluta e pre-forestale	18,36	0,02	7,64	0,02	26,03
Macchia termoxerofila di degradazione	38,57	0,00	43,35	0,00	81,92
Garighe e arbusteti montani	2,75	0,00	1,98	0,00	4,72
<b>Totale</b>	<b>68,87</b>	<b>0,25</b>	<b>58,44</b>	<b>0,43</b>	<b>127,99</b>
<b>%</b>	<b>53,81</b>	<b>0,20</b>	<b>45,66</b>	<b>0,34</b>	<b>100</b>

Tabella 7: Ripartizione del consumo di suolo del periodo 1954-2013 rispetto alle unità pedologiche della Carta dei suoli della Sardegna (Aru *et al.*, 1991).

La prevalenza dell'unità 1 sul totale dei suoli consumati è netta, con 68,87 ha e il 53,81%, seguita dall'unità 18 con 58,44 ha e il 45,66%. Molto più ridotti i valori delle unità 2 e 19, entrambi inferiori all'1% del totale.

Nella Figura 12 è raffigurata la ripartizione del consumo di suolo per l'intero periodo 1954-2013 rispetto alle unità pedologiche della Carta dei suoli della Sardegna (ARU *et al.*, 1991). E' netta la prevalenza dei suoli relativi all'unità 1 e 18 che mostrano tra i principali caratteri pedologici eguali caratteristiche (Tabella 1): Roccia affiorante, entisuoli in regime xerico, profondità del suolo inferiore ai 25 cm.

I suoli consumati delle unità 2 e 19 si presentano (Tabella 1) con un'evoluzione superiore: nell'unità 2 entisuoli e alfisoli in regime xerico, la roccia affiorante è subordinata, mentre la profondità del suolo è compresa tra i 25 e i 75 cm; nell'unità 19 inceptisuoli ed entisuoli in regime xerico con profondità del suolo compresa tra i 25 e i 75 cm. Sostanzialmente il consumo di suolo si è verificato prevalentemente nella macchia mediterranea sia evoluta sia soprattutto termoxerofila di degradazione, su suoli poco potenti con elevata rocciosità superficiale e grado di evoluzione minimo (prevalenza di entisuoli).

*Analisi degli usi attuali delle aree sottoposte al consumo di suolo*

Sull'intero set di dati 1954-2013 è stata effettuata una ripartizione relativa al tipo di uso del suolo successivo al consumo. Sono stati individuati 4 tipi di uso del suolo: strade bianche, strade asfaltate (extra urbane), urbano e extraurbano nell'agro. I dati sono poi stati incrociati rispetto alle categorie vegetali perse e rispetto alle unità di suolo della carta dei suoli della Sardegna (ARU *et al.*, 1991). I risultati sono esposti rispettivamente nelle Tabelle 8 e 9. La maggiore superficie di suolo consumato (Tabella 8 e 9) è quella relativa all'urbano con 105,60 ha pari al 82,51% del totale, seguita dai 12,38 ha delle strade bianche pari al 9,67%. Le strade asfaltate sono presenti con 7,76 ha e il 6,06% mentre l'extraurbano nell'agro con 2,24 ha e l'1,75%. Rispetto ai Boschi di Leccio, (Tabella 8), si nota che la maggior parte della superficie perduta, 5,22 ha, ricade attualmente nelle strade bianche, seguite dalle strade asfaltate con 2,62 ha, mentre molto più ridotto è il contributo legato all'urbano e all'extraurba-

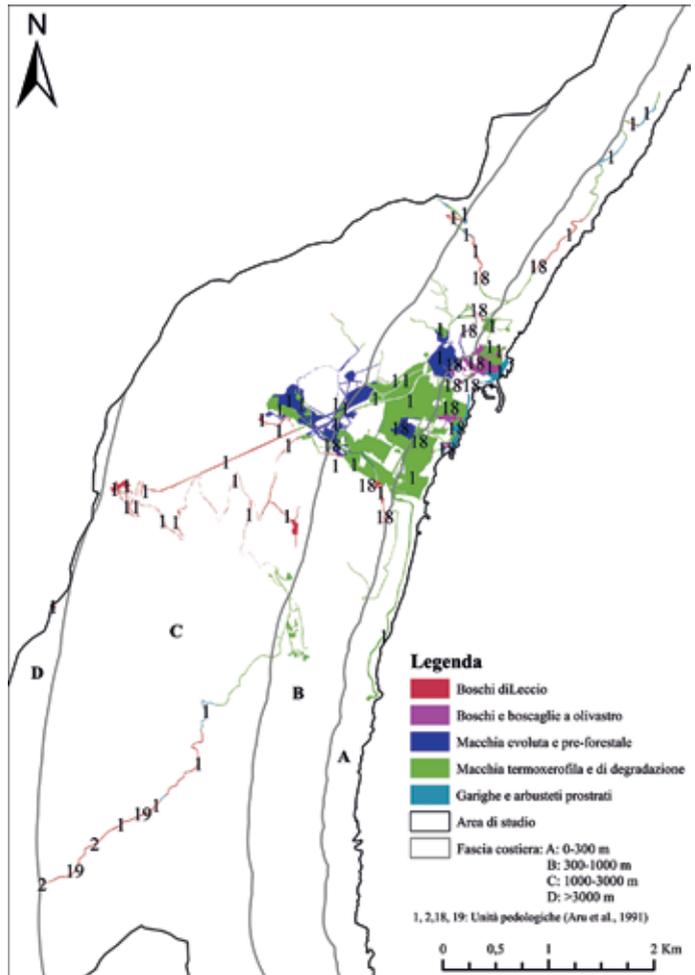


Figura 12: Ripartizione del consumo di suolo per l'intero periodo 1954-2013 rispetto alle unità pedologiche della Carta dei suoli della Sardegna (ARU *et al.*, 1991).

no nell'agro.

I Boschi e boscaglie a olivastro erano presenti soprattutto nell'urbano con 6,20 ha mentre l'apporto legato alle altre tipologie di consumo di suolo è molto più ridotto.

La Macchia evoluta e pre-forestale era presente soprattutto nell'urbano con 24,17 ha, molto meno rilevante il contributo delle altre tipologie.

La Macchia termoxerofila di degradazione era presente soprattutto nell'urbano con 71,45 ha, seguito dai 4,78 e dai 4,35 ha legati rispettivamente alla viabilità di strada bianca e asfaltata.

Le Garighe e gli arbusteti prostrati si presen-

tavano soprattutto nell'urbano con 3,58 ha, seguite dalle strade bianche con 0,84 ha, mentre l'apporto delle altre categorie era molto più ridotto.

Rispetto alle strade bianche, sono i boschi di leccio a presentare la maggiore superficie di suolo consumata, con 5,22 ha, seguiti dai 4,78 ha della Macchia termoxerofila di degradazione.

Le strade asfaltate (extra urbane) sono presenti soprattutto nella Macchia termoxerofila di degradazione e nei Boschi di Leccio con rispettivamente 4,35 ha e 2,62 ha.

L'urbano si presenta soprattutto nelle delle 2 tipologie di macchia mediterranea: 71,45 ha della Macchia termoxerofila di degradazione e 24,17 ha della Macchia evoluta e pre-forestale.

L'extraurbano nell'agro è stato edificato soprattutto nella Macchia termoxerofila di degradazione con 1,35 ha e ai Boschi di Leccio con 0,69 ha.

Con riferimento alla Tabella 9, nell'unità 1, il maggiore consumo di suolo, è stato rilevato nella zona urbana con 52,29 ha, seguita dalle strade bianche con 9,51 ha e dalle strade asfaltate con 5,98 ha.

Per l'unità 2 il consumo di suolo è presente solo sulle strade bianche e con una superficie molto ridotta, pari a 0,25 ha.

Nell'unità 18 dominano i 53,31 ha dell'urbano, seguiti dai 2,20 ha delle strade bianche e dai 1,78 delle strade asfaltate.

Nell'unità 19 è presente solo la superficie di 0,43 ha ricadenti nelle strade bianche.

Nella Figura 13 è rappresentata la ripartizione del consumo di suolo per l'intero periodo 1954-2013 rispetto alla classificazione in strade/edificato.

#### *Perdita di Servizi Ecosistemici*

Rispetto ai S.E. generali del bosco, indicati nell'introduzione, è stata effettuata una valutazione sui tipi offerti dall'area in analisi in riferimento allo schema della Tabella 10

Categoria vegetale	Tipologia di consumo di suolo (ha)				Totale
	Strade bianche	Strade asfaltate (extra urbane)	Urbano	Extraurbano nell'Agro	
Boschi di Leccio	5,22	2,62	0,20	0,69	8,73
Boschi e boscaglie a olivastro	0,09	0,29	6,20	0,00	6,58
Macchia evoluta e pre-forestale	1,46	0,21	24,17	0,20	26,03
Macchia termoxerofila di degradazione	4,78	4,35	71,45	1,35	81,92
Garighe e arbusteti montani	0,84	0,30	3,58	0,01	4,72
<b>Totale</b>	<b>12,38</b>	<b>7,76</b>	<b>105,60</b>	<b>2,24</b>	<b>127,99</b>
%	9,67	6,06	82,51	1,75	100,00

Tabella 8: Ripartizione delle Categorie vegetali di consumo di suolo per l'intero periodo 1954-2013 rispetto alla classificazione in strade/edificato.

Unità	Tipologia di consumo di suolo (ha)				Totale
	Strade bianche	Strade asfaltate (extra urbane)	Urbano	Extraurbano nell'Agro	
1	9,51	5,98	52,29	1,02	68,80
2	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25
18	2,20	1,78	53,31	1,22	58,51
19	0,43	0,00	0,00	0,00	0,43
<b>Totale</b>	<b>12,38</b>	<b>7,76</b>	<b>105,60</b>	<b>2,24</b>	<b>127,99</b>
%	9,67	6,06	82,51	1,75	100,00

Tabella 9: Ripartizione delle Unità pedologiche (Aru et al., 1991) di consumo di suolo per l'intero periodo 1954-2013 rispetto alla classificazione in strade/edificato.

(DE GROOT et al., 2002; MA, 2005; SANTOLINI, 2010; PASTORELLA et al., 2017).

Si nota che, tranne i casi relativi ai S.E. di Fornitura e specificatamente i punti 3 (Fibre, combustibili ecc.), 4 (Materiali genetici ecc.) e 5 (Specie ornamentali), tutte le altre tipologie sono presenti o potenzialmente presenti in relazione ad un ipotetico schema di domanda/offerta.

Rispetto al caso in esame, è stato ritenuto che le 5 categorie di vegetazione rilevate nelle aree sottoposte al consumo di suolo, offrono e concorrono alla fornitura di tutte le tipologie di S.E. rilevati nella Tabella 10. Per cui appare forzato, in mancanza di dati di rilievo diretto presso i portatori di interesse (DE GROOT et al., 2002; MA, 2005; SANTOLINI, 2010; PASTORELLA et al., 2017), rispetto alla fornitura dei S.E., attribuire un diverso valore alle categorie vegetali rilevate. Anche nelle formazioni vegetali più degradate, macchia termoxerofila e di degradazione e Garighe e Arbusteti prostrati, i S.E. sono svolti, probabilmente, con intensità diversa rispetto alle formazioni più evolute, ma con una contribuzione al valore totale rilevabile nell'area.

Considerando gli indirizzi d'uso del territorio in esame (ARU *et al.*, 1991; DE RISO, 2008, NIEDDU, 2012), quanto detto sull'indistinguibilità della vegetazione rispetto alla fornitura di S.E. è avvalorato dall'orientamento prettamente conservazionistico dei suoli. Ogni categoria vegetale presente nell'area di studio (NIEDDU, 2012), insiste su suoli poco evoluti, nei quali la vegetazione è certamente utile al mantenimento delle funzionalità ecosistemiche. In mancanza della stessa, l'ipotesi più probabile è che, mentre la funzione ecosistemica di protezione dall'erosione idrica è presente (NIEDDU, 2012), per via di fattori fisici che assicurano un prevalente basso grado di erosione dovuto ad una tessitura poco erodibile, con elevate % di scheletro e ad una aggressività climatica ridotta, pur se in contemporanea presenza di elevate % di pendenza, le altre funzioni ecosistemiche non possono esplicarsi, se non con ridotte valenze.

Per cui, le superfici di suolo perse, distribuite nelle diverse categorie vegetali, sono state considerate indistinte rispetto all'associazione con le diverse tipologie di S.E.

Inoltre, in una località costiera come Cala Gonone, in base alle superfici edificate, al tipo di edificio, all'uso prettamente estivo, è preminente la richiesta di S.E. culturali rispetto alle altre 3 categorie della Tabella 10, a conferma di quanto espresso da Pastorella *et al.* (2017).

Nella Tabella 11 è stata effettuata una analisi dei S.E. forniti dalle aree a bosco (aree naturali e seminaturali) perse in seguito al consumo di suolo nel periodo 1954-2013 per le 4 tipologie di uso del suolo attuale. Considerando i S.E. di Fornitura, Regolazione e Supporto, è indubbio che le superfici perse

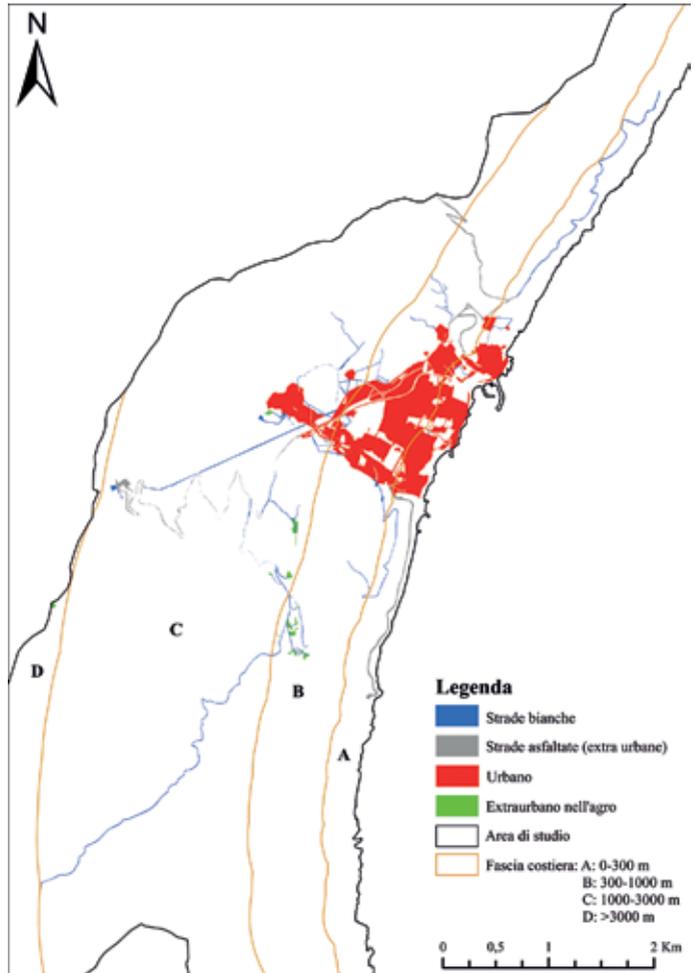


Figura 13: Ripartizione del consumo di suolo per l'intero periodo 1954-2013 rispetto alla classificazione in strade/edificato.

non possono più garantire qualsiasi funzione come da Tabella 10. Rispetto invece ai S.E. Culturali, considerando le specificità dell'area a monte dell'abitato, le peculiarità di ordine geomorfologico e di giacitura già considerate in introduzione, la presenza di una rete infrastrutturale consente una migliore fruizione della stessa.

A Cala Gonone, la funzione culturale del bosco, in mancanza di spazi naturali e seminaturali, tranne una pineta di origine artificiale, è svolta dall'ambiente extraurbano, raggiungibile dalla rete infrastrutturale sia asfaltata, quale rete principale, sia di strade bianche, per la penetrazione nell'agro.

Rispetto ai 105,60 ha dell'edificato urbano,

una quota non ridotta, come da Tabella 8, è ricadente nella Macchia evoluta e pre-forestale (24,17 ha) e nei Boschi ad olivastro (6,20 ha). Si tratta di categorie vegetali che, sia a ridosso sia all'interno dell'abitato di Cala Gonone, erano probabilmente suscettibili di potenziale evoluzione, con la possibilità di esplicitare i S.E. simili a quelli forniti dal Bosco di Leccio. Non è improbabile che, risparmiare tali superfici al consumo di suolo edificato, avrebbe garantito una potenziale futura fruizione di S.E. anche di natura culturale, stante la carenza di aree verdi naturali a bosco nell'abitato di Cala Gonone.

Rispetto alla Tabella 11, si può concludere che, se i 127,99 ha dei S.E. del tipo Fornitura, Regolazione e Supporto sono persi, i 12,38 ha di strade bianche, i 7,76 ha di strade asfaltate e i 2,24 ha di edificato nell'agro, per un totale di 22,38 ha, potrebbero essere inseriti in termini positivi per una migliore fruizione del S.E. Culturale.

L'area in esame è inserita in un duplice contesto fornitore di S.E. E' presente un contesto di bosco, posto a monte dell'abitato di Cala Gonone, mentre l'elevato consumo di suolo nell'edificato, 105,60 ha, certamente spropositato rispetto al numero di residenti, è legato ad un turismo estivo marino, fatto prevalentemente di seconde case con una maggiore richiesta di spazi per l'edificazione dal secondo dopoguerra fino all'attualità.

Del tipo di S.E. forniti dal mare esistono varie versioni (BEAUMONT et al., 2007; GIUPPONI et al., 2009), ma sostanzialmente analoghe rispetto ai tipi fondamentali del bosco: Produzione, Regolazione, Cultura e Supporto. Rispetto ai S.E. Culturali del mare, sono indubbie le "sensazioni di benessere" pro-

dotte dal mare sia in senso fisiologico, sia in senso indiretto, per via delle mode, del turismo ecc. (GIUPPONI et al., 2009). Per cui, tutte le superfici indicate nella Tabella 11, potrebbero essere considerate in termini positivi rispetto alla fruizione dei S.E. forniti dal mare.

Nel caso in esame, rispetto ai S.E. forniti dal mare, è stato valutato che anche le superfici di suolo consumate dalle strade bianche e dall'edificato extraurbano sono comunque

Servizi Ecosistemici	Processo ecosistemico e/o componente fornitore del S.E.	Presenza S.E. nell'area di studio
<b>Fornitura</b>		
1. Cibo commestibili	Presenza di piante, animali	Si
2. Acqua	Riserve d'acqua potabile	Si
3. Fibre, combustibili, altre materie prime	Specie o materiali minerali con uso potenziale come materia prima	No
4. Materiali genetici: geni della resistenza ai patogeni	Specie con materiale genetico potenzialmente utile	No
5. Specie ornamentali	Specie o materiali minerali con uso ornamentale	No
<b>Regolazione</b>		<b>Presenza S.E. nell'area di studio</b>
6. Regolazione qualità dell'aria dall'atmosfera	Capacità degli ecosistemi di assorbire composti chimici	Si
7. Regolazione del clima	Influenza degli ecosistemi sul clima locale e globale	Si
8. Mitigazione dei rischi naturali	Protezione contro i danni da eventi distruttivi (es. inondazioni)	Si
9. Regolazione delle acque	Ruolo delle foreste nell'infiltrazione delle piogge e graduale rilascio delle acque	Si
10. Assimilazione dei rifiuti	Processi di rimozione e dissoluzione di composti organici e composti chimici	Si
11. Protezione dall'erosione		Si
12. Formazione e rigenerazione del suolo	Formazione e rigenerazione del suolo (pedogenesi)	Si
13. Impollinazione	Abbondanza ed efficienza degli impollinatori	Si
14. Controllo biologico	Controllo delle popolazioni di infestanti attraverso relazioni trofici che (predatori o competitori "utili")	Si
<b>Supporto</b>		<b>Presenza S.E. nell'area di studio</b>
15. Habitat	Funzionalità di aree di riproduzione, alimentazione e rifugio per specie stanziali e in migrazione	Si
16. Conservazione della biodiversità genetica	Mantenimento di processi evolutivi e della fitness biologica (su base fenotipica e/o genetica)	Si
<b>Culturali</b>		<b>Presenza S.E. nell'area di studio</b>
17. Estetico: valore scenico	Qualità estetica del paesaggio (es. diversità strutturale, tranquillità ecc.)	Si
18. Ricreativo: opportunità per turismo e attività ricreative	Attrattività del paesaggio "naturale" e delle attività all'aperto	Si
19. Eredità culturale e identità	Importanza dei elementi storici e d'identità per la comunità locale	Si
20. Educazione e scienza: opportunità per formazione ed educazione formale e informale	Caratteristiche del paesaggio, specie e vegetazioni con importanza culturale, con valore/interesse scientifici ed educativo	Si

Tabella 10: Classificazione dei S.E. (Modello adattato da Ma, 2005; De Groot et al., 2002) e presenza nell'area di studio.

utili, quantomeno in funzione di una migliore fruizione, specie quella di tipo Culturale, considerando che le stesse consentono, in certi casi, lo sbocco a mare e in tutti i casi, per lunghi tratti, la fruizione del paesaggio costiero marino.

Il confronto tra i S.E. forniti dal mare e dal bosco avviene tuttavia con una diversa intensità d'uso. Mentre il bosco fornisce S.E. tutto l'anno o potenzialmente fornisce S.E. tutto l'anno, il mare è fornitore di S.E. di Produzione, Regolazione e Supporto in modo perenne, mentre la funzione culturale si esprime prevalentemente in relazione al periodo estivo, vista la massiccia presenza turistica stagionale esistente.

### Conclusioni

La valutazione diacronica ha consentito di poter affermare come i soprassuoli attuali (rif. anno 2013) sono sostanzialmente pari, in termini di categoria vegetale, a quelli presenti nel 1954. Non sono subentrate specie vegetali aliene o invadenti nell'agro, dove talaltro la copertura vegetale è elevata.

In senso stretto, il consumo di suolo nel territorio di Cala Gonone, nel periodo di analisi, ha interessato una % ridotta dell'area, pari al 3,79%. Rispetto al totale iniziale presente nel 1954, nell'anno 2013, il totale presente è pari al 4,40%. Si tratta di superfici ridotte rispetto all'intera area di studio, ma considerevoli se si rapportano alle aree effettivamente edificabili, poste sostanzialmente a ridosso della fascia di costa più esterna.

In senso lato, se i S.E. di Fornitura, Regolazione e Supporto dell'area in analisi hanno subito delle perdite, tuttavia non irreparabili, considerando sia la bassa % di suolo consumata rispetto al totale dell'area in analisi, sia la presenza attuale delle formazioni vegetali esistenti nel 1954, la funzione Culturale si è arricchita grazie ad una rete stradale (sia bianca sia asfaltata) migliorando la fruizione dell'area, soprattutto in aree con vegetazione impenetrabile come la macchia

Tipo di consumo di suolo	Superficie (ha)	Aree a Bosco (ha)	
		S.E. Fornitura, Regolazione e Supporto	S.E. Culturali
		-	+
Strade bianche	12,38	12,38	12,38
Strade asfaltate	7,76	7,76	7,76
Urbano	105,6	105,6	
Extraurbano nell'agro	2,24	2,24	2,24
<b>Totale</b>	<b>127,98</b>	<b>127,98</b>	<b>22,38</b>

Tabella 11: Valutazione delle superfici di suolo consumato nel periodo 1954-2013 rispetto ai S.E. del bosco dell'area esaminata in riferimento alle tipologie di uso del suolo attuale.

mediterranea. Tale miglioramento è stato inoltre utile anche per la fruizione dei S.E. forniti dal mare. L'unico squilibrio esistente è nell'edificato urbano, certamente molto elevato rispetto al numero di residenti, da cui emerge una massiccia presenza di seconde case per un turismo prevalentemente estivo e legato al mare.

Il consumo di suolo che maggiormente incide nella perdita di S.E. del bosco è quello dell'edificato urbano, soprattutto a carico delle formazioni vegetali più evolute (Boschi di Leccio e Macchia Evoluta e pre-forestale) e su suoli più potenti, mentre rispetto al mare, la presenza di un edificato favorisce la permanenza e la migliore fruizione dei relativi S.E.. Tuttavia, il tutto avviene con una duplice intensità di potenziale fruizione. Mentre i S.E. delle formazioni vegetali sono sfruttabili in tutte le stagioni, i S.E. turistici del mare, stante la prevalenza rispetto agli altri S.E., sono prevalentemente utilizzati nel periodo estivo.

Il giusto punto di equilibrio è legato alla determinazione di un tasso di edificato urbano commisurato al reale uso del territorio. Il consumo di suolo, e quindi la conseguente perdita di S.E. del bosco e delle aree naturali e seminaturali, è un problema che con le attuali logiche di mercato, specie in aree a forte attrazione turistica, ancora di più in aree costiere, non è facilmente invertibile in mancanza di un'adeguata considerazione nelle politiche di uso del territorio.

Una concreta possibilità è fornita dalla valutazione economica dei S.E. e la loro contabilizzazione nei bilanci dei proprietari, con ad esempio dei sistemi di sgravio fiscale e/o in pagamenti ambientali (GIUPPONI *et al.*, 2009; PASTORELLA *et al.*, 2017).

La possibilità di limitazione del consumo di suolo, probabilmente più facilmente attua-

bile, è quella di tipo vincolistico generale senza indennizzo, che al di là degli indirizzi programmatori urbanistici comunali, garantisce un giusto punto di equilibrio tra consumo di suolo e perdita di S.E. irrinunciabili. La discriminante vincolistica potrebbe essere meglio definita in relazione ai tipi di S.E. e ad una adeguata valutazione degli stessi per singola area di analisi.

Lo sviluppo urbanistico non può prescindere da un approfondimento ragionato sulla conoscenza del consumo di suolo esistente e sulla relativa valutazione dei S.E. perduti/guadagnati utilizzando un approccio di prefissato equilibrio rispetto all'uso del territorio sia attuale sia futuro.

## BIBLIOGRAFIA

- ARU A., BALDACCINI P., VACCA A., VACCA S., MADRAU S., 1991 - *Nota illustrativa alla carta dei suoli della Sardegna*. Regione Autonoma della Sardegna. Assessorato della Programmazione, Bilancio e Assetto del territorio. Centro Regionale di Programmazione; Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra. Cagliari.
- BAZZOFFI P., 2007 - *Erosione del suolo e sviluppo rurale, Edagricole, Bologna*.
- BEAUMONT N.J., AUSTEN M.C., ATKINS J., BURDON D., DEGRAER S., DENTINHO T.P., DEROUS S., HOLM P., HORTON T., VAN IERLAND E., MARBOE A. H., STARKEY D.J., TOWNSEND M., ZARZYCKI T., 2007 - *Identification, Definition and Quantification of Goods and Services provided by Marine Biodiversity: Implications for the Ecosystem Approach*. Marine Poll. Bull. 54: 253-265.
- CARMIGNANI L., OGGIANO G., BARCA S., CONTI P., SALVADORI I., ELTRUDIS A., FUNEDDA A., PASCÌ S., 2001 - *Geologia della Sardegna, Note Illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000*. Mem. Descr. carta Geologica d'Italia. 60: 283 pp., Serv. Geol., Roma.
- COMMISSIONE EUROPEA, 2012 - *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*. Bruxelles, 15.5.2012, SWD (2012) 101.
- CORONA P., 2010 - *Declino globale della diversità biologica, foreste e approccio ecosistemico*. Forest@ 7 : 106-108.
- CORRIAS A., 1974 - *Aspetti floristici e vegetazionali del territorio di Dorgali (Cala Gonone)*. Tesi di Laurea Università degli Studi di Sassari Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali – Dipartimento di Botanica ed ecologia vegetale, Corso di Laurea in Scienze Naturali. Anno Accademico 1973-1974.
- DE GROOT R.S., WILSON M., BOUMANS R., 2002 - *A typology for the description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services*. Ecological Economics 41 (3), 393-408.
- DE GROOT R.S., ALKEMADE R., BRAAT L., HEIN L., WILLEMEN L., 2010 - *Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making*. Ecological Complexity 7: 260-272. - doi: 10.1016/j.ecocom.2009.10.006.
- DE RISO S., 2008 - *Studio della genesi ed evoluzione dei suoli su substrati carbonatici*. Tesi di Dottorato, Corso "Difesa e conservazione del suolo, vulnerabilità ambientale e protezione idrogeologica", Ciclo XXI, Università di studi di Cagliari.
- DETTORI S., FILIGHEDDU M.R., GUTIERREZ M., 2001 - *La coltivazione della quercia da sughero*. Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei Università degli Studi di Sassari.
- FELIPE-LUCIA M.R., COMÍN F.A., ESCALERA-REYES J., 2015 - *A framework for the social valuation of ecosystem services*. Ambio 44: 308-318. - doi: 10.1007/s13280-014-0555-2.
- <http://www.sardegneoportale.it> (ultima visita: 28 luglio 2017)
- GIORDANO A., 2002 - *Pedologia Forestale e Conservazione del Suolo*. UTET.
- GIUPPONI C., GALASSI S., PETTENELLA D., SECCO L., GATTO P., COSTANTINI M., 2009 - *Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici in Italia*. Progetto: "Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità: i contributi della Conservazione Ecoregionale". Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione per la Protezione della Natura, Roma, p. 34. [online] URL: [http://www.minambiente.it/opencms/export/sites/default/archivio/allegati/biodiversita/Verso\\_la\\_strategia/tavolo\\_7\\_servizi\\_ecosistemici\\_completo.pdf](http://www.minambiente.it/opencms/export/sites/default/archivio/allegati/biodiversita/Verso_la_strategia/tavolo_7_servizi_ecosistemici_completo.pdf)
- ISPRA, 2017 - *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Rapporti 266/2017.
- L'UNIONE SARDA, 2016 - [http://www.unionesarda.it/articolo/cronaca/2016/08/15/dorgali\\_turismo\\_in\\_crescita\\_grazie\\_all\\_integrazione\\_tra\\_mare\\_e\\_mo-68-524584.html](http://www.unionesarda.it/articolo/cronaca/2016/08/15/dorgali_turismo_in_crescita_grazie_all_integrazione_tra_mare_e_mo-68-524584.html)
- MA, 2005 - *Millennium ecosystem assessment synthesis report*. Island Press, Washington, DC, USA.
- NIEDDU S., 2012 - *Condizioni di conservazione dei suoli su substrati carbonatici assoggettati ad intensa pressione antropica*. Tesi di Dottorato, Corso "Difesa e conservazione del suolo, vulnerabilità ambientale e protezione idrogeologica", Ciclo XXIII, Università degli studi di Cagliari.
- PALETTO A., GEITNER C., GRILLI G., HASTIK R., PASTORELLA F., RODRÍGUEZ GARCÍA L., 2015 - *Mapping the value of ecosystem services: A case study from the Austrian Alps*. Annals of Forest Research 58 (1): 157-175. - doi: 10.15287/afr.2015.335.
- PALETTO A., GIACOVELLI G., MATTEUCCI G., MAESANO M., PASTORELLA F., TURCO R., SCARASCIA MUGNOZZA G., 2017

- *Strategie di valorizzazione della filiera foresta-legno in Calabria: il punto di vista dei portatori d'interessi*. Forest@ 14: 34-48.

PASTORELLA F., MAESANO M., PALETTO A., GIACOVELLI G., VIVONA S., VELTRI A., PELLICONE G., MATTEUCCI G., SCARASCIA MUGNOZZA G., 2017 - *Servizi ecosistemi delle foreste calabresi: la percezione degli stakeholders*. Forest@. 14: 143-161.

PAVARI A., 1916 - *Studio preliminare sulle colture di specie forestali esotiche in Italia*. Annali del Regio Istituto Superiore Forestale Nazionale, Vol. 1, 159-379.

PIUSSI P., 1994 - *Selvicoltura generale*. U.T.E.T., Torino.

R.A.S., REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA, 1998 - *Studio sull'Idrologia Superficiale della Sardegna*. Elaborato dalla Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio ed Assetto del Territorio.

R.A.S., REGIONE AUTONOMA SARDEGNA, ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE, 2007 - *Piano Forestale Ambientale Regionale*, Relazione Generale, Cagliari.

RIVAS-MARTINEZ S., PENAS A., DIAZ T.E., 2004 - *Biogeographic map of Europe*. Cartographic Service, University of Léon.

SANTOLINI R., 2010 - *Servizi Ecosistemici e Sostenibilità*. Ecoscienza, N. 3.

STALLARD R.F., 1995 - *Tectonic, Environmental and Human Aspects of Weathering and Erosion: A Global Review using a Steady-State Perspective*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 23,11-39.

U.S.D.A., UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1999 - *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. USDA Handbook, Washington DC.

WORLD BANK, 2012 - *Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development*, The World Bank, Washington, DC, USA

### Salvatore Nieddu

Dottore di ricerca in Difesa e conservazione del suolo, vulnerabilità ambientale e protezione idrogeologica  
E-mail: salvatorenieddu@yahoo.it

**PAROLE CHIAVE:** *Consumo di suolo, servizi ecosistemi, ambiente mediterraneo*

### RIASSUNTO

Il presente studio ha permesso di analizzare il consumo di suolo in una località costiera mediterranea di grande interesse turistico marino e di valutare i conseguenti impatti sui servizi ecosistemici. Il consumo di suolo è stato analizzato con una analisi diacronica di 8 ortofoto del periodo 1954-2013. Per ogni annata sono stati rilevate le categorie vegetali sottoposte al consumo e i relativi gradi di copertura del suolo. Le superfici di suolo consumato sono state analizzate rispetto ai caratteri dei suoli presenti, ad un determinato set di distanze dalla linea di costa e agli usi attuali (infrastrutture e edifici). Il consumo di suolo è stato associato alla valutazione dell'eventuale attuale perdita di servizi ecosistemici sia al contesto di bosco, sia al contesto marino. Emerge un notevole consumo di suolo nell'edificato urbano mentre le infrastrutture sono state ritenute efficaci nella migliore fruizione della risorsa naturale terrestre e quindi per i servizi ecosistemici culturali.

**KEY WORDS:** *Soil consumption, Ecosystem services, Mediterranean environment*

### ABSTRACT

The present study analyzes the soil consumption in a Mediterranean coastal area of great marine tourist interest and the impacts on ecosystem services. Soil consumption was analyzed with a diachronic analysis of 8 orthophotos of the 1954-2013 period. For each year, the categories of crops consumed and their soil cover rates were found. Soil surfaces that have been consumed have been analyzed with respect to the characteristics of the soils present, compared to a certain set of distances from the coast line, and to current uses (infrastructures and buildings). Soil consumption was associated with the assessment of the present loss of ecosystem services both in terms of the forest environment and the marine environment. There is considerable soil consumption in the urban construction while infrastructures have been considered effective in the best use of the Earth's natural resource and therefore for the cultural ecosystem services.