

a cura di
MARIA CHIARA
TORRICELLI

ES-LCA e patrimonio naturale

*Life Cycle Analisi ambientale e sociale
di un'area protetta*

R



LIBRARY
OF THE
RUBIN
PRESS

a cura di
MARIA CHIARA
TORRICELLI

ES-LCA e patrimonio naturale

*Life Cycle Analisi ambientale e sociale
di un'area protetta*

R





La collana **Ricerche di architettura, restauro, paesaggio, design, città e territorio**, ha l'obiettivo di diffondere i risultati della ricerca in architettura, restauro, paesaggio, design, città e territorio, condotta a livello nazionale e internazionale.

Ogni volume è soggetto ad una procedura di accettazione e valutazione qualitativa basata sul giudizio tra pari affidata al Comitato Scientifico Editoriale del Dipartimento di Architettura e dal consiglio editoriale della Firenze University Press. Tutte le pubblicazioni sono inoltre *open access* sul Web, favorendone non solo la diffusione ma anche una valutazione aperta a tutta la comunità scientifica internazionale.

Il Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze e la Firenze University Press promuovono e sostengono questa collana per offrire il loro contributo alla ricerca internazionale sul progetto sia sul piano teorico-critico che operativo

The Research on architecture, restoration, landscape, design, the city and the territory series of scientific publications has the purpose of divulging the results of national and international research carried out on architecture, restoration, landscape, design, the city and the territory.

The volumes are subject to a qualitative process of acceptance and evaluation based on peer review, which is entrusted to the Scientific Publications Committee of the Department of Architecture (DIDA) and to the Editorial Board of Firenze University Press. Furthermore, all publications are available on an open-access basis on the Internet, which not only favors their diffusion, but also fosters an effective evaluation from the entire international scientific community.

The Department of Architecture of the University of Florence and the Firenze University Press promote and support this series in order to offer a useful contribution to international research on architectural design, both at the theoretico-critical and operative levels.

ricerche di
architettura
restauro
paesaggio
design
città e
territorio

A large, bold, black serif letter 'R' is positioned on the right side of the text block. The letter is stylized with a thick vertical stem and a curved top and bottom. A thin horizontal line is drawn across the top of the stem, extending slightly to the left of the letter's main vertical stroke.



Coordinatore | Scientific coordinator

Saverio Mecca | Università degli Studi di Firenze, Italy

Comitato scientifico | Editorial board

Elisabetta Benelli | Università degli Studi di Firenze, Italy; Marta Berni | Università degli Studi di Firenze, Italy; Stefano Bertocci | Università degli Studi di Firenze, Italy; Antonio Borri | Università di Perugia, Italy; Molly Bourne | Syracuse University, USA; Andrea Campioli | Politecnico di Milano, Italy; Miquel Casals Casanova | Universitat Politècnica de Catalunya, Spain; Marguerite Crawford | University of California at Berkeley, USA; Rosa De Marco | ENSA Paris-La-Villette, France; Fabrizio Gai | Istituto Universitario di Architettura di Venezia, Italy; Javier Gallego Roja | Universidad de Granada, Spain; Giulio Giovannoni | Università degli Studi di Firenze, Italy; Robert Levy, Ben-Gurion University of the Negev, Israel; Fabio Lucchesi | Università degli Studi di Firenze, Italy; Pietro Matracchi | Università degli Studi di Firenze, Italy; Saverio Mecca | Università degli Studi di Firenze, Italy; Camilla Mileto | Universidad Politécnica de Valencia, Spain; Bernhard Mueller | Leibniz Institut Ecological and Regional Development, Dresden, Germany; Libby Porter | Monash University in Melbourne, Australia; Rosa Povedano i Serré | Universitat de Barcelona, Spain; Pablo Rodriguez-Navarro | Universidad Politécnica de Valencia, Spain; Luisa Rovero | Università degli Studi di Firenze, Italy; José-Carlos Salcedo Hernández | Universidad de Extremadura, Spain; Marco Tanganelli | Università degli Studi di Firenze, Italy; Maria Chiara Torricelli | Università degli Studi di Firenze, Italy; Ulisse Tramonti | Università degli Studi di Firenze, Italy; Andrea Vallicelli | Università di Pescara, Italy; Corinna Vasič | Università degli Studi di Firenze, Italy; Joan Lluís Zamora i Mestre | Universitat Politècnica de Catalunya, Spain; Mariella Zoppi | Università degli Studi di Firenze, Italy

Questa pubblicazione riporta i risultati della Ricerca PRIN 2009-2011 *Ricomposizione territoriale e valorizzazione degli spazi urbani e rurali: metodi interpretativi e modelli di sviluppo sostenibile nelle aree protette a confronto*

Coordinatore scientifico

Guglielmo Scaramellini, Università degli Studi di Milano

Unità di Ricerca PRIN Università di Firenze *Criteri di valutazione del progetto e della gestione degli assetti insediativi in rapporto a prestazioni ambientali e sociali*

Responsabile scientifico

Maria Chiara Torricelli

Componenti del gruppo di ricerca

Maria Chiara Torricelli, Sabrina Borgianni, Alfredo Di Zenzo, Caterina Gargari, Sergio Leone, Luca Marzi, Lorenzo Mini, Francesco Monacci, Francesca Reale, Alessandra Sani, Nicoletta Setola. Ha partecipato, in qualità di esperta sui temi LCA, Alessandra Zamagni.

Hanno partecipato, per lo sviluppo delle indagini sull'accessibilità del Parco di MSRM, in concomitanza con il progetto formativo Senza Barriere 3 (promosso dalla provincia di Lucca, Agenzia formativa SO.GE.SA. 2000 SRL, Consorzio SO.6CO, con il contributo della Federazione nazionale tra le associazioni dei disabili sez. Prov.le di Lucca - ANMIC, ANMIL, ENSI, UICI, UNMS): Roberta Bernardini, Elisabetta Biagioni, Stella Bianchini, Luca Cesaretti, Melissa Fanucchi, Francesca Furter, Piero Lorenzetti, Antonella Marcucci, Roberto Pardini, Giuseppe Parisi, Jani Plauschku, Federico Sebastiani.

Ringraziamenti

Si ringrazia: tutto il personale dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli -MSRM-, in particolare il direttore dott. Andrea Gennai, il dott. Antonio Perfetti, l'arch. Andrea Porchera, la dott.ssa Susanna Paoli; la Società Navicelli di Pisa: ing. Giovandomenico Caridi, dott. Nicola Andretta, ing. Silvia Leon, dott. Piero Pagliaro, dott. Marco Sammataro. Un ringraziamento particolare per la preziosa collaborazione al presidente dell'U.I.C. di Lucca Massimo Diodati, Aldo Cruschelli (con Rudy), Andrea Pagano, Michele Pantaleoni, Niccolò Zeppi, Francesco Pucci e Elisabetta Bertucelli che ha coordinato tutto il gruppo di lavoro del progetto formativo Senza Barriere 3.

ES-LCA e patrimonio naturale

Life Cycle Analisi ambientale e sociale di un'area protetta

a cura di
Maria Chiara Torricelli



ES-LCA E PATRIMONIO NATURALE : life Cycle Analisi ambientale e sociale di un'area protetta / a cura di Maria Chiara Torricelli. - Firenze : Firenze University Press, 2015.

(Ricerche di architettura, restauro, paesaggio, design, città e territorio ; 2)

<http://digital.casalini.it/9788866558033>

ISBN 978-88-6655-802-6 (print)

ISBN 978-88-6655-803-3 (online)

In copertina: Percorsi attrezzati per l'accesso al mare della "Macchia Lucchese - Tenuta Borbone", fotografia di Luca Marzi.

Progetto ed elaborazione grafica dei diagrammi di illustrazione della metodologia: Sabrina Borgianni e Nicoletta Setola.

Dtp: Sabrina Borgianni

Le fotografie del Parco sono di: Luca Marzi, Roberta Bernardini, Sergio Leone, si ringrazia Luca Gorrieri e Susanna Paoli per aver fornito materiale fotografico dell'archivio dell'ente parco. Inoltre si ringrazia Angelo Del Negro per l'elaborazioni cartografiche e Zerolabgis, di Roberta Bernardini e Francesca Furter, per la collaborazione alle elaborazioni grafiche relative al rilievo ambientale.

Le mappe nelle Figg. 6, 16, 17a, 17b, 18, 20-25 sono state elaborate con i software configurazionali Depthmap UCL e Confeego, e con la piattaforma GIS Mapinfo Professional.

progetto grafico



Certificazione scientifica delle Opere

Tutti i volumi pubblicati sono soggetti ad un processo di referaggio esterno di cui sono responsabili il Consiglio editoriale della FUP e il Consiglio scientifico della collana *Ricerche di architettura, restauro, paesaggio, design, città e territorio*, nominato dal dipartimento DIDA. Le opere pubblicate nel catalogo della FUP sono valutate e approvate dal Consiglio editoriale della casa editrice. Per una descrizione più analitica del processo di referaggio si rimanda ai documenti ufficiali pubblicati sul catalogo on-line della casa editrice (www.fupress.com).

Consiglio editoriale Firenze University Press

G. Nigro (Coordinatore), M.T. Bartoli, M. Boddi, R. Casalbuoni, C. Ciappei, R. Del Punta, A. Dolfi, V. Fargion, S. Ferrone, M. Garzaniti, P. Guarnieri, A. Mariani, M. Marini, A. Novelli, M. Verga, A. Zorzi.

La presente opera è rilasciata nei termini della licenza Creative Commons Attribuzione - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale (CC BY-SA 4.0: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>).

CC 2015 Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
Borgo Albizi, 28, 50122 Firenze, Italy
www.fupress.com
Printed in Italy

Stampato su carta di pura cellulosa **Fedrigoni X-Per**

ELEMENTAL
CHLORINE
FREE
GUARANTEED



a cura di

Maria Chiara Torricelli

ES-LCA e patrimonio naturale

Life Cycle Analisi ambientale e sociale di un'area protetta



Sommario

Prefazione <i>Preface</i>	13
Guglielmo Scaramellini	

Introduzione <i>Introduction</i>	19
Maria Chiara Torricelli	

PARTE I

Patrimonio naturale e approccio Life Cycle al territorio

Capitolo 1

Contesto e obiettivi della ricerca	25
---	----

Maria Chiara Torricelli

English abstract

1 La dimensione locale nell'approccio life cycle alla sostenibilità	25
---	----

2 L'approccio life cycle è utile nella valutazione della sostenibilità di un territorio?	27
--	----

3 Approccio life cycle e patrimonio naturale	27
--	----

4 Valutazione ambientale in aree sensibili e protette	30
---	----

5 Gestione delle aree naturali protette	33
---	----

6 Valutazione ambientale di un territorio. Metodi di elaborazione di indicatori ambientali	35
--	----

7 Ipotesi di lavoro e obiettivi della ricerca	37
---	----

Bibliografia	40
--------------	----

Capitolo 2

Approccio Life Cycle e valutazione della sostenibilità	45
---	----

Alessandra Zamagni, Francesca Reale

English abstract

1 Life Cycle Thinking e le politiche ambientali europee	45
---	----

2 La sostenibilità e l'approccio ciclo di vita	47
--	----

3 Life Cycle Sustainability Assessment Analysis	49
---	----

4 LCSA e territorio: il ruolo degli stakeholders	51
--	----

5 Conclusioni	54
---------------	----

Bibliografia	55
--------------	----

Capitolo 3

Sostenibilità ambientale e sociale di un territorio naturale protetto

59

Maria Chiara Torricelli

English abstract

1 Ciclo di vita e unità di analisi di sostenibilità di un territorio	59
2 Funzioni territoriali: flussi ambientali, relazioni sociali e prestazioni	62
3 Territorio naturale protetto. Definizione e categorie	66
4 Obiettivi di valorizzazione e conservazione del patrimonio naturale. Le indicazioni di IUCN	67
5 Linee metodologiche per un E-LCA e S-LCA di territori naturali protetti	68
Bibliografia	69

Capitolo 4

La qualità ambientale. Consumo di risorse e impatti

73

Maria Chiara Torricelli, Caterina Gargari

English abstract

1 Premessa metodologica	73
2 Motivazione e obiettivi del LCA ambientale di un territorio	76
3 Livello di analisi e Unità di riferimento	77
4 Equivalente funzionale e Funzioni territoriali	78
5 Confini del sistema oggetto di analisi, modello e unità di flusso da analizzare	82
6 L'inventario dei dati di pressione sull'ambiente - Life Cycle Inventory (LCI)	84
7 Gli indicatori ambientali midpoint e endpoint - fase LCIA e interpretazione	86
8 La differenziazione geografica degli indicatori	87
9 Categorie di impatto - basket degli indicatori e modelli di calcolo	90
10 Biodiversità Biocapacità e Uso del suolo in LCA	95
11 Proposta di un framework per il E-LCA di un territorio	107
Bibliografia	112

Capitolo 5	
La qualità eco sistemica. Biodiversità e reti ecologiche	117
Francesco Monacci	
<i>English abstract</i>	
1 Una necessaria premessa: il declino della biodiversità globale	117
2 Biodiversità e reti ecologiche: riferimenti normativi e strumenti di pianificazione	118
3 Rassegna sullo stato dell'arte degli indicatori per il monitoraggio della biodiversità	123
4 Proposte per l'integrazione e l'implementazione degli indicatori di biodiversità	132
5 Indicatori per il monitoraggio della connettività e della frammentazione	136
6 Indice di frammentazione del territorio rurale	138
7 Definizione di un framework per l'analisi della biodiversità in un territorio	139
Bibliografia	141
Capitolo 6	
La qualità sociale. Valorizzazione sociale della risorsa parco	145
Luca Marzi, Nicoletta Setola, Maria Chiara Torricelli, Sabrina Borgianni	
<i>English abstract</i>	
1 Premessa metodologica. Il Social-LCA	145
2 Motivazione e obiettivi del LCA Sociale di un territorio. Il tema dell'accessibilità ambientale a un'area naturale protetta	151
3 Unità di riferimento, Funzioni territoriali e modelli di analisi	152
4 L'approccio prestazionale	154
5 L'approccio configurazionale	157
6 Il wayfinding nei parchi: stato dell'arte e prospettive di ricerca	158
7 L'inventario dei dati riferiti alla accessibilità ambientale	162
8 L'utenza di aree naturali protette	164
9 La configurazione dei percorsi di un parco. Modellazione dei percorsi secondo la metodologia Space Syntax	168

10 Azioni gestionali e di governance per l'accessibilità ai parchi	170
11 Gli indicatori sociali di impatto. Gli indicatori di accessibilità ambientale	171
12 Indicatori prestazionali	174
13 Indicatori configurazionali	175
14 Grado di accessibilità ambientale e indicatori sociali midpoint	176
15 Proposta di un framework per il S-LCA di un territorio	178
Bibliografia	182

PARTE II

Applicazione sperimentale al caso studio del Parco di MSRM

Capitolo 7

Il caso studio: Il Parco Naturale

di Migliarino San Rossore Massaciuccoli

191

Maria Chiara Torricelli, Luca Marzi

English abstract

1 Inquadramento legislativo e di governo	191
2 Il territorio del Parco	195
3 Patrimonio naturale e storico	195
4 Aree della Rete Natura 2000, Riserve e aree di interesse protezionistico	198
5 Il patrimonio naturale e i percorsi della fruizione	202
6 La pressione urbana e infrastrutturale	207
Bibliografia	210

Capitolo 8

Analisi e valutazione ambientale

di un'area al margine del Parco

213

Caterina Gargari

English abstract

1 Il caso studio: l'area del canale dei Navicelli ai margini del Parco MSRM	213
2 Perimetrazione dell'applicazione, obiettivi e scopo dell'analisi E-LCA	218
3 Confini dell'analisi e responsabilità territoriali	219
4 Le Funzioni territoriali nell'area e l'Equivalentente funzionale territoriale	222

5 Sviluppo del E-LCA per la funzione Servizi per attività ricreative: gite in battello sul canale Navicelli	222
6 Gli impatti ambientali. Confronto situazione attuale e situazione di progetto	229
7 Interpretazione e Valutazione	232
Bibliografia	232
Capitolo 9	
Indicatori di frammentazione ambientale nel Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli	235
Francesco Monacci, Alessandra Sani, Lorenzo Mini	
<i>English abstract</i>	
1 Il contesto della sperimentazione	235
2 La Rete Ecologica della Provincia di Pisa	238
3 Biodiversità, frammentazione ambientale, connettività ecologica	243
4 La frammentazione nei comuni dell'Area Pisana	247
5 La frammentazione ambientale del territorio rurale	247
Bibliografia	248
Capitolo 10	
Analisi e valutazione sociale. Accessibilità ambientale-configurazionale del Parco	251
Luca Marzi, Nicoletta Setola	
<i>English abstract</i>	
1 Le aree di indagine e la rete dei percorsi	251
2 La rete analizzata, nodalità interne e poli d'interesse	254
3 Analisi accessibilità ambientale - Aspetti prestazionali	259
4 Analisi accessibilità ambientale - La fase di valutazione prestazionale	263
5 Analisi accessibilità ambientale - Aspetti configurazionali	265
6 Il grado di accessibilità ambientale	275
7 Suggestimenti per il piano di gestione e azioni correttive proposte	275
Bibliografia	284
Biografie degli autori	287



Prefazione

Preface

Guglielmo Scaramellini

Dipartimento di Beni culturali e ambientali, Università degli Studi di Milano. Coordinatore scientifico della ricerca PRIN *Ricomposizione territoriale e valorizzazione degli spazi urbani e rurali: metodi interpretativi e modelli di sviluppo sostenibile nelle aree protette a confronto*
Department of Cultural and Environmental Heritage, University of Milan. Principal Investigator of national network of Prin Project *Urban and rural areas recomposition and sustainable improvement: tourism and historical, cultural, architectural environmental perspective*"

For societies in the third millennium, some indisputable ethical paradigms and inescapable realities that must be confronted are represented by environmental protection, safeguarding ecological and natural resources, and the sustainable development of urban and rural areas. In this sense, the ever more pressing need has recognized, on the one hand, of saving some areas from deterioration and unsustainable practices, and, on the other, of overcoming a concept that aims at conserving nature by removing anthropic influence, by moving towards a new conservation frontier of "historical landscapes" made through local modifications, carried out by humans over the millennia. Environmental protection – already praiseworthy in itself – has been aligned with broader objectives, related to the use of local environments, with a view to keeping conservation active. Moreover, intervention strategies have changed in relation to the enhancement of resources and environments, as well as of the area's own specificities, improving and strengthening tangible and intangible local resources through coordinated and structured intervention programs.

If this is true in every geographical anthropized context, it is more so and more intensive in highly urbanized areas that make up, if not the majority, certainly a not insignificant portion of the country. And it is even more of a reason where those protected areas are included in, or bordering on, districts subjected to intense social, cultural, economic, housing, and infrastructural urbanization processes.

The research project examined cases attributable to the diverse levels of relationship/integration between protected areas and local contexts that, in turn, are greatly differentiated as regards the development processes taking place therein. It is evident how these relationships are problematic (from mere geographical proximity to functional relationships between individuals and entities operating within and outside of the areas in question), leading to different forms of use (and abuse) of the protected lands and of those bordering them. But the presence of jagged borders resulting from the irregular advance of urban fronts may be an opportunity to design new relationships through local consolidation and sustainable development. The border between a city and a protected area is no longer a delimitative element with self-enclosed spaces, but has become a means of generating relationships and opportunities. No longer an impenetrable barrier, made from a random succession of 'wasted spaces' overlooked by processes extended to other purposes and oriented to other locations. Rather they are a binding element that, uniting the two differ-

La protezione dell'ambiente, la tutela delle risorse ecologiche e naturali, la valorizzazione sostenibile degli spazi urbani e rurali rappresentano per le società del terzo millennio degli incontestabili paradigmi etici e delle ineludibili realtà con le quali confrontarsi: in tal senso, è riconosciuta l'esigenza, sempre più pressante, da un lato di sottrarre parti del territorio al degrado e a pratiche non sostenibili, dall'altro di superare una concezione che mira a preservare la natura sottraendola all'influenza antropica, per muovere verso una nuova frontiera della conservazione dei "paesaggi storici" realizzati attraverso le modifiche operate sul territorio dall'Uomo nel corso dei millenni. Alla tutela ambientale – già di per sé meritoria – si sono così affiancati obiettivi più ampi, connessi alla fruizione dei contesti territoriali, in un'ottica di conservazione attiva, e si sono modificate le strategie di intervento in funzione della valorizzazione di risorse e contesti, nonché dello sviluppo delle specificità del territorio stesso, valorizzando e potenziando le risorse materiali e immateriali locali attraverso programmi di intervento coordinati e strutturati.

Se ciò è vero in ogni contesto geografico antropizzato, lo è a maggior ragione e con più forte intensità nei territori grandemente urbanizzati, i quali costituiscono, se non la gran parte, certo una porzione non piccola del Paese. E lo è a ragione ancora maggiore là dove le aree protette sono comprese in, o confinano con, spazi sottoposti a intensi processi di urbanizzazione sociale, culturale, economica, edilizia, infrastrutturale.

Il progetto di ricerca ha esaminato casi riconducibili a diversi livelli di relazione/integrazione fra aree protette e contesti territoriali di riferimento, a loro volta grandemente differenziati in rapporto ai processi di sviluppo in essi in atto. È evidente quanto siano problematici tali rapporti (dalla mera contiguità territoriale alle relazioni funzionali fra soggetti ed entità operanti all'interno e all'esterno delle aree in questione), conducendo a diverse forme di uso (e abuso) del territorio protetto e di quelli ad esso contermini. Ma la presenza di margini sfrangiati dall'irregolare avanzamento dei fronti urbani può rappresentare un'occasione per impostare la ricomposizione territoriale e la valorizzazione sostenibile su nuovi rapporti: la frontiera fra la città e l'area protetta non è più elemento di delimitazione di spazi chiusi su se stessi, ma diventa generatore di relazioni e di opportunità; non più una barriera impenetrabile, realizzata dalla successione casuale di "spazi di risulta" tralasciati da processi tesi ad altri fini e orientati ad altri luoghi, ma un elemento di sutura che, mettendo in contatto due

ent zones though separating them, connects them. The action thus moves from a consolidated approach to preservation towards the development of eco-systemic conditions and available environmental/cultural resources that preserve the land for future development, with the knowledge of the tangible influence natural elements have in urbanized environments to improve comfort conditions and the level of environmental quality.

Therefore, proper management of periphery areas presupposes a definition of strategic objectives to achieve a balance between conservation, sustainability, and development, so that the local restructuring and enhancement of these areas will be carried out through activities aimed at socio-economic development and community residents' quality of life; the application of communication, education, research, training and outreach strategies; and the active involvement of the communities and local authorities at all levels.

To this end, scholars in various but complementary scientific areas from the standpoint of the inquiry being pursued (AGR/01-Economics and Rural Appraisal, ICAR/12-Architectural Technology, M-GGR/01-Geography, M-PSI/05-Social Psychology, and L-LIN/10-English Literature), drew up a research project organized into some basic guidelines to be applied to "local laboratories" that were noteworthy for their intrinsic characteristics and mutual differences: qualities that make them representative of the country's diversity. The choice has thus come down to three parks of great natural and cultural importance: the Ticino Valley Park in Lombardy; the Regional Park of Migliarino, San Rossore, and Massaciuccoli in Tuscany; and the Madonie Regional Park in Sicily. While their geographical environments (nature, climate, geomorphological, and anthropic) are very different, they share some features that make them very interesting according to the perspectives being investigated here. In particular, there is an intermingling of pertinent urban, rural, and natural areas, so that the different research groups could be broken into action goals and the tools differentiated according to the specific disciplines, while also aiming at common mutually agreed-upon and consistent results. In fact, Lombardy's Ticino Park is an important environmental and cultural bulwark. Located to the west of the Milan metropolitan area, it is an example of the relationship between a regional park and a global urban region, whose "government" requires searching for new design and construction methods. The Migliarino San Rossore Massaciuccoli Park, however, is situated near a medium-sized city (Pisa)

zone diverse, pur separandole, le collega. Si tratta, pertanto, di spostare l'intervento dal consolidato approccio alla salvaguardia verso la valorizzazione delle condizioni eco-sistemiche e delle risorse ambientali e culturali disponibili, al fine di preservare il territorio per uno sviluppo futuro: con la consapevolezza dell'effettiva influenza che gli elementi naturali hanno all'interno dei contesti urbanizzati nel migliorarne le condizioni di comfort e il livello di qualità ambientale.

Un'adeguata gestione delle aree di margine presuppone, quindi, la definizione di obiettivi strategici finalizzati a raggiungere un equilibrio tra conservazione, sostenibilità e sviluppo, in modo che la ricomposizione territoriale e la valorizzazione di tali territori si realizzino tramite attività tendenti allo sviluppo socio-economico e alla qualità della vita delle comunità residenti; attraverso l'applicazione di strategie di comunicazione, educazione, ricerca, formazione e sensibilizzazione; coinvolgendo, pertanto e attivamente, le comunità e gli enti locali, a tutti i livelli.

A tal fine, studiosi appartenenti a settori scientifico-disciplinari diversi ma complementari secondo la prospettiva d'indagine perseguita (AGR/01-Economia ed Estimo rurale, ICAR/12-Tecnologia dell'Architettura, M-GGR/01-Geografia, M-PSI/05-Psicologia sociale e L-LIN/10-Letteratura inglese), hanno stilato un Progetto di Ricerca articolato in alcune direttrici fondamentali da applicarsi su 'territori laboratorio', significativi per i caratteri intrinseci e le reciproche differenze: qualità che li rendono rappresentativi delle diversità del Paese. La scelta è dunque caduta su tre Parchi di grande rilevanza naturalistica e culturale: il Parco Lombardo della Valle del Ticino, il Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli in Toscana e il Parco Regionale delle Madonie in Sicilia, i quali mostrano ambienti geografici (naturalistici, climatici, morfologici, antropici) assai diversi fra loro, ma accomunati da alcune peculiarità che li rendono molto interessanti secondo le prospettive qui indagate: in particolare, la frammentazione di spazi urbani, rurali e naturali nelle aree di pertinenza, così che i diversi gruppi di ricerca potessero declinare obiettivi di azione e strumenti differenziati in relazione alle specificità disciplinari, pur mirando a risultati comuni coerenti e reciprocamente convergenti. Infatti, il Parco Lombardo del Ticino è un baluardo importante, di valenza ambientale e culturale, ad ovest dell'area metropolitana milanese, e costituisce un esempio di relazione tra un parco regionale e una *global urban region*, il cui "governo" impone la ricerca di nuove modalità di progettazione e realizzazione. Il Parco di Migliarino San

and other small towns. It has the distinction of containing a strip of coastline and has a unitary character of “amphibious” local organization linked to its history as an only partially reclaimed “wetland”. The Madonie Regional Park is an interior mountainous area where typical Mediterranean features coexist with others related to variations in altitude; it is distinguished by medium-sized urban centers, spatially distributed in a vast region and with rather rough terrain.

The decision to locate the local laboratories in areas containing regional “natural” parks (but with the strong or very strong anthropic presence customary in our country) was an innovative methodology that resulted in the peculiarities inherent in protected areas. The plan assigned a reasonable anthropic use to these same areas (in word, if not always in deed). Today, however, design choices need to be particularly fine-tuned and oriented towards sustainable and long-lasting educational, recreational and tourist uses.

This choice has prompted the researchers to refine their analysis techniques looking for tools to interpret the area (consisting of various environments and landscapes: true urban and peri-urban spaces, green areas internal to them, nearby agricultural areas, nature reserves, and parks). Given their public value, they must be capable of promoting fair and reasonable use of the various environments in order to maximize the care relative to planning and minimize the risks of a common pragmatism, which often flattens and unifies the different ways of currently “using” (and specifically “knowing how to construct”) the area, yielding to the simple, single parameter of the economic profitability of the investments.

The four research units are characterized by expertise in scientific disciplines and complementary interdisciplinary relationships. In particular, the first RU (composed of Geographers, Social psychologists, and Anglists from the University of Milan) looked into the material and symbolic elements of the landscape and the heritage resources to be enhanced in order to reinforce local identities in complex areas. This was done through a geo-cultural survey, using social psychology tools to study the relationship between natural and created environments and the subjective well-being of populations in the areas analyzed.

The second RU (composed of Architectural Technologists from the Sapienza University of Rome) carried out an environmental analysis on built-landscape elements; their qualitative and quantitative evaluation in peri-urban areas; and accessibility, service facilities and energy production and distribution equipment on a local scale, through pro-

Rossore Massaciuccoli, invece, si colloca in prossimità di una città media quale Pisa e di piccoli centri urbani; ha la particolarità di comprendere, al suo interno, una fascia costiera e presenta un carattere unitario di organizzazione territoriale “anfibia” legata alla sua storia di “area umida” soltanto parzialmente bonificata. Il Parco Regionale delle Madonie è un’area montana interna in cui coesistono tipici caratteri mediterranei con altri legati alle variazioni altimetriche, e contrassegnata da nuclei urbani di medie dimensioni, spazialmente distribuiti in un territorio vasto e dalla morfologia assai mossa.

La scelta di individuare i laboratori territoriali in aree comprese nei parchi “naturali” (ma con forti o fortissime presenze antropiche, consuete nel nostro Paese) regionali ha rappresentato un’innovazione metodologica concretizzatasi nelle peculiarità intrinseche alle aree protette. La pianificazione ha destinato (nelle intenzioni, se non sempre nella prassi) dette aree ad una fruizione antropica contenuta; oggi, invece, sono necessarie scelte progettuali particolarmente affinate e orientate a fruizioni educative, ricreative e turistiche sostenibili e durature nel tempo.

Tale scelta ha spinto i ricercatori ad affinare le tecniche di analisi alla ricerca di strumenti interpretativi del territorio (costituito da vari ambienti e paesaggi: spazi urbani veri e propri e peri-urbani, aree verdi ad essi interne, aree agricole di prossimità, riserve naturali e parchi) in grado di promuovere, data la loro valenza pubblica, un’equa e moderata fruizione dei vari ambienti onde massimizzare la caute-la programmatoria e minimizzare i rischi del pragmatismo corrente, che spesso appiattisce e unifica i diversi modi del “fruire” (e in specie del “saper costruire”) attuale del territorio, piegandoli al mero e unico parametro di redditività economica degli investimenti.

Le quattro unità di ricerca sono caratterizzate da competenze scientifico-disciplinari e da rapporti interdisciplinari complementari; in particolare, la prima UO (composta da geografi, psicologi sociali e anglisti dell’Università di Milano) ha indagato gli elementi materiali e simbolici del paesaggio e delle risorse patrimoniali da valorizzare per il rafforzamento delle identità locali in territori complessi; ciò è avvenuto tramite una ricognizione geo-culturale e l’uso degli strumenti della psicologia sociale nello studio delle relazioni tra ambiente naturale e costruito e benessere soggettivo delle popolazioni nelle aree indagate. La seconda UO (composta da tecnologi dell’architettura dell’Università di Roma “La Sapienza”) ha svolto un’analisi ambientale sugli elementi del paesaggio costruito, la loro valutazione quali-quantita-

jects relating to such landscapes and their simpler, more justified enhancement.

The third RU (also consisting of Architectural Technologists from the University of Florence) examined aspects of eco-environmental and social sustainability in the use of protected areas, considering the areas' environmental and configurational features and assessing their consistency vis-à-vis conservation and development objectives by defining decision support and evaluation tools for intervention projects.

The fourth RU (composed of local Economists from the University of Milan) carried out a qualitative and quantitative SWOT analysis of environmental components, infrastructure, and tourist traffic, creating a map of the suitability of the surveyed areas and identifying their tourism development possibilities through projects articulated and focused by local marketing.

The work in each research group was organized according to a array of actions that, on one hand, enabled the input data collection necessary to evaluate the three geographic laboratories chosen (regional studies, tourist flow analyses, energy and natural resource surveys, a review of settlement patterns, etc.), and, on the other, to refine analysis and assessment methodologies: geographical, historical, and cultural reconnaissance; social and environmental psychology analyses; energy assessments; and environmental and social analyses of the life-cycle, and economic evaluations, to thus arrive at an overall environmental, social, institutional and economic assessment (whose current practice tends to give primacy over any other one). Each subject area therefore developed a methodology and specific tools, which were tested them in the case study, whereas the interdisciplinary comparison synergistically revealed the achievable results and made it possible to validate them in the field with a view to defining sustainable development models in protected areas.

Starting from their own disciplinary competencies, each research group thus explored in the field and discussed in general sessions the qualities and evolution of interchanging material and symbolic relationships between urban/ metropolitan areas and the park areas; aesthetic values; the psycho-social aspects of the relationship between nature and subjective well-being; energy, environmental and eco-systemic sustainability of the settlement processes; social enhancement of accessibility networks and public use; economic evaluation of local perspectives; and the possibilities of developing tourism through local marketing projects.

tiva nelle aree peri-urbane; l'accessibilità, le attrezzature di servizio e gli apparati per la produzione e distribuzione di energia a scala locale, tramite progetti concernenti tali paesaggi e la loro più agevole e fondata valorizzazione.

La terza UO (formata anch'essa da tecnologi dell'architettura dell'Università di Firenze) ha analizzato aspetti di sostenibilità ecologica-ambientale e sociale nella fruizione delle aree protette, considerando i caratteri ambientali e configurazionali dei territori e dando una valutazione sulla loro coerenza in rapporto ad obiettivi di conservazione e valorizzazione, definendo gli strumenti di supporto alle decisioni e di valutazione dei progetti di intervento.

La quarta UO (composta da economisti territoriali dell'Università di Milano) ha svolto un'analisi quali-quantitativa (SWOT) delle componenti ambientali, delle infrastrutture e dei flussi turistici, realizzando una carta delle *vocazionalità* dei territori indagati e individuando le loro possibilità di sviluppo turistico mediante progetti articolati e mirati di Marketing territoriale.

Il lavoro è stato organizzato in ogni gruppo di ricerca secondo una matrice di azioni che permettevano, in una direzione, di raccogliere i dati di input necessari all'indagine sui tre laboratori geografici prescelti (studi territoriali, analisi dei flussi turistici, indagini sulle risorse energetiche e sulle risorse naturali, esame dei sistemi insediativi, ecc.), e nell'altra direzione di affinare metodologie di analisi e valutazione: ricognizione geografica storica e culturale, analisi di psicologia sociale e ambientale, valutazioni energetiche, analisi ambientale e sociale nel ciclo di vita, valutazioni economiche, così da giungere a complessive valutazioni di sostenibilità ambientale, sociale e istituzionale, oltre che economica (cui la prassi corrente tende a dare la preminenza su ogni altra). Ogni ambito disciplinare ha quindi messo a punto metodologia e strumenti specifici, e li ha verificati sul caso di studio, mentre il confronto interdisciplinare ha fatto emergere, in maniera sinergica, i risultati conseguibili e permesso di validarli sul campo in vista della definizione di modelli di sviluppo sostenibile nelle aree protette.

A partire dalle proprie competenze disciplinari ogni gruppo di ricerca ha dunque approfondito sul campo e discusso in sedute comuni le qualità e l'evoluzione dei rapporti di interscambio materiale e simbolico tra le aree urbane e metropolitane e il territorio dei parchi, le valenze estetiche, gli aspetti psico-sociali della relazione tra natura e benessere soggettivo, la sostenibilità energetica, ambientale ed eco

In the foreseeable future, the challenge of this local restructuring and the sustainable development of natural, rural and urban spaces will be difficult and complex, especially in Italy and in Europe, it sees, in comparison with an innovative, flexible tourism with various facets (environmental, cultural, historical) and respectful of nature, the area's potential development of an integration capacity that will measure its sustainability from the point of view of the area's restructuring, site improvements, and creation of a sense of belonging and community in local populations. In this context, a change dynamic has been introduced into how the area uses tourism, whose main reasons for a pleasure trip, let alone an educational one, are to enjoy its wide-ranging heritage (landscape, natural, historical, cultural, folkloric, food and wine). It is also commonly recognized that experiences in natural surroundings enable living in subjective states of well-being, and to transfer these positive experiences to other daily activities.

The amount of work entailed in this discussion of methods and tools requires—at the conclusion of the research period—that the results be presented separately, at least those achieved in methodological terms. The next step in this job should be to assimilate the study's approaches and tools so as to achieve a common reference framework (principles, terminology, assumptions, and concepts) that supports a holistic view of sustainable development in the restructuring and development of those areas today at risk of a long-term breakdown, if not a definitive break-up.

Nevertheless, field work must still take place in order to arrive at a common framework, and should be implemented with a testing tool in local laboratories for analysis and evaluation, in addition to solid planning and design.

It is a task that the various disciplines can achieve individually, but certainly – and preferably – through mutual theoretical, methodological, and operational cooperation.

sistemica dei processi insediativi, la valorizzazione sociale delle reti di accessibilità e fruizione pubblica, la valutazione economica delle vocazioni locali e delle possibilità di sviluppo del settore turistico mediante progetti di Marketing territoriale.

La sfida della ricomposizione territoriale e della valorizzazione sostenibile degli spazi naturali, rurali e urbani nel prossimo futuro è difficile e complessa e, in particolare in Italia e in Europa, vede nel confronto con un turismo dalle molte vocazioni (ambientali, culturali, storiche), innovativo, flessibile e rispettoso della natura, il potenziale sviluppo di una capacità di integrazione al territorio che ne misurerà la sostenibilità nella prospettiva della ricomposizione territoriale, della valorizzazione dei luoghi e della costruzione del senso di appartenenza e cittadinanza da parte delle popolazioni locali. In questo contesto si inserisce una dinamica di mutamento delle modalità di uso turistico del territorio che ha nella fruizione del patrimonio diffuso (paesaggistico, naturale, storico, culturale, folclorico, enogastronomico) le motivazioni principali del viaggio di piacere, ma, non meno, di formazione. Inoltre è comunemente riconosciuto come esperienze in ambienti naturali permettano di vivere stati di benessere soggettivo, nonché di trasferire tali esperienze positive in altri ambiti dell'attività quotidiana.

La mole di lavoro che l'approfondimento di metodi e strumenti ha comportato, impone – a conclusione del periodo destinato alla ricerca – di presentare i risultati separatamente, almeno in quanto ottenuti sul piano metodologico.

Il passaggio successivo di questo lavoro dovrebbe essere l'integrazione degli approcci e degli strumenti di studio onde giungere a un quadro di riferimento comune (principi, terminologie, ipotesi e concetti) che supporti la visione olistica della sostenibilità dello sviluppo nella ricomposizione e valorizzazione dei territori oggi a rischio di scomposizione duratura, se non di smembramento definitivo.

Ma per giungere a un quadro di riferimento comune occorre ancora molto lavoro sul campo, che dovrebbe attuarsi proprio con lo strumento della sperimentazione in laboratori territoriali di analisi e valutazione, nonché di pianificazione e progettazione concrete.

Compito che le varie discipline possono conseguire singolarmente, ma certo – e meglio – con la mutua collaborazione, teorico-metodologica e operativa.



Introduzione

Introduction

Maria Chiara Torricelli

Responsabile Unità di Ricerca di Firenze, Ricerca PRIN *Ricomposizione territoriale e valorizzazione degli spazi urbani e rurali: metodi interpretativi e modelli di sviluppo sostenibile nelle aree protette a confronto*

Leader investigator of Florence University Research Unit of PRIN Project *Urban and rural areas recomposition and sustainable improvement: tourism and historical, cultural, architectural environmental perspectives.*

The material in this volume was developed as part of a PRIN interdisciplinary research project in the Architectural Technologies area of the University of Florence's Department of Architecture.

The PRIN research bore the title, "Restructuring and Sustainable Improvements of Urban and Rural Spaces: A Comparison of Tourism and Historical, Cultural, Architectural, and Environmental Perspectives" and was subtitled "Sustainable Development Models in Protected Areas." The University of Florence Research Unit's contribution focused on sustainability analysis as a tool for monitoring, re-interpreting, developing, and enhancing an area, especially its natural heritage. The disciplinary contribution moves from a system overview and a life-cycle approach applied to sustainability issues, an approach that has, for some years now, typified within the project's sciences of the anthropized environmental changes those very disciplines dealing with technology. The research therefore started from the knowledge and practical application to those spheres closest to those traditional competencies: spatial and technological systems of a built environment and their functional, technical, and environmental performance in relation to sustainability, to address the scale of an area and its natural heritage resources.

From a disciplinary point of view, and in a broader comparison of the various disciplines converging in this research, we have therefore formulated the following research questions:

- can the life-cycle approach be appropriate and feasible in the analysis of an area's sustainability as it evolves towards a methodology capable of incorporating local as well as global dimensions, macro and meso scales besides a product one, and social and cultural dimensions as well as environmental and economic ones?*
- is this approach effective in building sustainability analyses, in terms of the ability to integrate diverse skills and methods, various assessment criteria and points of view, and the potential to produce results from an analysis that are explicable with common, objectively measurable indicators, that can be used in the dynamics of an area's transformation processes?*

One contribution to the innovative formulation of the research question was made by comparing the most recent work carried out by SETAC's Life-Cycle Assessment (LCA) Advisory Group in Europe and EN-EA's LCA and Ecodesign Laboratory on the issue of life cycle sustainability assessment/analysis (see Alessandra Zamagni and Francesca

I contenuti di questo volume sono stati sviluppati nell'ambito di una ricerca PRIN a carattere interdisciplinare, come contributo a partire dalle competenze di un gruppo di lavoro dell'area delle Tecnologie dell'Architettura afferente alla Università di Firenze, Dipartimento di Architettura. La ricerca PRIN portava il titolo: "Ricomposizione territoriale e valorizzazione sostenibile degli spazi urbani e rurali: turismo e vocazioni storiche, culturali, architettoniche, ambientali a confronto".

e come sottotitolo: "Modelli di sviluppo sostenibile nelle aree protette".

La Unità di ricerca della Università di Firenze ha portato il suo contributo focalizzando l'attenzione sul tema dell'analisi di sostenibilità, come strumento per monitorare, reinterpretare, sviluppare e valorizzare un territorio, in particolare il suo patrimonio naturale. Il contributo disciplinare muove da una visione di sistema e un approccio *life cycle* applicato ai temi della sostenibilità, approccio che nelle scienze del progetto delle trasformazioni dell'ambiente antropizzato caratterizza ormai da alcuni anni proprio le discipline che si occupano delle tecnologie. La ricerca è dunque partita dalle conoscenze e dalla pratica applicativa negli ambiti più vicini alle proprie competenze tradizionali: i sistemi spaziali e tecnologici dell'ambiente costruito, le loro prestazioni funzionali, tecniche e ambientali in rapporto alla sostenibilità, per affrontare la scala di un territorio e delle sue risorse patrimoniali naturali.

Dal punto di vista disciplinare e nel confronto più ampio con le diverse discipline convergenti nella ricerca abbiamo quindi formulato la seguente *research question*:

- l'approccio del ciclo di vita, che si sta evolvendo verso una metodologia in grado di recepire la dimensione locale oltre a quella globale, la scala macro e meso oltre a quella del prodotto, la dimensione sociale e culturale oltre a quella ambientale ed economica, può essere appropriato e praticabile nell'analisi di sostenibilità di un territorio?
- tale approccio è efficace nel costruire analisi di sostenibilità, in termini di capacità di integrare diverse competenze e diversi metodi, diversi aspetti e criteri di giudizio, e di capacità di produrre i risultati di una analisi esplicitandoli in indicatori condivisi, oggettivabili, da utilizzare nella dinamica dei processi trasformativi di un territorio?

Un contributo alla impostazione innovativa della *research question* è stato dato dal confronto con i lavori più recenti del Life-Cycle Assessment (LCA) Advisory Group in Europe del SETAC e del LCA and Ecodesign Laboratory dell'ENEA sul tema del Life Cycle Sustainability Assessment/Analysis (si veda il contributo di Alessandra Zamagni e Francesca Reale in

ca Reale's contribution in this volume). While as regards the application of an environmental LCA to an area, reference has been made to the studies by the research group ELSA (Environmental Life Cycle and Sustainability Assessment) made up of researchers from CIRAD, Ecole des Mines d'Alès, INRA, IRSTEA, Montpellier SupAgro, and AgroParisTech.

In connection with the PRIN research objectives (sustainable development models in protected areas) and the expertise of the University of Florence's research group, the issue was limited to those environmental and social issues of areas affected by a protected natural heritage, seeking to build a unitary multicriterial framework and dynamics for these types of problems. In relation to the relevance of those aspects related to safeguarding ecosystem biodiversity in protected natural areas, aspects included in the LCA methodology for environmental impact analyses, the University of Florence's research group expanded it to include contributions from experts in the natural sciences, environmental sciences, forestry, and forest planning, who developed the topic of natural habitat fragmentation in biodiversity loss processes and of the pressure and impact indicators related to these phenomena.

The research group's work was developed on a methodological level, applied to a case study: the Migliarino San Rossore Massaciuccoli Regional Park in Tuscany. Methodologically, the contribution built an overview of the analytical phases and the indicators supporting them. It is a partial overview related to field skills, in particular, due to the lack of economic sustainability assessments. Even with regard to the social sustainability aspects, the methodological framework outlined delves only into those aspects related to the park's use and environmental accessibility. Nevertheless, it is also true that the life-cycle approach to social sustainability is still far less formalized and common than environmental analysis, and the contribution made by research, albeit partially, involves an issue of particular importance.

The methodological framework that has been developed is outlined in chapter 3, while the environmental, biodiversity and social aspects are expanded in chapters 4, 5, and 6. The general framework refers to some concepts developed by applying a LC methodology on a local scale. In particular, it defines the 'life cycle' concept in reference to a local area as a system of internal, upstream and downstream processes relative to the activities, performances, and resources of the ar-

questo volume). Mentre per quanto riguarda l'applicazione di un LCA ambientale al territorio si è fatto riferimento agli studi del gruppo di ricerca ELSA (Environmental Life Cycle and Sustainability Assessment) formato da ricercatori di CIRAD, École des Mines d'Alès, INRA, Irstea, Montpellier SupAgro e AgroParisTech.

In rapporto agli obiettivi della ricerca PRIN (Modelli di sviluppo sostenibili nelle aree protette) e alla competenza del gruppo di ricerca della Università di Firenze la questione è stata circoscritta alle tematiche ambientali e sociali di aree interessate da un patrimonio naturale protetto, proponendosi di costruire un quadro di riferimento unitario multicriteri e dinamico per questo tipo di problematiche. In relazione alla rilevanza degli aspetti eco sistemici connessi alla protezione della biodiversità nel contesto di aree naturali protette, aspetti che la metodologia LCA include nelle analisi degli impatti ambientali, il gruppo di ricerca della Università di Firenze si è ampliato a comprendere contributi di esperti dell'area delle Scienze Naturali, Forestali e Ambientali e della Pianificazione forestale, che hanno sviluppato il tema della frammentazione degli habitat naturali nei processi di perdita della biodiversità e degli indicatori di pressione e di impatto connessi a tali fenomeni.

Il lavoro del gruppo di ricerca è stato sviluppato sul piano metodologico e con l'applicazione ad un caso studio: il Parco regionale di Migliarino San Rossore Massaciuccoli in Toscana. Sul piano metodologico il contributo costruisce un quadro delle fasi di analisi e degli indicatori che le supportano, si tratta di un quadro parziale legato alle competenze in campo, in particolare, per l'assenza delle valutazioni di sostenibilità economica. Anche per quanto attiene agli aspetti di sostenibilità sociale, il quadro di riferimento metodologico delineato approfondisce solo gli aspetti legati alla fruizione e alla accessibilità ambientale al Parco, ma è anche vero che l'approccio Life Cycle alla sostenibilità sociale è ancora molto meno formalizzato e condiviso che non quello delle analisi ambientali, e il contributo fornito dalla ricerca, se pure parziale, investe una problematica di particolare rilievo.

Il quadro metodologico messo a punto è delineato nel cap.3 e viene sviluppato per gli aspetti ambientali, di biodiversità e sociali nei successivi capitoli 4, 5 e 6. Il quadro generale fa riferimento ad alcuni concetti sviluppati a partire dalla metodologia LC per una sua applicazione alla scala territoriale. In particolare definisce il concetto di "ciclo di vita" riferito a un territorio come sistema dei processi interni, a monte e a valle relativi alle attività, alle prestazioni, alle risorse del territorio in esame, e i flussi

ea in question, and the environmental/ecosystem flows and social relations as criteria to identify the boundaries of sustainability analysis and an interpretation model of the area and its relationship with the context on various scales.

The conditions under which this approach can be applied must unquestionably be investigated and studied further, both from a scientific and an operational perspective. Nevertheless, some aspects have been brought to light thanks to the research in the case study (in Part II of the book):

- the interpretation of an area as a system of "land use functions" to which the process (production, settlement, use and consumption, management) and resource (social and cultural resources, economic production, natural biotic and abiotic) cycles refer;*
- environmental and ecological flows and the social relations that each time determine the variable boundaries of sustainability analysis, in order "not to transfer" so that "negative impacts" are not transferred to other stages of the life cycle and/or other districts;*
- the significance of environmental (with particular attention to biodiversity) and social indicators (with particular attention to environmental-spatial accessibility) on a local scale, in relation to the (descriptive and strategic) role of sustainability analysis;*
- the availability of data and processing methods for local, regional and global assessments;*
- the usability of the indicators, particularly qualitative ones, in a communicable form using maps.*

Future development of the work should cover applications in multiple, more comprehensive case studies, either real or simulated, and incorporated into the aspects addressed in order to provide evidence of the proposal's strength and applicability.

ambientali-ecosistemici e le relazioni sociali come criteri di identificazione dei confini dell'analisi di sostenibilità e del modello di interpretazione del territorio e delle sue relazioni con il contesto a diverse scale.

Le condizioni entro le quali tale approccio può essere applicato devono senza dubbio essere ulteriormente indagate e studiate, sia sotto il profilo scientifico che operativo, tuttavia alcuni aspetti sono stati messi in luce anche grazie alla sperimentazione sul caso studio (di cui alla Parte II del volume):

- la interpretazione di un territorio come sistema di "funzioni di uso del territorio" alle quali riferire il ciclo dei processi (produttivi, insediativi, di uso e consumo, di gestione) e delle risorse disponibili (risorse sociali e culturali, economiche produttive, naturali biotiche e abiotiche);
- i flussi ambientali ed ecologici e le relazioni sociali che determinano i confini di volta in volta variabili dell'analisi di sostenibilità, nell'ottica di "non trasferire" gli impatti negativi ad altre fasi del ciclo di vita e/o ad altri territori;
- la significatività di indicatori ambientali (con particolare attenzione a quelli di biodiversità) e sociali (con particolare attenzione a quelli di accessibilità ambientale-spaziale) alla scala del territorio, in rapporto al ruolo (descrittivo, strategico) dell'analisi di sostenibilità;
- la disponibilità di dati e di metodi di elaborazione per valutazioni alla scala locale, regionale e globale;
- la utilizzabilità degli indicatori, in particolare di quelli qualitativi, in forma comunicabile con il ricorso a mappe.

Lo sviluppo futuro del lavoro dovrebbe riguardare applicazioni su più casi studio, simulati o reali, più complete e integrate negli aspetti trattati al fine di dare evidenza della robustezza e applicabilità della proposta.

PARTE I

PART I

Patrimonio naturale e approccio Life Cycle al territorio
Natural heritage and Life Cycle approach to the territory



Contesto e obiettivi della ricerca

Research background and objectives

Maria Chiara Torricelli

This chapter explains the research purposes and the scientific and practical context from which it originates. The topic examined and to which research wants to bring a contribution is the meaning and feasibility of a life cycle thinking approach, for the analysis and evaluation of sustainability of the development of a territory and in particular of a territory characterized by an important natural heritage.

The interest on the topic is founded, on one side, on the evolution of the LCA -Life Cycle Assessment- approach from an environmental evaluation to LCSA - Life Cycle Sustainability Analysis-, with a consequent widening of the scale of the object whose being analyzed, from micro scale, represented by the product or service, to meso scale (a productive sector, an entity of the territory, a productive area etc.) and to macro scale (a regional, European economy etc.), on the other side on centrality and peculiarity of the territorial issues in the studies on developmental sustainability.

What we wanted to verify is therefore the possibility to use a consolidated approach on a methodological scale and the instruments, like the LC approach, to build a unifying overview, which is also integrated and multiple, but also defined on objective and shared grounds, in order to allow a convergence of competences and methods for parameters which can be used in planning and monitoring the sustainable development of a territory.

Research wants to verify this hypothesis with limitations on environmental and social sustainability.

In the LC approach, integration between protection and promotion of the available resources, purposes connected to an analysis on sustainability are important; this in compliance with the way in which today the theme of preservation of world heritage, and in particular cultural heritage, is dealt with. Common framework is also the reference of a dynamic and systemic vision and the need to take into consideration both global and local aspects.

The LC approach developed on a territorial scale could support environmental evaluations of plans and programs and occurrence evaluations for the protected areas, which are decided by national and European regulations. Furthermore, the LC approach also considers the relevance of management as a means to preserve and value protected territories.

In order to consider the implementation of LC tools which can be applied to the territory, we have to highlight the scientific methods which have been prepared to elaborate indicators. The chapter presents a brief overview of those regarding environmental indicators, highlighting if a systemic and Life Cycle approach is being adopted.

1.1 La dimensione locale nell'approccio life cycle alla sostenibilità

Il "territorio" è un concetto utilizzato in molte discipline scientifiche, con significati diversi, nei quali è comunque quasi sempre presente il riferimento alla materialità dello spazio (Calame, 2009), sia esso reale, immaginato, progettato, ricordato o desiderato, nel quale si evolvono e interagiscono elementi ecologici, biologici e antropologici (Raffestin, 2005). Comune ai diversi significati di territorio è il concetto di sistema complesso, un sistema aperto che ha scambi con altri "territori" e con la ecosfera e la biosfera, ma anche comune nel concetto di territorio è l'idea della presenza di un sistema di attori, in relazione fra di loro in forme socialmente organizzate, istituzionali ma anche spontanee, e che utilizzano, trasformano, gestiscono uno spazio. Proprio questa idea di "sistema di attori" (Moine, 2006) emerge come fondante nel concetto di territorio in questi ultimi decenni nelle discipline che riguardano la gestione dello spazio, a valorizzare la dimensione "locale", sia intesa come dimensione consolidata sul territorio con processi lunghi nel tempo sia come dimensione "attiva" sul territorio (Magnaghi, 2010: 57-59). Il territorio viene così a rappresentare la dimensione locale anche nel dibattito sulla sostenibilità, rispetto alla dimensione "globale" che pure caratterizza questo dibattito, dal rapporto Brudtland (WCED, 1987) in poi. L'accezione di territorio come sistema "locale" complesso, aperto, adattivo, attivo, ha avuto influenza importante sulla evoluzione dei paradigmi della sostenibilità e dello sviluppo sostenibile¹. L'approccio ambientalista allo sviluppo sostenibile ha avuto il merito di evidenziare le risorse naturalmente disponibili, il "capitale naturale" (Costanza et al., 1997), come fondamento di una economia che assegna alla Natura la capacità di fornire servizi eco sistemici² allo sviluppo e che per questo va curata e valorizza-

¹ Si vedano in proposito i tre approcci identificati da Magnaghi (1998 e 2010): l'approccio funzionalista o dell'ecocompatibilità della crescita economica, l'approccio ambientalista o biocentrico, l'approccio territorialista o antropobiocentrico.

² Assumeremo per il termine servizi eco sistemici la sintetica definizione data in Costanza et al. (1997) «Ecosystem functions refer variously to the habitat, biological or system properties or processes of ecosystems. Ecosystem goods (such as food) and services (such as waste assimilation) represent the benefits human populations derive, directly or indirectly, from ecosystem functions. For simplicity, we will refer to ecosystem goods and services together as ecosystem services.»

ta. Habitat naturali e ambiente antropizzato non costituiscono più due realtà separate, e la cultura della protezione del patrimonio naturale e della compatibilità dei modelli insediativi con l'ambiente e la Natura si proietta in una visione diversa, "ecosistemica" che muove verso la "valorizzazione" dei sistemi ambientali produttori di biodiversità e biocapacità³. I saperi che si sono andati creando in questi ultimi anni sui temi ambientali a supporto della conoscenza, delle decisioni politiche, delle capacità progettuali e gestionali, del controllo e della valutazione, per la sostenibilità dello sviluppo, costituiscono oggi risorse importanti, fortemente interdisciplinari, da continuare ad alimentare su basi scientifiche.

Tuttavia proprio in questi anni la componente sociale e culturale della sostenibilità è emersa come ineludibile, a partire dallo stesso Rapporto Bruntland e dalle molteplici interpretazioni della definizione in esso data di 'sviluppo sostenibile':

«*Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*» (WCED, 1987). Il rapporto Bruntland pose al centro della sostenibilità dello sviluppo una idea di "equità" intragenerazionale e intergenerazionale (le generazioni presenti e future) nell'uso dei "capitali" di cui dispone il pianeta per generare beni e servizi per la qualità della vita.

Nell'ambito di una delle comunità scientifiche più consolidate nella cultura ambientalista, quella fondata sull'approccio *Life cycle* alla valutazione della eco-compatibilità di prodotti e servizi (sia in Europa che in Usa i primi studi risalgono alla fine degli aa. '60 inizi aa. '70 dello scorso secolo), la evoluzione ha condotto verso la costruzione prima di metodi e indicatori volti a valutare l'impatto nel ciclo di vita su "aree di protezione" via via diverse, a superamento di approcci settoriali: la salute umana, l'ambiente, la biodiversità e la biocapacità; poi verso la valutazione nel ciclo di vita della sostenibilità come risultato di aspetti ambientali, sociali ed economici. Jorgensen et al. (2013) sviluppano una stringente analisi di efficacia di tale evoluzione meto-

dologica nel costruire valutazioni di sostenibilità, con una visione critica nei riguardi di un approccio puramente "estensivo" del punto di vista del valutatore (non solo gli aspetti ambientali ma anche quelli sociali e economici) che non sappia superare una visione settoriale del problema, limitandosi ad introdurre nuovi indicatori senza una riflessione sui paradigmi della cultura della sostenibilità. Jorgensen et al. (2013) identificano tali paradigmi nella multidimensionalità della povertà (i diversi bisogni, nei diversi contesti, della presente generazione e di quelle future) e nelle quattro categorie dei capitali da proteggere e valorizzare: il capitale naturale (la ecosfera), quello umano (la vita, i saperi e le abilità degli uomini), quello sociale (le forme di relazioni sociali e le culture), quello prodotto dall'uomo (la tecnosfera)⁴. L'approccio *Life cycle* sta così ripensando i suoi strumenti e, forte di un ben formalizzato apparato metodologico (ISO, 2000, ISO, 2006 a, b), disegna nuove possibili evoluzioni non solo per definire nuovi indicatori di impatto in "aree di protezione"⁵ prima non indagate, ma anche nell'affrontare diverse scale e diversi campi: da metodo di valutazione di servizi e prodotti a metodo di supporto alle decisioni strategiche sulle tecnologie alla macro e alla media scala. Ma anche dalla osservazione e valutazione del rapporto fra tecnosfera ed ecosfera al rapporto fra tecnosfera, ecosfera, ambienti costruiti, ambienti sociali e culture (Guinée, 2011).

La preoccupazione non settorialmente ambientalista di un approccio *life cycle* alla sostenibilità introduce con forza una dimensione "locale" che l'approccio *life cycle* fin'ora non conosceva, perché l'ambiente costruito, l'ambiente sociale, le culture sono radicate in un territorio, si differenziano da territorio a territorio molto di più che non le tecnologie produttive industriali. Per altri versi in ambiti come l'agricoltura l'applicazione di una visione *life cycle assessment* ha portato a sperimentare la metodologia con riferimento ai territori (rurali, coltivati, antropizzati) e utilizzare e affinare indicatori come l'"uso del suolo" o altri che influenzano la biodiversità e la biocapacità dei territori.

³ Con il termine biodiversità si intende l'insieme di tutte le forme viventi, diverse per geni e specie e degli ecosistemi ad esse correlate; la biocapacità rappresenta l'insieme delle risorse biotiche siano esse naturali che frutto dell'attività umana. Per una trattazione estesa si veda il cap. 5 e al cap. 4 il paragrafo 4.11.

⁴ Si vedano i 5 capitali per lo sviluppo sostenibile: finanziario, umano, sociale, naturale, prodotto secondo Neva R. Goodwin (2003).

⁵ Per una trattazione sul concetto di aree di protezione si veda di seguito al paragrafo 1.3.

1.2 L'approccio life cycle è utile nella valutazione della sostenibilità di un territorio?

È sembrato allora interessante porsi una domanda, a partire dalla quale impostare un percorso di ricerca metodologica e applicativa, nel quadro interdisciplinare nel cui ambito si è svolto questo lavoro⁶.

L'approccio LC (*life cycle*) può essere appropriato nella valutazione della sostenibilità dello sviluppo di un territorio?

Se il principio su cui si fonda fin dalle sue origini l'approccio LC nella valutazione ambientale di prodotti e servizi risiede nel "non trasferire ad altri o altrove" (ad altri processi, territori, sistemi o ad altre aree di protezione o di danno) gli impatti legati a quel prodotto o servizio, la valutazione ambientale di un territorio dovrebbe trarre da un tale approccio utili elementi di giudizio, soprattutto se tale approccio, come sopra sinteticamente delineato, si sta evolvendo verso una metodologia in grado di recepire la dimensione locale, oltre a quella globale, e le diverse dimensioni della sostenibilità, oltre quella ambientale.

L'approccio *Life cycle* se applicabile al territorio può dare un contributo "unificante", integrato, polivalente, alle diverse competenze e ai diversi metodi di valutazione dei molti parametri e aspetti che si devono considerare quando ci si domanda se le attività che si svolgono su un territorio, le infrastrutture necessarie a supportarle, le risorse che si utilizzano vanno verso una direzione di sviluppo sostenibile?

L'approccio *Life cycle* dovrebbe dare evidenza delle relazioni che si stabiliscono fra processi che si attuano sul territorio e processi a monte e a valle e permettere di trovare degli indicatori quantitativi o qualitativi, ma pur sempre oggettivi o da condividere, che monitorano questi processi in relazione all'impatto che ne può derivare da un punto di vista ambientale, sociale (umano-sociale-culturale) ed economico.

Se in un territorio ci sono dei servizi turistici che impatto hanno dal punto di vista ambientale, sociale ed economico le attività connes-

se a tali servizi, rispetto al capitale naturale, umano, sociale-culturale e tecnologico di quel territorio e dei territori dove si attivano, in rapporto a quelle attività, altri processi produttivi, sociali-culturali, economici ecc.? Quali fattori a monte e a valle e quali legati alla gestione di quei servizi esercitano pressioni e impatti ambientali, sociali, economici?

Il ciclo di vita di un prodotto o servizio è articolato in fasi lungo "la vita" che va dalle materie prime utilizzate (dalla "culla") al "fine vita" di quel prodotto o servizio (alla "tomba") o alla sua ri-immersione in un altro ciclo ("dalla culla alla culla"). Nel caso di un territorio le ricerche condotte (Loiseau et al., 2012) hanno sperimentato la rappresentazione del territorio con modelli che identificano le attività connesse ai consumi e alla produzione su un territorio e il ciclo di vita di tali attività/o processi, analizzando gli impatti diretti e indiretti lungo diverse fasi.

La questione sopra posta si specifica allora ulteriormente: si può rappresentare il territorio come un sistema di servizi (socio-culturali, economici, eco-sistemici) per ciascuno dei quali valutare in un'ottica *Life Cycle* impatti e risorse impiegate, dal punto di vista sociale, ambientale ed economico? (Fig. 1).

Nel caso di un piano di recupero e riqualificazione si tratta ad esempio di capire come considerare "a sistema" gli impatti di una riqualificazione della rete energetica, gli interventi sul patrimonio architettonico, i progetti di recupero, ma anche i nuovi insediamenti industriali ecc. tenendo nel bilancio degli impatti non solo quelli che si generano all'interno del territorio considerato, ma anche quelli indotti a monte e a valle delle attività sul territorio e considerando i diversi aspetti ambientali, sociali ed economici rispetto a diversi portatori di interesse e diverse "aree da proteggere".

1.3 Approccio life cycle e patrimonio naturale

Nell'approccio LCA si indicano con il termine "aree di protezione" (AoPs *Area of Protection*) gli ambiti in rapporto ai quali analizzare, stimare e valutare gli impatti ambientali provocati da un prodotto o servizio, questi sono: la salute umana, l'ambiente naturale e le risorse naturali (JRC IES, 2010). La estensione dell'analisi LCA ad aspetti sociali ed economici, e soprattutto la sua interpretazione come strumento di analisi e valutazione della sostenibilità LSCA (*Life Cycle Sustainability Analysis*) (Jorgensen et al., 2013; Zamagni et al., 2013) come più precisamen-

⁶ PRIN "Ricomposizione territoriale e valorizzazione sostenibile degli spazi urbani e rurali: turismo e vocazioni storiche, culturali, architettoniche, ambientali a confronto", aree scientifiche disciplinari coinvolte 11: Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche; 08: Ingegneria civile ed Architettura.

te illustrato al cap.2, ampliano le Aree di Protezione da considerare in relazione alla triplice dimensione della sostenibilità: ambiente, società ed economia (WCED, 1987), considerando altre categorie in base alle quali classificare gli impatti: diritti umani, diritti sociali, diritti delle popolazioni locali, patrimonio culturale, ecc. (Benoit et al., 2010), e altri criteri in base ai quali valutare lo sviluppo economico: efficacia (costi-benefici) dei beni prodotti, vantaggi o svantaggi economici in rapporto alla povertà (Jorgensen et al., 2013), ecc.

Per altri versi si deve notare che l'approccio LC è considerato uno strumento di cui il settore industriale dovrebbe servirsi per sviluppare soluzioni innovative in un'ottica di sostenibilità: per valorizzare le risorse usate rispettando l'ambiente e il capitale umano e sociale, producendo con criteri di efficacia.

Quando si propone di applicare un approccio LC ad un territorio questo dovrebbe essere uno strumento di cui i decisori e i portatori di interesse si valgono per reinterpretare, sviluppare e valorizzare il territorio stesso in un'ottica di sostenibilità. Un tale approccio dovrebbe permettere di superare una visione puramente protezionistica ai patrimoni naturali, sociali, culturali e a quelli prodotti dall'uomo di cui un territorio dispone, per integrare politiche di tutela e politiche di valorizzazione lungo i processi decisionali, dall'analisi e la conoscenza, alla programmazione e la progettazione, alla valutazione e la gestione.

Il termine "patrimonio" è utilizzato da diverse discipline con diverso significato, senza entrare in una disamina terminologica, si può affermare che nelle discipline ambientali, ecologiche, e della conservazione tale termine applicato alla Natura assume prioritariamente il significato, comune anche all'ambito economico, di complesso dei "beni" materiali e immateriali posseduti, disponibili⁷. Sempre mutuando dall'economia tali discipline utilizzano anche il termine "capitale" per fare riferimento non solo al valore economico dei beni, ma anche alla loro destinazione o finalizzazione alla produzione di altri beni e servizi per migliorare la vita delle persone e dell'umanità nel suo complesso. Così parlando di "capitale naturale", anziché di "patrimonio naturale"

si vuole evidenziare come la Natura costituisca appunto un capitale da valorizzare per la sua capacità di produrre servizi ecosistemici (Costanza et al., 1997)⁸ quali (Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

- supporto alla vita (come ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria);
- approvvigionamento (come la produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile);
- regolazione (come regolazione del clima e delle maree, depurazione dell'acqua, impollinazione e controllo delle infestazioni);
- valori culturali (fra cui quelli estetici, spirituali, educativi e ricreativi).

Le conoscenze in materia sono arrivate ad un punto che richiede uno sforzo di integrazione fra diversi metodi e un orientamento nei riguardi delle istituzioni e delle attività di gestione, con in particolare il coinvolgimento partecipativo dei portatori di interessi e di conoscenze, come sostengono Burkhard et al. (2012) nel presentare e discutere la risoluzione di Salzau su "Sustaining natural capital and ecosystem services" (2010) firmata da ricercatori e studiosi. La risoluzione di Salzau punta anche l'attenzione sulla necessità di valutare i servizi eco sistemici da un punto di vista sociale ed economico e la necessità di approntare strumenti per sviluppare queste strategie di valutazione.

L'interesse ad una visione sistemica dei capitali disponibili e della loro valorizzazione è al centro del concetto di sostenibilità dello sviluppo e degli studi ad esso finalizzati: capitale umano,

⁷ vedi anche Nuovo Soggettario Thesaurus <http://thes.bncf.firenze.sbn.it/termine.php?id=4948>

⁸ «Natural capital and ecosystem services. In general, capital is considered to be a stock of materials or information that exists at a point in time. Each form of capital stock generates, either autonomously or in conjunction with services from other capital stocks, a flow of services that may be used to transform materials, or the spatial configuration of materials, to enhance the welfare of humans. The human use of this flow of services may or may not leave the original capital stock intact. Capital stock takes different identifiable forms, most notably in physical forms including natural capital, such as trees, minerals, ecosystems, the atmosphere and so on; manufactured capital, such as machines and buildings; and the human capital of physical bodies. In addition, capital stocks can take intangible forms, especially as information such as that stored in computers and in individual human brains, as well as that stored in species and ecosystems. Ecosystem services consist of flows of materials, energy, and information from natural capital stocks which combine with manufactured and human capital services to produce human welfare» (Costanza et al., 1997: 254).

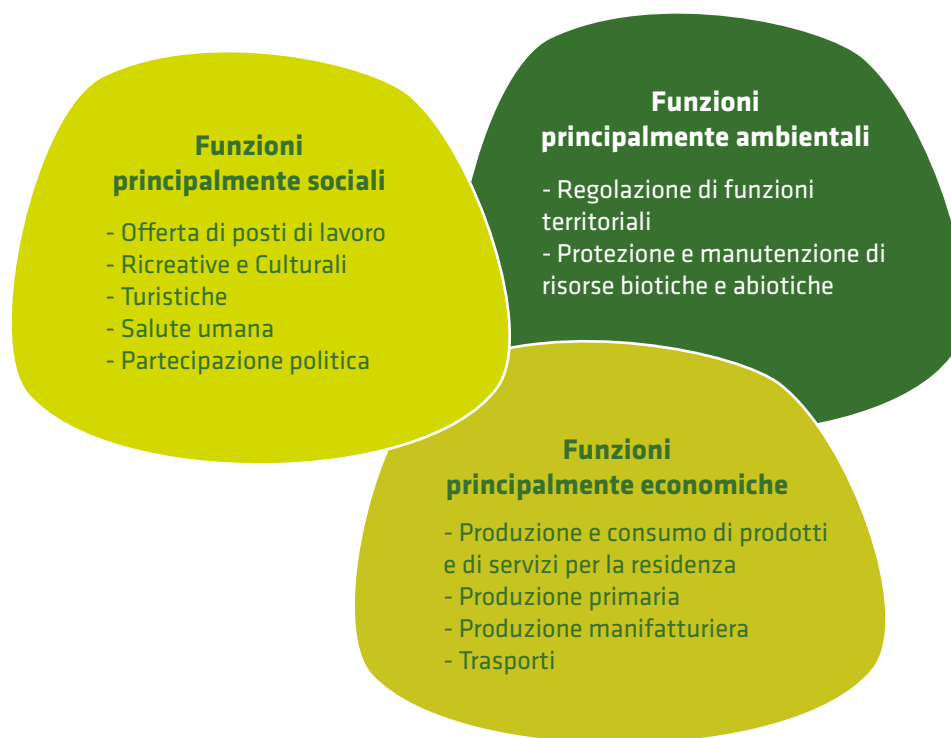


Fig. 1 - La multifunzionalità dei territori
[Immagine rielaborata da Loiseau, 2013]

capitale sociale (Coleman, 1988), capitale prodotto, quest'ultimo rappresentato da tutti i beni materiali realizzati dall'uomo per produrre altri beni o servizi, quali le infrastrutture, le attrezzature, ma anche gli edifici e gli insediamenti abitativi, industriali ecc. Alcuni Autori e Organismi propongono altre differenziazioni quali: capitale culturale, materiale e immateriale (Berkes e Folke, 1997) (UNESCO, 2003), morale, ed etico (Stern, 1997), capitale di informazioni (Costanza, 1997).

Anche parlando di aree naturali protette le diverse dimensioni non sono trascurate. Secondo la definizione più recente data da IUCN⁹ un'area protetta è:

⁹ IUCN - Unione Internazionale per la Conservazione della Natura, (<http://www.iucn.org/>) È una ONG nata nel 1948 con l'obiettivo di supportare la comunità internazionale in materia di tutela ambientale svolgendo un ruolo di coordinamento e scambio di informazioni tra le associazioni che ne fanno parte. Principale obiettivo dell'IUCN è quello di influenzare, incoraggiare e assistere le

«Uno spazio geografico chiaramente definito, riconosciuto, dedicato e gestito, tramite strumenti legali o altri strumenti effettivi, per ottenere la conservazione duratura della natura insieme ai servizi eco sistemici e ai valori culturali associati (Dudley, 2008: 8; IUCN Glossary)».

società del mondo al fine di conservare l'integrità e la diversità della natura e di assicurare che qualsiasi utilizzo delle risorse naturali sia equo ed ecologicamente sostenibile. Riveste inoltre un ruolo di piattaforma per il dibattito scientifico e di raccordo tra governi, istituzioni e ONG finalizzato al riconoscimento politico delle priorità ambientali. Il ruolo è stato riconosciuto formalmente dall'Organizzazione delle Nazioni Unite che gli ha attribuito un posto di Osservatore all'interno dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, dove, effettivamente, è l'unica organizzazione specializzata sul tema ambiente. L'IUCN è responsabile della pubblicazione della *Lista Rossa IUCN* (<http://www.iucnredlist.org/>), ovvero l'elenco delle specie animali e vegetali del pianeta e della loro attribuzione a specifiche categorie di minaccia, e della *Classificazione Internazionale delle Aree Protette*. Entrambi questi strumenti sono oggi ritenuti indispensabili per l'individuazione di strategie e di azioni di politica ambientale sia a livello nazionale che internazionale.

Fra le aree protette, considerando anche quelle più antiche istituite utilizzando solo criteri ecologici, è stimato che il 20-35% di loro includa significativi valori culturali o spirituali (ENEA Progetto Parchi in qualità¹⁰) e che accanto allo scopo sempre presente di conservazione della biodiversità, spesso sia previsto anche l'uso sostenibile delle risorse naturali, ma anche delle risorse culturali – i luoghi sacri, le memorie storiche, ecc. – quasi sempre associate alla biodiversità dei territori (vedi tab. 4 al cap. 3 Classificazione IUCN aree protette). Spesso inoltre ci si attende che le aree protette generino anche benefici di carattere socio-economico per le popolazioni limitrofe o in altri modi interessate, stimolando l'economia locale, i valori ricreativi e spirituali, l'educazione e la ricerca.

Anche l'ENEA definisce in modo articolato e complesso le aree protette ai fini della conservazione della Natura:

«Area, delimitata in modo certo, protetta dalla legislazione vigente ai fini di conservazione e ripristino di ambiente e paesaggio, di mantenimento del corretto uso del territorio a scopi sociali, didattici e scientifici, ricreativi e culturali, e di qualificazione e valorizzazione delle attività agricole e delle altre attività economiche compatibili» (ENEA, 2001).

È evidente come la complessità delle “aree di protezione” e “valorizzazione” nei territori non renda possibile pensare ad uno strumento unico di misurazione dell'impatto ma occorrono più strumenti integrati fra di loro secondo un quadro di riferimento che garantisca questa integrazione a supporto delle decisioni di tutela e valorizzazione dei patrimoni. Carenze di conoscenza, impossibilità a parametrizzare in senso quantitativo fenomeni qualitativi quali quelli sociali, culturali, etici, la forte dipendenza di questi dal contesto non permettono di identificare un'unica metodologia per valutare se determinati prodotti, servizi, attività, funzioni possono essere “sostenibili” nel senso più ampio del termine. Nelle attività di trasformazione del territorio il difficile equilibrio fra conservazione e valorizzazione dei patrimoni disponibili passa attraverso la capacità di una società di reinterpretare i valori insiti e depositati nel tempo sul proprio territorio, secondo i propri fini e i propri modelli culturali (Magnaghi, 2010: 101).

Quale contributo può allora fornire un approccio Life Cycle a questa operazione continua di reinterpretazione? Gli studi e le applicazioni in corso¹¹ permettono di ipotizzare che un approccio LC possa definire un quadro di riferimento che, esplicitando finalità, perimetrazioni, elementi di valutazione e comparazione, origine dei dati e metodi per la loro elaborazione, nonché i limiti consapevolmente assunti, permette di collocare la valutazione in una visione integrata delle problematiche della sostenibilità, a supporto di decisioni di valorizzazione dei patrimoni disponibili “sedimentatisi” storicamente in una certa area, nelle relazioni sociali e nelle relazioni con i servizi eco-sistemici che la natura fornisce in quel determinato luogo (Dematteis, 1995: 101, citato da Magnaghi, 2010: 89).

1.4 Valutazione ambientale in aree sensibili e protette

Il principio di sostenibilità ambientale nelle attività di pianificazione è inquadrato nella Direttiva 2001/42/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente, recepita in Italia dal D. Lgs. 152/2006 “Testo Unico in Materia di Ambiente”. La Direttiva 2001/42 /CE ha l'obiettivo di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e di contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile,¹² assicurando che venga effettuata la “valutazione ambientale” di determinati piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente (art. 1). Per «valutazione ambientale» s'intende l'elaborazione di un rapporto di impatto ambientale, lo svolgimento di consultazioni, la valutazione del rapporto ambientale e dei risultati delle

¹¹ Per quanto a nostra conoscenza l'applicazione di un approccio LCA al territorio è portata avanti in Europa dal gruppo di ricerca ELSA (Environmental Life Cycle and Sustainability Assessment, <http://www.elsa-lca.org/>). ELSA è stato creato nel 2008 con il supporto della Regione Languedoc Roussillon. È un polo multidisciplinare a partire dai 5 enti fondatori (CIRAD, École des Mines d'Alès, INRA, Irstea, Montpellier SupAgro) collabora con AgroParisTech.

¹² È stata recepita in Italia dal D. Lgs. 152/2006 Testo Unico in Materia di Ambiente. Esso tuttavia non comprende la materia di tutela della flora e della fauna e di limitazione dell'inquinamento acustico. Il D.Lgs. 152/2006, modificato e integrato dal D.Lgs. 4/2008 e successivamente dal D.Lgs. 128/2010, definisce al titolo I le finalità della VAS, oltre che della VIA e dell'Autorizzazione Ambientale Integrata (AIA).

¹⁰ Si veda a <http://qualitypark.casaccia.enea.it/> ultimo accesso giugno 2014.

consultazioni nell'iter decisionale e la messa a disposizione delle informazioni sulla decisione e il monitoraggio. Il D.Lgs. 152/2006, modificato e integrato dal D.Lgs. 4/2008 e successivamente dal D.Lgs. 128/2010, definisce al titolo I le finalità della VAS (Valutazione Ambientale Strategica), oltre che della VIA (Valutazione di Impatto Ambientale)¹³ e dell'Autorizzazione Ambientale Integrata (AIA), e chiarisce al titolo II le modalità di svolgimento della VAS. Quest'ultima è obbligatoria per tutti i piani e programmi, compresi quelli che riguardano la pianificazione.

La necessità di valutare piani e progetti che potrebbero influire sulla integrità degli habitat e delle specie viene espressa nell'art.6 comma 3 e 4 della Direttiva Habitat (92/43/CEE) recepita in Italia con il DPR 357/97 e smi, ed è denominata "Valutazione di Incidenza", con riferimento agli interventi nei siti di interesse comunitario per la conservazione della biodiversità, o in loro prossimità se sono possibili impatti sugli stessi. La Direttiva Habitat è relativa alla conservazione degli Habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, con lo scopo di contribuire a salvaguardare la biodiversità nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato. Le misure adottate dalla direttiva sono intese ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario, tenendo conto delle esigenze di natura economica, sociale e culturale, e delle peculiarità regionali e locali. La direttiva Habitat istituisce (art.3) la rete ecologica Natura 2000, una rete formata dall'insieme dei siti in cui si trovano gli habitat naturali indicati nell'allegato I e gli habitat delle specie elencate nell'allegato II della stessa direttiva. La Direttiva Habitat a tali fini definisce:

- SIC - Sito di Importanza Comunitaria, ovvero un sito che, nella o nelle regioni biogeografiche cui appartiene, contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale, di cui all'allegato I (tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione), o una specie, di cui all'allegato II (specie animali e vegetali di interesse comunitario la cui conservazio-

ne richiede la designazione di zone speciali di conservazione), in uno stato di conservazione soddisfacente e che può inoltre contribuire in modo significativo alla coerenza di Natura 2000 di cui all'articolo 3, e/o che contribuisce in modo significativo al mantenimento della diversità biologica nella regione biogeografica o nelle regioni biogeografiche in questione. Per le specie animali che occupano ampi territori, i siti di importanza comunitaria corrispondono ai luoghi, all'interno dell'area di ripartizione naturale di tali specie, che presentano gli elementi fisici o biologici essenziali alla loro vita e riproduzione.

- ZSC - Zona Speciale di Conservazione, ovvero un sito di importanza comunitaria designato dagli Stati membri mediante un atto regolamentare, amministrativo e/o contrattuale, in cui sono applicate le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e/o delle popolazioni delle specie per cui il sito è designato.

La Rete Natura 2000 comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) individuate dalla Direttiva Europea 79/409/CEE meglio nota come Direttiva Uccelli, successivamente abrogata e sostituita integralmente dalla Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 26 gennaio 2010, serie L 20). Le ZPS hanno l'obiettivo della «conservazione di tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico», che viene raggiunto non solo attraverso la tutela dell'avifauna, ma anche attraverso la protezione dei loro habitat naturali.

La Direttiva Habitat 92/43 stabilisce norme per la gestione dei siti Natura 2000 e la "Valutazione d'incidenza" di interventi (art. 6), riconosce inoltre l'importanza degli elementi del paesaggio che svolgono un ruolo di connessione ecologica per la flora e la fauna selvatiche (art. 10).

La "Valutazione di incidenza" è effettuata dall'autorità competente sulla base della Relazione di Incidenza redatta dai soggetti promotori dell'intervento (Piano o Progetto) e prevede che, qualora nonostante valutazione negativa e in assenza di soluzioni alternative un piano o progetto debba essere realizzato, «per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico, inclusi motivi di natura sociale ed economica», lo Stato membro adotti misure compensative e ne informi la Commissione. Se si tratta di un sito dove si trova un tipo

¹³ La VIA (DIR. 85/337/CEE, modificata dalla dir. 97/11/CE) è una valutazione di impatto ambientale applicata ai progetti.

di habitat naturale o una specie prioritaria possono essere adottate «soltanto considerazioni connesse con la salute dell'uomo e la sicurezza pubblica o relative a conseguenze positive e di primaria importanza ovvero, previo parere della Commissione, altri motivi imperativi di rilevante interesse pubblico».

L'analisi di incidenza si sviluppa secondo 4 fasi:

1. verifica della possibile generazione di impatti sull'area dovuta alle azioni previste (*screening*);
2. valutazione ovvero analisi dell'incidenza;
3. analisi di soluzioni alternative;
4. individuazione di misure di compensazione.

Si vedano per la Comunità Europea la "Guida alla interpretazione dell'articolo 6 della Direttiva Habitat 92/43 CEE" (http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/guidance_en.htm) e per l'Italia l'all. G del DPR 357/97 e il D.M. 03.09.2002.

Alcune Regioni hanno ulteriormente indicato i contenuti minimi delle Relazioni di Incidenza Ambientale; Magliocco (2007) riporta le indicazioni della Regione Liguria e una proposta di schede con particolare riferimento a progetti di costruzione per le fasi di cantiere e di esercizio. In Italia le Aree Naturali Protette sono state istituite un anno prima della Direttiva Habitat, con la Legge n. 394 del 1991 che, in attuazione degli articoli 9 e 32 della Costituzione e nel rispetto degli accordi internazionali, detta principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese (art. 1, comma 1, legge 394/1991). La 394/91 (art. 2) identificava come aree protette: i parchi nazionali, i parchi naturali regionali, le riserve naturali, e per l'ambiente marino fa riferimento alle aree protette così come definite dal protocollo di Ginevra, relativo alle aree mediterranee particolarmente protette dalla Legge 127 del 1985 e dalla Legge 979 del 1982. Con l'entrata in vigore nel 1991 della Legge 394, di conseguenza, i parchi già istituiti, diventarono a tutti gli effetti aree naturali protette, e come tali, soggette ad uno speciale regime di tutela e gestione.

Ancora occorre ricordare a livello internazionale il ruolo dell'UNESCO sul tema della conservazione della natura, misurandosi anche e soprattutto con la ricchezza dei depositi culturali, testimoniata rispettivamente dall'importanza crescente accordata ai "paesaggi culturali" anche nelle liste UNESCO del Patrimonio Mondiale dell'Umanità, e dei

valori di "naturalità diffusa" custoditi dai paesaggi agrari e forestali. Questa direzione trova il principale riferimento nel programma MAB dell'UNESCO (*Man and the Biosphere*).

Il programma MAB è stato avviato dall'Unesco negli anni '70 allo scopo di migliorare il rapporto uomo-ambiente e ridurre la perdita di biodiversità attraverso programmi di ricerca e *capacity-building*. Il programma ha portato al riconoscimento, da parte dell'UNESCO, delle Riserve della Biosfera, aree marine e/o terrestri che gli Stati membri s'impegnano a gestire nell'ottica della conservazione delle risorse e dello sviluppo sostenibile, nel pieno coinvolgimento delle comunità locali. Scopo della proclamazione delle Riserve è promuovere e dimostrare una relazione equilibrata fra la comunità umana e gli ecosistemi, creare siti privilegiati per la ricerca, la formazione e l'educazione ambientale, oltre che poli di sperimentazione di politiche mirate di sviluppo e pianificazione territoriale¹⁴.

Obiettivi specifici del programma MAB sono:

- identificare e valutare i cambiamenti nella biosfera risultanti dalle attività umane e dai processi naturali, e gli effetti di questi cambiamenti sull'ambiente e sull'uomo, con particolare riferimento ai cambiamenti climatici;
- studiare e comparare le dinamiche relazionali tra ecosistemi naturali e processi socio-economici, in particolare nel contesto dell'accelerata perdita biologica e culturale della diversità, con le relative e inaspettate conseguenze che impattano sull'abilità degli ecosistemi di continuare a mantenersi, abilità critica per il benessere umano;
- assicurare un livello di benessere umano base e ambienti vivibili nel contesto della rapida urbanizzazione e del consumo energetico, quali fattori del cambiamento ambientale (interventi sull'ambiente);
- promuovere lo scambio e il trasferimento di conoscenza sui problemi ambientali e soluzioni, e incoraggiare l'educazione ambientale per lo sviluppo sostenibile.

¹⁴ Le aree che attualmente fanno parte di questo programma sono 533 in tutto il mondo, di cui 8 in Italia: Valle del Ticino (Lombardia/Piemonte), Miramare (Friuli Venezia Giulia), Selva Pisana (Toscana), Arcipelago Toscano (Toscana), Circeo (Lazio), Collemeluccio-Montedimezzo (Molise), Cilento e Vallo di Diano (Campania), Somma-Vesuvio e Miglio d'Oro (Campania).

1.5 Gestione delle aree naturali protette

Il tema della gestione delle aree naturali protette, attraverso i Piani dei Parchi e, nel caso dei siti Natura, attraverso la Valutazione di incidenza di piani e progetti che li interessano, ma soprattutto attraverso il monitoraggio della efficacia di azioni di conservazione e ripristino, ha assunto presto una rilevanza centrale nei documenti normativi e nella prassi, mettendo in evidenza un approccio che possiamo definire di attenzione al ciclo del territorio e delle relative funzioni: gli interventi sono programmati, pianificati, progettati, realizzati, gestiti, riqualificati, ed occorre dotarsi di strumenti di valutazione e monitoraggio dell'evoluzione di tali processi in rapporto agli obiettivi di protezione.

Considereremo di seguito solo tre documenti italiani di guida, a conferma della importanza del tema della gestione e della sua interpretazione nel caso dei territori naturali protetti:

- le Linee Guida del 2002 (D.M. 03.09.2002) e il “Manuale per la gestione dei siti Natura 2000” pubblicato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio, nell'ambito del progetto LIFE99 NAT/IT/006279: “Verifica della rete Natura 2000 in Italia e modelli di gestione”, per quanto riguarda i piani di gestione e gli indicatori di monitoraggio;
- le Linee Guida Parchi, per sistemi di gestione ambientale, proposte da ENEA UNI SINCERT e pubblicate nel dicembre 2001, sulla base della UNI EN ISO 14001;
- le Linee Guida per l'applicazione del modello EMAS secondo il regolamento europeo Regolamento CE 761/01 EMAS a parchi e aree naturali protette, redatte da APAT e pubblicate nel 2003.

Il Manuale per la gestione dei siti Natura 2000 del Ministero Italiano va oltre il documento Europeo di Guida per la gestione dei Siti Natura del 2000, che fondamentalmente si limita ad illustrare l'interpretazione della Direttiva in materia di Valutazione di incidenza. Per i Siti Natura il Manuale italiano propone delle linee guida per i piani di gestione da attivare come strumenti integrati ad altri strumenti che possono interessare il sito in base alla sua collocazione territoriale, quali ad esempio i Piani del Parco, se il sito è inserito in un parco. Il Manuale enuncia e illustra un elenco di indicatori e il modo in cui applicarli con riferimento alle diverse caratterizzazioni (o tipizzazioni) dei siti natura. Gli indicatori sono un sistema di variabili utile per tenere sotto controllo l'evoluzione dei fattori di

pressione e lo stato degli habitat e delle specie protette nei siti, al fine di definire strategie di gestione conservativa, migliorativa, o orientata al recupero. Essi sono organizzati secondo le seguenti categorie: Complessità e organizzazione del mosaico territoriale, Assetto floristico e vegetazionale, Assetto forestale, Assetto faunistico, Assetto idrobiologico, Fattori di disturbo e di alterazione ambientali, Assetto socioeconomico. Gli aspetti da valutare sono la estensione dell'habitat protetto e la permanenza della struttura e delle funzioni necessarie al suo mantenimento, tali aspetti comportano la adozione di «misure di monitoraggio impostate a varie scale spaziali, dall'habitat al paesaggio» (Manuale delle linee guida per la redazione dei piani di gestione dei siti Natura 2000 p. 55). L'approccio muove dalla considerazione della evoluzione degli ecosistemi e delle strategie conservative conseguenti, così come illustrato nella fig. 2.

Nel secondo documento qui citato, le Linee Guida Parchi, per sistemi di gestione ambientale, il Sistema di Gestione Ambientale ex ISO 14001, nato per le organizzazioni industriali, viene applicato all'Organizzazione responsabile della gestione del Parco, oltre che alle aziende presenti nel Parco. L'Analisi Ambientale prende in considerazione l'intera area protetta e, dove necessario, quella limitrofa. Oltre ai possibili impatti ambientali causati dalle attività del Parco, vanno individuati e valutati tutti gli aspetti ambientali delle attività produttive e di servizio presenti nel territorio protetto. L'analisi ambientale deve essere pianificata e ripetuta a scadenze determinate e stima alcuni indicatori ambientali riportati nell'All. A della Guida e riferiti alle categorie riportate in Tab. 1.

Il modello di certificazione volontaria ambientale EMAS per i Parchi proposto da APAT nel 2003, risponde alle Linee guida sulle organizzazioni da registrare, riportate nella Decisione CE n° 681 del 07/09/2001 “Decisione della Commissione del 7 settembre 2001, relativa agli orientamenti per l'attuazione del Regolamento (CE) n. 761/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS)”, che individuano fra le tipologie di organizzazioni che possono aderire ad EMAS anche le Autorità locali e le istituzioni governative, e prevedono esplicitamente che quando si tratta di un'istituzione pubblica, è importante non limitarsi soltanto alla struttura organizzativa di gestione e agli aspetti ambientali

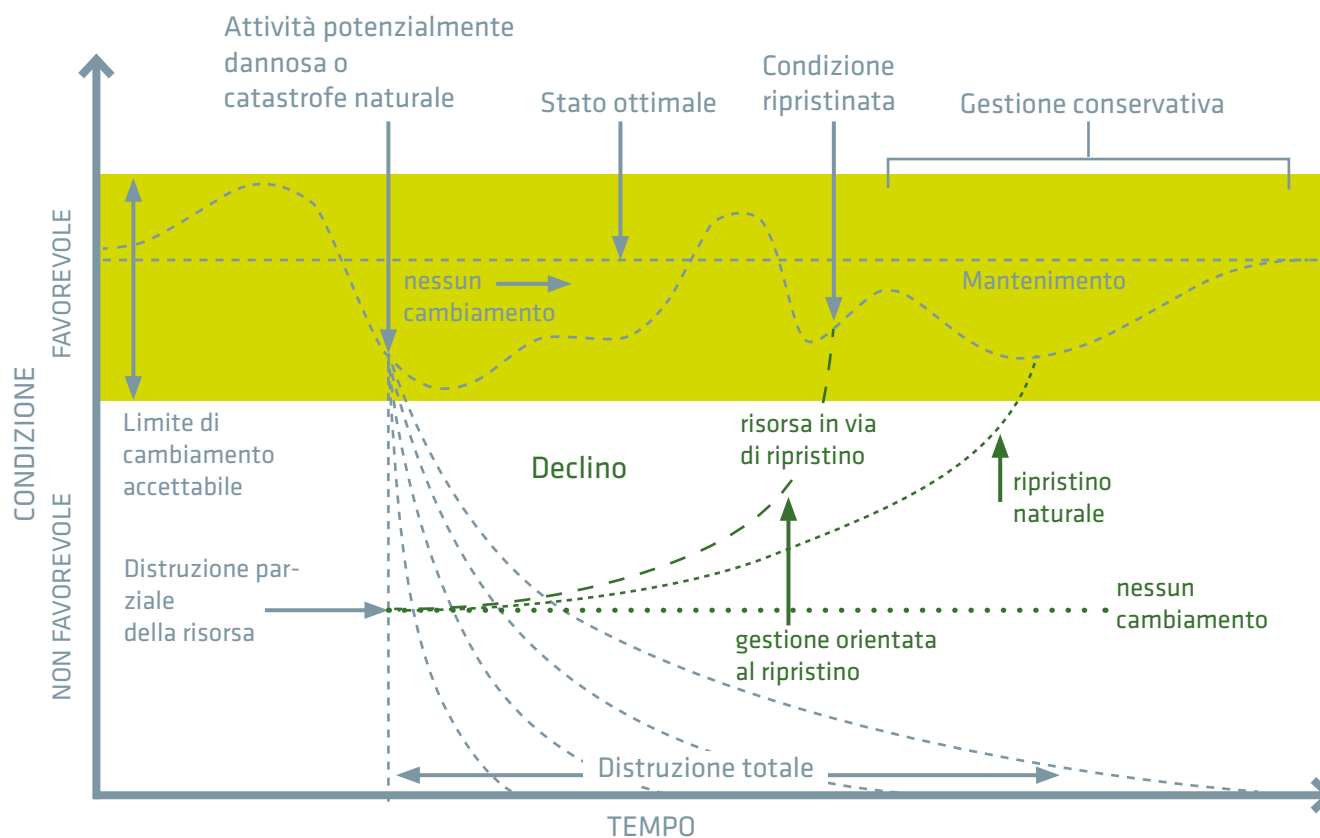


Fig. 2 - Andamento nel tempo delle condizioni di habitat o specie e strategie di intervento [Immagine rielaborata da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2002]

diretti associati, ma considerare anche gli aspetti indiretti legati alle politiche delle Autorità locali e governative.¹⁵ Il documento fornisce nell'all.2 possibili metodi per l'analisi degli aspetti ambientali di un'area protetta e relativi indicatori (Tab. 2).

In conclusione a questo quadro di Linee Guida sulla gestione e il monitoraggio ambientale di aree protette è interessante riportare a fini esemplificativi uno studio dell'Amministrazione del Parco Nazionale La Vanoise, nella zona dell'omonimo massiccio nelle Alpi Francesi del Nord, condotto dalla ENS de Mines de St. Etienne (Gondran 2012) per stimare l'Impronta Ecologica EF (*Ecologica*

Footprint) della Struttura che gestisce il Parco, al fine di dotarsi di uno strumento di monitoraggio per perseguire gli obiettivi dichiarati di riduzione della impronta ecologica del 10% nel periodo 2007-2009. La metodologia di calcolo della EF è volta a valutare la capacità di carico di un habitat, confrontando la domanda di servizi eco-sistemici con la loro disponibilità e viene applicata su larga scala (nazione, regione, città) o per determinati settori di attività (agricoltura, residenze). Generalmente non è applicata per le organizzazioni e soprattutto non è utilizzata come un set di indicatori per il monitoraggio della evoluzione della impronta ecologica. Nel paragrafo successivo si danno alcune indicazioni sul metodo EF, qui preme sottolineare come, al di là della significatività e applicabilità del metodo evidenziata dalla stessa Gondran, lo studio sia stato applicato a valutare la impronta ecologica delle diverse funzioni del gestore del Parco (la gestione delle strutture edilizie, degli uffici e dei servizi nel parco, i trasporti casa-lavoro degli impiegati e i loro

¹⁵ Il Regolamento EMAS opera un'importante distinzione fra due tipi di aspetti ambientali: sono considerati diretti tutti quegli aspetti ambientali su cui l'organizzazione può esercitare un controllo diretto, ovvero quelli che derivano direttamente dalle sue attività; vengono invece considerati come indiretti tutti gli aspetti ambientali su cui l'organizzazione può non avere un controllo ma può esercitare influenza significativa.

Categorie di indicatori ambientali Gestione ambientale Parchi secondo ISO 14001
Emissioni in atmosfera
Qualità acque (acque superficiali, sotterranee e scarichi)
Qualità del suolo e del sottosuolo
Stato della fauna
Stato della flora
Stato dell'ecosistema
Stato di biodiversità
Paesaggio e impatto visivo
Gestione dei rifiuti
Rumore e vibrazioni
Utilizzo di acqua e di altre risorse naturali
Antropizzazione del territorio

Tab. 1 - Categorie di indicatori ambientali secondo le Linee Guida Parchi, per sistemi di gestione ambientale [Fonte ENEA, 2001]

consumi durante la permanenza nel parco, la fornitura di prodotti e servizi ai visitatori e per attività di gestione del Parco, la produzione di rifiuti) con l'intento di dimostrare un miglioramento dell'impatto conseguente ad alcune scelte gestionali applicate ai servizi e all'uso degli edifici. La valutazione di un impatto espressa con il metodo EF ha carattere dimostrativo, il Parco "dà il buon esempio" riducendo la impronta ecologica delle sue attività, ma non entra in merito alla relazione specifica, locale, fra EF di queste attività e la pressione che queste esercitano a livello del Parco stesso.

1.6 Valutazione ambientale di un territorio. Metodi di elaborazione di indicatori ambientali

Con la richiesta della Direttiva Europea 2001/42/CE di applicare a piani e progetti la Valutazione Ambientale Strategica, la necessità di convergere verso metodi di valutazione alla scala del territorio, fondati sull'uso di indicatori, affidabili e condivisi, è emersa sia nella prassi che in ambito di ricerca. Loiseau E. et al. (2012) muovendo da una rassegna critica dello stato dell'arte sui metodi di valutazione di impatto ambientale sono arrivati a proporre un

Categorie di indicatori ambientali Gestione ambientale Parchi secondo EMAS
Stato della fauna e della flora
Stato della vegetazione
Grado di biodiversità
Rete ecologica
Qualità dell'aria
Qualità delle acque
Stato geologico ed idrogeologico
Valori paesaggistici
Rete di viabilità interna al territorio protetto
Antropizzazione del territorio
Costruzione/manutenzione delle infrastrutture
Turismo
Attività di educazione ambientale
Ricerca scientifica
Attività di comunicazione ambientale
Promozione delle attività tradizionali locali
Gestione del ciclo dei rifiuti
Gestione delle politiche agricole e dell'allevamento zootecnico
Gestione delle attività industriali
Interazioni con le PPAA locali

Tab. 2 - Aspetti ambientali da valutare in un'area protetta secondo la certificazione ambientale EMAS Parchi proposta da APAT [2003]

quadro di riferimento metodologico (Loiseau et al., 2013) fondato sull'approccio *Life Cycle* e ad applicarlo su un caso studio reale (Loiseau et al., 2014). Altri Autori hanno dato contributi riferiti all'applicazione a scala territoriale subnazionale di alcune metodologie di valutazione ambientale (Lewan e Simmons, 2001; Marchettini et al., 2006; Bagliani et al., 2008; Scotti et al., 2008; Barles, 2009; Browne et al., 2011) o hanno proposto la integrazione di più metodologie alla valutazione di attività sul territorio (Castellani e Sala, 2012), o ancora di un approccio LCA alla valutazione del potenziale

miglioramento di alcuni settori economici-industriali, come negli studi condotti per lo sviluppo della ricerca EIPRO (Tukket et al., 2006) sull'impatto dei settori edilizio, IMPRO-Building (Nemry et al., 2008), dei trasporti, IMPRO-Car e dell'alimentazione, IMPRO-Food.

Marchettini et al. (2006) hanno applicato i metodi *EMergy Evaluation* (EME), *Ecological Footprint Analysis* (EFA) e *Greenhouse Gas Inventory* (GHGI), alla valutazione di sostenibilità di alcune province italiane evidenziando la possibilità di connettere la dimensione locale e globale dei fenomeni di impatto ambientale e di considerare più aspetti nella valutazione di impatto, quali in particolare quelli connessi all'uso di risorse e al trasferimento ad altri territori di impatti e consumi.

Lo stato dell'arte ricostruito sistematicamente da Loiseau (2012) si basa su cinque parametri chiave: il livello di maturità del metodo; il modello di rappresentazione del sistema territorio e del sistema di flussi input e output indagati e l'adeguatezza del modello alla disponibilità di dati; i criteri di classificazione dei diversi tipi di flussi secondo la visione del "metabolismo" del territorio (Ayres e Simonis, 1994; Fisher-Kowalski e Huttler, 1998); gli indicatori utilizzati con riferimento alle tipologie di indicatori del modello DPSIR (*Drivers, Pressure, State, Impact, Response*) della European Environmental Agency (EEA Report, 1999) e, in particolare, il ricorso ad indicatori caratterizzati su base spaziale e a più indicatori secondo una logica multi criteri; la utilizzabilità del metodo sia sotto il profilo della fattibilità delle analisi (dati disponibili e *time consuming*), che della comunicabilità e comprensibilità dei risultati.

Sulla base di questi criteri sono stati esaminati da Loiseau et al. (2012) diversi metodi applicati anche alla scala del territorio e quindi della pianificazione territoriale. I metodi esaminati sono stati confrontati fra di loro a partire dalla ipotesi della necessità di ricorrere, per la valutazione di sostenibilità ambientale di un territorio, ad una integrazione di più metodi, con una modellazione del sistema territoriale in un'ottica *life cycle thinking*.

Si riporta di seguito una breve sintesi tratta dalla rassegna di Loiseau et al. (2012) e da altri contributi.

- HERA (*Human and Environmental Risk Assessment*), è un metodo di analisi dei rischi di supporto alle decisioni, orientato a indicatori di tossicità umana ed eco-tossicità, è utilizzato nelle valutazioni di impatto con riferimento ad uno specifico sito, fra tutti i

metodi è quello che maggiormente introduce la differenziazione spaziale e quindi può fornire una valutazione specifica riferita ad un sito per specifici indicatori.

- EF (*Ecological footprint*) si basa sul concetto di "capacità di carico" ed esprime l'area teorica (es. *global hectare*) utilizzata da una popolazione per produrre le risorse che consuma e per assimilare i rifiuti che produce incluso il CO₂. L'*Ecological footprint* di un territorio è dato dalla sua biocapacità e il criterio sotteso al metodo di valutazione è che l'uso del territorio sia in equilibrio con la sua capacità di carico. È il metodo forse più utilizzato alla scala regionale, subnazionale e di singoli territori, tuttavia i suoi limiti sono stati più volte evidenziati, ad esempio per il fatto di considerare alla stessa stregua di impatto ambientale territori diversamente utilizzati, e per il fatto di non considerare alcuni inquinanti con effetti rilevanti sugli ecosistemi e sul degrado dei territori (Fiala, 2008; Ecotec, 2001; Moffat, 2000, van Den Bergh and Verbruggen, 1998).

- ENA (*Ecological Network Analysis*) è uno dei metodi fondati su *Material and Energy Flow Analysis* che utilizza le tavole Input-Output (Fath and Patten, 1999). È stato usato soprattutto per modellare ecosistemi naturali e permette di relazionare i flussi di materiali alla struttura di un ecosistema. La fase di creazione del modello identifica i "compartimenti" del sistema studiato (industrie, agricoltura, residenze, ecc.) e i flussi fra questi, la fase successiva conduce un'analisi basata sul calcolo di una matrice delle relazioni fra compartimenti che permette di classificarle in: sinergie, competizioni o neutralità. In realtà manca di una fase di valutazione degli impatti e si limita a condurre un inventario dei flussi, ovvero delle pressioni sull'ambiente e sarebbe perciò utile una integrazione con un LCA.

- *Exergy* generalmente applicato a processi industriali e alle risorse, misura la energia convertibile, ovvero il massimo lavoro che può essere ottenuto da un sistema quando è portato a equilibrio con il suo stato di riferimento. Applicato all'analisi di un territorio ne misura il potenziale energetico, e può servire a valutare trasformazioni tecnologiche orientate a migliorare le prestazioni energetiche e a mantenere la disponibilità di risorse, non rende conto di impatti ambientali, mentre può essere significativamente associato ad una stima delle variazioni di capitale umano e capitale economico investito (Sciubba et al., 2008).

- *Emergy* misura il lavoro fatto dalla natura o dall'uomo per realiz-

zare un prodotto o un servizio e viene espresso con riferimento ad una unità convenzionale: la energia solare misurata in *solar emjoule*. Applicata ad un territorio permette di aggregare in un unico indicatore diversi flussi per misurare le risorse necessarie a supportare le attività in quel territorio. Il metodo non considererebbe altro che i consumi di risorse, ma Ulgiati e Brown (2002) hanno concepito un modo per integrare la valutazione delle emissioni a partire dal concetto di servizi eco-sistemici necessari a bilanciare l'impatto delle emissioni, con un approccio del tipo EF. *Emergy* calcola degli indicatori per unità di tempo (1 anno) e per differenti categorie di risorse in base alla loro provenienza e alla distinzione 'rinnovabile', 'non rinnovabile'. Il riferimento alla dinamica temporale colloca il metodo fra quelli che applicano una visione *life cycle* al territorio.

– LCA (*Life Cycle Assessment*) il metodo non è ancora formalizzato come metodo applicabile alla scala territoriale, ma trova applicazioni nei riguardi di prodotti e servizi e di sistemi tecnologici, in questo campo è stato formalizzato su base scientifica condivisa (ISO, 2006a; ISO, 2006b). Consta di quattro steps, dall'analisi alla valutazione di impatto e di risposta, si basa sul concetto "prestazionale" di Unità Funzionale con riferimento al ciclo di vita di prodotti e servizi per valutare impatti ambientali e consumo di risorse, rapportandoli alle prestazioni fornite, adottando rigorosamente l'ottica del ciclo di vita e una valutazione su più indicatori (multi criteri), considera il trasferimento di impatti e consumi da una fase all'altra del ciclo di vita e da una categoria ad un'altra di impatto o danno. In tal senso è considerato il metodo che unisce ad una visione sistemica la valutazione di efficienza ambientale, rispondendo così ai principi dello sviluppo sostenibile. Tuttavia per la sua applicazione al territorio ci sono ancora molte difficoltà che derivano dalla scarsa disponibilità di dati, dal momento che il LCA adotta un approccio *bottom up* per inventariare i dati, e dal diverso livello di evoluzione delle conoscenze nella elaborazione dei vari tipi di indicatori, con la conseguenza che alcuni di questi, importanti a livello territoriale, come l'uso del suolo e la risorsa acqua, non sono elaborabili come indicatori di impatto e non sono caratterizzabili a livello locale.

In conclusione si può affermare che i vari metodi di valutazione di indicatori ambientali in genere permettono di elaborare indicatori di pressione (inquinanti, m² di suolo usato) e indicatori di stato e di impatto (eutrofizzazione, acidificazione, impatto sull'ecosistema,

sulla salute umana ecc.). Gli indicatori di pressione possono essere differenziati su base geografica se i dati sono disponibili. Gli indicatori di impatto sono elaborati applicando fattori di caratterizzazione (CF) che solo in alcuni metodi e strumenti sono spazialmente differenziati, trattandosi invece per lo più di fattori di caratterizzazione con riferimento globale. Alcuni autori (Potting and Hauschild, 2006) hanno proposto di differenziare su più scale: globale, regionale, di sito, almeno quegli indicatori per i quali tale differenziazione è rilevante, quali: acidificazione, eutrofizzazione, tossicità; e di portare avanti una differenziazione su base geografica (regioni del pianeta) per le categorie di impatto regionale, e sulla base di situazioni tipo (*archetypical situation*) per le categorie di impatto locale (Tab. 3) (Sedlbauer et al., 2007). La Setac UNEP Initiative (Margni et al., 2008), con riferimento al LCA ha avviato nel 2008 un progetto volto a stabilire criteri guida per la differenziazione dei Fattori di Caratterizzazione a livello spaziale e nel tempo, in particolare evidenziando la significatività, almeno per alcuni indicatori, di una caratterizzazione con riferimento a situazioni spaziali tipo (Tab 4), e la significatività a identificare il tempo di permanenza di alcuni impatti (decennale, centennale, migliaia di anni).

1.7 Ipotesi di lavoro e obiettivi della ricerca

Muovendo dal contesto scientifico e operativo delineato nei paragrafi precedenti si enunciano di seguito le ipotesi di lavoro, ovvero le "domande" attorno alle quali si è sviluppata la ricerca presentata nei capitoli successivi di questo libro. Occorre dire che tali ipotesi di ricerca si sono in realtà andate precisando nel corso del lavoro condotto, attraverso il dialogo interdisciplinare attivato nel progetto di ricerca PRIN in cui si colloca e attraverso la progressiva ricostruzione dello stato dell'arte sull'argomento. Ma soprattutto si sono precisate nel lavoro sperimentale sul caso studio del Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli in Toscana, cui è dedicata la seconda parte di questo volume, studio che ha confermato la validità delle ipotesi di lavoro ma anche la necessità di finalizzarle maggiormente alla traduzione sul campo operativo, per un'applicazione di strumenti di valutazione alla protezione e valorizzazione delle aree protette e del patrimonio che esse rappresentano.

La ipotesi generale da cui siamo partiti è riassumibile nella validità di adottare un approccio *life cycle* alla valutazione della

Categorie di impatto	Tipo di impatto	Tipo di regione o situazione che dovrebbe essere considerata
Tossicità umana (cancerogeni e non cancerogeni)	locale	Emissioni in aria: Densità della popolazione alta, media, bassa per gli inquinanti legati alla respirazione; Agricoltura intensiva, estensiva, assente per gli inquinanti legati al cibo; Emissioni in acque off-shore: laghi, oceano, fiumi; Emissioni nel suolo: suolo agricolo e non agricolo
Effetti sulla respirazione causati da inorganici	locale	Emissioni in aria: Densità della popolazione alta, media, bassa. Off-shore
Radiazioni ionizzanti	locale	Emissioni in aria: Densità della popolazione alta, media, bassa per gli inquinanti legati alla respirazione; Agricoltura intensiva, estensiva, assente per gli inquinanti legati al cibo; Emissioni in acque off-shore: laghi, oceano, fiumi; Emissioni nel suolo: suolo agricolo e non agricolo
Riduzione dello strato di ozono	globale	
Ossidazione fotochimica	locale	Paese: Densità della popolazione alta, media, bassa
Ecotossicità acquatica	locale	Emissioni in aria: campagna; Emissioni in acqua off-shore: laghi, oceano, fiumi, Emissioni nel suolo: bacino idrografico
Ecotossicità terrestre	locale	Emissioni in aria: Paese; Emissioni in acqua off-shore: laghi, oceano, fiumi; Emissioni nel suolo: agricolo non agricolo
Acidificazione eutrofizzazione terrestre	regionale	Emissioni in aria e emissioni nel suolo: Paese Continente; tipo di suolo
Acidificazione acquatica	regionale	Emissioni in aria: Paese Continente; Emissioni in acqua: lago, oceano fiume, tipo di lago
Eutrofizzazione acquatica	regionale	Emissioni in aria: Paese Continente; Emissioni in acqua: lago, oceano fiume, tipo di lago
Uso del suolo	locale	Tipo di territorio, Paese, tipo di ecosistema
Perdita di biodiversità	locale	Tipo di territorio, Paese, tipo di ecosistema
Cambiamento climatico	globale	
Energie non rinnovabili	globale	Paesi con riferimento a questioni sociali
Estrazione di minerali	globale	Paesi con riferimento a questioni sociali
Rumore	locale	Densità della popolazione

Tab. 3 - Categorie di impatto, tipo di impatto e regioni o situazioni tipo [Fonte Sedlbauer et al., 2007]

Tab. 4 - Categorie di impatto, definizione delle più importanti situazioni spaziali tipo per le quali introdurre criteri di differenziazione spaziale secondo Setac UNEP Initiative [Margni et al., 2008]

Categorie di impatto	Fattori di altissima influenza e criteri di differenziazione	Situazioni tipo proposte	Scala caratteristica
Tossicità umana, particolato respiratori inorganici	Densità della popolazione.	Densità della popolazione alta-urbana Densità della popolazione media Densità della popolazione bassa-rurale	Scala regionale per le sostanze a vita breve, scala continentale per PBT
	Diluizione in volume	Emissioni indoor	Confronto indoor outdoor
	Altezza di emissione sul suolo	Altezza emissioni e reti impianti	Tipo di processo: trasporto terrestre, aere. Industrie
Acidificazione	Fate & transport factor Aree marginali /sensibili, buffer e sensibilità	Frazione di emissione in aree sensibili	Grandi differenze fra continenti e all'interno di un continente
Eutrofizzazione acquatica e terrestre	Fate & transport factor per acqua dolce, coste e mari	Frazione di emissioni in acqua P-N-	Livelli continentali o molto localizzati
Ecotossicità	Fate & transport factor, tempo di permanenza	Emissioni per bacini di fiumi, laghi	Larghe regioni continentali
	Sensibilità ecosistemi esposti	Tipi di ecosistemi	Localizzati
Uso di acqua potabile	Da definire	Da definire	Locale

sostenibilità del territorio nelle sue trasformazioni e relazioni con altri territori. Un approccio *life cycle* implica una visione sistemica, multi criteri e dinamica.

Se questa ipotesi trova conferma le condizioni entro le quali tale approccio può essere applicato devono essere indagate ed esplicitate sia sotto il profilo scientifico che operativo. In particolare:

- le modalità di interpretazione di un territorio secondo una visione sistemica e di ciclo di vita alla quale rapportare i diversi punti di osservazione delle problematiche della sostenibilità;
- la disponibilità di indicatori quantitativi e qualitativi, in particolare per le fasi di analisi e monitoraggio del ciclo di vita di un territorio, affidabili, solidi e significativi alla scala del territorio;
- la utilizzabilità dei metodi di elaborazione degli indicatori in base alla disponibilità o reperibilità di dati primari o generici;

- la utilizzabilità degli indicatori in forma comunicabile e comprensibile;
- la possibilità di definire i riferimenti di "responsabilità e ruoli" degli attori presenti in un territorio (soggetti decisori e soggetti portatori di conoscenze e di interesse), al fine di tradurre in strumenti operativi le analisi e le valutazioni.

Nello spazio definito dal campo di applicazione e dalla dimensione temporale della ricerca riportata in questo volume, tali ipotesi sono state circoscritte ad alcune tematiche che riguardano la relazione fra attività umane, territorio e suoi patrimoni naturali (cap.3):

1. strumenti interpretativi e di parametrizzazione della sostenibilità ambientale di un territorio in ottica del ciclo di vita, con particolare riferimento alla protezione e valorizzazione del patrimonio naturale (cap.4) e strumenti interpretativi e di parametrizzazione della qualità eco-sistemica di un territorio (cap.5);

2. strumenti interpretativi e di parametrizzazione della sostenibilità sociale di un territorio in ottica del ciclo di vita, con particolare riferimento all'accessibilità ambientale al patrimonio naturale (cap.6).

Tali strumenti sono stati collocati nel quadro delle problematiche di un'area protetta (il caso studio del Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli) (cap.7) esemplificando la loro applicazione alla sostenibilità ambientale di insediamenti e servizi in un'area di margine al Parco (cap. 8), alla valutazione di qualità eco sistemica nel contesto ambientale del Parco (cap.9), alla valutazione di accessibilità ambientale negli spazi pubblici del territorio del Parco (cap.10).

Bibliografia

APAT (2003), *Linee guida per l'applicazione del Regolamento EMAS a parchi ed aree naturali protette*.

Ayres, R.U. (2000), "Commentary in the utility of the ecological footprint concept", *Ecological Economics*, Vol. 32, pp. 347-349.

Ayres, R.U. e Simonis, U.E. (1994), *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*, United Nations University Press, Tokyo.

Bagliani, M., Galli, A., Niccolucci, V., Marchettini, N. (2008), "Ecological footprint analysis applied to a sub-national area: the case of the Province of Siena (Italy)", *Journal of Environmental Management*, Vol. 86, pp. 354-364.

Barles, S. (2009), "Urban metabolism of Paris and its region", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 13, pp. 898-913.

Benoit, C., Norris, G.A., Valdivia, S., Ciroth, A., Moberg, A., Bos, U., Prakash, S., Ugaya, C., Beck, T. (2010), "The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time", *Int J Life Cycle Assess*, Vol. 15, pp. 156-163.

Berkes, F. e Folke C., (1997), "A systems perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital", *Ecol Econ*, Vol. 5, pp.1-8.

Browne, D., O'Regan, B., Moles, R. (2011), "Material flow accounting in an Irish cityregion 1992-2002" *Journal of Cleaner Production*, Vol. 19, pp. 967-976.

Burkhard, B., De Groot, R., Costanza, R., Seppelt, R., Jorgensen, S.E., Potschin, M. (2012), "Solution for sustaining natural capital

and ecosystem services", *Ecological Indicators*, Vol. 21, pp. 1-6.

Caforio, M., Lombardi, P., Paoletta, A., Pratesi, I. (1998), "Linee guida WWF per il piano del parco", *Attenzione*, Vol. 12, pp. 1-28.

Calame, P. (2009), "Le territoire, acteur pivot du XXIe siècle", in: Calame, P. (Ed.), *Essai Sur L'économie*, Editions Charles Léopold Mayer, Paris.

Castellani, V., Sala, S. (2012), "Ecological Footprint and Life Cycle Assessment in the sustainability assessment of tourism activities", *Ecological Indicators*, Vol. 16, pp. 135-147.

Castorina, M., Naviglio, L., D'Amico, M. (2001), *Sistemi di gestione ambientale in aree protette: Lo sviluppo di indicatori utili all'analisi ambientale*, RT-ENEA.

Coleman, J. S. (1988), "Social Capital in the Creation of Human Capital", *The American Journal of Sociology*, Vol. 94, pp. S95-S120.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, Vol. 387, pp. 253-260.

Dematteis, G. (1995), *Progetto implicito. Il contributo della geografia umana alle scienze del territorio*, Franco Angeli, Milano.

Dudley, N. (2008), *IUCN Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*, disponibile a: www.iucn.org/pa_categories (accesso 19.08.2014).

EC, JRC-IES (2010), *ILCD Handbook: Framework and requirements for LCIA models and indicators. EUR 24586 EN*, Publication Office of the European Union, Luxembourg.

Ecotec (2001), *Ecological Footprinting*, European Parliament, Directorate General for research, Directorate A, The STOA Programme, Birmingham.

EEA Report (1999), "Environmental Indicators: Typology and Overview", in: *Technical Report No. 25*, European Environment Agency, Copenhagen.

Tukker, A. et al. (2006), *Environmental Impact of Products (EIPRO). Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*, European Commission Joint Research Centre, Technical Report EUR 22284 EN, disponibile a: http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf

ENEA (2001), *Applicare la norma UNI EN ISO 14001 nelle aree protette*, UNI - Serie Gestione Ambientale Linee Guida, Milano.

Fath, B.D., Patten, B.C. (1999), "Review of the foundations of network environ analysis", *Ecosystems*, Vol. 2, pp. 167-179.

- Fiala, N. (2008), "Measuring sustainability: why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science", *Ecological Economics*, Vol. 67(4), pp. 519-525.
- Fischer-Kowalski, M. e Hüttler, W. (1998), "Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis, part II, 1970-1998", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 2, pp. 107-136.
- Gondran, N. (2012), "The ecological footprint as a follow-up tool for an administration: Application for the Vanoise National Park", *Ecological Indicators*, Vol. 16, pp. 157-166.
- Goodwin, N.R. (2003), "Five Kinds of Capital: Useful Concepts for Sustainable Development", GLOBAL Development and Environment Institute, Working Paper No. 03-07, disponibile a: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/15595/1/wp030007.pdf> (accesso agosto 2014)
- Guinée, J., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Ekvalland, T., Rydberg, T. (2011), "Life Cycle Assessment: Past, Present, And Future", *Environ. Sci. Technol.*, Vol. 45, pp. 90-96.
- Ielasi, R., Incagli, M., Masone, M. (2003), *Linee Guida per l'applicazione del modello EMAS a parchi e aree naturali protette, Manuali e linee guida 24/2003*, APAT, disponibile a: www.isprambiente.gov.it/ (accesso giugno 2014).
- ISO (2000), *ISO 14042: Environmental Management - Life Cycle Assessment - Life Cycle Impact Assessment*, International Standards Organization, Geneva.
- ISO (2006a), *ISO 14040: Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework*, International Organisation for Standardisation, Geneva.
- ISO (2006b), *ISO 14044. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines*, International Organisation for Standardisation, Geneva.
- IUCN *Definitions Glossary*, disponibile a: http://cmsdata.iucn.org/downloads/en_iucn_glossary_definitions.pdf (accesso giugno 2014).
- Jørgensen, A., Herrmann, I.T., Bjørn, A. (2013), "Analysis of the link between a definition of sustainability and the life cycle methodologies", *Int J Life Cycle Assess.*, Vol. 18, pp. 1440-1449.
- Lewan, L. e Simmons, C. (2001), *The use of Ecological Footprint and Biocapacity Analyses as Sustainability Indicators for Sub-National Geographical Areas: a recommended way forward. Technical report*, Ambiente Italia.
- Loiseau, E., Junqua, G., Roux, P., Bellon-Maurel, V. (2012), "Environmental assessment of a territory: an overview of existing tools and methods", *J. Environ. Manage.*, Vol. 112, pp. 213-225.
- Loiseau, E., Roux, P., Junqua, G., Maurel, P., Bellon-Maurel, V. (2013), "Adapting the LCA framework to environmental assessment in land planning", *Int. J. Life Cycle Assess.*, Vol. 18, pp. 1533-1548.
- Loiseau, E., Roux, P., Junqua, G., Maurel, P., Bellon-Maurel, V. (2014), "Implementation of an adapted LCA framework to environmental assessment of a territory: Important learning points from a French Mediterranean case study", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 80, pp. 17-29.
- Magliocco, A. (2007), "La relazione per la valutazione di incidenza degli interventi nelle aree della rete natura 20000 (SIC dir. 92/43 CEE e ZPS dir 79/409 CEE)", in Novi, F. (a cura di), *La valutazione della sostenibilità degli interventi sul territorio: esperienze di ricerca*, Alinea, Firenze, pp.67-91.
- Magnaghi, A. (a cura di) (1998), *Il territorio degli abitanti. Società locali e auto sostenibilità*, Dunod, Milano.
- Magnaghi, A. (2010), *Il progetto locale. Verso la coscienza di luogo*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Magnaghi, A. (Ed.) (2014), *La regola e il progetto. Un approccio bioregionalista alla pianificazione territoriale*, FUP, Firenze.
- Marchettini, N., Nicolucci, V., Pulselli, F. M., Tiezzi, E. (2006), "Environmental sustainability and the integration of different methods for its assessment", *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 14, pp. 227-228.
- Margni, M., Gloria, T., Bare, J., Seppälä, J., Steen, B., Struijs, J., Toffoletto, L. and Jolliet, O. (2008), *UNEP/SETAC Life Cycle Initiative Life Cycle Impact Assessment Programme - Guidance on how to move from current practice to recommended practice in Life Cycle Impact Assessment*, disponibile a: <http://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2012/12/2008%20-%20Guidance%20to%20move%20to%20LCA.pdf>, (accesso giugno 2014).
- Millenium Ecosystem Assessment (2005), *Global Assessment report*, disponibile a: <http://www.maweb.org/en/Global.aspx> (accesso giugno 2014).
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (2002), *Manuale per la gestione dei siti Natura 2000, progetto LIFE99 NAT/IT/006279: "Verifica della rete Natura 2000 in Italia e modelli di gestione"*, disponibile a: <http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/>

- allegati/rete_natura_2000/manuale_gestione_siti_natura2000.pdf, (accesso giugno 2014).
- Moffatt, I. (2000), "Ecological footprints and sustainable development", *Ecological Economics*, Vol. 32 (3), pp. 359-362.
- Moine, A. (2006), "Le territoire comme un système complexe: un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie", *L'Espace géographique*, Vol. 2 (35), pp. 115-132.
- Nemry, F. e Uihlein, A. (2008), *EUR 23493 EN – Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies, Environmental Improvement Potential of Residential Buildings*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Novi, F. (a cura di) (2007), *La valutazione della sostenibilità degli interventi sul territorio. Esperienze di ricerca*, Alinea, Firenze.
- Potting, J., Hauschild, M.Z. (2006), "Spatial differentiation in life cycle impact assessment: a decade of method development to increase the environmental realism of LCIA", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 11, pp. 11-13.
- Raffestin, C. (2005), *Dalla nostalgia del territorio al desiderio di paesaggio. Elementi per una teoria del paesaggio*, Alinea, Firenze.
- Salzau, M., (2010), *Sustaining natural capital and ecosystem services*, disponibile a: <http://www.uni-kiel.de/ecology/projects/salzau/uncategorized/%E2%80%98salzau-message%E2%80%99-on-sustaining-ecosystem-services-and-natural-capital/> (accesso giugno 2014).
- Sciubba, E., Bastianoni, S., Tiezzi, E. (2008), "Exergy and extended exergy accounting of very large complex systems with an application to the province of Siena, Italy", *Journal of Environmental Management*, Vol. 86, pp. 372-382.
- Scotti, M., Bondavalli, C., Bodini, A. (2008), "Ecological Footprint as a tool for local sustainability: the municipality of Piacenza (Italy) as a case study", *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 29, pp. 39-50.
- Sedlbauer, K., Braune, A., Humbert, S., Margni, M., Schuller, O., Fischer, M. (2007), "Spatial Differentiation in LCA Moving Forward to More Operational Sustainability", *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, Vol. 3(16), pp. 24-31.
- Stern, D.I. (1997), "The capital theory approach to sustainability: a critical appraisal", *J Econ Issues*, Vol. 31(1), pp. 145-173.
- Unesco (2003), *Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale, 17 ottobre 2003 32° Conferenza Generale dell'UNESCO*, disponibile a: <http://www.unesco.org/culture/ich/doc/src/00009-IT-PDF.pdf>, (accesso giugno 2014).
- Van den Bergh, J.C.J. e Verbruggen, H., (1999), "Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the "ecological footprint"", *Ecological Economics*, Vol. 29, pp. 61-72.
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987), *Our common future*, Oxford University Press, Oxford.
- Zamagni, A., Personen, A.H., Swarr, T. (2013), "From LCA to Life Cycle Sustainability Assessment: concept, practice and future directions", *Int J Life Cycle Assess*, Vol. 18, pp. 1637-1641.





Approccio Life Cycle e valutazione della sostenibilità

Life Cycle approach and sustainability assessment

Alessandra Zamagni, Francesca Reale

The Life Cycle Thinking and life cycle approach is the backbone of several European policies concerning different industrial and productive sectors and market as a whole, such as the European Communication “Single Market for Green Products”, the Communication on “Circular Economy”, the Integrated Product Policy.

Sustainability concept have been evolving since the term “sustainable development” was introduced; sustainability science was born. Presently, we cannot give an univocal definition of sustainability, we can say that life cycle approach is deep-rooted in sustainability concept for two main reasons: systemic perspective and inter-disciplinary. For this reason different frameworks for facing sustainability issue and problems have been developing for few years.

The contribution describes the state of art of the two LCSA frameworks, respectively Life Cycle Sustainability Assessment (reductionist approach) and Life Cycle Sustainability Analysis (holistic approach); it explains the relevance of LCSA for supporting decision-making process concerning territory management.

Decisions concerning territory, involve a relevant number of stakeholders and sustainability issues require an approach able to include their perspectives while putting them in relationship.

Territory management is a complex system and knowledge on the number and relationship among stakeholders is the key to socio-economic aspects in the frame of support to sustainability decisions.

Reductionist approach (LCSA Assessment) is presently most developed and, although shadows and on-going evolution of all the three methodologies involved (LCA, LCC, S-LCA), different application have been done; on the contrary, holistic approach (LCSA Analysis) is the course of development, methodologies supporting at all their objective do not exist and, consequently, no application has been performed. Despite this, we think LCSA Analysis is the main way to deal with sustainability issues.

2.1 Life Cycle Thinking e le politiche ambientali europee

Il Life Cycle Thinking (LCT) consiste nella considerazione delle differenti fasi che un prodotto (in senso lato) attraversa nel corso della sua vita, dall'estrazione delle materie prime fino al suo smaltimento. La definizione più comune e riconosciuta a livello internazionale è quella fornita nell'ambito della UNEP/SETAC Life Cycle Initiative¹, che lo ha definito come “l'andare oltre il ristretto focus sul sito di produzione e sul processo produttivo per includere gli impatti ambientali, sociali ed economici associati ad un prodotto nell'intero ciclo di vita”. Il principale obiettivo del LCT è quello di ridurre l'uso di risorse e la produzione di emissioni in ambiente e al contempo di migliorare le performance socio-economiche nel ciclo di vita, evitando lo spostamento del carico ambientale da una fase all'altra, o da un impatto ambientale ad un altro (burden shifting).

Il LCT è alla base di molte politiche europee riguardanti i settori industriali e produttivi, ed anche al di fuori della Comunità Europea è applicato da diversi paesi.

Il ruolo dell'LCT e dell'analisi di ciclo di vita è centrale nella più recente Comunicazione “Single Market for Green Products” (COM/2013/0196), finalizzata a stabilire e promuovere una metodologia armonizzata delle prestazioni ambientali di prodotti e organizzazioni (Product Environmental Footprint e Organization Environmental Footprint).

La comunicazione è accompagnata da una raccomandazione che incoraggia ad utilizzare le due metodologie ogniqualvolta si voglia calcolare e comunicare le prestazioni ambientali dei prodotti. Al momento in fase di test da parte della Commissione Europea su un ampio set di categorie di prodotti (14 del settore industriale ed 11 del settore agroalimentare), ha l'obiettivo ultimo di facilitare una maggiore diffusione di prodotti verdi sul mercato, eliminando gli ostacoli alla libera circolazione verso un mercato unico dei prodotti verdi.

¹ La UNEP SETAC Life Cycle Initiative è un'iniziativa nata nel 2002, che vede coinvolti il programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) e la società di chimica e tossicologia ambientale (SETAC), ed è finalizzata a promuovere il concetto di ciclo di vita e lo scambio di conoscenze su questo a livello mondiale. Per maggiori informazioni <http://www.lifecycleinitiative.org/>

La più recente politica europea con approccio LCT è la “Circular Economy” (COM (2014) 398) che in ottica di efficienza delle risorse ha come obiettivo generale quello di aumentarne la produttività, creando le condizioni per riconoscere il valore aggiunto dei prodotti (in quanto risorse) il più a lungo possibile, ed eliminare i rifiuti.

Con la comunicazione “Circular Economy” la Comunità Europea si impegna a favorire lo sviluppo di politiche mirate al superamento delle attuali barriere alla riduzione e riuso dei rifiuti, il supporto di azioni dimostrative, di ricerca e innovazione (H2020) finalizzate alla cooperazione all'interno e tra le differenti catene di valore, lo sviluppo ulteriore di strumenti già esistenti (es: Direttiva Eco-design), la modernizzazione delle politiche e dei target relativi ai rifiuti, la definizione di un target per l'efficienza delle risorse. Una delle prime politiche in cui il LCT si presenta come elemento portante è la Politica Integrata dei Prodotti – Sviluppo del concetto di ciclo di vita (COM(2003)302). Tale politica è coerente con i contenuti chiave della COM(2001)68 (Libro Verde) che integra le politiche ambientali esistenti per il miglioramento di una vasta gamma di prodotti e servizi nei rispettivi cicli di vita, ponendo l'enfasi sull'industria e sui consumatori dal momento che le principali decisioni sono prese durante la fase di progettazione e al momento dell'acquisto. La COM(2003)302 individua le principali azioni che la CE deve intraprendere per implementare la politica ambientale di prodotto (stabilire le condizioni generali per un miglioramento ambientale continuo e focalizzare l'attenzione su alcuni prodotti) e identifica cinque principi guida: 1) Life Cycle Thinking, 2) collaborazione con il mercato, 3) coinvolgimento delle parti interessate, 4) miglioramento continuo, 5) molteplicità degli strumenti di azione. Questa iniziativa è oggi riconosciuta molto importante perché ha fatto da apri-pista al metodo di analisi del ciclo di vita (LCA – Life Cycle Assessment), basato appunto sul LCT, e perché ha portato allo sviluppo di azioni concrete nei diversi contesti nazionali ed europei, tra cui vale la pena ricordare lo sviluppo del PANGPP – Piano di azione per il Green Public Procurement, il quale definisce obiettivi nazionali, identifica le categorie di beni, servizi e lavori di intervento prioritarie per il controllo degli impatti ambientali e dei volumi di spesa della pubblica amministrazione, e per le quali definire i Criteri Ambientali Minimi (CAM) da utilizzare nelle gare d'appalto.

La strategia europea di Produzione e Consumo Sostenibile e Politica Industriale Sostenibile – COM(2008)397 è basata sulla presa di coscienza che, per ridurre il consumo di risorse e la produzione di emissioni in ambiente, non è sufficiente agire solo a livello di prodotto ma anche sui modelli di consumo, promuovendo il concetto di resa energetica/ambientale e l'accettazione da parte dei consumatori. Questa politica consiste quindi in un pacchetto integrato contenente:

- la proposta di estensione della direttiva sulla progettazione ecologica dei prodotti – 2005/32/CE – e di stabilire prescrizioni minime, livelli di riferimento, estensione delle categorie di prodotti, revisione delle modalità stesse (ad oggi la direttiva aggiornata di riferimento è la 2009/125/CE “Quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia”);
- la revisione dei regolamenti Emas;
- la comunicazione sul GPP COM(2008)400 “Acquisti pubblici per un ambiente migliore” (classi minime di prestazione per gli enti pubblici).

La Direttiva RAEE – Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (2012/19/UE), aggiornamento della vecchia direttiva del 2002 ed oggi attuativa in fase transitoria fino ad agosto 2018, ha come principale obiettivo quello di incentivare i tassi di raccolta di questa tipologia di rifiuti che, specie in relazione ai loro quantitativi globali, contengono quantità rilevanti di materie prime strategiche (ad es. metalli speciali e metalli preziosi, terre rare). La direttiva introduce la responsabilità del produttore come strumento per incoraggiare la progettazione e produzione di AEE che tengano in considerazione e ne facilitino la riparazione, l'eventuale adeguamento al progresso tecnologico, il riutilizzo, lo smontaggio ed il riciclaggio, sottolineando che le specifiche per la progettazione eco-compatibile dovrebbero essere definite nel quadro di applicazione della direttiva 2009/125/CE e dovrebbero tenere conto dell'intero ciclo di vita degli stessi.

Numerose altre, recenti o meno, sono le politiche alla cui base vi è un approccio LCT: Direttiva IPPC – Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (2008/1/CE), Ecolabel (Regolamento CE n. 66/2010), Direttiva Quadro sui Rifiuti (2008/98/CE), Roadmap to a Resource Efficient Europe (COM(2011) 571), etc.

2.2 La sostenibilità e l'approccio ciclo di vita

Il concetto di sostenibilità è oggetto da tempo di dibattito all'interno della comunità scientifica, ed è soggetto a diverse interpretazioni e giudizi di valore. Nelle scienze naturali la sostenibilità è legata ai concetti di stabilità, resilienza e diversità biotica; in ambito energetico gli elementi fondanti sono dati da efficienza, affidabilità e riduzione della dipendenza dalle fonti fossili. Nella teoria economica neoclassica, la sostenibilità è legata al concetto di massimizzazione del welfare, mentre in ambito sociale è intesa come capacità di garantire condizioni di benessere umano eque. Queste tre dimensioni – biofisica, sociale ed economica – sono spesso riferite con il termine di *triple bottom-lines*, o pilastri, e i valori ad esse associate vengono definiti capitali, mutuando il termine e l'approccio dalla teoria economica. Negli ultimi anni il modello di sostenibilità come costituito dai tre capitali è stato rivisto ed esteso per includere anche il capitale di credito (denaro ed indebitamento) e il capitale prodotto dall'uomo, secondo il modello delle cinque forme di capitale (Parkin et al., 2002). La diversità delle prospettive, legata al diverso peso delle varie forme di capitale, si riflette in una distinzione concettuale fondamentale, ossia quella tra sostenibilità forte e debole. Se la prima si fonda sul concetto che il capitale naturale fornisce funzioni che non sono sostituibili con il capitale umano, la sostenibilità debole ne accetta invece un compromesso, purché il capitale complessivo venga preservato.

Inoltre, la diversità di interpretazioni ha portato a considerare la sostenibilità come un concetto fortemente soggettivo, in cui il ruolo della scienza è stato considerato marginale, fino a quando non è stata introdotta la Scienza della Sostenibilità (*sustainability science*). Con questo termine, introdotto da Kates et al. (2001), si fa riferimento ad una nuova disciplina finalizzata a studiare e capire le interazioni tra natura e società. Si caratterizza per avere un approccio proattivo, ossia fortemente orientato alla risoluzione di problemi, in risposta all'incapacità della "scienza normale"² di far fronte

alla complessità e all'urgenza dei problemi derivanti dall'interazione uomo-natura. Oggetto di discussione sin dagli anni '90 (Costanza, 1991), la scienza della sostenibilità, che si contraddistingue per le finalità di ricerca che si prefigge di perseguire piuttosto che per un definito set di metodologie e strumenti, riconosce come elemento portante il fatto che la sostenibilità sia un concetto dalle sfaccettature multiple in termini temporali (urgenza degli interventi e inerzia dei sistemi), ambiti d'intervento (dal locale al globale) e conoscenze (approccio inter-disciplinare), e che una valutazione di sostenibilità sia pertanto caratterizzata da incertezze (molte variabili da considerare a fronte di poche informazioni e dati disponibili), complessità, aspetti valoriali e orientata al futuro. In particolare si interroga su quali saranno le conseguenze delle scelte fatte, cosa potrà accadere in assenza di interventi e come alcune problematiche attuali potranno essere risolte in futuro perseguendo determinate strategie (Zamagni et al., 2012). Per queste sue caratteristiche la scienza della sostenibilità è in linea con il paradigma della scienza post-normale, ossia una scienza che basa il proprio costruito sul fatto che i sistemi complessi sono per loro natura incerti: pertanto, lo scopo dell'analisi di sostenibilità non è quello di accertare una verità, ma di conoscere il sistema raccogliendo informazioni e conoscenze che tengano conto di tutte le prospettive legittime e dei valori.

Pertanto, data la complessità delle variabili in gioco, un approccio scientifico alle valutazioni di sostenibilità è indispensabile per capire cosa è sostenibile e come misurarlo (Graedel e Klee, 2002). In relazione a questo aspetto, numerosi sono i metodi, modelli, strumenti e indicatori sviluppati: tuttavia, ciascuno di questi affronta solo un determinato aspetto, non riuscendo pertanto a cogliere la complessità dei sistemi analizzati (Sala et al., 2013a). È pertanto necessario uno sforzo congiunto che veda il contributo di diversi ambiti disciplinari, in grado di fornire sia conoscenza empirica (grazie al supporto di modelli fisici, tecnologici ed economici) che basi normative, etiche e valoriali. In accordo con i dettami della scienza post-normale, «l'obiettivo non è quello di ridurre il contenuto normativo-valoriale dell'analisi di sostenibilità, né di nascondere o negarlo, quanto piuttosto di incorporarlo in modo esplicito e trattarlo con analisi di incertezze e procedure discorsive» (Heijungs et al., 2009).

La discussione sul significato di sostenibilità e sulle sue caratteristiche intrinseche, ha messo in luce il fatto che la sostenibilità sia

² Con il termine di scienza normale ci si riferisce al lavoro di routine degli scienziati che seguono un determinato paradigma, nell'ambito del quale elaborano ulteriormente ricerche a sostegno della teoria dominante, senza la volontà e/o necessità di metterle in discussione (The Structure of Scientific Revolutions, di Thomas Samuel Kuhn, 1962). Questo approccio spesso è basato su una semplificazione (a volte estrema) dei fenomeni complessi, sulla loro riproducibilità, e su una limitata partecipazione dei soggetti interessati.

un concetto globale, che riguarda le generazioni presenti e quelle future, e come tale un approccio analitico alla sua valutazione richiede un'ottica di sistema. Quest'ultima è centrale all'approccio ciclo di vita e alla metodologia di LCA: pertanto, si ritiene che l'LCA possa dare un contributo importante grazie a due caratteristiche principali che la contraddistinguono: la capacità di cogliere le interazioni tra gli elementi che compongono il sistema e l'approccio interdisciplinare, aspetto evidente in particolare nella fase di analisi degli impatti (Life Cycle Impact Assessment – LCIA) in cui si utilizzano modelli ambientali sviluppati nell'ambito delle scienze ambientali o in altri contesti. Occorre ricordare che l'LCA è stata concepita, sviluppata e standardizzata per quantificare i potenziali impatti ambientali di beni e servizi, e che si basa su un modello lineare stazionario, fondato su relazioni tecnologiche (nella fase d'inventario) ed ambientali (nella fase di analisi degli impatti). Queste caratteristiche, che sono state funzionali a rendere il modello applicabile, connotano l'approccio come riduzionistico in quanto tali semplificazioni rimangono valide ed applicabili sotto l'ipotesi *ceteris paribus*, ossia a parità di tutte le altre circostanze. Questo significa che il modello LCA così definito ha una sua valenza nell'ipotesi che tutto ciò che succede al di fuori del sistema analizzato (ad esempio cambiamenti tecnologici, dinamiche di mercato) non influisca sul sistema analizzato. Tuttavia queste caratteristiche sembrano essere in contraddizione con i requisiti delle valutazioni di sostenibilità discussi precedentemente, caratterizzate da non linearità, dinamicità, meccanismi di feedback inter e intra sistemici e comportamenti emergenti, secondo i quali il comportamento di un sistema complesso non può essere spiegato dalle proprietà delle singole entità che lo compongono (Zamagni et al., 2012a). La comunità scientifica si è quindi interrogata su come l'LCA potesse contribuire alle analisi di sostenibilità e quello che si è ottenuto è un significativo sviluppo in termini di metodi, modelli e framework.

I primi tentativi di natura concettuale risalgono alla fine degli anni '90, ma è solo nel 2005 che Hunkeler e Rebitzer (2005) hanno evidenziato la necessità di una prospettiva più ampia di quella offerta dall'LCA, che includesse anche le componenti sociali ed economiche oltre a quella ambientale. Complessivamente gli sviluppi in ambito LCA che vanno nella direzione di rendere il metodo più completo per un'analisi di sostenibilità possono essere raggruppati come segue (Sala et al., 2013b):

- *Sofisticazione dei modelli per l'analisi d'inventario* (Zamagni et al., 2012b). Tra gli sviluppi in questo ambito si citano gli approcci ibridi (che combinano e/o integrano l'LCA con l'analisi Input Output); integrazione tra LCA e i modelli di Integrated Assessment; gli approcci volti a sviluppare inventari dinamici, tecniche di ottimizzazione integrate nell'LCA come la programmazione lineare e non; l'approccio consequenziale, che introduce le logiche di mercato nell'analisi integrazione di modelli economici di equilibrio parziale e generale nel framework dell'LCA. Altri sviluppi riguardano i rebound effects; l'analisi di scenario; approcci per la generazione di dati d'inventario (in particolare per il settore della chimica); approcci per valutare e misurare la qualità dei dati; analisi d'incertezza;
- *Sofisticazione nei modelli ambientali impiegati nell'analisi degli impatti*. Gli sviluppi sono relativi ad ampliare il numero di sostanze e di flussi gestiti dagli attuali metodi (es. numero di sostanze chimiche nei modelli di ecotossicità e tossicità umana e flussi relativi alle risorse, includendo anche le materie prime critiche); ampliare il numero delle categorie d'impatto, includendo aspetti quali il rumore, gli eventi accidentali, la presenza di organismi geneticamente modificati; migliorare la modellizzazione end point. Altri importanti sviluppi sono relativi alla normalizzazione e alla pesatura. Un ruolo importante è stato e viene tuttora svolto dalla Commissione Europea, che tramite il Joint Research Centre di Ispra ha lanciato l'International Reference Life Cycle Data System (ILCD). L'ILCD consiste in una serie di linee guida dettagliate, a complemento degli standard ISO 14040 e 14044, volte a supportare la consistenza e robustezza degli studi di LCA a supporto della definizione ed implementazione delle politiche sia in ambito industriale che politico. L'ILCD fornisce anche raccomandazioni sulle best practice relative ai modelli di impatto ambientale, e più recentemente, la UNEP SETAC Life Cycle Initiative ha lanciato un'iniziativa globale volta a creare un forte consenso scientifico su un numero limitato di indicatori di categoria d'impatto, e a definire i bisogni di ricerca sul tema nei prossimi anni;
- *Coinvolgimento degli stakeholder*. Allo stato attuale nell'LCA gli stakeholder hanno trovato un coinvolgimento nella fase di definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dello studio, ma questo approccio teorico non ha un corrispondente nella

pratica, dove di norma lo stakeholder dello studio è unico ed è rappresentato da colui che commissiona lo studio;

- *Inclusione degli aspetti economici e sociali*, con lo sviluppo delle metodologie di environmental Life Cycle Costing (eLCC) e Social Life Cycle Assessment (SLCA).

Questi sviluppi danno un contributo fondamentale nell'esplorare se l'LCA può rappresentare un metodo adatto per le valutazioni di sostenibilità e nell'identificare su quali ambiti i bisogni di ricerca sono più urgenti. In particolare, la ricerca dovrebbe essere diretta nell'analizzare cosa è disponibile in altri metodi e modelli (diversi dall'LCA), basati su un approccio ciclo di vita, che potrebbe essere ulteriormente sviluppato, e cosa è (potenzialmente) disponibile o sviluppabile in altri ambiti disciplinari e che potrebbe essere incorporato in un framework basato sul ciclo di vita. Pertanto, la sfida che il mondo della ricerca si trova davanti relativamente alle analisi di sostenibilità è quella di sviluppare un framework in cui includere un ampio set di meccanismi ed interrelazioni tra i diversi componenti del sistema e tra il sistema e il mondo esterno, aspetti empirici e normativi, incertezze e rischi; inoltre deve essere in grado di gestire l'analisi in un'ottica prospettica, tener conto delle diverse scale di applicazione (dal prodotto alla definizione di politiche), dei bisogni degli stakeholder, e non da ultimo, deve essere in grado di fornire queste informazioni in modo trasparente e consistente ai diversi utilizzatori.

2.3 Life Cycle Sustainability Assessment | Analysis

Gli sviluppi descritti nel par.2.2 stanno fortemente modificando l'assetto strutturale della metodologia LCA. Nonostante molti di questi approcci necessitino ancora di notevoli sviluppi prima di poter essere pienamente applicabili, evidenziano tuttavia che molti degli ingredienti per condurre un'analisi di sostenibilità sono potenzialmente disponibili, ma non strutturati in un quadro organico e consistente. Una risposta a questa necessità viene data dallo sviluppo di due framework per l'analisi di sostenibilità con approccio ciclo di vita: il Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA Assessment) e il Life Cycle Sustainability Analysis (LCSA Analysis). La differenza terminologica tra i due non è una questione formale ma sostanziale: infatti il termine assessment, con richiamo esplicito alla terminologia ISO (life cycle assessment) fa riferimento ad un'applicazione principalmente a livello di prodotto (inteso

anche come servizio), mentre il termine "analisi" viene utilizzato per indicare una metodologia che va al di là della ISO. La differenza terminologica si traduce quindi in una differenza sostanziale sia in termini di struttura concettuale dei due framework che di principi di modellizzazione, anche se entrambi condividono una struttura basata sull'approccio di ciclo di vita e alcuni metodi operativi.

Di seguito si descrivono gli elementi caratterizzanti dei due framework, evidenziandone limiti ed opportunità.

2.3.1 Approccio riduzionistico - Life Cycle Sustainability Assessment

Il framework LCSA Assessment, proposto per la prima volta da Kloepffer (2008), e recentemente aggiornato da Valdivia et al. (2011), è basato sul concetto che una valutazione di sostenibilità richiede il contributo contemporaneo di una valutazione ambientale, economica e sociale, con ottica di ciclo di vita. Questo concetto ha trovato un suo formalismo nella seguente espressione:

$$LCSA = LCA + eLCC + SLCA$$

I tre metodi vengono applicati separatamente l'uno dall'altro, richiedendo, come requisito di consistenza, che condividano gli stessi confini del sistema e la stessa unità funzionale. Questa impostazione presenta il limite di non consentire di cogliere le relazioni reciproche che possono nascere tra i diversi ambiti, ma fornisce la possibilità di valutare congiuntamente i risultati dei tre studi, senza operare alcun meccanismo di compensazione e/o sostituzione tra la dimensione ambientale, economica e sociale, in linea con i principi di una sostenibilità forte.

L'utilizzo di metodi basati sul ciclo di vita, per la valutazione degli aspetti economici e sociali, rappresenta senza dubbio una grande innovazione. L'eLCC viene definita come una

«valutazione di tutti i costi, associati al ciclo di vita di un prodotto, che sono direttamente sostenuti da uno o più attori del ciclo di vita (fornitori, produttori, utilizzatori/consumatori, attori responsabili del fine vita), con l'inclusione di quelle esternalità che si anticipa verranno internalizzate nell'immediato futuro» (Swarr et al., 2011).

L'utilizzo dell'eLCC come metodo per valutare la dimensione economica della sostenibilità è stato fortemente criticato nella letteratura scientifica in quanto la metodologia è fortemente orientata ad una prospettiva di business (si focalizza sull'analisi dei costi mo-

netari), mentre non è in grado di valutare una dimensione più globale e legata ai concetti dei capitali della sostenibilità (cfr. par.2.2). La SLCA è di più recenti origini: oggetto di sviluppo a partire dal 2006, ha raggiunto un primo formalismo nel 2009 con la pubblicazione delle linee guida da parte della UNEP SETAC Life Cycle Initiative (Valdivia et al., 2011). La struttura dell'SLCA, che ricalca la ISO 14040 (2006), è incentrata sul ruolo degli stakeholder, in quanto gli impatti sociali valutati dalla metodologia sono quelli che vengono subito (sia in termini negativi che positivi) dagli stakeholder lungo l'intero ciclo di vita del prodotto, e possono essere relativi al comportamento dell'azienda, ai processi socio-economici e agli impatti sul capitale sociale. La metodologia è oggetto di grande sviluppo in questi ultimi anni, soprattutto in relazione ai seguenti aspetti: identificazione dei contesti decisionali rilevanti per la SLCA, sviluppo di banche dati e definizione di un social impact pathway³ che consenta di sviluppare una valutazione d'impatto analoga a quella utilizzata in ambito LCA.

Gli argomenti a favore di questo approccio all'LCSA sono numerosi, in particolare (Valdivia et al., 2013): aiuta ad organizzare un notevole quantitativo di dati di ambiti diversi in modo strutturato; identifica i trade-offs tra i diversi aspetti della sostenibilità; fornisce principi guida per supportare una produzione sostenibile, stimolando al contempo l'innovazione; consente di comunicare informazioni quantitative e qualitative sui prodotti e sulle loro performance; infine, supporta i consumatori nell'identificare i prodotti più efficienti (basso impatto ambientale e socialmente responsabili) e promuove la consapevolezza sulla sostenibilità lungo l'intera catena del valore. Tuttavia, se da un lato questo rappresenta un punto di forza del framework, occorre considerare che l'interpretazione finale dei risultati ed il loro utilizzo nel contesto decisionale (sia esso pubblico che privato) è lasciato all'utilizzatore finale dello studio (Sala et al., 2013b). Sono stati sviluppati approcci per facilitare l'interpretazione dei risultati, come ad esempio il Sustainability Dashboard (Traverso et al., 2012), e in diverse applicazioni si

³ Al momento la maggior parte degli studi di SLCA si ferma all'identificazione degli indicatori sociali rilevanti per il sistema prodotto analizzato. L'identificazione di come gli interventi sociali portino a diversi livelli di impatto, secondo una catena causa-effetto (es. come un cambiamento nelle attività economiche possa tradursi in un impatto sulla salute umana) è oggetto di ricerca.

fa ricorso all'analisi multicriteria in quanto metodo che consente di gestire simultaneamente criteri diversi anche in conflitto tra loro (ad esempio Santoyo-Castelazo e Azapagic, 2014).

Anche se l'approccio ciclo di vita è coerente con un approccio sistemico alla sostenibilità, nella pratica il framework di LCSA assessment adotta un approccio riduzionista⁴ nel momento in cui combina tra loro singole metodologie per valutare gli aspetti ambientali, economici e sociali, senza tener conto delle mutue relazioni. Questo approccio sembra essere una diretta conseguenza del considerare la sostenibilità come espressa dal concetto di *triple bottom lines*, in cui si rischia che la somma delle tre parti sia meno dell'intero. Questo approccio non è in linea con i dettami della sostenibilità e della scienza della sostenibilità, in quanto «il sistema non può essere analizzato e capito dalla semplice conoscenza delle singole caratteristiche indipendenti dei suoi componenti. Pertanto, l'analisi deve essere finalizzata non sulle proprietà delle parti, ma sulle loro interazioni» (Osorio et al., 2009, p 51).

2.3.2 Approccio olistico – Life Cycle Sustainability Analysis

Un approccio diverso all'analisi di sostenibilità è proposto dal framework di LCSA Analysis, sviluppato da Guinée et al. (2011), che si caratterizza per i seguenti elementi:

- amplia il set di indicatori considerati e l'ambito di applicazione dell'analisi;
- prevede che la fase d'inventario e di analisi degli impatti siano unificate;
- è fondato sul concetto dei meccanismi;
- considera relazioni empiriche e aspetti valoriali.

L'ampliamento del set di indicatori è in linea con quanto proposto dal framework di LCSA assessment: viene promosso l'utilizzo di indicatori per cogliere aspetti socio-economici, ma anche l'inclusione di altri indicatori ambientali, attualmente non presi in considerazione nell'LCA o che sono ad una fase iniziale di sviluppo (cfr. par.2.2). L'ampliamento dell'ambito di applicazione dell'analisi rappresenta

⁴ L'approccio riduzionistico richiama la tradizione analitica, che adotta di norma un approccio modulare all'analisi dei fenomeni complessi, dividendoli cioè in parti più semplici da analizzare separatamente.

invece una novità. Con questo aspetto si fa riferimento al fatto che oggetto dell'analisi può essere un prodotto/servizio (che rappresenta l'oggetto del framework LCSA assessment) ma anche un basket di prodotti o un sistema più complesso come un territorio, una nazione, una tecnologia abilitante che – introdotta sul mercato – determina importanti conseguenze in diversi settori economici e produttivi. Dal punto di vista della “struttura”, questo framework non fa distinzione tra l'analisi d'inventario e degli impatti in quanto, dal punto di vista fisico, è difficile identificare una separazione tra una tecnologia e l'uso che se ne fa⁵, e tra la tecnosfera e l'ecosfera.

L'elemento che contraddistingue questo framework dal precedente è rappresentato dall'introduzione dei “meccanismi”. I meccanismi vengono definiti come relazioni causali che connettono due attività, e possono essere di varia natura: tecnologica (come quelli presenti nell'LCA, che connettono – tramite flussi di input e di output – i diversi componenti del sistema), ambientali (come quelli inclusi nei modelli ambientali alla base delle valutazioni d'impatto nell'LCA), fisici (ad esempio la disponibilità di terreno per coltivare determinate colture), sociali, culturali, politici. I meccanismi sono sempre presenti e fortemente interconnessi tra loro: ad esempio, l'introduzione di bioetanolo sul mercato comporta un incremento della quantità di mais da coltivare, e questo si può tradurre (in prima approssimazione) in una ridotta disponibilità di mais utilizzabile ai fini alimentari, e di terreno per coltivare altri generi alimentari quali il grano. Una possibile conseguenza è che il prezzo del grano e del mais ad uso alimentare potrebbero aumentare, e questo può avere degli effetti anche a livello sociale in quanto in alcuni territori la quantità di cereali disponibili potrebbe non essere sufficiente per il sostentamento della popolazione, e così via.

L'ultimo aspetto caratteristico del framework, che è una diretta conseguenza del precedente, è l'inclusione non solo di elementi empirici ma anche di “aspetti etici e valoriali”. L'LCSA analysis, pertanto, riconosce che un'analisi di sostenibilità con basi scientifiche sia necessariamente caratterizzata da assunzioni, scenari e incertezze, secondo la logica della scienza post-normale.

⁵ Ad esempio gli impatti legati al trasporto dipendono da numerosi variabili quali ad esempio la guida, il traffico, gli investimenti strategici fatti nel settore, le politiche pubbliche.

Il framework di LCSA analysis si presenta pertanto più strutturato e complesso, e adottando un approccio olistico non riduzionistico, è in linea con i dettami della scienza della sostenibilità, ma al momento è definito solamente a livello concettuale. Diversi sono i metodi e modelli già disponibili che potrebbero essere utilizzati all'interno del framework, quali ad esempio l'eLCC, la SLCA, l'analisi consequenziale, gli approcci ibridi, la material flow analysis, i modelli economici di equilibrio generali e parziali, modelli mutuati dalle scienze sociali, e molti altri. Quello che occorre, oltre a sviluppare i singoli metodi, è selezionarli e capire come utilizzarli in relazione alle diverse domande di sostenibilità.

2.4 LCSA e territorio: il ruolo degli stakeholders

La valutazione di sostenibilità con approccio ciclo di vita, a supporto di decisioni riguardanti la gestione del territorio, rappresenta senza dubbio una delle applicazioni più ardue, in cui emergono tutte le principali difficoltà legate da un lato alla maturità delle principali metodologie coinvolte, dall'altro al loro uso combinato/integrato.

La relazione tra la sostenibilità e gestione del territorio ha suscitato negli ultimi decenni una crescente attenzione sul piano politico ed economico internazionale. La gestione del territorio riguarda le aree urbane, le aree produttive, le aree naturalistiche e in generale tutto quello che comporta, nelle diverse maniere, l'uso del suolo. Uno dei principali filoni di ricerca che si è creato riguarda la “trasformazione urbana sostenibile” (sustainable urban transformation) e ne è la prova un recente numero speciale della rivista *Journal of Cleaner Production* intitolato “Advancing in Urban Sustainable Management” (2013), all'interno del quale si sottolinea il ruolo chiave delle città e delle aree metropolitane rispetto agli obiettivi di sviluppo sostenibile, da un lato perché la maggior parte della popolazione vive oggi nelle aree urbane (e la % è destinata a salire entro il 2050), dall'altro perché le città sono luogo di sviluppo e crescita delle economie locali e globali. Alle città e alle aree urbane si riconosce un ruolo dominante nel consumo, produzione e inquinamento globale e c'è una generale convinzione che risposte concrete ed efficienti per lo sviluppo sostenibile possano essere implementate solo attraverso le città e le aree urbane. La trasformazione urbana sostenibile è qualcosa di più che creare “tecnicamente” aree urbane sostenibili e stimolare lo sviluppo economico; un'area urbana

affinché si possa definire “sostenibile” deve infatti coinvolgere ed attrarre le persone con opportunità e stili di vita presenti e futuri. Ryan (2011) afferma a tal proposito che:

«una comunità florida/fiorenta è una comunità che tu riconosci dal suo energetico coinvolgimento nel progetto umano essenziale di reinventare e ricostruire le possibilità per l'esistenza sociale. Riconosceresti una comunità florida/fiorenta se tu la visitassi, ne usciresti ricaricato, rinvigorito e rinforzato» (Ryan, 2011).

Gli aspetti sociali, unitamente a quelli economici e ambientali, diventano prioritari. Le città e le aree urbane, in quanto luogo fisico di origine e sviluppo di flussi sociali-economici che interagiscono con l'ambiente naturale e i cui effetti oltrepassano naturalmente la scala locale, devono a tal fine essere in grado di rispondere a pressioni provenienti “dall'alto” come lo sviluppo economico globale, l'equità sociale e la protezione degli ecosistemi, e al contempo ad aspettative provenienti “dal basso” quali opportunità sociali ed economiche per coloro che in diversi modi e misure le vivono. È quindi evidente l'importanza di conoscere e mappare i flussi sociali-economici e conciliare nella maniera più opportuna obiettivi e interessi che insistono su diverse scale, da quella locale a quella globale, e che sono tra loro dipendenti. McCornick (2013) scrive che un'area urbana, in un'ottica di sviluppo sostenibile, deve essere attrattiva e inclusiva, sostenibile e resiliente, prospera e innovativa, alla scala locale, nazionale e internazionale; Cash et al. (2011) scrivono che un processo di trasformazione urbana finalizzato alla sostenibilità, non può essere affrontato con i tradizionali approcci top-down o bottom-up, infatti:

«in un mondo riconosciuto essere multi-livello, le soluzioni devono essere anch'esse multi-livello. I poli opposti degli approcci top-down, troppo smussati e insensibili ai vincoli e opportunità locali, e bottom-up, troppo insensibili al contributo delle azioni locali a problemi più ampi, sono chiaramente inadeguati nel fornire informazioni robuste dal punto di vista sociale e soluzioni di gestione attuabili» (Cash et al., 2011).

Tali definizioni e affermazioni possono essere estese all'insieme delle trasformazioni riguardanti il territorio (aree produttive, aree naturalistiche, etc.) dal momento che l'area urbana va intesa non in senso spaziale ma in senso organizzativo e gli aspetti che pos-

sono supportare i processi decisionali per la sostenibilità delle aree urbane riguardano *governance & planning*, innovazione e competitività, stili di vita e consumi, gestione delle risorse e mitigazione climatica e adattamento, trasporti e accessibilità, edifici, ambiente fisico e spazi pubblici, tema quest'ultimo che include anche le aree verdi esistenti (giardini e parchi), stagni e canali, e l'integrazione di nuove strutture verdi e blu nelle città per favorire un *healthy environment* e l'interazione sociale.

La conoscenza dei flussi sociali-economici al pari delle modalità di indagine/analisi degli stessi sono l'elemento chiave nelle valutazioni di sostenibilità per il supporto ai processi decisionali nella gestione del territorio.

È ormai riconosciuto dalla comunità scientifica il ruolo degli stakeholders nella conoscenza e mappatura dei flussi socio-economici; la produzione scientifica riguardo l'uso dei processi partecipativi nelle decisioni riguardanti la gestione del territorio è molto consistente; essa spazia dal settore dei trasporti (es: sul tema della riduzione del rumore) a quello dell'agroalimentare (es: produzione sostenibile di latte), a quello del turismo e fruizione di aree naturali (es: gestione sostenibile di aree costiere, parchi, etc.). Quello che però si può generalmente osservare è che l'oggetto del processo di partecipazione è sempre abbastanza circoscritto ed in generale c'è una grande enfasi sugli aspetti ecologici, a discapito di quelli sociali ed economici; inoltre si può osservare che l'obiettivo è sì di avere ulteriori input conoscitivi per supportare i processi decisionali, ma poco si riflette circa l'applicabilità e l'effettiva implementazione dei risultati; quindi la prima questione ampiamente dibattuta in ambito scientifico è l'integrazione dei processi partecipativi nelle valutazioni di sostenibilità con approccio ciclo di vita.

Allo stesso tempo esistono esempi evidenti di come diverse forme/modalità di coinvolgimento degli stakeholder possono portare a risultati differenti e quindi ad input differenti per la definizione delle politiche. Il confronto è ancora una volta tra gli approcci tradizionali “top-down” e i più recenti “bottom-up”. Lopez e Arizpe (2010), a questo proposito hanno pubblicato un interessante articolo sul confronto tra due processi di partecipazione riferiti ad uno stesso contesto: quello del conflitto per la soya in America Latina (Paraguay e Argentina).

Nel contesto dell'America Latina l'attività agricola ha un ruolo predominante per il benessere sociale ed economico (circa l'80% dei

contadini vivono nelle aree rurali e la loro attività è determinante nel garantire la sicurezza alimentare), c'è una accentuata ineguaglianza in termini di proprietà/gestione dei terreni (in Paraguay il 77% dei terreni arabili è di proprietà dell'1% della popolazione, e in Argentina il 70% della produzione è controllata dal 3% dei produttori) e c'è una "tradizione" di governi non democratici che 1) hanno spesso intrapreso azioni anche violente per sopprimere i movimenti dei contadini e 2) hanno man forte da grosse società/corporazioni dal settore agro-alimentare. Appare evidente già dalla descrizione del contesto la connessione tra gli aspetti economici-sociali ed ambientali e la loro relazione con l'intero range di scale, da quella locale a quella globale.

Nel quadro che identifica tale contesto, in due aree differenti, sono stati avviati negli anni compresi tra il 2000 e il 2010 due differenti percorsi di partecipazione: il primo di tipo top-down, che ha visto la partecipazione di grandi produttori, corporazioni (industria, finanza e grandi aziende, anche della distribuzione) e ONG (prevalentemente con approccio conservazionista) ed il secondo di tipo bottom-up che ha visto la partecipazione di movimenti e organizzazioni/movimenti di contadini, ONG e comunità locali. Nel primo caso si è giunti alla definizione di uno schema di certificazione per la soia sostenibile che, seppur non obbligatorio, è stato preso come riferimento da molte agenzie per lo sviluppo delle loro regolamentazioni e norme. L'effetto negli anni successivi è stato quello di promuovere ulteriormente il dibattito per la produzione di soia responsabile e incentivare l'espansione della produzione di soia. Nel secondo caso, sviluppatosi anche in risposta alle azioni promosse da grandi aziende dell'agroalimentare, è emersa la necessità di riflettere non su schemi di certificazione per la soglia sostenibile (responsabile) bensì sulla necessità di sostenere contadini e indigeni nella difesa dei propri territori; il driver di questo processo è stato il riconoscimento che la soia non è tanto parte della cultura nutritiva locale, ma è piuttosto un bene da esportare verso paesi sviluppati, a vantaggio di grandi produttori e proprietari; la discussione si è quindi spostata sull'autonomia alimentare e sulle possibilità/necessità di rivedere il sistema agricolo a tal fine, piuttosto che sulla produzione di soia responsabile. L'effetto negli anni successivi è stato quello di aumentare il supporto a piccoli e medi produttori, limitare l'uso di prodotti tossici nella coltivazione della soia, e avviare il processo per la definizione della riforma agraria per ovviare

alle profonde ineguaglianze, processo di cui le organizzazioni di contadini sono state riconosciute leaders; il tema della autonomia alimentare è stato riconosciuto come significativo.

Quello che è interessante notare non è solo il differente contributo conoscitivo alla questione della coltivazione della soia, quanto piuttosto i differenti effetti dei processi partecipativi nel corso del tempo. Nel caso del processo top-down il percorso è stato lineare e si è giunti ad un obiettivo concreto, quello inizialmente posto; tuttavia l'approccio è ampiamente criticato poiché porta inevitabilmente al rafforzamento delle logiche di potere già in essere, che trascendono le esigenze sociali e ambientali locali "soffocando" le voci economicamente meno potenti. Nel secondo caso il percorso è stato meno lineare anche perché gli obiettivi erano già in partenza meno definiti, ci sono state delle vere e proprie mobilitazioni e i principali risultati sono stati in termini di avvio di processi per le riforme.

L'esempio appena citato insiste ancora una volta sulla questione prima evidenziata, cioè la difficoltà di entrambi i processi di fornire dati robusti sul piano sociale a supporto dei processi decisionali.

A questo punto due riflessioni sorgono spontanee.

La prima riguarda la relazione tra i processi top-down e i processi bottom-up e la possibilità/necessità di usarli entrambi e integrarli. Questo emerge con forza quando l'oggetto della discussione riguarda, in modo diretto o indiretto, l'uso del territorio e la gestione delle risorse: per quanto definito e limitato esso possa essere, le relazioni sul canale economico, sociale, ambientale non possono essere confinate all'interno di una stessa scala, è necessario indagarle alle varie scale attraverso approcci appropriati.

Nel caso specifico riportato come esempio si osserva che il processo top-down, seppur lineare e fortemente finalizzato, non ha di certo fornito una soluzione al problema del "conflitto per la soia", è stato però in parte elemento scatenante del processo bottom-up il quale, seppur con i suoi limiti (mancanza di leadership) ha messo in luce interessi e conoscenze fortemente contestualizzati, e ha la potenzialità di migliorare il processo top-down, attraverso un ampliamento delle tematiche da discutere e della platea degli stakeholders.

La seconda riguarda la capacità di integrare gli approcci partecipativi nelle valutazioni di sostenibilità con approccio ciclo di vita. Sebbene l'analisi degli stakeholders sia riconosciuta come metodo

di indagine e mappatura dei flussi sociali-economici, all'atto pratico rimane fortemente orientata a pochi ambiti (e quindi ad un numero fortemente limitato di tematiche e stakeholders quali ad es. lavoratori, dipendenti lungo la catena del valore) e non strutturata nel framework di LCSA.

2.5 Conclusioni

I due framework illustrati nei paragrafi precedenti sono il risultato di uno sforzo collettivo della comunità internazionale di trovare delle basi scientifiche su cui costruire un'analisi di sostenibilità con approccio ciclo di vita, e hanno rappresentato e rappresentano tuttora un riferimento utile per sviluppare nuovi approcci e metodi. Seppure i casi applicativi siano ancora pochi ⁶, quelli al momento disponibili sono relativi al framework di LCSA assessment, e riguardano ambiti piuttosto diversificati, quali ad esempio: prodotti per l'edilizia in marmo (Traverso et al., 2010); sistema energetico (Santoyo-Castelazo e Azapagic, 2014); fertilizzanti (Martínez-Blanco et al., 2014); moduli fotovoltaici (Traverso et al., 2012); olii da cucina esausti (Vinyes et al., 2013). Recentemente è stato proposto un nuovo framework per l'analisi di sostenibilità delle tecnologie con approccio ciclo di vita, denominato PROSUITE⁷ (the PROspective SUstainability Assessment of Technologies), il quale contribuisce alla fase di valutazione degli impatti introducendo l'impact pathway in relazione a cinque aree di protezione (ambiente naturale, risorse esauribili, salute umana, prosperità, benessere sociale)⁸. L'approccio si basa sul concetto delle tre dimensioni della sostenibilità (ambientale, economica, sociale) in un'ottica di parziale integrazione, rappresentando pertanto un passo avanti rispetto al framework di LCSA assessment, ma ancora non pienamente nella direzione del LCSA analysis. Le applicazioni di quest'ultimo sono piuttosto limitate e solo parziali: i casi applicativi pubblicati riguardano in particolare la fase di definizione del problema di so-

stenibilità, in quanto ritenuto l'elemento centrale del framework, la cui corretta impostazione consente di definire in maniera precisa i meccanismi in gioco ed i relativi strumenti con cui rappresentarli e quantificarli (Hu et al., 2013; Stefanova et al., 2014).

Quest'ultimo approccio alle valutazioni di sostenibilità ha il merito di essere sistemico, capace di integrare diverse prospettive e metodi d'indagine (empirici e normativi), secondo i dettami della scienza post-normale, e pertanto in linea con i criteri della scienza della sostenibilità. Questo framework, rispetto agli altri presenti in letteratura, riconosce il ruolo fondamentale degli stakeholder, in quanto portatori di interessi legittimi, la cui inclusione nell'analisi consente sia di bilanciare le incertezze intrinseche alla valutazione, sia di tener conto di quegli aspetti valoriali ed etici che fino ad ora sono stati trattati solamente in modo marginale. Inoltre, gli stakeholder non devono rappresentare solo un soggetto da consultare, ma devono essere parte attiva e responsabile nel processo decisionale, soprattutto quando l'oggetto dell'analisi è rappresentato da un ambito complesso ed articolato come il territorio. In questo contesto in particolare, l'analisi effettuata ha evidenziato come – in analogia con quanto avviene con l'LCSA – non esista un approccio preferenziale con cui includere le posizioni degli stakeholder: l'approccio top-down ed il bottom-up forniscono prospettive complementari, che necessitano spesso di essere integrate, per indagare il problema alle varie scale.

Un approccio sistemico ed inclusivo di questo tipo richiede che le incertezze debbano essere parte integrante dell'analisi e ribadisce il ruolo centrale dell'approccio ciclo di vita. L'incertezza è un elemento intrinseco alle valutazioni di sostenibilità, in quanto aumenta con la complessità dei problemi trattati, con le più lunghe scale temporali considerate, con l'inclusione degli effetti indiretti e degli approcci partecipativi. L'analisi per essere robusta deve incorporare queste incertezze e gestirle, ad esempio tramite la definizione di scenari, ossia di un set consistente di visioni, storie, con una logica e consistenza di fondo (de Vries e Petersen, 2009).

Infine, è importante ribadire che il compito di ogni valutazione di sostenibilità è quello di evidenziare dove nascono trade-offs e quali sono, mentre non è quello di giudicarne l'accettabilità. È quindi importante rendere trasparente il processo decisionale e i giudizi su cui si basano le decisioni:

«lo scopo non deve essere quello di ridurre tutti i criteri analizzati

⁶ Per un'analisi dello stato dell'arte sul tema LCSA si rimanda al numero speciale dell'Int J Life Cycle Assessment "From LCA to LCSA: concept, practice and future directions" 18(9):2013.

⁷ www.prosuite.org

⁸ Per una descrizione dettagliata si rimanda a Blok, K., Huijbregts, M., Roes, L., Martin, B.V.H., Hertwich, E., Wood, R., Hauschild, M.Z., Antunes, P., Hellweg, S., Ciroth, A., 2013, *A Novel Methodology for the Sustainability Impact Assessment of New Technologies*, Rapporto tecnico di Progetto, Utrecht.

nell'analisi ad un solo indice, ma di identificare cosa rappresenta un trade-off accettabile tra i diversi criteri nel contesto delle preferenze legittime degli stakeholder» (Steward, 2001, p.7).

Bibliografia

- Binder, C.R., Schmid, A., Steinberger, J.K. (2012), "Sustainability solution space of the Swiss milk value added chain", *Ecological Economics*, n. 83, pp.210-220.
- Cash, D., Adger, W., Berkes, F., Garden, P., Lebel, L., Olsson, P., Pritchard, L., Young, O. (2006), "Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world", *Ecology and Society*, n.11 (2), pp.8-19.
- Costanza, R. (1991), *Ecological economics: the science and management of sustainability*, Columbia University Press, Columbia.
- De Vries, B.J.M., Petersen, A. (2009), "Conceptualizing sustainable development", *Ecol Econ*, n. 68, pp.1006-1019.
- Graedel, T.E., Klee, R.J. (2002), "Getting serious about sustainability", *Environmental Science and Technology*, n.36(4), pp.523-529.
- Guinée, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T. (2011), "Life cycle assessment: past, present, and future", *Environ Sci Technol*, n. 45, pp.90-96.
- García-Lopez, G., Arizpe, A. (2010), "Participatory process in the soy conflict in Paraguay and Argentina", *Ecological Economics*, n.10, pp.196-206.
- Heijungs, R., Guinée, J., Huppes, J. (2009), *A scientific framework for LCA*, Technical report of CALCAS project, Available at <http://www.calcasproject.net>
- Hu M, Kleijn, R., Bozhilova-Kisheva, K., Di Maio (2013), "An approach to LCSA: the case of concrete recycling", *Int J Life Cycle Assess*, n.18(9), pp.1793-1803.
- Hunkeler, D., Rebitzer, G. (2005), "The future of life cycle assessment", *Int J Life Cycle Assess*, n.10(5), pp.305-308.
- ISO (International Organization for Standardization). 2006. ISO 14040. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Geneva, Switzerland: ISO.
- Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H.J., Bolin, B., Dickson, N.M., Faucheux, S., Gallopin, G.C., Grubler, A., Huntley, B., Jager, J., Jodha, N.S., Kaspersen, R.E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B., O'Riordan, T., Svedin, U. (2001), "Environment and development: sustainability science", *Science*, n.292, pp.641-642.
- McCormick, K., Anderberg, S., Coenen, L., Neij, L. (2013), "Advancing sustainable urban transformation", *Journal of Cleaner Production*, n.50, pp.1-11.
- Kloepffer, W. (2008), "Life cycle sustainability assessment of products", *Int J Life Cycle Assess*, n.13(2), pp.89-95.
- Martínez-Blanco, J., Lehmann, A., Muñoz, P., Antón, A., Traverso, M., Rieradevall, J., Finkbeiner, M. (2014), "Application challenges for the social Life Cycle Assessment of fertilizers within life cycle sustainability assessment", *J Cleaner Pro*, n.69, pp.34-48.
- Osorio LAR, Lobato, M.O., Del Castillo, X.Á. (2009), "An epistemology for sustainability science: a proposal for the study of the health/disease phenomenon", *Int J Sust Dev World Ecol*, n.16(1), pp.48-60.
- Parkin, S., Sommer, F., Uren, S. (2002), "Sustainable development: understanding the concept and the practical challenge", *Eng Sustain*, n.156(ES1), pp.19-26.
- Ryan, C. (2011), "Characteristics of thriving and the importance of neighbourhoods", Paper for the Thriving Neighbourhoods Conference, 26 October 2011, Melbourne, Australia.
- Sala, S., Farioli, F., Zamagni, A. (2013a), "Progress in sustainability science: lessons learnt from current methodologies for sustainability assessment (Part I)", *Int J Life Cycle Assess*, n.18(9), pp.1653-1672.
- Sala, S., Farioli, F., Zamagni, A. (2013b), "Life cycle sustainability assessment in the context of sustainability science progress (Part II)2", *Int J Life Cycle Assess*, n.18(9), pp.1686-1697.
- Santoyo-Castelazo, E., Azapagic, A. (2014), "Sustainability assessment of energy system: integrating environmental, economic and social aspects", *J Cleaner Pro*, n.80, pp.119-138.
- Souza, R.G., Rosenhead, J., Salhofer, S.P., Valle, R.A.B., Lins, M.P.E. (2014), "Definition of sustainability impact categories based on stakeholder perspectives", *J Cleaner Prod* (in press).
- Stefanova, M., Tripepi, C., Zamagni, A., Masoni, P. (2014), "Goal and Scope in Life Cycle Sustainability Analysis: The Case of Hydrogen Production from Biomass", *Sustainability*, n.6, pp.5463-5475.
- Steward, M. (2001), *MMSD life cycle assessment workshop: the application of life cycle assessment to mining, minerals and metals*, Centre for Risk, Environment and Systems Technology and Analy-

- sis (CRESTA) and Department of Chemical Engineering. London: University of Sidney for the International Institute for environment and Development (IIED).
- Swarr, T., Hunkeler, D., Klöpffer, W., Pesonen, H.L., Cirotto, A., Brent, A.C., Pagan, R. (2011), *Environmental life cycle costing: a code of practice*, ISBN 978-1-880611-87-6. Pensacola, SETAC.
- Traverso, M., Finkbeiner, M., Jørgensen, A., Schneider, L. (2012), "Life Cycle Sustainability Dashboard", *J Ind Ecol*, n.16(5), pp.680-688.
- Traverso, M., Rizzo, G., Finkbeiner, M. (2010), "Environmental performance of building materials: life cycle assessment of a typical Sicilian marble", *Int J Life Cycle Assess*, n.15(1), pp.104-114.
- Traverso, M., Asdrubali, F., Francia, A., Finkbeiner, M. (2012), "Towards life cycle sustainability assessment: an implementation to photovoltaic modules", *Int J Life Cycle Assess*, n.17(8), pp.1068-1079.
- Valdivia, S., Ugaya, C.M.L., Sonnemann, G., Hildenbrand, J. (eds) (2011), *Towards a life cycle sustainability assessment. Making informed choices on products*, Paris, ISBN: 978-92-807-3175-0 (Downloaded from <http://lcinitiative.unep.fr>).
- Valdivia, S., Ugaia, C.M.L., Hildenbrand, J., Traverso, M., Mazijn, B., Sonneman, G. (2013), "A UNEP/SETAC approach towards a life cycle sustainability assessment – our contribution to Rio+20", *Int J Life Cycle Assess*, n.18(9), pp.1673-1685.
- Vinyes, E., Oliver-Solà, J., Ugaya, C., Rieradevall, J., Gasol, C.M. (2013), "Application of LCSA to used cooking oil waste management", *Int J Life Cycle Assess*, n.18(2), pp.445-455.
- Zamagni, A., Guinée, J., Heijungs, R., Masoni, P. (2012a), "Life cycle sustainability analysis". In: Curran, M.A. (ed), *Life Cycle Assessment Handbook. A guide for environmentally sustainable products*, Wiley, ISBN 9781118099728.
- Zamagni, A., Masoni, P., Buttol, P., Raggi, A., Buonamici, R. (2012b), "Finding LCA research direction with the aid of meta-analysis", *J Ind Ecol*, n.16:539-552.
- Zamagni, A., Pesonen, H.L., Swarr, T. (2013), "From LCA to Life Cycle Sustainability Assessment: concept, practice and future directions", *Int J Life Cycle Assess*, n.18(9), pp.1637-1641.





Sostenibilità ambientale e sociale di un territorio naturale protetto

Environmental and social sustainability of a protected natural area

Maria Chiara Torricelli

This chapter suggests general guidelines for an analysis with the Life Cycle Thinking approach to environmental (E-LCA) and social (S-LCA) sustainability of the development of a territory characterized by a protected natural heritage. These guidelines are introduced by a placement of the key methods in carrying out an environmental and social LCA applied to any territory and by the introduction of management categories according to which protected natural areas are classified globally. Some shared objectives of promotion and protection on an international level (IUCN – International Union for Conservation of Nature) are also taken into consideration.

The key concepts suggested for an E-LCA and S-LCA of a territory take into account: the concept of territory as a system of environmental, social-cultural and economic resources and performances, described as territorial Functions or Land Use Functions (LUF–Land Use Functions), for which eight types are identified; the concept of Equivalent Functional Territorial, the interpretation of the “life cycle” concept when it refers to processes and changes inside a territory.

Criteria of E-LCA and S-LCA boundaries are explained, that-is-to say the definition of the boundaries of the system which is analyzed in the life cycle phases of a territory, as far as inclusion of certain fluxes of environmental processes and of certain relations which involve different subjects involved in social processes are concerned.

In order to develop these key concepts for the relevant aspects of an E-LCA and S-LCA analysis of a protected natural territory we suggest the categories of the protected areas that IUCN uses in its Database for website registration and the objectives explained by IUCN in the 2013-2016 program.

Chapter 3 therefore is a common frame-work for the methodological suggestions explained in chapters 4, 5 and 6 for the environmental aspects and biodiversity and social aspects, some of which have been studied in depth with an application of the Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli Park case study as per part II of this volume.

3.1 Ciclo di vita e unità di analisi di sostenibilità di un territorio

Un approccio di tipo *Life Cycle* alla valutazione della sostenibilità dello sviluppo di un territorio è finalizzato ad una lettura dinamica delle trasformazioni di un ambiente antropizzato, utilizzando indicatori che ne connotano la evoluzione in rapporto a obiettivi e criteri di sostenibilità.

Ma come può essere mutuata dall'approccio LC tradizionalmente riferito alla sostenibilità di prodotti questa “visione” del ciclo di vita? La nozione “dalla culla alla tomba (*cradle to grave*)” o ancora “dalla culla alla culla (*cradle to cradle*)”, ovvero il riferimento alla sequenza delle diverse fasi di un processo produttivo, dalle materie prime al fine vita di un prodotto, o al suo riuso/riciclo, non ha significato in rapporto ad un territorio. Il concetto di “ciclo di vita” deve, nel caso di un territorio, essere riferito all'evoluzione del territorio come risorsa, come patrimonio (come «capitale» in Jorgensen et al. 2013), come sistema di funzioni e prestazioni che si evolvono secondo gli scenari ipotizzati dagli strumenti di governo e di *governance*, di piano e di gestione.

Può essere utile prendere in considerazione l'interpretazione del concetto di “ciclo di vita” che viene data nel settore delle costruzioni (in questo ambito il “prodotto” è un organismo edilizio, un insediamento, una infrastruttura) e in particolare al tavolo CEN TC 350 che ha elaborato le norme europee per il LCA nel settore. Qui il termine *life cycle* è definito “*consecutive and interlinked stages in the life of the object under consideration*”¹ (EN 15643-1:2010). Per analogia nel presente studio intenderemo per “ciclo di vita” di un territorio, oggetto di valutazione di sostenibilità ambientale e sociale, le fasi interconnesse nella vita di un territorio, risultanti dalle fasi attraverso cui si attuano i singoli processi, riferiti alle risorse/prestazioni di quel territorio, secondo uno scenario di piano.

In questa accezione la vita di un territorio è scandita sulla evoluzione dei sottosistemi di risorse/prestazioni in esso presenti, trasformate, erogate e utilizzate. Tale evoluzione è associata a scenari di pianificazione del territorio. Il modello che identifica

¹ “Fasi consecutive e interconnesse nella vita dell'oggetto considerato” (TdA).

il ciclo di vita di un territorio potrà allora essere definito su uno scenario temporale di riferimento, corrispondente ad un ambito di pianificazione, attuazione e gestione, e al cui interno si collocano:

- i processi insediativi (le preesistenze e i relativi processi di trasformazione);
- i processi di uso e consumo delle risorse, delle dotazioni e dei servizi;
- i processi di produzione di beni destinati o meno al territorio.

Nella Fig. 1 la esemplificazione del modello del ciclo di vita di un territorio come sistema di risorse /prestazioni sociali, economiche e ambientali preesistenti, pianificate ed erogate e i corrispondenti flussi monitorabili nei processi insediativi, di uso e di produzione.

Nella valutazione di sostenibilità del ciclo di vita di un territorio, inteso come sistema di risorse e prestazioni, l'unità di riferimento non è definibile univocamente, né sul piano operativo né in termini concettuali. Nel presente studio proponiamo un concetto mutuato e adattato dal LCA ambientale e sociale negli standard che definiscono il *framework* riferito al settore edilizio (EN 15643-1,2,3):

il concetto di "Equivalente Funzionale",

mentre la metodologia LCA classica, applicata a un prodotto/servizio, utilizza come unità di riferimento il concetto di "Unità Funzionale".

Con il termine "Unità Funzionale" si identifica la unità di riferimento cui ricondurre gli indicatori di impatto e da utilizzare per il confronto con altri sistemi-prodotto (UNI EN ISO 14040:2006). La definizione della unità funzionale risponde alle domande: Cosa? Come? Quanto? Per quanto tempo? In un LCA si parte quindi dalla identificazione precisa della "funzione" offerta dal sistema oggetto di studio. Per "funzione" si intende la descrizione secondo caratteri qualitativi o quantitativi di "cosa" offre, "come" "quanto" e "per quanto tempo", il sistema studiato (EC,JRC, IES, 2010 p.60). Poiché nel caso di sistemi multifunzionali integrati non ci si può riferire ad una unità funzionale semplice, nel caso ad esempio degli organismi edilizi, si adotta il concetto di "Equivalente Funzionale". Tale concetto può essere utilmente adattato anche al caso di entità territoriali.

In un territorio, risorse, servizi offerti, funzioni sono per molti aspetti interrelati e non possono presentarsi come co-funzioni di

un processo². Nel caso del territorio la funzione "residenziale" ad esempio non è distinta dalla funzione "offerta di posti di lavoro" e dalla funzione "trasporti". Quello che serve allora è un riferimento più complesso che non una sommatoria di unità funzionali e i loro flussi. Un sistema multifunzionale può allora essere definito in termini di "Equivalente Funzionale" o "*functional equivalent*", (EN 15978)³.

Per analogia con l'applicazione di questo concetto al caso degli organismi edilizi possiamo dire che il territorio può essere rappresentato dalle sue molteplici e complesse risorse e prestazioni territoriali (sociali, economiche e ambientali), riconducibili a funzioni territoriali, modelli di uso e di gestione.

Ad es.: un'area naturale protetta connotata da un determinato patrimonio naturale, che offre determinate funzioni ricreative e culturali, all'uopo dotata di infrastrutture di servizio, con una determinata densità di popolazione residente, una determinata offerta di posti di lavoro ecc. e connotata da un determinato modello di gestione delle risorse e delle prestazioni.

La unità di riferimento alla quale ricondurre le valutazioni di sostenibilità, ovvero l'Equivalente funzionale, può essere quindi così definita:

Equivalente funzionale territorio: sistema di risorse e prestazioni territoriali quantificate o qualificate come adeguate a rispondere a requisiti di un dato scenario di piano, per un dato territorio, assunto come base per la comparazione fra diversi casi studio o scenari.

Risorse e prestazioni di un territorio sono identificate negli studi ecologici-ambientali in termini di servizi eco sistemici (*eco-system good and services*) del territorio (Costanza et al., 1997; De Groot, 2002). Secondo Loiseau (Loiseau, 2013) in un approccio LC alla pianificazione e gestione del territorio il riferimento non possono essere solo i servizi eco sistemici ed è più adeguato il quadro delle «*Land Use Function (LUF)*» proposte da Pèrez-Soba et al. (2008) nel progetto SENSOR e poi sviluppate in Paracchini et al. (2011) con riferimento alla sosteni-

² Si veda per questa interpretazione il riferimento a co-prodotti nei processi produttivi, come riportato a proposito del LCA Ambientale nel cap. 4 par. 4.3.

³ UNI EN 15978 3.10 *functional equivalent: quantified functional requirements and/or technical requirements for a building or an assembled system (part of works) for use as a basis for comparison.*

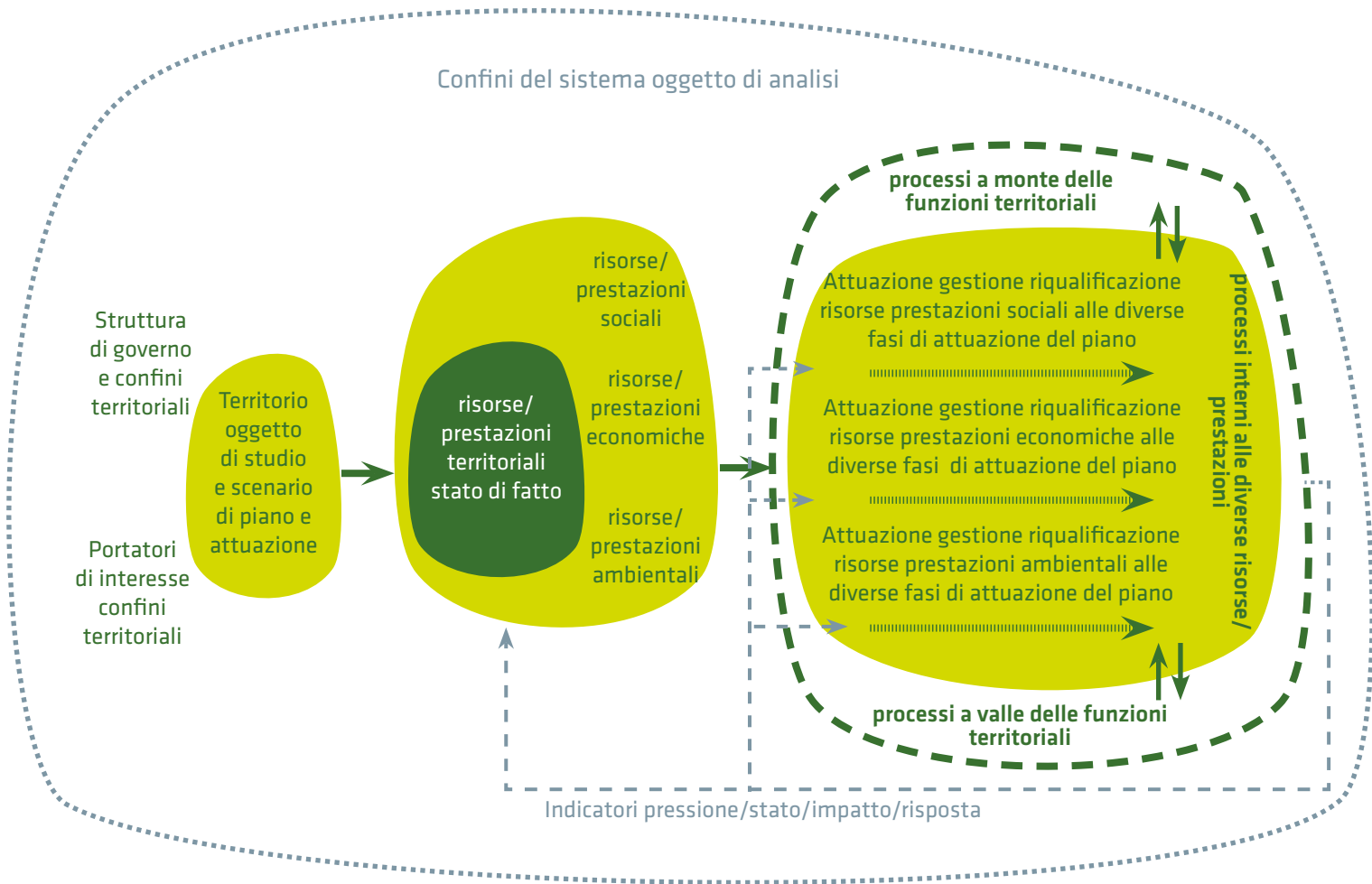


Fig. 1 -Ciclo di vita di un territorio

bilità e all'uso del suolo. In tale quadro di riferimento le risorse e prestazioni territoriali sono sia quelle ecosistemiche (provvisione di risorse biotiche e abiotiche e loro mantenimento), sia quelle economiche-produttive, sia quelle sociali e culturali. Risorse e prestazioni del territorio sono riconducibili al concetto di "funzione di uso del suolo" che è stato ripreso recentemente nella ricerca EU LUPA European Land Use Patterns (ESPN 2013 p.12) che definisce «LUFs express the goods and services that the use of the land provides to human society, which are of economical, ecological and socio-cultural value and are likely to be affected by policy changes» e assume le *Land Use Functions* come approccio per valutare la efficienza dei modelli di uso del territorio e le relazioni fra questi e i fattori territoriali.

In EU LUPA 2013 le LUF hanno pertanto un carattere 'prestazionale' esplicitabile in termini di indicatori di prestazioni (prodotti e/o servizi) e risorse fornite, e di indicatori di pressioni esercitate sul territorio, e si può parlare di efficienza delle scelte politiche valutando prestazioni, fattori di pressione e indicatori di sostenibilità ambientale e sociale.

Le LUF identificate sono sintetizzate in 6 tipologie, alle quali sono ricondotte le funzioni ambientali, economiche e sociali del territorio nell'analisi condotta da EU-LUPA a livello macro-economico in Europa:

- LUF1: Offerta di posti di lavoro;
- LUF2: Offerta di servizi per il tempo libero e le attività ricreative;
- LUF3: Fornitura di prodotti primari;
- LUF4: Dotazione di residenze e infrastrutture;
- LUF5: Dotazione di risorse abiotiche;
- LUF6: Dotazione di risorse biotiche.

Muovendo da quanto sopra richiamato si riporta nella Fig. 2 e nella Tab. 1 lo schema logico proposto in questo studio e la matrice per la definizione dell'Equivalentente funzionale nella valutazione *Life Cycle* della sostenibilità ambientale e sociale di un territorio. Nella matrice è proposto un elenco delle Funzioni di Uso Territoriali (LUF) che sviluppa l'elenco di 6 LUF proposto da EU LUPA 2013 in 8 LUF articolate secondo le tre tipologie di processi sopra identificate: insediativi, di uso e consumo, produttivi.

3.2 Funzioni territoriali: flussi ambientali, relazioni sociali e prestazioni

In questo paragrafo si entra più in dettaglio sui criteri di definizione del ciclo di vita e dei confini del sistema analizzato e sui criteri di identificazione delle funzioni di uso di un territorio.

Il territorio oggetto di analisi secondo l'approccio *life cycle*, per gli aspetti sociali e ambientali, è definito dai confini dello scenario di piano e di governo, ad esso si riconducono le "relazioni sociali" e i "flussi ambientali" indotti dai processi di attività delle diverse funzioni territoriali. I confini dell'analisi secondo l'approccio LC possono però estendersi oltre i confini territoriali, secondo le esigenze dell'analisi ambientale e le esigenze dell'analisi sociale (UNEP 2012). L'analisi di flussi ambientali e di relazioni sociali riguarda infatti i processi all'interno dei confini territoriali, ma si estende, a seconda degli aspetti analizzati, oltre tali confini se la responsabilità delle pressioni e degli impatti sociali e ambientali è riconducibile a quello scenario di piano e di governo. In particolare è proprio l'approccio *life cycle*, con la sua visione sistemica e olistica, a guidare la scelta dei flussi e delle relazioni da includere nelle analisi. Si parla nel LCA di *upstream* e *downstream process* (fig.1) connessi ai processi di attività interne al sistema osservato, nel nostro caso al territorio. Dagli studi attuali in ambito di *Social Life Cycle Assessment* (S-LCA) e dalla prassi e normativa in ambito di *Environmental Life Cycle Assessment* (E-LCA), i criteri che guidano la estensione oltre i confini dell'analisi possono essere così enunciati:

- il concetto di "responsabilità" riguarda sia le analisi ambientali E-LCA che quelle sociali S-LCA;
- nel caso dell'analisi ambientale E-LCA il concetto di responsabilità si applica al concetto di "processo" che definisce le fasi da analizzare, il ciclo di vita e i suoi moduli;
- nel caso dell'analisi sociale S-LCA il concetto di responsabilità si applica al concetto di "portatore di interesse" che definisce le categorie di analisi e valutazione.

Così ad esempio per un E-LCA se si guarda alle responsabilità legate ad un piano territoriale si considereranno i processi produttivi a monte di quelli previsti dal piano per le attività industriali, anche se svolti su altri territori, quelli di produzione svolti sul territorio ed i processi di "fine vita" dei prodotti realizzati sul territorio, anche se il trattamento di fine vita (smantellamento, rifiuti ecc.) avviene altrove (Eder e Narodoslawsky, 1999). Se il piano prevede determinate attività

industriali, ad esempio la cantieristica navale come nel caso studio esaminato (cfr. cap. 8), si considereranno i flussi ambientali legati a materie prime e prodotti che entrano nella realizzazione delle imbarcazioni, i flussi ambientali durante i processi produttivi della cantieristica e i flussi ambientali legati allo smaltimento delle imbarcazioni, perché questi sono i carichi ambientali legati a quelle funzioni. Ma se la fase di uso avviene altrove questa non viene computata nelle "responsabilità ambientali" di quel piano, così come invece si computano i carichi ambientali legati a tutti i processi di uso/consumo e gestione che si svolgono sul territorio, quali quelli che attengono alle attività turistiche.

Continuando l'esempio, nel caso invece di un S-LCA applicata ad un piano territoriale le funzioni industriali previste e presenti sul territorio determinano relazioni (comportamenti e situazioni) di rilevanza sociale in rapporto ai lavoratori sia per quanto riguarda i processi che si svolgono sul territorio (es. sicurezza sul lavoro) che processi a monte (es. lavoro minorile), relazioni-situazioni di rilevanza sociale in rapporto agli utenti sia per l'uso di prodotti sul territorio stesso che per l'uso altrove (es. responsabilità da prodotto), relazioni sociali con impatto sulla comunità locale e su altre comunità interessate a monte e a valle (es. delocalizzazione).

I confini del sistema di analisi non coincidono dunque con i confini territoriali del territorio oggetto di studio e inoltre possono variare in relazione agli aspetti ambientali o sociali presi in considerazione.

Per le analisi ambientali Loiseau et al (2014) propongono e applicano in un caso studio reale una differenziazione fra attività di produzione e attività di consumo, in ambedue i casi considerano i flussi ambientali a monte, mentre solo per le attività di consumo considerano i flussi ambientali legati all'uso. Il criterio sembra adattato alle condizioni di fattibilità nella raccolta di dati ma, come gli Autori segnalano, porta a molti "doppi conteggi" di situazioni di pressione e di impatto, che poi devono essere attentamente interpretati dall'analizzatore e valutatore. Ad esempio i prodotti alimentari, prodotti sul territorio, vengono conteggiati una volta come processi produttivi in atto sul territorio e relativi carichi ambientali e una volta come processi a monte di processi di consumo. Parimenti la costruzione di edifici è conteggiata come attività produttiva (impatto dei materiali e della costruzione) e nuovamente come processi a monte dell'uso degli edifici (impatto dei materiali e della costruzione e impatto dell'uso degli edifici).

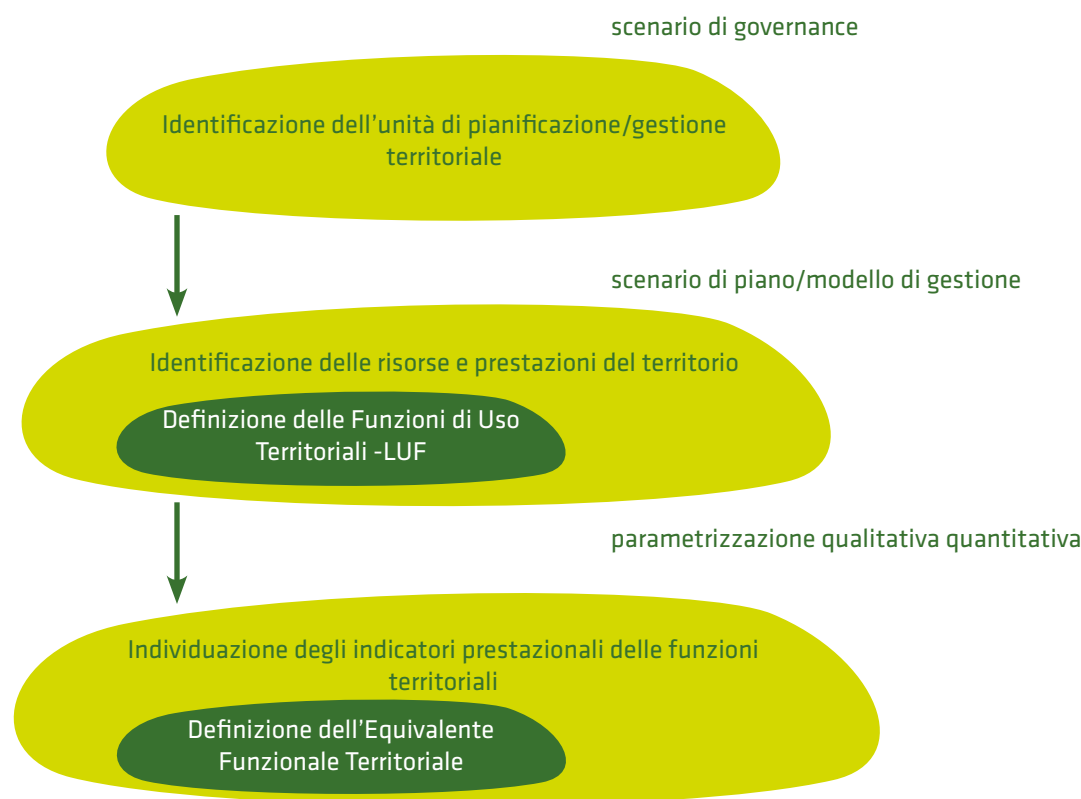


Fig. 2 - La definizione delle funzioni territoriali e dell'equivalente funzionale territoriale

Alla luce dell'esperienza portata avanti dal CEN TC 350 per l'applicazione di E-LCA, S-LCA e LCC nel settore delle costruzioni nel presente studio si è proposto di differenziare all'interno delle funzioni territoriali attività e processi di produzione, di uso e consumo e attività e processi insediativi, questi ultimi intesi come trasformazioni del territorio antropizzato con la realizzazione di infrastrutture e manufatti.










I criteri sopra enunciati sono così applicati come riportato in tab. 2. La identificazione delle Funzioni di uso di un territorio dovrebbe avvenire, oltre che sulla base di criteri scientifici e di esperti, consultando i portatori di interesse, in base alle loro conoscenze e alle loro esperienze del territorio in esame. Una volta definite le LUF vengono descritte in termini qualitativi e quantitativi sulla base delle prestazioni e delle risorse fornite. Loiseau et al (2014) propongono

di selezionare degli indicatori per i quali ci sia disponibilità di dati nel contesto e alla scala del territorio in esame⁴, successivamente questi possono essere rivisti nella fase di raccolta dati che precede le valutazioni di impatto. Ai fini della interpretazione dei risultati delle analisi gli indicatori che descrivono le LUF devono essere normalizzati in rapporto alle stesse grandezze computate in unità territoriali più vaste che comprendono il territorio in esame, o in unità assimilabili. Nel contesto italiano per la elaborazione e la normalizzazione di que-

⁴ Nello studio sviluppato da Loiseau et al (2014), nel territorio del Bassin de Thau nel Dipartimento di Hérault, sulla costa mediterranea francese con una popolazione di circa 120.000 abitanti e 14 comuni, vengono adottati alcuni degli indicatori per lo sviluppo sostenibile dei territori messi a punto dal Ministero francese per l'Ambiente (MEDDTL, 2011c) nel quadro delle guide per la valutazione ambientale dei documenti di pianificazione territoriale.

Tab.1 - Elenco delle Funzioni di uso del territorio e matrice dei parametri di qualificazione/ quantificazione dell'Equivalente Funzionale Territoriale

Tab. 2 - Funzioni territoriali e relative attività cui sono riferiti i processi e i carichi ambientali analizzati in un E-LCA e le Categorie di valutazione identificate dai portatori di interesse analizzate in un S.LCA

Funzioni di uso del territorio LUF	indicatori prestazionali	equivalente funzionale territoriale
LUF1: Fornitura di prodotti primari Processi produttivi		 <p>Equivalente funzionale territorio: sistema di risorse e prestazioni territoriali quantificate o qualificate come adeguate a rispondere ai requisiti di un dato scenario di piano assunte come base per la comparazione fra casi studio e scenari</p>
LUF2: Fornitura di prodotti e servizi industriali e commerciali Processi produttivi		
LUF3: Fornitura di servizi per attività ricreative per la cultura per la salute e il sociale Processi gestionali e di uso/consumo		
LUF 4: Dotazione di insediamenti e infrastrutture per attività produttive, commerciali e di servizio Processi insediativi e di uso e gestione		
LUF5: Dotazione di insediamenti e infrastrutture per la residenza Processi insediativi e di uso e gestione		
LUF 6: Dotazione di infrastrutture di trasporto e porti Processi insediativi e di uso e gestione		
LUF7: Dotazione di risorse naturali abiotiche. Qualità e tutela Processi insediativi e di uso e gestione		
LUF8: Dotazione di risorse naturali biotiche. Qualità e tutela Processi insediativi e di uso e gestione		

sti indicatori si possono utilizzare i dati Istat (in particolare per le aree informative Ambiente e Sviluppo sostenibile)⁵, utile è anche il lavoro

del CNEL (2005) che ha portato alla definizione di un sistema di *core indicators* per il monitoraggio dello sviluppo sostenibile in Italia, organizzati per Dominii (Economia, Società, Ambiente), per tematismi e indici chiave (tab. 3) e alla elaborazione di dati da diverse fonti.

⁵ L'ISTAT ha realizzato un sistema di indicatori di tipo demografico, sociale, ambientale ed economico riferito a ripartizioni, regioni, province e capoluoghi. Il sistema permette una lettura integrata del territorio italiano utile agli scopi dell'utenza specializzata e alle istituzioni per il governo del territorio. In particolare gli indicatori sono raggruppati in 16 aree informative: Prezzi, Contabilità nazionale, Agricoltura, Ambiente, Imprese, Abitazioni, Attività edilizia ed opere pubbliche, Commercio, Trasporti e turismo, Mercato del lavoro, Condizioni economiche delle famiglie, Famiglie ed aspetti sociali, Popolazione, Sanità, Assistenza e previdenza, Istruzione, Cultura e tempo libero, Giustizia, Sviluppo sostenibile. Per l'area sviluppo sostenibi-

le i temi sono: Sviluppo socio economico, Consumi e produzione sostenibile, Inclusione sociale, Cambiamenti demografici, Salute pubblica, Trasporto sostenibile, Buon governo (fonte sito ISTAT consultato il 14.08.2014).

	Funzioni di uso del territorio	Attività	Processi analizzati in E-LCA	Categorie di valutazione considerate in S-LCA
Attività industriali e commerciali	LUF1: Fornitura di prodotti primari	Agricoltura Allevamento Caccia Silvicoltura Pesca e allevamento pesci	Processi a monte, processi di produzione e processi di fine vita	Lavoratori, Consumatori, Comunità locali, Attori della catena del valore escluso consumatori
	LUF2: Fornitura di prodotti e servizi industriali e commerciali	Produzione fabbricazione diversi settori industriali	Processi a monte, processi di produzione e processi di fine vita	Lavoratori, Consumatori, Comunità locali, Attori della catena del valore escluso consumatori
Servizi sul posto	LUF3: Fornitura di servizi per attività ricreative, per la cultura, per la salute e il sociale	Turismo, Ristoro Spettacolo, Musei Istruzione, Ricerca, Servizi sanitari, Servizi Sociali, Sport ecc.	Processi gestionali, di consumo e di utilizzo	Lavoratori, Utenti, Comunità locali, Società, Attori della catena del valore escluso consumatori
Infrastrutture	LUF 4 Dotazione di insediamenti e infrastrutture per attività produttive, commerciali e di servizio	Costruzioni industriali, del commercio, dei servizi	Intero ciclo di vita delle costruzioni e infrastrutture compreso la gestione operativa e la manutenzione	Lavoratori, Utenti, Comunità locali, Società
	LUF5: Dotazione di insediamenti e infrastrutture per la residenza e relativi servizi	Costruzioni residenziali e dei servizi primari	Intero ciclo di vita delle costruzioni e infrastrutture compreso la gestione operativa e la manutenzione	Lavoratori, Utenti, Comunità locali, Società
	LUF 6 Dotazione di infrastrutture di trasporto e porti reti e servizi	Infrastrutture viarie ferroviarie, aeroportuali e porti reti e sistemi di trasporto	Intero ciclo di vita delle costruzioni e infrastrutture compreso la gestione operativa e la manutenzione e i sistemi di trasporto	Lavoratori, Utenti, Comunità locali, Società
Risorse	LUF7: Dotazione di risorse naturali abiotiche. Qualità e tutela	Estrazione di minerali energetici Estrazione di minerali non energetici Impianti FER Approvvigionamento idrico	Intero ciclo di vita delle dotazioni e infrastrutture compreso la gestione operativa e la manutenzione e i sistemi di rete	Lavoratori, Utenti, Comunità locali, Società
	LUF8: Dotazione di risorse naturali biotiche. Qualità e tutela	Parchi e aree protette Reti ecologiche	Intero ciclo di vita delle dotazioni e infrastrutture compreso la gestione operativa e la manutenzione	Lavoratori, Utenti, Comunità locali, Società

Tab. 3 - Indicatori per lo sviluppo sostenibile Progetto CNEL - Tabella degli indici chiave [Fonte CNEL, 2005]

DOMINI	TEMATISMI	INDICI CHIAVE
ECONOMIA	Modelli di produzione e consumo	Materia Energia Trasporti Settori produttivi Rifiuti
	Performance economica e finanziaria	Qualità dell'economia Competitività
SOCIETÀ	Equità	Povertà Differenziali socio-territoriali
	Occupazione	
	Qualità della vita	Qualità degli ambienti urbani Salute Sicurezza
	Demografia	
	Conoscenza	
AMBIENTE	Atmosfera	Emissioni Qualità dell'aria
	Geosfera	Gestione della risorsa edafica Stato della risorsa edafica
	Idrosfera	Gestione della risorsa idrica Qualità delle acque interne Qualità delle acque marino-costiere
	Biosfera	Biodiversità Gestione delle risorse biotiche

3.3 Territorio naturale protetto. Definizione e categorie

Nella ricerca qui documentata l'attenzione è stata focalizzata sui territori significativi per rilevanza del patrimonio naturale e in particolare per la presenza, al loro interno, di vere e proprie aree protette. In questi la funzione territoriale prioritaria è rappresentata dalla LUF 8 "Disponibilità di risorse naturali biotiche", associata anche a "Disponibilità di risorse naturali abiotiche" - LUF 7 -, e dalle attività di tutela, di conservazione e di valorizzazione di queste risorse, pur essendo presenti altre funzioni di uso del suolo, di tipo produttivo e sociale, che devono essere compatibili con la conservazione del patrimonio naturale.

Come già riportato (cfr. § 1.3) un territorio naturale protetto è:

«Uno spazio geografico chiaramente definito, riconosciuto, dedicato e gestito, tramite strumenti legali o altri strumenti effettivi, per ottenere la conservazione duratura della natura insieme ad i servizi eco sistemici e ai valori culturali associati» (Dudley, 2008:8; IUCN glossary).

Una precedente definizione, sempre di IUCN, sottolineava l'aspetto del mantenimento della diversità biologica e delle risorse naturali: «un'area [...] specialmente dedicata alla protezione e mantenimento della diversità biologica e di risorse naturali e culturali associate e gestita attraverso strumenti legali o altri strumenti effettivi» (Dudley, 2008:4; IUCN glossary). La più recente

definizione preferisce utilizzare il termine più inclusivo di Natura ⁶ e porre più enfasi negli aspetti gestionali e di miglioramento («per ottenere la conservazione [...]»).

Le categorie di gestione delle aree protette sono diverse da Stato a Stato, la IUCN ha proposto una classificazione internazionale volta a ricomprenderle in modo flessibile nel concetto di “area protetta” e a tener conto dei valori della biodiversità accanto a valori sociali ed economici, in particolare per le comunità umane interessate. Le categorie di gestione codificate dall’IUCN costituiscono oggi un riferimento standard internazionale, utilizzato nei diversi disposti normativi e per la registrazione delle Aree protette nel Data Base gestito da IUCN: “protectedplanet.net”. IUCN sottolinea inoltre che le aree protette, qualsiasi sia la tipologia, devono essere inserite in un sistema generale di protezione del territorio e del mare e in un approccio ecosistemico alla conservazione del territorio, dell’acqua e delle risorse vitali del pianeta.

La Classificazione Internazionale IUCN delle aree protette prevede sette categorie specificate nella tabella 4 (http://www.iucn.org/about/work/programmes/gpap_home/gpap_quality/gpap_pcategories/). Molte altre classificazioni internazionali ed europee esistono a livello mondiale o europeo in relazione ad esempio al riconoscimento del patrimonio naturale o in relazione a disposizioni quali le direttive europee (cfr. cap.1 par. 1.4). Le fonti più significative per la classificazione di siti di rilevanza mondiale sono:

- I siti UNESCO Patrimonio Mondiale, siti naturali e naturali e culturali, di particolare valore universale;
- I siti MAB UNESCO, siti dove la conservazione è integrata con l’utilizzo delle risorse naturali;
- I siti Ramsar, che riguardano del cosiddette “zone umide”.

Generalmente non c’è una corrispondenza univoca con le categorie IUCN. Ai fini del presente studio è interessante considerare la corrispondenza fra IUCN e MAB UNESCO. I siti MAB UNESCO generalmente identificano un uso sostenibile delle risorse naturali all’interno di un sistema costituito da:

- a. un nucleo di categoria I, secondo IUCN (riserva integrale);

- b. zone di margine, che possono essere di categoria V o VI secondo IUCN (paesaggio protetto o area protetta con gestione sostenibile delle risorse);
- c. zone di transizione non classificate come area protetta.

3.4 Obiettivi di valorizzazione e conservazione del patrimonio naturale. Le indicazioni di IUCN

Il programma IUCN (International Union for Conservation of Nature) delineato per il 2013-2016 (IUCN, 2012) muove dalla visione *A just world that values and conserves nature*⁷ che mette in relazione equità, valorizzazione e conservazione: la natura va conservata come valore in sé e per la sostenibilità dello sviluppo, in una prospettiva di equità. Per questo il programma indica tre aree di azione:

- Valorizzazione e conservazione della natura;
- *Governance* efficace ed equa dell’uso della natura;
- Implementazione di soluzioni basate sulla natura (*nature-based solutions*) per le sfide globali del cambiamento climatico, l’alimentazione e lo sviluppo.

In particolare la terza area supporta le prime due, in se stesse aree di competenza specifica della IUCN, con il trasferimento delle conoscenze presenti in seno all’IUCN stessa per la conservazione e la valorizzazione delle risorse naturali, per trovare soluzioni che promuovano uno sviluppo sostenibile, per la emancipazione dei popoli e la riduzione della povertà. Di fronte alle sfide dello sviluppo la Natura, con la sua capacità di adattamento, con la sua resilienza, è il presupposto per una società ed una economia resistenti e adattabili, ovvero resilienti.

In questa formulazione della terza area del programma IUCN, i tre pilastri della sostenibilità sono richiamati (capitale naturale, sociale ed economico) sottolineando i legami fra di essi e come la protezione e la promozione delle risorse naturali siano condizione *sine qua non* per una società ed una economia in grado di adattarsi al cambiamento secondo principi di equità intergenerazionale e infragenerazionale. Le soluzioni fondate sulla natura su cui il programma IUCN 2013-2016 pone maggiormente l’attenzione sono quelle per fare fronte al cambiamento climatico, incluso il rischio di disastri naturali,

⁶ «In this context nature *always* refers to biodiversity, at genetic, species and ecosystem level, and often *also* refers to geodiversity, landform and broader natural values.» (IUCN Dudley, N. (Editor) (2008 2013 p.9).

⁷ «Un mondo giusto che valorizza e conserva la natura».

Tab. 4 - Categorie delle aree protette secondo la Classificazione Internazionale IUCN

CATEGORIA IUCN	Denominazione	Caratteristiche
Ia	Riserva naturale integrale	Area protetta finalizzata alla ricerca scientifica e al monitoraggio ambientale.
Ib	Wilderness area	Area protetta finalizzata alla protezione della wilderness. Vasta area di terra o di mare che ha mantenuto le sue caratteristiche naturali, senza permanenti o significativi manufatti antropici, che è protetta e gestita in modo da preservare la sua condizione naturale.
II	Parco Nazionale	Area protetta finalizzata alla protezione di un ecosistema con possibilità di fruizione a scopo ricreativo.
III	Monumento Naturale	Area protetta finalizzata alla conservazione di specifici elementi naturali giudicati di particolare valore per la loro rarità, rappresentatività o per particolari qualità estetiche o significati culturali.
IV	Area di conservazione di Habitat/specie	Area protetta oggetto di intervento attivo a fini gestionali, in modo da garantire il mantenimento degli habitat e/o per soddisfare i requisiti di specie specifiche
V	Paesaggio terrestre/marino protetto	Area protetta finalizzata alla protezione e fruizione di aree, terrestri o marine, nelle quali le interazioni tra popolazioni e natura hanno dato vita, nel tempo, a elementi di particolare valore estetico, ecologico e/o culturale.
VI	Area protetta con gestione sostenibile delle risorse	Area protetta finalizzata all'uso sostenibile degli ecosistemi naturali in cui la conservazione della biodiversità si coniuga con la produzione di prodotti naturali in grado di soddisfare le esigenze delle popolazioni locali.

alle emergenze alimentari e alle disuguaglianze economiche e sociali, ma con l'intento anche di allargare il campo di attenzione all'accesso alle risorse energetiche e alla protezione e promozione della salute umana.

È interessante notare come il programma IUCN indichi sistemi di indicatori per misurare l'impatto dei risultati ottenuti, e come in particolare indichi la necessità di approntare sistemi di valutazione affidabili e condivisi dei risultati che si possono ottenere con le cosiddette "soluzioni basate sulla natura". Il concetto di "soluzione basata sulla natura" emerse inizialmente in rapporto proprio alla questione del cambiamento climatico⁸ e all'influenza reciproca che esiste fra aree protette e cambiamento climatico, e infatti la pianificazione delle aree protette deve tener conto di questa relazione, sia perché la conservazione della natura è influenzata da conseguenze che possono essere determinate

dai cambiamenti climatici, sia perché le aree protette, in se stesse e nella rete che realizzano sul territorio, possono contribuire a mitigare il cambiamento climatico e le sue conseguenze (IUCN 2012). Approntare sistemi di valutazione dei risultati ottenibili adottando "soluzioni basate sulla natura" vuol dire allora mettere a punto e validare sistemi di valutazione di azioni di pianificazione delle aree protette, e delle reti in cui queste si inseriscono, che permettano di esplicitare in maniera trasparente, ripetibile e comunicabile indicatori di impatto in rapporto ai cambiamenti climatici e, allargando il campo di attenzione, ai diversi aspetti della sostenibilità.

3.5 Linee metodologiche per un E-LCA e S-LCA di territori naturali protetti

Sulla base delle argomentazioni sostenute si ritiene possibile proporre delle indicazioni generali di metodo per un'analisi in ottica LC di un territorio naturale protetto, per gli aspetti ambientali e sociali. Nei capitoli successivi tali linee propositive verranno esplicitate più in dettaglio e parzialmente applicate ad un caso studio:

⁸ In relazione alle azioni di conservazione, cfr. UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

il Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli in Toscana e il suo contesto.

Gli obiettivi generali di un'analisi di sostenibilità di un territorio in rapporto al suo patrimonio naturale sono riassumibili nella messa a disposizione di conoscenze e valutazioni a supporto di processi decisionali di pianificazione e gestione, volti a conservare e valorizzare il patrimonio rappresentato dalla Natura come bene in sé e come presupposto per uno sviluppo sostenibile secondo principi di equità.

Il territorio rappresenta un sistema di risorse /prestazioni ambientali, sociali, ed economiche, che si evolvono nel tempo nelle dinamiche di attività e processi, che danno origine a "flussi" e a "relazioni". I territori nei quali il Patrimonio Naturale è rilevante e significativo sono oggetto di protezione secondo diversi criteri di gestione, al fine di salvaguardare e promuovere i "servizi" che gli ecosistemi naturali e seminaturali forniscono. Nell'ottica LC alla sostenibilità, protezione e promozione sono tradotte in analisi di flussi e relazioni nelle dinamiche evolutive dei processi presenti sul territorio secondo parametri ambientali, sociali ed economici. Metodologie LC coniugate con il tema della sostenibilità per quanto riguarda aspetti ambientali (E-LCA) e sociali (S-LCA) possono allora essere sviluppate identificando:

- i confini di tali analisi, i sistemi di flussi ambientali e di relazioni sociali;
- la dimensione temporale oggetto di analisi, il ciclo di vita del territorio;
- le unità di analisi, le funzioni territoriali, le loro prestazioni, la unità di riferimento.

Per identificare confini, ciclo di vita, unità di analisi, per un LC applicata ad un territorio, la ricerca ha fatto riferimento alla evoluzione dell'approccio LCA in *Life Cycle Sustainability Assessment and Analysis* (cfr.cap.2), agli studi condotti per l'applicazione di un LCA *frame work* alla valutazione ambientale di un territorio (Loiseau et al. 2012-2013-2014), nonché all'applicazione normativa del LCA ambientale e sociale al settore delle costruzioni e agli edifici in particolare.

A partire da questo *background* e nel confronto con le problematiche che attengono alle aree naturali protette, la ricerca documentata nei capitoli successivi sviluppa le modalità di interpretazione di un territorio caratterizzato dalla presenza di un significativo

patrimonio naturale, in rapporto a problematiche di sostenibilità ambientale e qualità ecosistemica e di sostenibilità sociale e identifica alcuni criteri e strumenti di parametrizzazione delle condizioni di pressione e di impatto, che potranno essere sottoposti a successivi approfondimenti e verifiche al fine di supportare valutazioni e monitoraggi di azioni di piano e di gestione in questo tipo di territori.

Bibliografia

- CNEL (2005), "Indicatori per lo sviluppo sostenibile in Italia" Rapporto finale, Istituto Sviluppo Sostenibile Italia.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, Vol. 387, pp. 253-260.
- De Groot, R., Wilson, M., Boumans, R.M.J. (2002), "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services", *Ecological Economics*, Vol. 41, pp. 393-408.
- EC, JRC, IES (2010), *General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance, EUR 24708 EN*, Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- Eder, P. e Narodoslowsky, M. (1999), "What environmental pressures are a region's industries responsible for? A method of analysis with descriptive indices and input-output models", *Ecol Econ*, Vol. 29, pp. 359- 374.
- ESPON (2013), *EU-LUPA European Land Use Pattern Applied Research 2013/1/8 Executive Summary (Draft Final) Report Version 06/June/2012*, European Union.
- Dudley, N. (2008), *IUCN Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*, disponibile a: www.iucn.org/pa_categories (accesso 19.08.2014).
- IUCN (2012), *The IUCN Programme 2013-16*, disponibile a: https://portals.iucn.org/docs/2012congress/docs_april/en/WCC-2012-9.2-1%20IUCN%20Programme%202013-16.pdf, (accesso 12.08.2014).
- IUCN Protected Planet, *Data Base Aree protette*, disponibile a: <http://www.protectedplanet.net/>
- Jørgensen, A., Herrmann, I.T., Bjørn, A. (2013), "Analysis of

the link between a definition of sustainability and the life cycle methodologies”, *Int J Life Cycle Assess*, Vol. 18, pp. 1440-1449.

Loiseau, E., Roux, P., Junqua, G., Maurel, P., Bellon-Maurel, V. (2013), “Adapting the LCA framework to environmental assessment in land planning”, *Int. J. Life Cycle Assess*, Vol. 18, pp. 1533-1548.

Loiseau, E., Roux, P., Junqua, G., Maurel, P., Bellon-Maurel, V. (2014), “Implementation of an adapted LCA framework to environmental assessment of a territory: Important learning points from a French Mediterranean case study”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 80, pp. 17-29.

Paracchini, M.L., Pacini, C., Jones, M.L.M., Pérez-Soba, M. (2011), “An aggregation framework to link indicators associated with multifunctional land use to the stakeholder evaluation of policy options”, *Ecol Indic*, Vol. 11, pp. 71-80.

Pérez-Soba, M., Petit, S., Jones, M.L.M. et al. (2008), “Land use functions - a multifunctionality approach to assess the

impact of land use change on land use sustainability”, in: Helming, K., Pérez-Soba, M., Tabbush, P. (eds), *Sustainability impact assessment of land use changes*, Springer, Berlin, pp. 375-404.

UNI EN 15643-1:2010 “Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della sostenibilità degli edifici - Parte1: Quadro di riferimento generale”.

UNI EN 15643-2:2011 “Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione degli edifici - Parte 2: Quadro di riferimento per la valutazione della prestazione ambientale”.

UNI EN 15643-3:2012 “Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione degli edifici - Parte 3: Quadro di riferimento per la valutazione delle prestazioni sociali”.

UNI EN 15978:2011 “Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della prestazione ambientale degli edifici - Metodo di calcolo”

UNI EN ISO 14040:2006 “Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento”.





La qualità ambientale di un territorio. Consumo di risorse e impatti *

Environmental quality of a territory. Resources consumption and impacts

Maria Chiara Torricelli, Caterina Gargari

Chapter 4 explains the paths in research which have suggested a reference for an E-LCA (Environmental Life Cycle Assessment) of a territory and the definition of a system of LCI pressure indicators and LCIA impact which are particularly important in case of an E-LCA of a territory characterized by important natural value.

The methodological reference context is represented by the evolution of E-LCA starting from the framework described inside ISO 14040, with its application to buildings (works of the European committee for standardisation CEN TC 350), studies for an application to the territory conducted by the AgroParisTech, Irstea and École des Mines d'Alés researchers, studies for the evolution of LCA into LCSA (Life Cycle Sustainability Analysis) as explained in chapter 2.

The LC environmental analysis takes into account as Areas of Protection – AoP –: natural resources, human health and wellbeing, quality of ecosystems. The evolution of the method and in particular its application on the territory provide, in the mentioned studies, an extension of the AoP, including environmental impacts on the heavily affected by human activity environment (landscape) and on the cultural heritage (for instance environmental impact on archeological sites) in order to point out new directions for research and applications.

The chapter then deals with the paths of a classic E-LCA, definition of objectives, boundaries of the subject who is being analyzed and the Functions for use of the territory, to get to the pressures on the environment, to then proceed with the discussion on the environmental impact indicators at a "midpoint" level and damages to AoP with identification of endpoint indicators. The problem of differentiating indicators in relation to local, regional and global impacts is being analyzed, a topic which is still open for debate in the E-LCA studies and which is important for the applications on the territory. A specific essay then illustrates the indicators which belong to the "land use" category and relate to the damages on the biotic environment (loss of biodiversity and bio capacity). Useful documents and instruments are analyzed so that they can explain the topic and illustrate new in depth perspectives. Chapter 5 will contain an extensive explanation of pressure indicators on biodiversity.

Lastly, the framework of the E-LCA developmental phases, proposed at the end of the chapter, highlights the collocation of this type of analysis in relation to planning, monitoring and management of the territory, to support a process which, by involving territorial operators, experts and stakeholders, shares the definition of the interpretation model of the territorial system which is studied and the interpretation of the E-LCA results.

4.1 Premessa metodologica

Con il crescere delle preoccupazioni per il cambiamento climatico, il degrado dell'atmosfera e del suolo, il consumo di risorse non rinnovabili, il tema della sostenibilità ambientale è diventato centrale negli studi e nelle politiche territoriali, e tuttavia le metodologie per la valutazione della sostenibilità ambientale a scala urbana e territoriale non sono ad oggi ancora adeguatamente formalizzate e supportate da dati disponibili. Molti metodi di analisi e quantificazione del carico ambientale urbano fanno riferimento al concetto di Metabolismo Urbano (*Urban Metabolism* UM), si tratta di un concetto che ha una storia ormai più che cinquantennale (Wolman, 1965) ed è fondato sulla interpretazione delle aree urbane come organismi che richiedono prodotti ed energie per garantire la propria funzionalità e ricevere supporto alla crescita, rilasciando al contempo, quali sottoprodotti, rifiuti. I metodi fondati sul concetto di Metabolismo Urbano (*Material and Energy Flow Analysis, Energy, Ecological Footprint, Input-output tables, Ecological Network Analysis*) hanno fornito un quadro fondamentale per la misura degli impatti ambientali a scala urbana e territoriale, ma la comunità scientifica è oggi in gran parte concorde nell'evidenziarne e affrontarne alcune carenze o difficoltà applicative. In particolare alcuni autori (Azapagic et al., 2007; Loiseau et al., 2012; Loiseau et al., 2013; Goldstein et al., 2013; Mat et al., 2013; Dias et al., 2014) dichiarano la necessità di adottare una visione LC – *Life Cycle* – nell'analisi del metabolismo di un territorio, visione del resto in parte presente in alcuni dei metodi sopra citati, ma allo stesso tempo evidenziano la difficoltà di tradurre in pratica tale approccio, in assenza di una formalizzazione che supporti i dati disponibili, le metodologie di elaborazione e i criteri di valutazione. Studi recenti (Goldstein et al., 2013) hanno suggerito di adottare un metodo combinato UM e LCA allo sviluppo della analisi della sostenibilità urbana. La metodologia LCA infatti può fornire basi scientifiche formalizzate per un approccio LC all'analisi del metabolismo urbano, alla luce dell'esperienza maturata nell'analisi ambientale dei processi industriali di prodotti e servizi. L'approccio LC al concetto di metabolismo urbano impone di considerare i carichi ambientali connessi a tutti i processi a monte e a valle dei flussi

*Nota autori: nel presente capitolo i paragrafi dall'4.1 al 4.6 e dal 4.10 al 4.11 sono da attribuire a Maria Chiara Torricelli, mentre i paragrafi dal 4.7 al 4.9 sono da attribuire a Caterina Gargari.



Fig. 1 - Approccio bottom up e top down nelle analisi nel ciclo di vita riferite ad un territorio

metabolici di una città, seguendo la metodologia LCA, con i dovuti adattamenti, è possibile metterlo in pratica grazie alla disponibilità di banche dati, metodi e criteri formalizzati per la elaborazione e interpretazione dei dati. Al metodo LCA adattato all'analisi del territorio fanno in particolare riferimento gli studi condotti dal gruppo di ricercatori di AgroParisTech (ENGREF), Irstea, (UMR ITAP, ELSA) e Ecole des Mines d'Alès (LGEI ELSA) (Loiseau et al., 2012; Loiseau et al., 2013; Loiseau et al., 2014) che identificano in questo metodo uno strumento promettente per una valutazione completa ed esauriente di un territorio alla scala regionale, sottolineando del concetto di «territorio» il significato di sistema aperto in rapporto ad altri territori, all'ambiente naturale e antropizzato, ma anche il significato di spazio associato a dei portatori di interesse, degli operatori e degli enti di gestione e pianificazione. Anche la discussione recente: «dal LCA al Life Cycle Sustainability Assessment» (Zamagni et al., 2013) di cui si riferisce al cap.2 di questo testo, propone il tema dell'applicazione di un approccio *life cycle* all'analisi e valutazione di sostenibilità di sistemi socio-economici alla scala di un territorio, allorché parla di livelli di analisi del Life Cycle Sustainability Assessment e Analysis - LCSA - «*product oriented, meso-level, economy wide*» (Guinée, 2011) e in particolare identifica al livello intermedio le analisi e valutazioni di sostenibilità riferite ad un territorio, una città, una organizzazione, ecc. In

questo passaggio di scala, dal prodotto al macro-livello, i recenti studi sul LCSA affermano che sono necessarie ibridazioni metodologiche, ad esempio fra metodo LCA applicato ai processi secondo un percorso di analisi ed elaborazione bottom-up, e metodi statistici di contabilizzazione di flussi materiali come l'Economic Input Output LCA - EIOA - secondo un percorso di analisi ed elaborazione top-down (Fig. 1).

Una distinzione fra LCA a livello di prodotto e LCA a livello meso/macro è fatta anche nel ILCD Handbook "General guide for Life Cycle Assessment-Detailed Guidance" (EC, JRC, IES, 2010a), la guida è prevalentemente riferita ai prodotti (beni e servizi) e ai settori produttivi e muove dal quadro di riferimento fornito dalla ISO 14040 "Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento". Nel ILCD Handbook la distinzione di scala non è tanto spaziale quanto riferita all'ambito decisionale di un LCA (decisioni riferite al prodotto, al settore produttivo, alle tecnologie) e si forniscono indicazioni specificatamente rivolte a tre principali obiettivi¹:

"*Micro-level decision support*": Supporto alle decisioni a livello micro, basato su *life cycle*, e cioè tipicamente per questioni relative a

¹ Tali specificazioni riguardano in particolare come modellare il ciclo di vita e conseguentemente l'inventario dei dati nel LCI in relazione al sistema oggetto di studio e al sistema di contesto.

specifici prodotti. Le decisioni a livello micro si considera che abbiano conseguenze limitate e non strutturali al di fuori del contesto decisionale, e cioè si suppone che non modifichino la capacità produttiva disponibile.

“Meso/macro-level decision support”: Supporto alle decisioni a livello strategico basato su *life cycle* (es. strategie su materie prime, scenari tecnologici, opzioni politiche). Le decisioni a livello meso/macro si considera che abbiano conseguenze strutturali, oltre il contesto decisionale, ovvero si suppone che modifichino la capacità produttiva.

“Accounting”: documentazione puramente descrittiva del ciclo di vita del sistema sotto analisi (es. un prodotto, un settore, un Paese) senza interesse a potenziali conseguenze ulteriori in altri ambiti dell'economia².

Nonostante che questi approcci testimonino l'interesse per la valutazione ambientale nel ciclo di vita di un territorio, e conseguentemente la necessità di verificare l'adattabilità del LCA, non mancano difficoltà di interpretazione e di applicazione. Un primo aspetto riguarda la definizione degli obiettivi di un LCA applicato ad un sistema territoriale, dal momento che nel caso di un territorio la valutazione di impatto ambientale deve fornire, a supporto del processo decisionale, anche informazioni rilevanti sui potenziali impatti ambientali locali derivanti dai diversi scenari di pianificazione, così come deve tener presente i portatori di interesse locali e quelli con i quali il sistema territoriale interagisce a diverse scale. Il metodo LCA allo stato attuale delle conoscenze prende in considerazione “Aree di Protezione” che attengono a:

- le risorse naturali;
- la salute umana (e il benessere);
- la qualità degli ecosistemi.

L'attenzione agli aspetti territoriali, già presente in alcune catego-

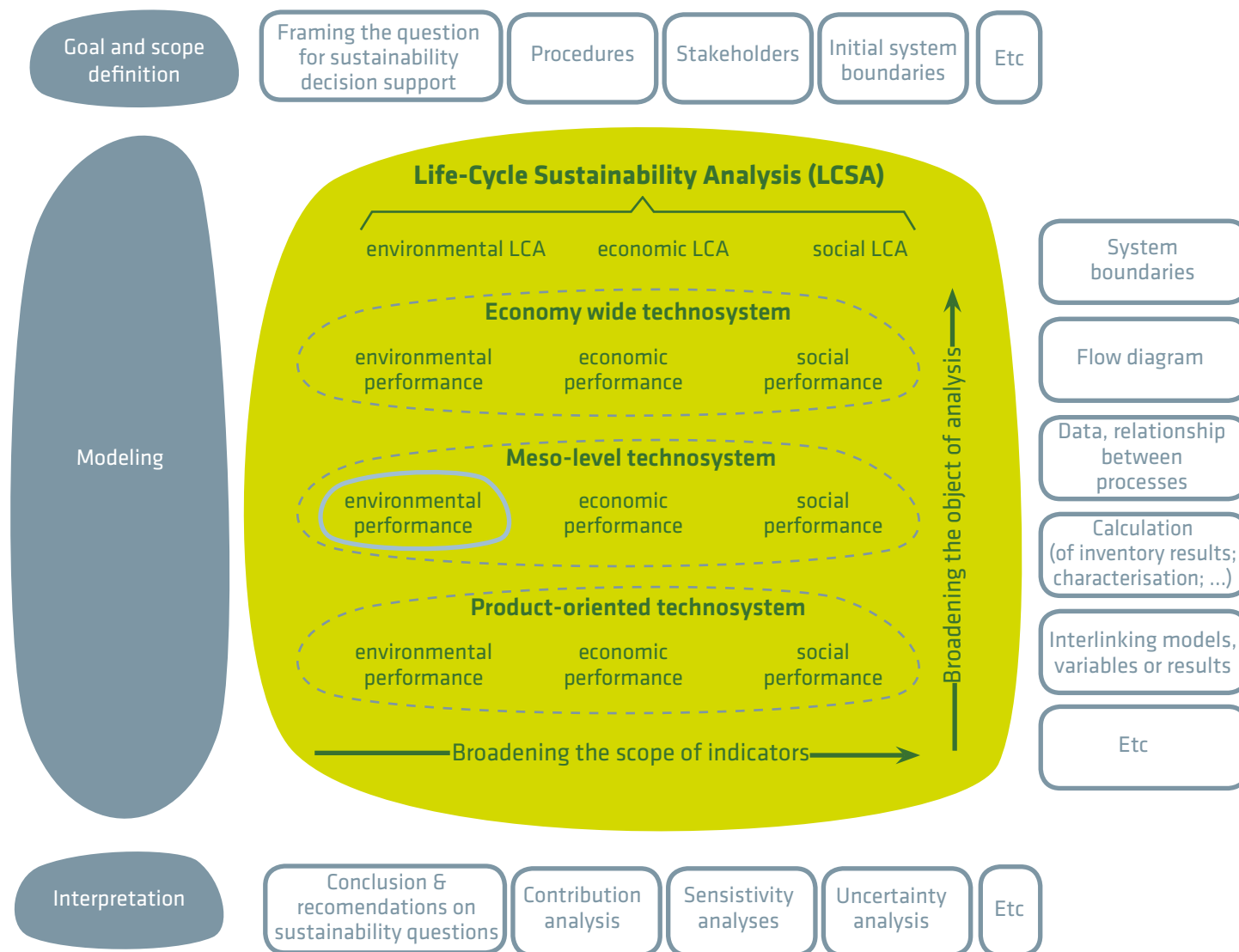
rie di impatto considerate dal LCA, come quella relativa all'“uso del suolo”, induce ad ampliare le aree di protezione all'ambiente antropizzato, in relazione alla influenza che l'uso del suolo può avere sulla protezione della qualità del paesaggio (Koellner et al., 2013) e del patrimonio culturale. Su quest'ultimo aspetto in particolare (Steen, 1999) sottolinea come ad esempio non si può tralasciare l'impatto di azioni di trasformazione del suolo sulla salvaguardia dei siti archeologici, e che occorre inserire aree di protezione che attengono alla relazione fra impatto ambientale e valori estetici, culturali, e funzioni ricreative, ma su questi aspetti il LCA non fornisce, allo stato attuale delle ricerche e delle applicazioni, criteri, modelli e indicatori.

L'applicazione del LCA alla pianificazione del territorio solleva inoltre specifiche questioni metodologiche.

Nell'adattare infatti la struttura del LCA alla valutazione degli impatti ambientali, per una pianificazione territoriale sostenibile, occorre gestire la multifunzionalità di un ambito territoriale aperto, dinamico, complesso e allo stesso tempo radicato in un contesto locale (geografico e sociale), il che rende inadeguato l'approccio di tipo “prestazionale”, generalmente utilizzato nelle valutazioni LCA a scala di prodotto o servizio per rapportare la valutazione degli impatti ambientali alle prestazioni del prodotto o servizio e permettere la comparazione fra entità che offrono le stesse prestazioni (Loiseau et al., 2012). Ne deriva la necessità di ridefinire alcune regole di calcolo dei carichi ambientali: identificazione della unità funzionale, delimitazione dei confini del sistema, modalità di raccolta dei dati di inventario; e la necessità di caratterizzare gli indicatori in rapporto alla significatività di un'analisi ambientale a supporto della pianificazione e non solo a supporto di valutazioni alla scala globale.

Tutto ciò premesso nel presente studio ci proponiamo di fornire un contributo alla discussione e alla messa a punto del metodo di analisi della sostenibilità ambientale di un territorio di estensione superficiale circoscritta e sottoposto a specifiche competenze di gestione e di piano, muovendo dalla teoria classica del LCA, normalizzata nella norma UNI EN ISO 14040, ma basata su un approccio bottom-up e sull'analisi di processi, collocandoci nella prospettiva del framework LCSA (*Life Cycle Sustainability Analysis*) di cui alla Fig. 2. Giustificano tale scelta e in particolare il riferimento al metodo LCA:

² TdA. Testo originale: «“Micro-level decision support”: Life cycle based decision support on micro-level, i.e. typically for questions related to specific products. “Micro-level decisions” are assumed to have limited and no structural consequences outside the decision-context, i.e. they are supposed not to change available production capacity. “Meso/macro-level decision support”: Life cycle based decision support at a strategic level (e.g. raw materials strategies, technology scenarios, policy options). “Meso/macro-level decisions” are assumed to have structural consequences outside the decision-context, i.e. they are supposed to change available production capacity. “Accounting”: Purely descriptive documentation of the system's life cycle under analysis (e.g. a product, sector, or country), without being interested in any potential additional consequences on other parts of the economy».



- l'interesse degli studi sopracitati per la estensione del metodo LCA alla scala del territorio e al territorio in quanto spazio fisico, e la importanza di un confronto su tale piano;
- la scala territoriale alla quale si rivolge la presente ricerca;
- le analogie di metodo che possono essere significativamente fatte a partire dall'applicazione già sperimentata del metodo LCA alla scala edilizia e delle infrastrutture o opere civili³, trattandosi anche in questo caso di processi multi-operatori e di entità localizzate, multifunzionali, multi-utilizzatori, per le quali il ciclo di vita, in particolare negli interventi sull'esistente, ha "origine" da preesistenze e "fine" con nuovi scenari progettuali.

³ Cfr. UNI EN 15643 p.1-4 Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della sostenibilità degli edifici e i lavori in corso del CEN TC 350 per una proposta di norma prEN15643-5 Frame work for Civil engineering Works.

4.2 Motivazione e obiettivi del LCA ambientale di un territorio

Il primo passo del metodo LCA è sempre quello della definizione delle ragioni per cui (*purpose*) si compie una valutazione, in relazione agli obiettivi che si intendono perseguire (*goal*), all'ambito applicativo (*scope*) e all'uso che se ne intende fare (*intended use*), tenuto conto del sistema oggetto di studio. In questa fase il contesto decisionale in cui si opera è importante, poiché determina la definizione degli obiettivi dello studio. La prima distinzione riguarda il fatto che lo studio abbia carattere descrittivo (lo stato di fatto) o strategico (le alternative di scenario possibili) e che vi siano degli effetti su larga scala, ovvero di tipo strutturale, per alcuni processi interessati dallo studio (EC, JRC, IES 2010 p.36-48).

La valutazione ambientale applicata ad un territorio è motivata dalla volontà di supportare processi decisionali di pianificazione



Fig. 2 - La messa a punto di una E-LCA applicata al territorio (meso-level technosystem) nel quadro delle Strategie di ricerca per l' LCSA. [Immagine rielaborata da Calcas D20 Blue paper on Life Cycle Sustainability Analysis 2009 p. 26 e J.B.Guinée et al. Research strategy, programmes and exemplary projects on lifecycle sustainability analysis (LCSA), Deliverable 22 of Work Package 7 of the CALCAS project n. 037075]

e gestione del territorio, provvedendo informazioni ambientali sulla base di un approccio globale che:

1. considera gli effetti cumulati (*pressure*) di tutte le attività (*drivers*) presenti e pianificate nell'area in esame;
2. identifica i carichi ambientali (*environmental burdens state indicators*) che influiscono sulle categorie di impatto globale in relazione alle attività previste da una ipotesi di piano;
3. determina le attività più dannose a livello locale che possono richiedere un'analisi dei rischi;
4. propone azioni correttive.

L'intento che si persegue è di tipo strategico volto a valutare le conseguenze di una decisione sia alla scala del territorio oggetto di esame che a scale superiori, in funzione dei caratteri del territorio oggetto di studio, delle azioni di piano cui si riferiscono le decisioni, nonché dei soggetti interessati alla valutazione e loro competenze (enti territoriali di governo e forme di *governance*). In relazione al territorio oggetto di studio e alle fasi decisionali e gestionali ad esso riferite, lo scopo potrà dunque essere quello di supportare gli strumenti della pianificazione e della gestione per uno sviluppo ambientalmente sostenibile a livello globale e locale, per la salvaguardia e valorizzazione del capitale naturale e antropico, per la ricomposizione e valorizzazione del territorio. La valutazione potrà essere utilizzata per un confronto fra diverse opzioni, o con riferimento a disposizioni normative, o ancora come strumento di monitoraggio nella gestione del territorio. Il livello di dettaglio con cui raccogliere le informazioni ambientali sul territorio è conseguente allo scopo e all'uso previsto della valutazione e, parimenti, la interpretazione delle informazioni ambientali in termini di carichi e impatti.

Il ricorso al metodo LCA dovrebbe essere motivato dalla volontà di una visione che includa attività a monte e a valle indotte dalle attività previste dal piano nel territorio oggetto di studio, per una valutazione dei carichi ambientali e conseguenti impatti e danni dalla scala globale a quella locale.

La definizione dello scopo di un LCA è un passo importante per la qualità dello studio e lo è particolarmente nel caso di un LCA applicato ad un sistema complesso come un territorio. Già nel caso di LCA di un edificio, ad esempio, la norma UNI EN 15978 afferma che lo scopo del LCA si definisce in rapporto all'oggetto di analisi e alla sua delimitazione, agli scenari in base ai quali si ipotizza il suo

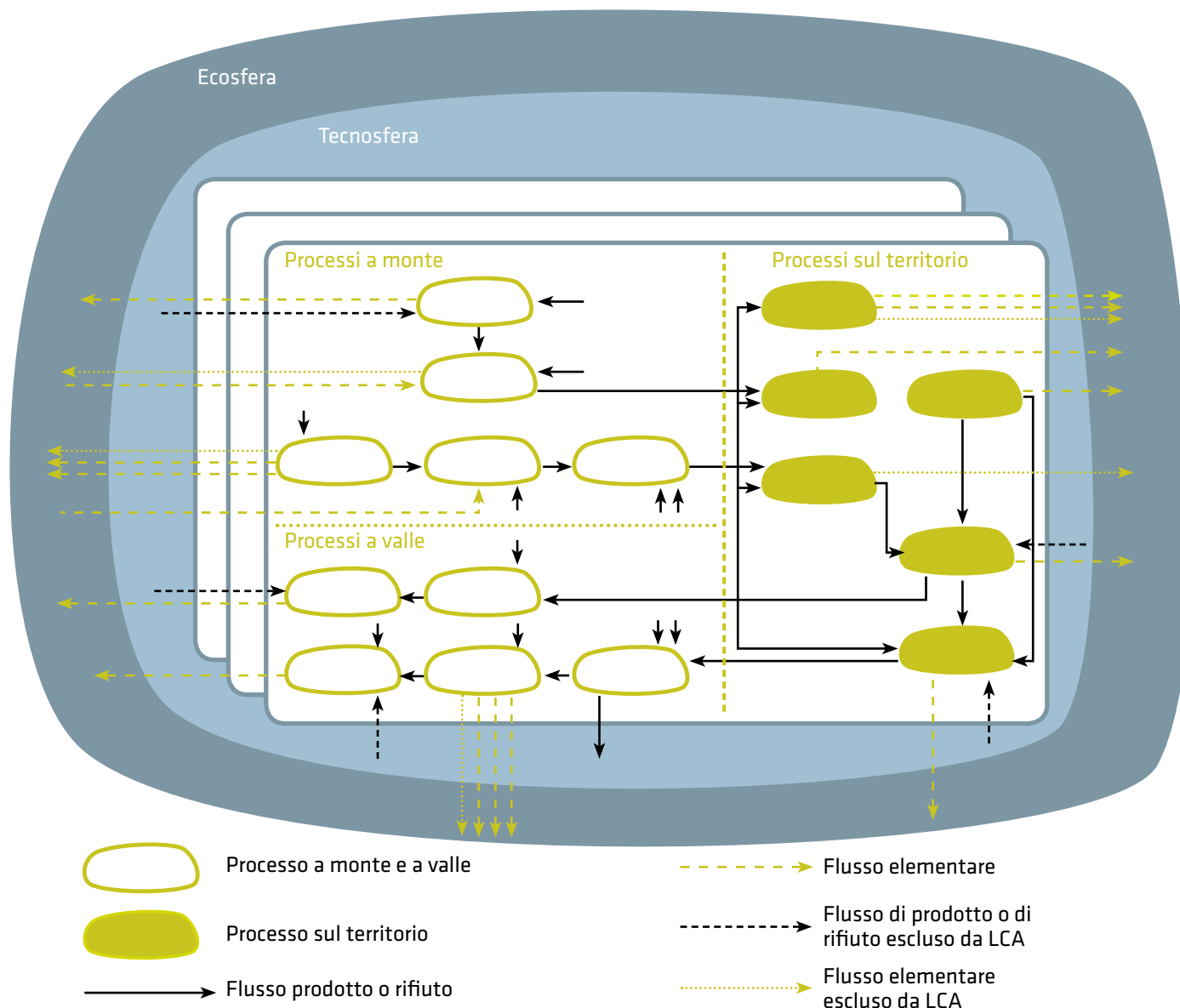
ciclo di vita, a come si quantificano le entità in gioco nell'oggetto di analisi e nella sua vita, ai dati che si prendono in considerazione. Nello studio condotto in questo testo si ipotizza (cfr. cap.3 par. 3.2) che in una valutazione LC ambientale applicata ad un territorio oggetto di interventi e di piano, circoscritto in base alle competenze degli enti di pianificazione e di governo, i processi sul territorio originano flussi di prodotti e rifiuti sia interni al territorio, sia in relazione a processi a monte e a valle, esterni al territorio, ma precisamente correlati alle attività in esso presenti, e contemporaneamente scambiano flussi elementari (emissioni, energia, acqua, materie prime ecc.) con il resto della tecno sfera e della ecosfera (Fig.3).

4.3 Livello di analisi e Unità di riferimento

Un territorio, la sua struttura di governo, la sua comunità costituiscono il livello al quale condurre la raccolta dei dati ambientali di pressione, per costruire il LCI (Life Cycle Inventory), in alcuni casi muovendo dal livello di scala inferiore (prodotti e servizi sul territorio) e in alcuni casi derivandoli da informazioni statistiche ad una scala superiore, macroeconomica con opportuna interpretazione dei dati. Nel LCA 'classico' (livello micro, del prodotto/servizio) si definisce, quale unità di riferimento dell'analisi dei dati ambientali, la unità funzionale o *functional unit*⁴, ossia l'unità di prestazione alla quale riferire e normalizzare (in senso matematico) i dati di inventario e le successive elaborazioni di impatti. Per i prodotti che hanno più funzioni la unità di riferimento può essere una quantità misurata del prodotto con associate le sue specifiche tecniche che ne identificano la multiprestazionalità. L'unità funzionale (es. una resistenza termica pari a 1 o anche 1 m² di pannello isolante dotato di una determinata resistenza termica, permeabilità al vapore e reazione al fuoco) si concretizza in un flusso di materiale/i⁵ (es.: x kg di materie di base, y kg di additivi, n kg

⁴ «functional unit quantified performance of a product system for use as a reference unit» (EN ISO 14040:2006).

⁵ «reference flow [...] the flow (or flows in case of multifunctional processes) to which all other input and output flows quantitatively relate. It is realising the functional unit. The reference flow can be expressed in direct relation to the functional unit. The choice of the preferred type of reference flow depends firstly on the kind of product: for products with only one relevant function both options are possible. For products with several alternative functions it is more useful to use a measured amount (e.g. mass in kg) of the product with its technical specification as reference flow instead of a reference flow related to a specific functional unit measured» (EC, JRC. IES 2010a "ILCD Handbook, General Guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance, p.60).



di materiale di rivestimento, ecc. per una resistenza termica unitaria o per 1 m² di pannello isolante) al quale tutti i flussi di input ed output sono quantitativamente riferiti⁶.

La definizione dell'unità funzionale o del flusso di riferimento è cruciale poiché costituisce il riferimento al quale ricondurre l'analisi dei carichi ambientali e degli impatti, che quindi garantisce la comparabilità tra alternative progettuali/strategiche possibili.

Nel caso di processi multi-funzionali (più prodotti/servizi) la UNI EN ISO 14044:2006 al paragrafo "Allocation" propone di suddividere la unità di processo multifunzionale, la «*multifunctional black box*», in unità di processo monofunzionale, «*mono-functional single operation*», e di analizzare la catena per ciascuna delle unità di processo (Fig. 4).

⁶ «LCI method approaches for solving multifunctionality - Situation B: "meso/macro-level decision support"» (EC, JRC, IES 2010a, § 6.5.4.3).

Come già detto al cap.3 par.3.1, un territorio non può tuttavia essere semplicemente assimilato ad un processo produttivo multifunzionale poiché risorse, servizi e prodotti offerti dal territorio sono interrelati, costituiscono un sistema di prestazioni e risorse fra loro complementari e pertanto nel presente studio si propone di adottare, per la definizione della unità di riferimento, il concetto di "Equivalente Funzionale", mutuato dal LCA nel settore delle costruzioni, a scala di edificio (UNI EN 15978, e ISO 21931-1:2010)⁷.

4.4 Equivalente funzionale e Funzioni territoriali

L' "Equivalente Funzionale Territoriale" assunto a riferimento per confrontare, decidere fra diversi scenari di piano, viene identificato da

⁷ «functional equivalent: quantified functional requirements and/or technical requirements for a building or an assembled system (part of works) for use as a basis for comparison» (UNI EN 15978 3.10).

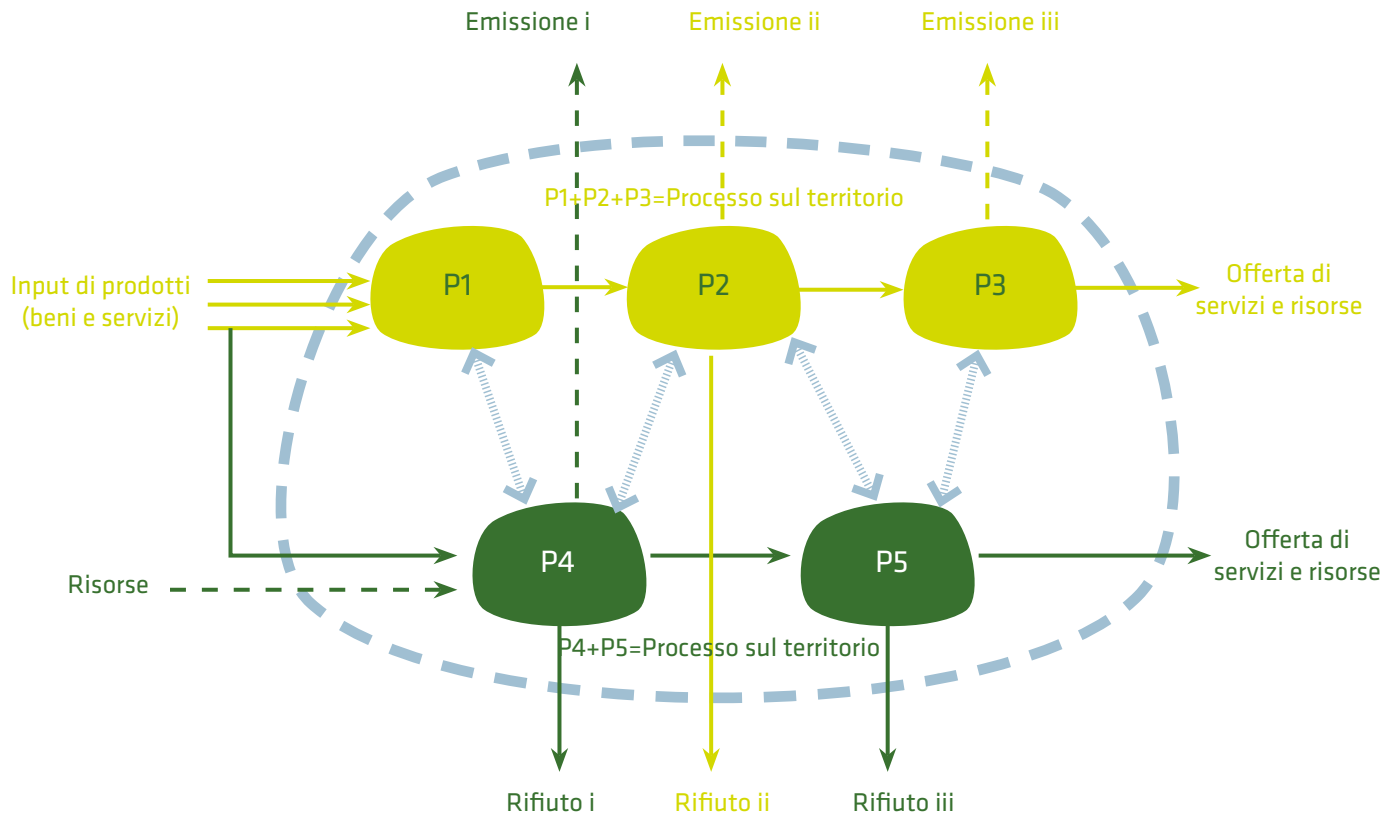


Fig. 3 - Diagramma esemplificativo dei flussi di prodotti e rifiuti identificabili nei processi riferiti ad attività presenti sul territorio e nei processi connessi a monte e a valle, e dei flussi elementari verso la tecnosfera e la ecosfera [Immagine rielaborata da Ec. JRC. IES, ILCD Handbook 2010-2011]

Fig. 4 - Un LCA ambientale di un processo multifunzionale si conduce suddividendolo in unità di processo monofunzionali analizzando per ciascuna di queste la catena delle operazioni e i flussi riferiti a singoli prodotti. Un territorio tuttavia costituisce un sistema di processi interrelati fra di loro per fornire prestazioni complesse [Immagine rielaborata da Ec. JRC. IES, 2010a, pp. 75-76]

un sistema di risorse e prestazioni alle quali ricondurre l'analisi dei flussi che attraversano il territorio e la elaborazione di dati di carico ambientale. Come nel caso di un organismo edilizio si procede creando un modello del sistema edificio tramite la scomposizione in sub-sistemi ambientali, funzionali e tecnologici, così per il territorio il modello di riferimento qui proposto è rappresentato dal sistema delle funzioni territoriali *Land Use Functions* - LUF - (cfr. cap. 3 par. 3.1 e 3.2) e relative risorse e prestazioni.

Nell'analisi ambientale nel ciclo di vita di un territorio si propone dunque di descrivere l'Equivalente Funzionale in termini di sistema di indicatori riferiti alle LUF, che a loro volta sono identificate da uno o più indicatori relativi alle risorse rese disponibili e alle prestazioni fornite (*goods and services*), e ai fattori di cambiamento connessi aventi incidenza sull'ambiente (*environmental drivers*). Tali indicatori (*performances e drivers*) permettono di selezionare i "flussi" che attraversano il territorio descrivibili in termini di indicatori di pressione⁸. Una

ipotesi di identificazione di questi indicatori per il LCA ambientale di un territorio è riportata nella Tab.1, che sviluppa la matrice di cui alle tab.1-2 del cap.3.

La lista degli indicatori prestazionali e di pressione riportati in Tab. 1 ha valore esemplificativo, gli indicatori devono essere scelti e classificati in base alle caratteristiche del territorio e alla disponibilità di dati, sulla base di processi esperti e condivisi con i portatori di interesse. Alcuni indicatori possono essere quantificati direttamente o indirettamente in base alla descrizione delle attività sul territorio, per altri sono necessarie informazioni aggiuntive che ne rendano possibile una quantificazione, mentre per altri indicatori sarà possibile una valutazione di tipo qualitativo. Inoltre si può ritenere interessante includere indicatori espressi in termini di scala di valori, percezioni, condivisioni. Ad esempio: sotto "fornitura di servizi per attività ricreative e culturali", e "per la residenza", si possono includere degli indicatori di qualità della vita in un territorio; così come si possono affiancare agli indicatori di uso del suolo alcuni indicatori di qualità del paesaggio.

Per identificare le specificità di un territorio e per valutare le prestazioni offerte, la loro evoluzione con riferimento ad aspetti ambien-

⁸ Per la terminologia degli indicatori si fa riferimento al modello DPSIR adottato da EEA (1999) e poi da APAT, quale evoluzione del modello PSR proposto da OECD (1991).

Funzioni territoriali	Indicatori per la determinazione dell'equivalente funzionale territoriale		Indicatori di pressione sull'ambiente
	Indicatori di risorse e servizi offerti (Performances)	Indicatori di trasformazioni con incidenza ambientale Determinanti (Drivers)	
LUF1 Fornitura di prodotti primari <i>Processi produttivi</i>	<ul style="list-style-type: none"> Misure di produttività primaria per settore (agricoltura, allevamenti, caccia e pesca) Descrittori di gestione dell'agroecosistema 	<ul style="list-style-type: none"> Variazioni produttività primaria per settore Variazioni dei descrittori di gestione dell'agroecosistema 	<ul style="list-style-type: none"> Pressione da uso del suolo a destinazione agricola Consumo di energia primaria da fonte non rinnovabile/n.addetti nel settore Emissioni CO₂ /n. di addetti nel settore Emissioni altre in atmosfera/n. di addetti nel settore Uso di prodotti chimici in agricoltura Ton rifiuti/n.addetti nel settore Consumo di acqua/n. addetti nel settore Livelli di rumore vs attività del settore Indicatori di modifica ecologica Indicatori di modifica catene e reti trofiche Indicatori di modifica della morfologia del paesaggio Indicatori LCI settori e prodotti dell'agricoltura e dell'allevamento - <i>cradle to gate</i>
LUF2 Fornitura di prodotti e servizi industriali e commerciali <i>Processi produttivi</i>	<ul style="list-style-type: none"> Misure di produttività industriale per settore Descrittori di gestione attività industriali 	<ul style="list-style-type: none"> Variazioni produttività industriale per settore Variazioni dei descrittori di gestione tecnosistema 	<ul style="list-style-type: none"> Pressione da uso del suolo a destinazione industriale/commerciale Consumo di energia primaria da fonte non rinnovabile/n.addetti nel settore Emissioni CO₂ /n. di addetti nel settore Emissioni altre in atmosfera/n. di addetti nel settore Ton rifiuti/n.addetti nel settore Consumo di acqua/n. addetti nel settore Livelli di rumore vs attività del settore Indicatori LCI per settori e prodotti/servizi dell'industria e del terziario - <i>cradle to gate</i>
LUF3 Fornitura di servizi sul posto per attività turistiche e ricreative <i>Processi gestionali</i> Processi di uso e consumo	<ul style="list-style-type: none"> Popolazione turistica andamento stagionale/popolazione residente Presenze, permanenze, arrivi N. Persone che frequentano strutture ricreative N. posti letto strutture ricettive mq SU servizi turistico e ricreativi mq superficie attività sportive mq spiaggia accessibile mq aree verdi pubbliche km piste ciclabili km percorsi attrezzati pedonali 	<ul style="list-style-type: none"> Espansione mq SU destinata ad attività turistico ricettiva Espansione mq SU destinata ad attività ricreativa N. domande di avvio nuove attività turistico ricreativa Variazione popolazione turistica Variazioni frequentanti strutture ricreative 	<ul style="list-style-type: none"> Pressione da uso del suolo in base al tipo di servizio Consumi energetici: /n. di addetti o per utenti Emissioni CO₂ / n. di addetti o per utenti Altre Emissioni in atmosfera/ n. di addetti o per utenti Ton rifiuti/ n. di addetti o per utenti Consumo di acqua/ n. di addetti o per utenti Livelli di rumore vs tipo di attività del settore Indicatori LCI produzione dei servizi per tipologie <i>gate to grave</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Rete dotazioni scolastiche mq SU scuole/abitante mq SU musei/procapite N. manifestazioni/anno N. visitatori mostre-eventi/anno N. associazioni culturali/n. iscritti 	<ul style="list-style-type: none"> Variazioni rete dotazioni scolastiche N. studenti pendolari/popolazione residente Variazioni manifestazioni culturali/anno Variazioni n. visitatori mostre-eventi/anno Variazione budget per finanziamento attività culturali 	
Fornitura di servizi sul posto per la salute e il sociale <i>Processi gestionali</i> Processi di uso e consumo	<ul style="list-style-type: none"> Posti letto per 1000 ab. Giornate di degenza Tasso di ricorso al Ps Tasso di ricorso a Poliambulatori Organizzazioni sociali Organizzazioni di volontariato 	<ul style="list-style-type: none"> Variazioni dimensioni dei servizi offerti Variazioni tasso di ricorso al servizio 	

Tab. 1 - Relazione fra LUF (funzioni di uso del territorio) e indicatori di prestazione, di drivers ambientali e di pressione per la determinazione dell'Equivalente funzionale territoriale e l'inventario dei carichi ambientali

Nota 1: La lista è esemplificativa e non esaustiva ai fini della costruzione di un equivalente funzionale si selezionano gli indicatori significativi per il territorio in esame in ciascuna LUF

Nota 2: - LCI - Inventario di quantità input output secondo l'approccio dell'analisi

LUF4	<p>Dotazione di insediamenti e infrastrutture per attività produttive commerciali e di servizio <i>Processi insediativi e di uso e gestione</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • [mq] SU destinazione industriale • [mq] SU destinazione terziario 	<ul style="list-style-type: none"> • N. di nuovi insediamenti produttivi previsti • [mq] SU espansione industriale • [mq] SU espansione terziario 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicatori LCI per tipologie insediamenti industriali/terziari/commerciali - <i>cradle to grave</i>
LUF5	<p>Dotazione di insediamenti e infrastrutture per la residenza e relativa utilizzazione <i>Processi insediativi e di uso e gestione</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • N. abitanti/mq sup. totale area • Classi di età abitanti • N. abitanti residenti • Tasso di natalità • Dimensione delle abitazioni • GDP (PIL) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasso di crescita della popolazione residente • Indicatori evoluzione dotazioni residenziali 	<ul style="list-style-type: none"> • Pressione da uso del suolo per attività residenziali • Consumi medi energetici /abitanti • Consumi di acqua/abitanti • Ton rifiuti/abitanti • Indicatori LCI per tipologie di edifici residenziali - <i>cradle to grave</i>
LUF6	<p>Dotazione di infrastrutture di trasporto, di aeroporti e di porti reti e servizi <i>Processi insediativi e di uso e gestione</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rete stradale per tipologia • Rete ferroviaria per tipologia • Autobus per 1000 ab. • Autovetture per 1000 ab. • Persone che utilizzano servizi pubblici su gomma • Persone che utilizzano il treno • Trasporto merci • Viaggi per turismo • N.di voli per tipologia per periodi anno • N. di imbarcazioni per tipo di porto andamento annuale 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento km servizi trasporti pubblico • Incremento n. voli • Incremento flussi mobilità • Sviluppo di infrastrutture mobilità • Evoluzione dotazioni infrastrutturali per i residenti • Incremento porti turistici • Incremento porti commerciali 	<ul style="list-style-type: none"> • Pressione da uso del suolo a destinazione infrastrutturale urbana e extraurbana • Indicatori LCI infrastrutture viarie e servizi trasporto urbani, servizi trasporto extra urbani, <i>cradle to grave</i> • Indicatori LCI infrastrutture ferroviarie e trasporto ferroviario <i>cradle to grave</i> • Indicatori LCI infrastrutture aeroportuali e portuali <i>cradle to grave</i> • Livelli di rumore per infrastrutture extra urbane • Indicatori di modifica del paesaggio
LUF7	<p>Dotazione di Risorse Abiotiche Qualità e tutela dell'ambiente naturale abiotico <i>Processi insediativi e di uso e gestione</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicatori del sistema approvvigionamento idrico e di qualità del corpo idrico • Indicatori disponibilità/sfruttamento di risorse abiotiche del suolo (cave, miniere ecc.) • Indicatori qualità dell'aria • Indicatori climatici • Indicatori disponibilità illuminazione naturale • N. progetti attivi di tutela dell'ambiente naturale abiotico 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicatori di evoluzione risorse abiotiche acqua suolo aria • indicatori FER • Indicatori di evoluzione del clima • Indicatori dei comportamenti economici e sociali che hanno impatto su disponibilità risorse abiotiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Pressione da uso del suolo per attività estrattive • Uso del suolo per impianti FER • LCI attività estrattive <i>cradle to grave</i> • LCI infrastrutture FER <i>cradle to grave</i> • Indicatori dissesto idrogeologico • Indicatori livelli di rumore attività estrattive • Indicatori livelli di rumore impianti FER • Indicatori di modifica morfologia del paesaggio
LUF8	<p>Dotazione di Risorse Biotiche Qualità e tutela dell'ecosistema naturale biotico <i>Processi insediativi e di uso e gestione</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie delle aree protette e riserve naturali • Sup. delle foreste • Sup. dei pascoli • Reti ecologiche • Indicatori specie rete natura 2000 • Indice di pescosità • Indice attività venatoria • N. progetti attivi di tutela del patrimonio naturale (animale e vegetale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicatori evoluzione risorse biotiche • Indicatori estensione aree naturali protette • Indicatori dei comportamenti economici e sociali che hanno impatto su disponibilità risorse naturali biotiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicatori di trasformazione degli habitat • Apporti fluviali • Scarichi a mare • Apporti diffusi costieri • Apporti sedimento • Frammentazione reti ecologiche • Livelli di minaccia strutturale e funzionale per specie animale e vegetale • Diffusione di specie alloctone animali e vegetali • Catture • Indicatori di modifica del paesaggio • Indicatori LCI infrastrutture <i>cradle to grave</i>

Fig. 5 - Identificazione dei sub sistemi territoriali oggetto di studio e di contesto e relativi impatti diretti e indiretti [Immagine rielaborata da Loiseau et al. 2013]

tali, ai fini della definizione dell'Equivalente Funzionale Territoriale per il LCA ambientale, si suggerisce di selezionare gli indicatori più significativi, relazionarli fra le diverse LUF interessate da quella tipologia di indicatore e operare una normalizzazione con riferimento a una scala territoriale superiore o a tipologie territoriali analoghe. Là dove disponibili i dati di pressione possono essere espressi in termini di indicatori LCI (*life cycle inventory*) per sistemi di attività, prodotti o servizi propri della LUF considerata. Ad esempio nella LUF "dotazioni per la residenza" si possono avere dati di pressione nel ciclo di vita per tipologie residenziali (case unifamiliari, edifici multifamiliari alti ecc.) e relativi modelli di uso (residenza permanente, stagionale, collettiva ecc.) espressi in termini di energia incorporata, energia in uso, CO₂ e altre emissioni in aria), così come nella LUF forniture di prodotti industriali o agricoli si possono avere dati riferiti al ciclo di vita dei relativi prodotti "fino ai cancelli". Per la determinazione degli indicatori di pressione occorre stabilire quali sono i confini del sistema analizzato, in coerenza con l'approccio *Life Cycle*, così come illustrato al paragrafo seguente.

4.5 Confini del sistema oggetto di analisi, modello e unità di flusso da analizzare

Con riferimento a UNI EN ISO 14044:2006 capitolo 4.2.3.3.1 in EC, JRC. IES (2010a) si dice che:

«I confini del sistema definiscono quali parti del ciclo di vita e quali processi appartengono al sistema analizzato, e cioè sono necessari per provvedere alla sua funzione così come definito dalla sua unità funzionale. I confini dunque separano il sistema oggetto di analisi dal resto della tecnosfera. Allo stesso tempo, i confini del sistema definiscono anche i limiti fra il sistema analizzato e la ecosfera, ovvero definiscono attraverso quali confini hanno luogo gli scambi di flussi elementari con la natura. (...) Una definizione precisa dei confini del sistema è importante per assicurare che tutti i processi attribuibili o conseguenti sono inclusi nel modello di sistema e che tutti i potenziali impatti rilevanti sull'ambiente sono considerati in modo appropriato (EC, JRC. IES, 2010a: 93)⁹».

⁹ (TdA) Testo originario: «The system boundaries define which parts of the life cycle and which processes belong to the analysed system, i.e. are required for providing its function as defined by its functional unit. They hence separate the analysed system from the rest of the technosphere. At the same time, the system boundaries also define the boundary between the analysed system and the ecosphere, i.e. define across which boundary the exchange of elementary flows

In accordo con UNI EN 15804 e UNI EN 15978 sul LCA del settore costruzioni i confini del sistema descrivono le unità di processo incluse nel modello che rappresenta il sistema oggetto di analisi nel suo ciclo di vita, ovvero i confini con altre unità di processo a monte e a valle della vita del sistema oggetto di analisi nei diversi stadi del ciclo di vita. In particolare il metodo LCA classico nelle costruzioni fa riferimento a due principi nella definizione dei confini:

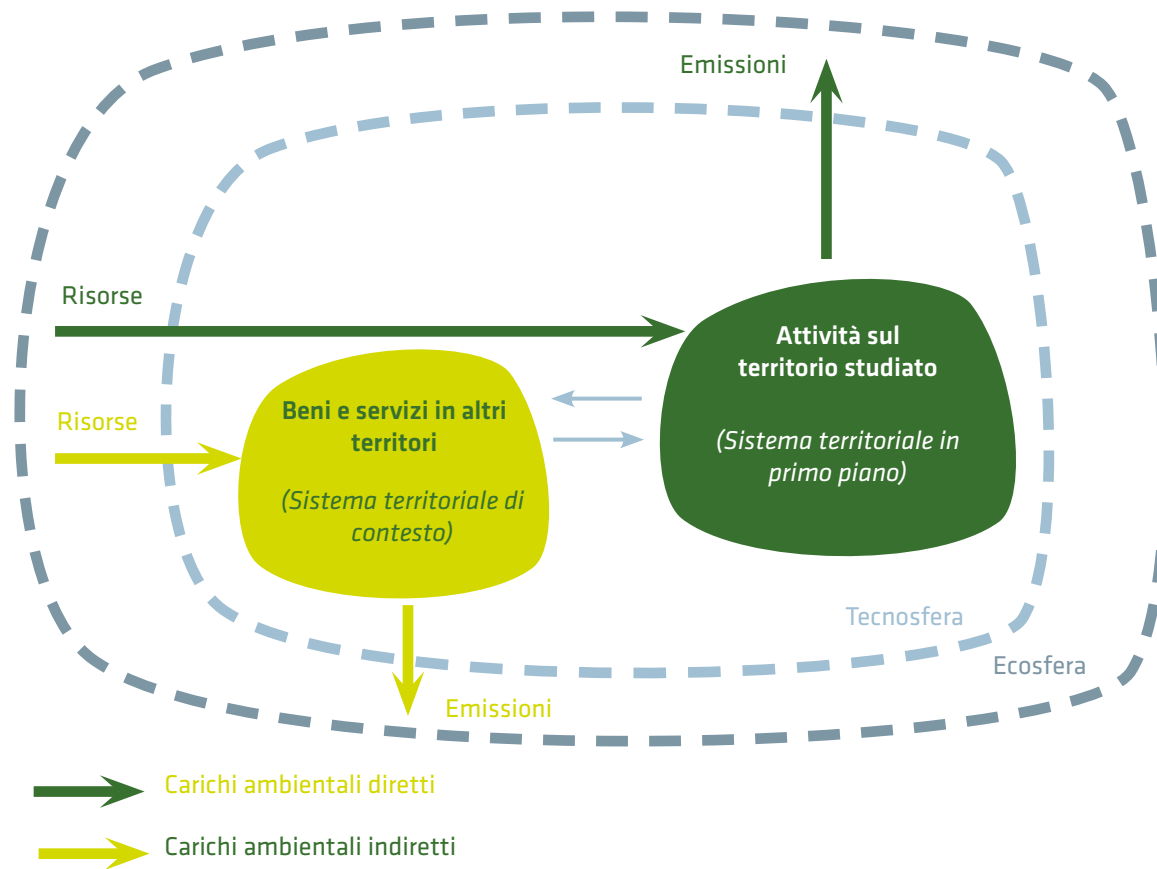
- il principio della modularità, per cui i processi da analizzare ad ogni fase del ciclo di vita sono quelli che influenzano quella fase;
- il principio "*polluter pays*" per cui tutte le emissioni e consumi di risorse devono essere assegnati ai processi che li generano fintanto che la fase di fine vita del prodotto o servizio non è raggiunta. Così ad es. i rifiuti durante la fase di produzione sono assegnati a tale fase con i loro carichi ambientali fino alla fase di fine vita dei rifiuti stessi o di loro immissione in un processo di riciclaggio da attribuire ad altro ciclo di vita di prodotto.

È interessante notare che la UNI EN 15978:2011 al p. 7.4.1 precisa come, quando l'oggetto è un edificio esistente e il suo sito, i confini del sistema debbano includere tutti gli stadi del ciclo di vita che rappresentano «la restante vita utile e il fine vita» dell'edificio. L'aspetto più complicato della definizione dei confini del sistema di una analisi LCA applicata alla scala territoriale, è dato dalla necessità di allocare ai processi oggetto di analisi la responsabilità degli impatti ambientali, alle diverse scale locale, regionale e globale. Kaenzig e Jolliet (2006) propongono di distinguere fra consumi e produzione, Loiseau et al. (2013) propongono di estrapolare dal ciclo di vita dei consumi e delle produzioni il ciclo dei rifiuti, per poterlo valutare in se stesso data la rilevanza che esso assume sul territorio.

Nella presente ricerca si propone un triplice approccio per la definizione dei confini del sistema nel LCA di un territorio a seconda dei processi considerati all'interno di una LUF (cfr. cap.3 tab. 2):

- un approccio *consumption-based*, basato sulla analisi delle emissioni e dei consumi di risorse e della produzione di rifiuti attribuiti o conseguenti alla "fase di uso" di tutti i prodotti e servizi richiesti

with nature takes place. [...] A precise definition of the system boundaries is important to ensure that all attributable or consequential processes are actually included in the modelled system and that all relevant potential impacts on the environment are appropriately covered». Si rinvia inoltre a EC, JRC. IES 2010a p. 70 per il significato di modellazione del sistema oggetto di LCI secondo il principio attributivo (statico) o consequenziale (dinamico).



per le funzioni di consumo che si svolgono nel territorio in analisi (flusso di prodotti e rifiuti e flussi elementari per attività residenziali, culturali, ricreative e altri servizi);

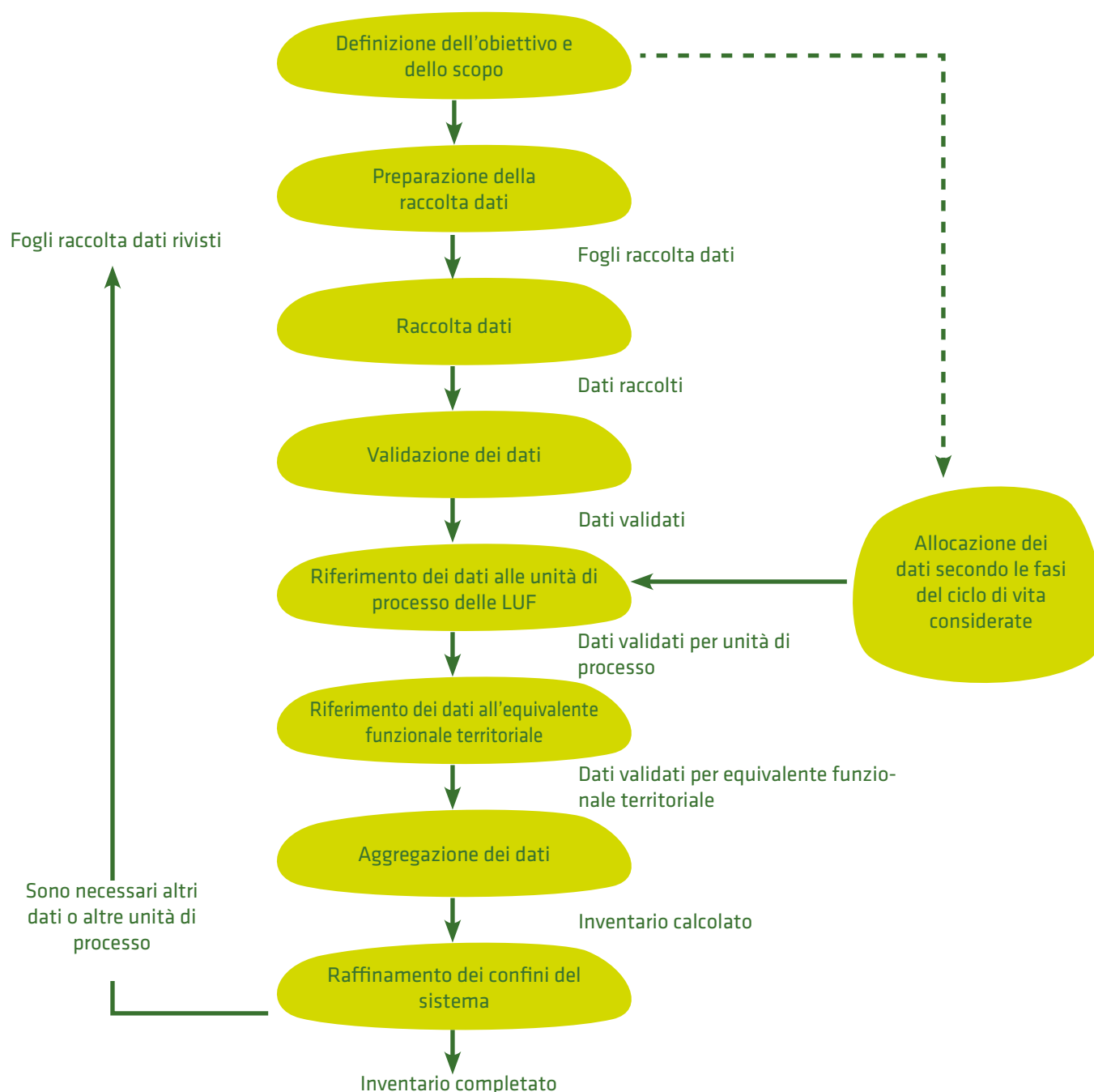
- un approccio *production-based*, basato sulla analisi delle emissioni, della produzione di rifiuti e dei consumi di risorse attribuiti o conseguenti a processi di produzione di prodotti e servizi “dalla culla ai cancelli” di attività industriali e terziarie dislocate sul territorio oggetto di analisi e eventuali processi di fine vita;
- un approccio *life cycle based* basato sull’analisi delle emissioni, della produzione di rifiuti e dei consumi di risorse attribuiti o conseguenti a processi di trasformazione del territorio, di sfruttamento e godimento delle risorse naturali (biotiche e abiotiche) e antropiche (insediamenti e infrastrutture) e ai processi di gestione delle stesse (processi operativi, manutentivi).

La distinzione fra “ciò che si consuma” e “ciò che si produce” nel territorio serve ad evitare il doppio conteggio degli impatti associati ora alla produzione di ciò che viene consumato nel territorio ma non viene prodotto nel territorio stesso, ora al consumo che avviene in altri territori di quei beni che sono prodotti invece localmente. Viceversa per tutto ciò che è ‘radicato nel territorio’, ‘*in situ*’, in termini di risorse naturali o di risorse antropiche (sistemi insediativi e di infrastrutture), gli impatti associati riguardano la messa a disposizione di tali risorse (attività estrattive, attività di tutela e

protezione, attività di costruzione) e la gestione delle risorse stesse (riscaldamento degli edifici, manutenzioni infrastrutture, conservazione dei luoghi ecc.).

In base a questi criteri si propone di modellare il territorio ai fini del E-LCA ad ogni stato della sua evoluzione, in un sistema di attività sul territorio che danno luogo a processi di consumo o di produzione che a loro volta comportano processi di infrastrutturazione, edificazione, utilizzo e protezione delle risorse del territorio. Tutti questi processi: produttivi, di consumo e insediativi/trasformativi, analizzati nell’ottica *life cycle*, determinano flussi elementari di input (materiali, acqua e energie) e di output (emissioni e rifiuti) all’interno del territorio stesso e flussi di prodotti e servizi che si originano altrove o che sono diretti altrove.

Come sottolineano Loiseau et al. (2013), poiché le questioni in gioco sono la responsabilità di un territorio di produrre carichi ambientali al suo interno o di trasferirli ad altri territori, il criterio della responsabilità entra nella definizione del modello del sistema oggetto di valutazione e a tal fine è utile distinguere, analizzare e valutare i carichi ambientali connessi ai flussi legati alle attività che si svolgono all’interno del territorio (*territorial foreground system*), separatamente da e senza ignorare quelli legati ad attività che sono connesse alle prime ma si svolgono fuori dai confini fisici del territorio di studio (*territorial background system*) (Fig. 5).



4.6 L'inventario dei dati di pressione sull'ambiente – Life Cycle Inventory (LCI)

Per passare dalla descrizione delle attività (unità di processo) connesse ad una LUF (funzione di uso del territorio) alla identificazione dei flussi con i relativi carichi ambientali si procede facendo una “analisi di inventario” delle risorse – input – e delle emissioni – output –, alla quale fare poi corrispondere una LCIA (Life Cycle Impact Assessment).

La metodologia LCA classica illustrata in UNI EN ISO 14044 dichiara

che l'analisi di inventario discende dalla definizione degli obiettivi e scopi dell'LCA e la rappresenta con il diagramma di Fig. 6¹⁰ dove ab-

¹⁰ UNI EN ISO 14044: 4.3.3.3: «Relating data to unit process and functional unit - An appropriate flow shall be determined for each unit process. The quantitative input and output data of the unit process shall be calculated in relation to this flow. Based on the flow chart and the flows between unit processes, the flows of all unit processes are related to the reference flow. The calculation should result in all system input and output data being referenced to the functional unit. Care should be taken when aggregating the inputs and outputs in the product system. The level of aggregation shall be consistent with the goal of the study. Data should only be aggregated if they are related to equivalent substances and



Fig. 6 - Il processo semplificato di determinazione dell'inventario dei dati di carico ambientale secondo il procedimento bottom up previsto dal LCA [Immagine rielaborata da ISO 14044]

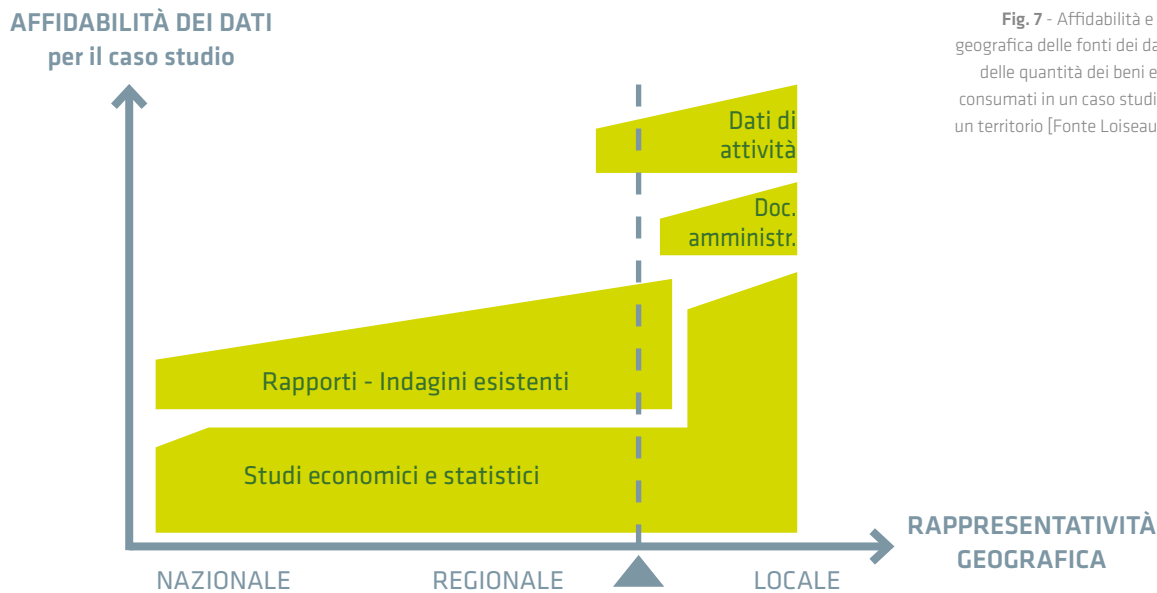


Fig. 7 - Affidabilità e rappresentatività geografica delle fonti dei dati per l'inventario delle quantità dei beni e servizi prodotti o consumati in un caso studio di analisi LCA di un territorio [Fonte Loiseau et al. 2014 - TdA]

biamo sostituito all'unità funzionale il riferimento all'equivalente funzionale territoriale.

La norma UNI EN 15978, sul metodo di calcolo LCA applicato agli edifici, introduce le indicazioni per l'analisi di inventario dando rilievo al ruolo della progettazione e alla definizione di scenari sulla base dei quali procedere all'inventario dei dati (UNI EN 15978 punto 9.1)¹¹.

Il ILCD Handbook (EC, JRC, IES 2010a) tratta l'argomento della costruzione dell'inventario muovendo dai principi, dall'approccio metodologico e dal contesto decisionale nell'ambito del quale è condotto un LCA¹².

to similar environmental impacts. If more detailed aggregation rules are required, they should be explained in the goal and scope definition phase of the study or should be left to a subsequent impact assessment phase. 4.3.3.4 Refining the system boundary - Reflecting the iterative nature of LCA, decisions regarding the data to be included shall be based on a sensitivity analysis to determine their significance, thereby verifying the initial analysis outlined in 4.2.3.3. The initial system boundary shall be revised, as appropriate, in accordance with the cut-off criteria established in the definition of the scope. The results of this refining process and the sensitivity analysis shall be documented».

¹¹ UNI EN 15978 punto 9.1: «The quantification of all material and products is determined based upon the design description of the object of assessment (new building or refurbishment of an existing building) or with the actual quantities (existing buildings, post-refurbishment) and the scenarios for each module of the life cycle of the object of assessment».

¹² «the two main LCI modelling principles (attributional and consequential) and the related main LCI method approaches (allocation and system expansion / substitution), the LCI methodological provisions are detailed for the three

In particolare nel LCA applicato ai piani territoriali è interessante considerare il principio "consequential" a cui fa riferimento il documento ILCD Handbook 2010, per la sua visione strategica e dinamica del ciclo di vita rispetto al principio "attributional", in base al quale un inventario è calcolato sullo stato di fatto o di progetto, ma senza indagare sulle "conseguenze" delle trasformazioni di processo analizzate rispetto al sistema di *background* e ad altri sistemi. Secondo ILCD Handbook 2010 il principio "conseguenziale" si applica nel LCI non necessariamente a tutti i processi analizzati, ma solo a quei processi che hanno ricadute strutturali su larga scala e sul medio (>5 anni) lungo periodo (> 10 anni).

La raccolta dei dati e la loro disponibilità è un problema fondamentale nella impostazione dell'analisi di inventario, lo è anche a livello di LCA prodotto e lo è tanto maggiore quanto più è complesso l'oggetto di analisi e quanto più sono frazionate le competenze nel ciclo di vita osservato. In un LCA applicato ad un territorio, dati specifici - non generici - possono essere oggetto di rilevazione diretta (ad esempio per determinati processi produttivi), ma per scenari di piano relativi a interi settori industriali, scenari di consumi e di uso e per un approccio "conseguenziale" occorrerà ricorrere a dati generici, desunti

earlier identified archetypal goal situations A, B, C into which the LCI/LCA study belongs» (EC, JRC, IES 2010a:70).

da banche dati o a dati statistici secondo un processo di adattamento top down. Loiseau et al. (2014) rappresentano nel diagramma di Fig. 7 il livello di affidabilità e di rappresentatività geografica delle fonti dei dati utilizzati nel caso studio sviluppato, e discutono sulla strategia da applicare per superare la non disponibilità di dati e per costruire un LCI di tutte le attività di un territorio. In particolare indicano le attività per le quali hanno fatto ricorso ai data base ambientali input output EIO-LCA (Economic Input Output LCA-Carnegie Mellon University Green Design Institute) e specificatamente allo US IO data-base.

In sintesi dunque lo stato dell'arte in materia porta a definire il seguente quadro di riferimento per l'inventario dei dati.

Per ogni attività/processo presente nelle LUF di un territorio, si reperiscono dati rilevati o dati statistici/generali, rappresentativi dei flussi input output nel territorio esaminato, secondo la fase del ciclo di vita che si analizza (nella nostra proposta: in base all'approccio *consumed based*, *production based* o *life cycle based*). Se i processi sono descritti nel dettaglio, si rilevano direttamente le quantità fisiche di consumi ed emissioni o si fa riferimento alle banche dati LCA (Ecoinvent e altre) che forniscono secondo un approccio *bottom-up*, e conformemente a ISO-LCA, le emissioni inquinanti e i consumi di risorse per ogni unità del processo considerato, es. flussi legati alla produzione di una determinata quantità di prodotto, flussi legati ad un determinato consumo per abitante, flussi legati alla costruzione, gestione e uso di una unità residenziale, ecc. Se invece per i singoli processi si dispone di dati di tipo economico, si farà riferimento alle tavole del metodo EIO-LCA (*Economic Input-Output Life Cycle Assessment*). Il metodo EIO-LCA stima i materiali e le risorse energetiche richieste e le emissioni ambientali risultanti da attività in un determinato contesto economico, per ogni unità monetaria di produzione in un dato settore industriale (Suh, 2004). Si noti che il quadro di riferimento proposto per la LCSA a livello meso indica come più adeguato, rispetto all'approccio fondato sull'analisi dei processi, l'approccio EIO-LCA (Zamagni et al., 2009). Tuttavia alla scala territoriale sub-regionale, come quella in cui può essere inserito il territorio oggetto di trasformazioni di piano e di programma, spesso non sono disponibili dati statistici economici/ambientali e peraltro le tavole EIO attualmente sono disponibili solo per pochi Paesi (USA, Canada, Germania, Spagna)¹³.

¹³ Cfr. The Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA), tool messo



Fig. 8 - Processo di elaborazione delle diverse categorie di indicatori [Immagine rielaborata da ISO 14040 - TdA]

4.7 Gli indicatori ambientali midpoint e endpoint - fase LCIA e interpretazione

Quelli che la OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) (OECD 1991) e la EEA (European Environmental Agency) (EEA 1999) indicano come "indicatori di stato" e "di impatto" sono definiti, nella metodologia LCA, Indicatori di impatto *midpoint* e *endpoint* o "indicatori di impatto", i primi, e "categorie di danno", i secondi. Gli indicatori *midpoint* sono espressi per categorie di impatto con la relativa "caratterizzazione"¹⁴, mentre per passare agli indicatori *endpoint*, gli indicatori *midpoint*, successivamente alla fase di caratterizzazione, richiedono un processo di normalizzazione¹⁵ per essere appunto aggregati in categorie di danno omogenee.

Bare, J. et al. (2000) sottolineano come la differenza sostanziale tra l'approccio *midpoint* e *endpoint* in una valutazione LCA consista nella diversa considerazione attribuita alla rilevanza ambientale delle categorie di indicatori. Nell'approccio *midpoint*, tale rilevanza è generalmente sottolineata da una relazione di tipo qualitativo o statistico che però può essere analogamente rilevata attraverso l'approccio *endpoint*, al contempo evitando di dover trattare separatamente la rilevanza ambientale dei singoli indicatori. I fattori di normalizzazione a livello *endpoint*, infatti, esprimono, e in maniera più comprensibile per i decisori, la rilevanza diretta e gli effetti finali di una azione dovuta a diversi fattori di stress.

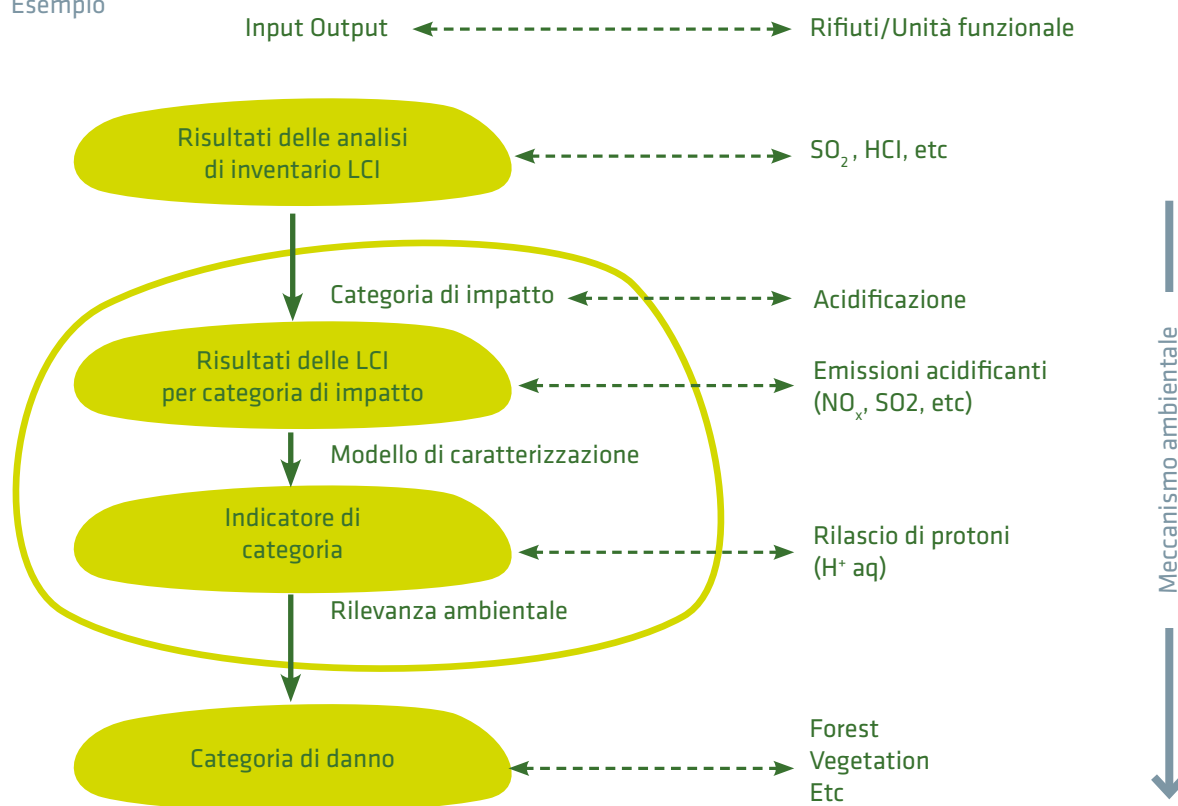
In termini operativi, il processo di caratterizzazione dei flussi di inventario LCI (così come definito in ISO 14040) assegna i flussi elementari alle categorie di impatto *midpoint*, quali ad es. "cambiamento climatico", convertendoli alla medesima unità di misura, in

a punto dal Green Design Institute of Carnegie Mellon University.

¹⁴ In un LCA si definisce fattore di caratterizzazione un fattore derivato da un modello di caratterizzazione che viene impiegato per convertire i dati risultanti da un inventario nelle comuni unità dell'indicatore di impatto [ISO 14042]. Il modello di caratterizzazione è definito in funzione di meccanismi ambientali relativi a determinate sostanze e, in funzione del tipo di meccanismo e degli obiettivi di applicazione del modello, può essere differenziato spazialmente o temporalmente.

¹⁵ Normalizzazione è un processo matematico che trasforma un indicatore dividendolo per un valore di riferimento selezionato. Gli indicatori risultato della fase di caratterizzazione vengono comparati a valori di riferimento - o effetti normali - rappresentati dai dati medi elaborati su scala mondiale, regionale o europea, e riferiti ad un determinato periodo di tempo. Attraverso la normalizzazione è possibile quindi stabilire l'intensità dell'impatto ambientale del sistema studiato rispetto alla media dell'impatto generato dall'uomo nell'area geografica prescelta come riferimento. I fattori di normalizzazione sono relativi alle categorie di danno.

Esempio



87

modo da organizzare le informazioni elaborate per consentirne una successiva elaborazione ed interpretazione, in rapporto a indicatori *endpoint* o categorie di danno, quali ad es. danno alla qualità dell'ecosistema.

La scelta dei modelli di caratterizzazione più idonei a tradurre i contenuti dell'inventario in categorie di impatto, dipende dagli obiettivi e dagli scopi specifici dell'analisi LCA, così come dalla rilevanza ad essi attribuita dai portatori di interesse sui quali ricade l'impatto del processo oggetto di studio.

A livello *endpoint*, l'analisi ambientale LCIA si pone l'obiettivo di stabilire i collegamenti e le relazioni tra le categorie di impatto e i danni causati alle "Aree di Protezione" identificate, ad esempio alla salute umana, alla qualità dell'ecosistema, alla disponibilità di risorse primarie. Una volta determinate le categorie di impatto o di danno, si provvede alla interpretazione dei risultati della valutazione. Questa fase finale è determinante, non solo per la identificazione, la quantificazione e la valutazione dei risultati dell'analisi, ma soprattutto perché consente di derivare da essi conclusioni strategiche e raccomandazioni per i decisori sulle alternative programmatiche a minor impatto.

Per questo motivo, uno degli aspetti rilevanti nella attuale ricerca LCA è appunto lo sviluppo di metodi di valutazione *endpoint* o *damage-oriented* poiché consentono una più semplice interpretazione dei risultati dell'analisi di impatto. Stanti quindi le differenze tra i due

livelli di analisi, il trend attuale nella valutazione LCA è di riferire a metodi in grado di proporre un approccio armonizzato, in accordo con le indicazioni del gruppo di lavoro SETAC e della Life Cycle Initiative UNEP/SETAC.

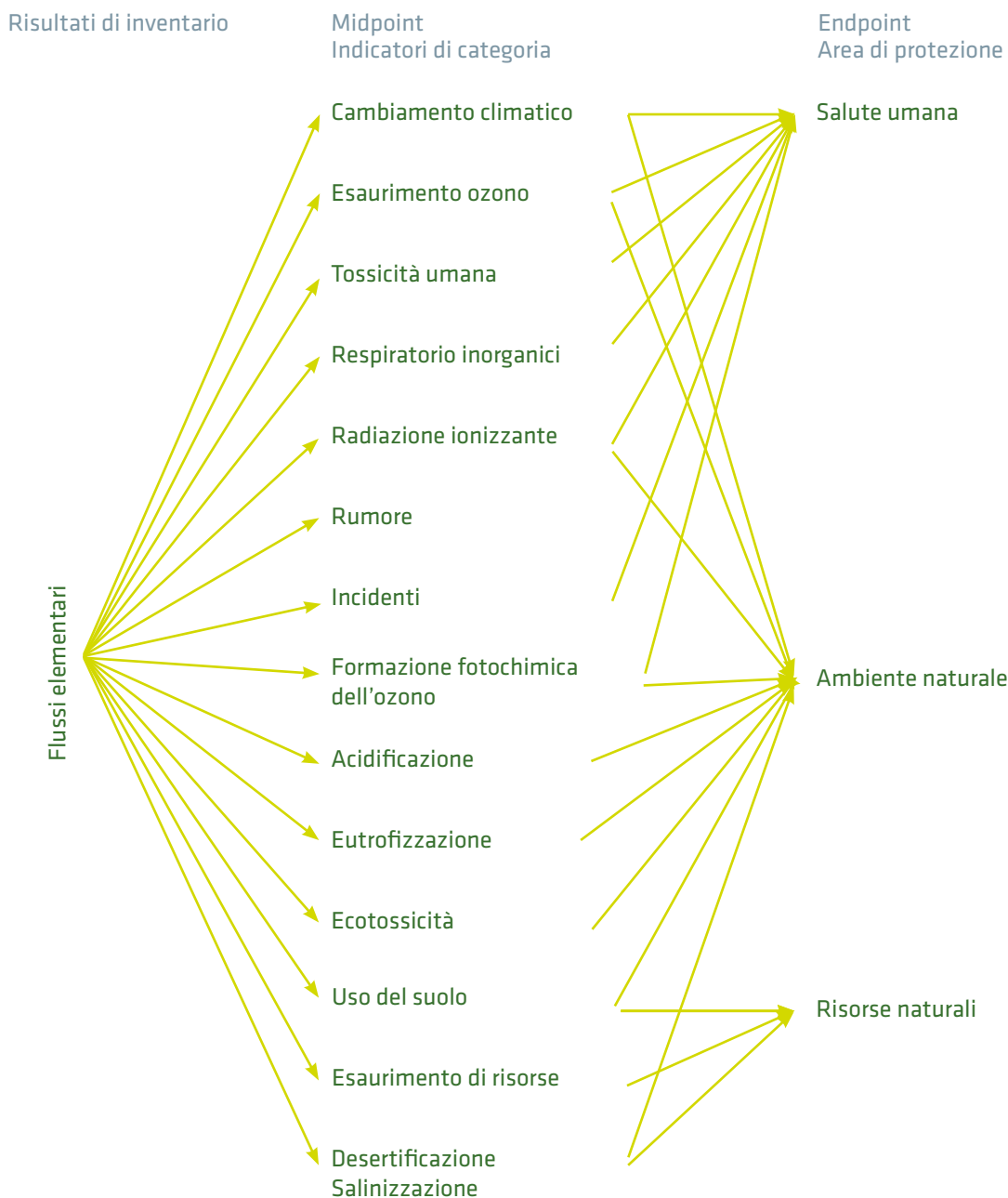
4.8 La differenziazione geografica degli indicatori

La valutazione ambientale di un territorio deve essere in grado di fornire ai decisori e ai portatori di interesse informazioni riferite ad ambiti spaziali diversi. Per essi è altresì interessante poter distinguere tra le trasformazioni di un territorio quelle che provocheranno una ricaduta, in termini di impatto, a livello locale, regionale o globale, nel rispetto dei livelli di soglia massimi generalmente ammessi, e anche in relazione ai livelli di carico già presenti in ciascun contesto.

Il termine "geograficamente differenziato" comporta una valutazione del ciclo di vita che non solo riassume le quantità totali di emissioni, ma tiene conto della "gravità" degli impatti in relazione al luogo specifico in cui vengono emessi i diversi inquinanti.

La regionalizzazione è riconosciuta come un importante passo verso il miglioramento dell'accuratezza, della precisione e dell'affidabilità dei risultati della valutazione del ciclo di vita, e questo se vale per LCA riferite a prodotti e servizi è tanto più significativo per valutazioni ambientali comparative alla base delle strategie di pianificazione del territorio.

La differenziazione geografica degli indicatori si effettua definendo



opportuni modelli di caratterizzazione spaziale, particolarmente importante nel caso ad es. di sostanze chimiche che hanno emissioni con limitato raggio d'influenza e processi "itineranti" all'interno di un'area o di una regione. Nel momento in cui i dati di inventario sono tradotti in contributi all'impatto ambientale - LCIA -, si perde infatti, di solito, la caratterizzazione spaziale dei contributi alle emissioni derivanti dalle attività dislocate sul territorio e la rilevanza a scala locale degli impatti rilevati. Tale rilevanza deve essere in qualche modo ricostruita e il legame tra l'azione di pressione e la risposta dell'ambiente reso esplicito per orientare il processo decisionale con maggiore coerenza e significatività.

Infatti, se molti degli impatti modellati attraverso le comuni analisi

LCA hanno rilevanza regionale o locale, la maggior parte delle metodologie LCIA correnti, mette a disposizione soltanto fattori di caratterizzazione (CF) basati sulle proprietà intrinseche delle sostanze e rappresentativi di un contesto ambientale standardizzato, quello che Potting e Hauschild (2006) definiscono "generic unit world", dove tali caratteristiche sono descritte in maniera semplificata e tipizzata. La questione della assenza di una differenziazione spaziale nel *Life Cycle Impact Assessment* è da anni dibattuta, ma nonostante le remore sulla credibilità di una LCIA priva di caratterizzazione spaziale, si ritenne inizialmente (1993-1999) più rilevante sottolineare il fatto che la caratterizzazione spaziale, propria ad esempio di una analisi di rischio, non è coerente con le finalità della



Fig. 9 - Quadro di riferimento di categorie di impatto per la modellazione ai livelli midpoint e endpoint (Aree di Protezione)
[Immagine rielaborata da ILCD]

LCIA, che sono quelle di prevenire l'inquinamento secondo un approccio "less is better" e non di evitare i rischi ambientali.

Tuttavia con l'approfondimento della conoscenza sui modelli ambientali, l'elaborazione di fattori di caratterizzazione spazialmente differenziati è divenuta, alla fine degli anni '90, una ipotesi più praticabile, rendendone anche più comprensibile la rilevanza, soprattutto nel caso di sistemi che presentino grandi variazioni di scenario e di esposizione o dove siano osservabili variazioni di effetto significative.

Dopo la pubblicazione della metodologia EDIP2003 (Potting e Hauschild, 2005) contenente fattori "locorelati" per ognuno degli Stati Europei, Hauschild e Potting riportano, nel 2006 una articolazione dei tre diversi livelli di differenziazione spaziale possibile, ritenuti significativi per l'analisi LCIA:

- "locogenerici": ossia privi di una qualsiasi differenziazione spaziale;
- "locorelati": per i quali è prevista una differenziazione spaziale sommaria sia tra le sorgenti di impatto (scala 50-500km) che tra i relativi ambienti di ricaduta degli impatti (scala 0-150 km);
- "locospecifici": per i quali è prevista una differenziazione spaziale dettagliata sia della localizzazione della fonte, che della caratterizzazione degli impatti nell'ambiente immediatamente prossimo alla fonte stessa. La differenziazione spaziale locospecifica, richiede una conoscenza molto approfondita delle condizioni specifiche dell'ecosistema esposto alle emissioni inquinanti.

È da sottolineare che, benché in generale i processi nel LCA siano basati su dati di inventario del tipo "locorelato" e, i dati del tipo "locospecifico" siano solitamente ritenuti non realistici nella modellazione e caratterizzazione dell'intero processo, poiché spesso disponibili solo per un numero limitato di flussi del sistema in analisi, non tutti i processi lungo la *life cycle* di un prodotto/servizio possono essere quantificati in inventario distinguendone la localizzazione dei flussi in ingresso, né i conseguenti impatti possono essere differenziati a livello spaziale con opportuni metodi di caratterizzazione o normalizzazione: questo sia perché di alcuni processi a monte o a valle del processo in analisi spesso non si conosce l'esatta ubicazione, sia perché non sempre sono disponibili modelli locali di caratterizzazione delle emissioni e dei loro effetti. Anche se da tempo la ricerca LCA ha ampiamente dimostrato la significatività della differenziazione spaziale delle sorgenti di emissioni, in particolar modo per categorie

di impatto quali acidificazione e formazione di strati di ozono fotochimico, nessuno dei principali metodi LCA ad oggi include modelli di caratterizzazione a scala spaziale differenziata. Tuttavia, dal momento che i database LCIA sono già strutturati per includere informazioni georeferenziate collegate ai fattori di caratterizzazione specifici, Potting e Hauschild (2005) ritengono che questa lacuna sia principalmente da attribuire ad una scarsa attitudine dei tecnici LCA a svolgere analisi di impatto a scale territoriali specifiche, in aperto contrasto, fra l'altro, con il crescente interesse scientifico per modelli di caratterizzazione che tengano conto della variabilità spaziale degli impatti a supporto delle Politiche Europee di sviluppo, così come dimostrato dai numerosi progetti nell'ambito del progetto europeo *LC impact project*¹⁶.

Nonostante quindi sia teoricamente possibile una suddivisione degli impatti a tre distinte scale di analisi, è più ragionevole, allo stato attuale delle conoscenze e dei dati disponibili, distinguere solamente due livelli di analisi: il livello globale (per gli impatti relativi a cambiamento climatico, riduzione della fascia di ozono, esaurimento delle risorse fossili e dei metalli) e il livello non-globale (per gli impatti relativi alla formazione di ossidanti fotochimici, la tossicità umana, la formazione di polveri di particolato, le radiazioni ionizzanti, l'eutrofizzazione, l'acidificazione, l'ecotossicità e l'uso del suolo). Identificare gli impatti diretti locali o regionali causati dalle attività sul territorio, consente di evidenziare quelle attività che necessitano di una attenzione specifica nel contesto decisionale.

Con questo obiettivo, come sottolineato nel report del progetto *CALCAS Co-ordination Action for innovation in Life-Cycle Analysis for Sustainability* (Zamagni et al., 2008) la ricerca LCA si è mossa recentemente verso lo sviluppo e l'elaborazione di criteri di differenziazione spaziale dei CF per diversi indicatori di impatto, a scala nazionale, a scala regionale per aree diverse della medesima nazione o per aree ad impatto equivalente, così definite da (Nansai et al., 2005). La finalità scientifica è infatti di arrivare a definire un orientamento chiaro e consistente sulla quantità e qualità di informazioni georeferenziate che debbono essere raccolte in analisi di inventario per ognuno

¹⁶ EU PF7 no.243827 "Development and application of environmental Life Cycle Impact assessment Methods for improved sustainability Characterisation of Technologies"; in particolare ha avuto fra i suoi obiettivi quello di sviluppare fattori di caratterizzazione su base spaziale per categorie di impatto quali: uso del suolo, uso dell'acqua, agenti di tossicità, inquinanti dell'aria e nutrienti.

dei diversi indicatori di impatto previsti dal metodo e che possono richiedere una analisi a scala geografica più o meno dettagliata.

La differenziazione spaziale dei fattori di caratterizzazione assume infatti maggiore rilevanza nel caso di categorie di impatto *non-global* ossia per tutte quelle categorie per le quali il livello di impatto è direttamente legato al luogo fisico in cui vengono rilasciate le emissioni. Le categorie di impatto per le quali sono state inizialmente elaborati fattori di caratterizzazione spazialmente differenziati sono l'acidificazione terrestre, l'eutrofizzazione terrestre e marina, la formazione di strati di ozono fotochimico, la tossicità umana.

La Tab. 2, ripresa e modificata da Sala et al. (2011) riporta una sintesi dei principali modelli di caratterizzazione adottati nei diversi metodi LCA oggi disponibili, specificandone la caratterizzazione e la coperture geografica.

4.9 Categorie di impatto – basket degli indicatori e modelli di calcolo

Uno degli aspetti fondamentali nella metodologia LCA è quello della selezione degli indicatori per i quali ci sia un riconoscimento concorde sui modelli più affidabili di calcolo, a partire dai dati sulle emissioni e i consumi di risorse inventariati nella LCI. Sono nel tempo state sviluppate diverse metodologie e sono stati elaborati principi e criteri generali sulla base dei quali arrivare ad un'armonizzazione di questi metodi (ISO 14440), ma in realtà un'armonizzazione è ancora in corso e in diverse iniziative non sempre fra loro allineate.

I requisiti ai quali deve rispondere un indicatore sono:

- la completezza rispetto al fenomeno che deve descrivere;
- la rilevanza ambientale del fenomeno descritto;
- la robustezza e la certezza del metodo di calcolo;
- la documentabilità, trasparenza e riproducibilità;
- l'applicabilità.

Spesso si preferisce limitare il *basket* degli indicatori da adottare in un LCA piuttosto che applicare indicatori non rispondenti a pieno ai requisiti, nell'attesa di nuove conoscenze e disponibilità di dati.

Di seguito illustriamo quello che è attualmente il principale riferimento di guida alla selezione degli indicatori più opportuni, alla conoscenza dei meccanismi ambientali che sottendono e dei corrispondenti modelli di rappresentazione e di calcolo, per un LCA classico applicato a prodotti e servizi: la serie delle pubblicazioni che vanno sotto il nome di ILCD Handbook, elaborate fra il 2010 e il 2013 da JRC, Commissione Europea e IES (EC,

JRC. IES, 2010-2011). Riportiamo inoltre gli indicatori previsti dal PEF (*Product Environmental Footprint*) lanciato dal DG Ambiente della Commissione Europea nel 2013, e gli indicatori previsti dal Comitato tecnico di normazione LCA Costruzioni, il CEN TC 350, sempre fra il 2010 e il 2013.

International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook

A livello Europeo il principale e più attuale riferimento per la identificazione delle categorie di impatto e dei relativi modelli di calcolo secondo la metodologia LCA è fornito dal *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook*, già più volte citato in questo testo, redatto in una serie di documenti usciti fra il 2010 e il 2013.

Si tratta di documenti promossi e messi a punto per favorire una sempre più ampia diffusione della metodologia LCA applicata a tutti i diversi settori della produzione e dei servizi, e per promuovere un approccio concertato e uniforme alla valutazione di impatto nelle diverse realtà europee, nell'ambito della strategia di promozione di un uso e un consumo sostenibile. La EU Commission ha sostenuto, con l'Institute for Environment and Sustainability in the European Commission Joint Research Centre (JRC), la redazione del Manuale, denominato *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook*.

Il manuale, in relazione agli obiettivi della IPP (*Integrated Product Policy*, 2003) e del SCP *Action Plan (Sustainable Consumption and Production Action Plan*, 2008) ha definito gli strumenti atti a garantire qualità e consistenza dei dati, dei metodi e delle valutazioni di impatto basate sulla metodologia LCA.

Il ILCD Handbook si propone quale testo di riferimento per tutti gli esperti di LCA, i gestori delle banche dati e gli utenti finali.

Con questo obiettivo, l'ILCD Handbook è stato articolato in documenti singoli (in linea con le norme internazionali ISO 14040/44) dedicati ad aspetti peculiari della metodologia LCA applicata a prodotti e servizi:

- *General guide for Life Cycle Assessment*
- *The Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets*
- *The Life Cycle Impact Assessment (LCIA) guides:*
 - *Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment (LCA)*
 - *Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators*
 - *Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context*
 - *Updated LCIA Characterisation Factors*
- *Review schemes for Life Cycle Assessment.*

Tab. 2 - Quadro sinottico dei principali modelli di caratterizzazione utilizzati nell'ambito delle valutazioni LCA e loro differenziazione a livello spaziale [Immagine rielaborata da Sala et al. 2011]

Tab. 3 - ILCD Handbook: indicatori di impatto e relativi metodi di caratterizzazione [fonte EC, JRC, IES 2011]

Tipo di modello	Nome	Caratterizzazione geografica	Copertura
Generico	CALTox		
	USETox	Area urbana/continente/globale	Globale
	USES_LCA	Locale/regionale/continente/emisfero	Emisferica
Spaziale	IMPACT Europe and North America	136 spartiacque 157 aircells 523 spartiacque	Europa/Nordamerica
	GLOBOX	239 nazioni	Globale
	IMPACT World	17 regioni sub-continentali 9 oceani 33 regioni costiere	Globale
	Mappe Europe	1 x 1 km	Europea
	Mappe Global	1 x 1 grado	Globale

Indicatore di impatto ILCD	Metodo di caratterizzazione	
	midpoint	endpoint
Climate change	IPCC (2007)	nessun metodo raccomandato
Ozone Depletion	WMO Ozone model per ODPs (1999)	nessun metodo raccomandato
Human Toxicity	USEtox per freshwater aquatic ecotoxicity	Huijbregts et al. (2005a) utilizzando come unità Disability Adjusted Life Years (DALYs)
Particulate matter - Respiratory inorganics	RiskPoll Greco et al. (2007)	Zelm et al. (2008) Pope et al. (2002) Hofstetter (1998) and Humbert (2009).
Ionizing radiation	Frischknecht et al., 2000 per impatti sulla salute umana Garnier-Laplace et al. 2008 and 2009 ad interim	nessun metodo raccomandato
Photochemical ozone formation	LOTOS-EUROS model	Van Zelm et al., 2008
Acidification	Accumulated Exceedence model	nessun metodo raccomandato
Eutrophication	Accumulated Exceedence per Terrestrial eutrophication Struijs et al., 2009b per Aquatic eutrophication	nessun metodo raccomandato
Ecotoxicity	USEtox	nessun metodo raccomandato
Land Use	Milà i Canals et al. 2007	nessun metodo raccomandato
Resource depletion	Categoria 1: exergy method Categoria 2: CML 2002 Categoria 3: Swiss Ecoscarcity method Categoria 4: ReCiPe	nessun metodo raccomandato

Tab. 4 - PEF - Product Environmental Footprint Category Rules: indicatori di impatto e relativi metodi di caratterizzazione

Indicatore di impatto PEF	Metodo di caratterizzazione
Climate change	Bern Carbon Cycle model
Ozone Depletion	WMO Ozone model per ODPs (1999)
Human Toxicity – cancer effects	USEtox
Human Toxicity – non cancer effects	USEtox
Particulate matter – Respiratory inorganics	RiskPoll
Ionizing radiation – human health effects	Human Health effect model
Photochemical ozone formation	LOTOS-EUROS model
Acidification	Accumulated Exceedance model
Eutrophication - terrestrial	Accumulated Exceedance model
Eutrophication - aquatic	EUTREND model
Ecotoxicity for aquatic fresh water	USEtox
Land Transformation	Soil Organic Matter (SOM) model
Resource depletion - water	Swiss ecoscarcity model
Resource depletion – mineral, fossil	CML2002 model

Il documento *The Life Cycle Impact Assessment (LCIA) guides* di cui fa parte *Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context*, in particolare, fornisce una lista specifica di indicatori di impatto sensibili e per ognuno di essi rileva, sulla base dell'analisi dello stato dell'arte, il metodo più robusto oggi disponibile e i relativi fattori di caratterizzazione da impiegare nelle valutazioni LCA in genere, stabilendo riferimenti metodologici specifici per ogni diverso indicatore di impatto (Tab. 3).

Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs)

Nel giugno 2013, il Direttorato generale per l'Ambiente della Commissione Europea (DG Environment), nel quadro della Roadmap 2020 e della politica del *Green Procurement* per i prodotti industriali (mercato di massa) in tutti i settori sul mercato europeo, ha lanciato una call per lo sviluppo di progetti per la elaborazione di *Product Environmental Footprint Category Rules* (PEFCRs) secondo il metodo LCA¹⁷.

Le PEFCRs costituiscono i documenti di riferimento per la valutazione della *Product Environmental Footprint* (PEF) definita come una misura multi-criteri della prestazione ambientale di un prodotto o di un servizio. Il progetto prende a riferimento la guida per il calcolo dell'impronta ambientale di un prodotto, sviluppata da JRC quale documento quadro di riferimento per la elaborazione sia delle PEF che delle PEFCR. I risultati dei progetti pilota potranno servire per successivi adattamenti della PEF, che potrebbero diventare obbligatori o impiegati per lo sviluppo di politiche europee quali il *Green Public Procurement* o *Ecolabel*. Gli indicatori ambientali previsti per la valutazione della Impronta ambientale di prodotto (EF) integrano e modificano quanto indicato dall'ILCD Handbook come descritto in Tab. 4.

CEN TC 350 Sostenibilità delle costruzioni

A livello Normativo Europeo, la Commissione Europea ha dato mandato nel 2004 ad un gruppo tecnico del Comitato di Normazione Europeo, il CEN/TC 350, di redigere le norme per la valutazione di sostenibilità di edifici e prodotti da costruzione. Il lavoro del CEN/TC 350 è orientato alla definizione di documenti quadro che definiscano l'ap-

¹⁷ Aggiornamenti sul sito http://ec.europa.eu/environment/eusssd/smgrp/product_footprint.htm (accesso agosto 2014).

Tab. 5 - Approccio e indicatori di impatto CEN TC 350 e confronto con PEF

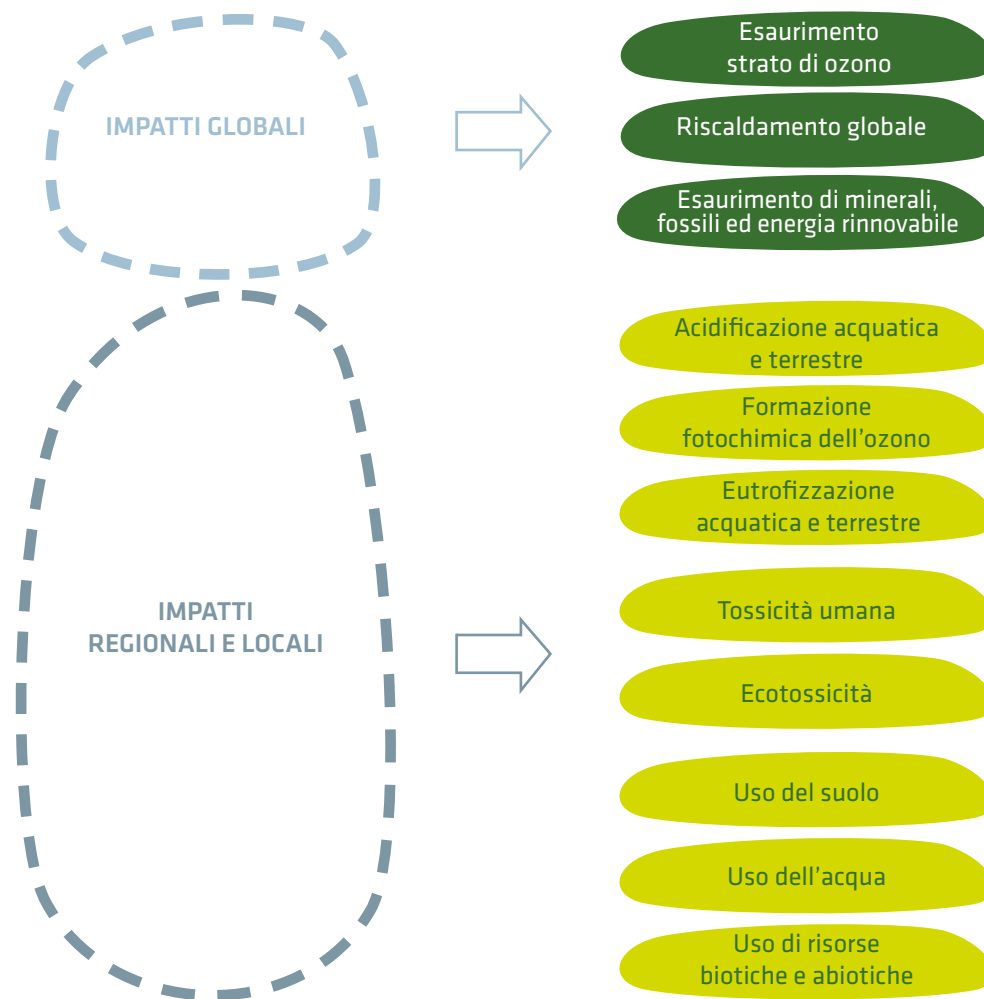
PEF	CEN TC 350
Approccio non modulare (intero ciclo di vita)	Approccio modulare (moduli o fasi nel ciclo di vita)
Ambito di applicazione generico: riferito al calcolo dell'impatto ambientale di qualsiasi prodotto o servizio	Ambito di applicazione specifico: riferito esclusivamente al calcolo dell'impatto ambientale dei prodotti da costruzione e degli edifici
Ammette il confronto diretto tra prodotti	Ammette il confronto esclusivamente a scala di edificio
<p>Include alcuni indicatori di impatto esclusi dal CEN TC 350:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Human toxicity cancer effects - Human toxicity non-cancer effects - Particulate matter/ Respiratory Inorganics - Ionising radiation - human health effects - Land transformation soil organic matter <p>Per alcune categorie di impatto presenti anche nella EN15804 la PEF propone indicatori o metodi di calcolo diversi</p> <p>(ad esempio, le unità di misura adottate nella PEF per il calcolo dell'indicatore for Eutrophication sono mol H+ eq, kg P eq e kg N eq)</p>	<p>Alcuni degli indicatori di impatto previsti dal CEN TC 350 (livello prodotti) non sono inclusi nella PEF</p> <ul style="list-style-type: none"> - Use of renewable and non-renewable primary energy indicators (MJ) - ADP fossil fuels in MJ - Use of secondary material - Use of renewable secondary fuels - Use of non-renewable secondary fuels - Hazardous waste disposed - Non-hazardous waste disposed - Radioactive waste disposed - Components for re-use - Materials for recycling - Materials for energy recovery (not being waste incineration) - Exported energy
Ammette la normalizzazione e la pesatura dei risultati della valutazione	Non ammette la normalizzazione e la pesatura dei risultati della valutazione
Finalizzato alla redazione di una Dichiarazione PEF e al rilascio di una Etichetta PEF	Finalizzato alla elaborazione di una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) e di valutazione LCA Edifici

proccio metodologico alla valutazione della la sostenibilità declinata nei suoi tre aspetti ambientale, sociale e economica ai diversi livelli del prodotto da costruzione, del componente e dell'edificio.

I lavori del TC 350 si sono svolti nel periodo 2010-2013 e sono già stati pubblicati e recepiti a livello nazionale i due principali documenti di riferimento, la UNI EN 15987:2011 *Sostenibilità delle costruzioni - Valu-*

tazione della prestazione ambientale degli edifici - Metodo di calcolo e la UNI EN 15804:2013 Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole chiave di sviluppo per categoria di prodotto (aggiornata da EN 15804:2014).

Nello specifico della applicazione del LCA ai prodotti da costruzione, le metodologie ILCD e PEF differiscono significativamente



da quanto stabilito dalle EN 15978 e EN 15804 e dall'intero approccio dei gruppi di lavoro del TC 350 e non solo per la lista degli indicatori proposti, ma per l'impostazione metodologica in genere. Vero è che i due strumenti europei, ILCD Handbook e PEF si propongono quali strumenti trans-settoriali, validi cioè per tutte le categorie di prodotto ivi compresi i prodotti da costruzione (materiali, componenti ed edifici) e che le differenze di metodo rilevate tra i diversi documenti costituiscono oggi terreno di dibattito e revisione.

Il TC 350 WG3-*Product level* ha difatti attivato nel 2013 un nuovo Work Item con l'obiettivo di una revisione dello standard che porti alla introduzione di nuovi indicatori obbligatori ad integrazione delle indicazioni PEF e ILCD appunto:

- *land use (biodiversity, soil quality)*;
- *particulate matter (PM 10)*;
- *human tox*;
- *eco tox*;
- *ionizing radiation*;
- *water scarcity*.

Contemporaneamente, anche il TC 350 WG1 - *Building level* ha attivato un processo parallelo per la revisione della norma EN 15978 con lo scopo di valutare, attraverso la creazione di un gruppo di esperti e la redazione di un *Technical Report* la sussistenza delle condizioni per una revisione della norma che porti alla introduzione di nuovi indicatori di impatto ed in particolare:

- *Land use resource (change in land use, soil sealing)*;
- *Biodiversity (Change in)*;
- *Ecotoxicity*;
- *Humantoxicity*;
- *Ionisation*;
- *Emission of fine particles*;
- *Water depletion*.

Indicatori di impatto e metodi di calcolo per un LCA Territoriale

I percorsi sopra descritti non trattano l'approccio metodologico alla pianificazione territoriale, che è solitamente oggetto di analisi quali la RA (*Risk Analysis*), che prende in considerazione le caratteristiche spe-

**Fig. 10** - Analisi LCIA regionalizzata: impatti globali e impatti locali

cifiche di un sito per definire i rischi ambientali e sulla popolazione¹⁸, con riferimento a rischio naturale, industriale o antropico legato alla emissione di una singola sostanza in un'area locale o regionale.

A causa della debolezza del LCA nella valutazione degli effetti locali e regionali e la forza, al contrario, della RA, sono stati proposti diversi metodi per la determinazione di CF *site/region dependent* nell'ambito del LCIA. Nell'ambito dell'applicazione della metodologia LCA alla pianificazione territoriale, tenuto conto di queste evoluzioni metodologiche, ricoprono quindi particolare importanza gli indicatori di impatto (e delle conseguenti categorie di danno) che descrivono gli impatti causati dalle attività umane sulla salute e qualità della vita dell'uomo e dell'ecosistema e che hanno rilevanza a livello regionale e locale. In particolare, nell'ambito della programmazione del territorio, rivestono particolare importanza a livello locale gli indicatori legati all'uso del suolo (inteso sia come *Land transformation* che *Land use*), al mantenimento della biodiversità (*Acidification, Eutrophication*), alla qualità dell'aria (*Photochemical ozone formation, Ionizing radiation, Particulate matter*), alla tossicità (*Human and Ecotoxicity*) e al consumo di risorse biotiche e abiotiche e in particolare di acqua (*water use*) (Fig. 10). Ai fini del presente studio, gli indicatori di impatto selezionati quali significativi per la valutazione delle interferenze delle scelte territoriali sulla qualità ambientale di un territorio oggetto di studio o di piano sono riportati nella Tab. 6 con la indicazione del metodo di calcolo e della differenziazione globale/locale.

4.10 Biodiversità Biocapacità e Uso del suolo in LCA

Per le finalità dello studio qui condotto e per l'ambito applicativo particolarmente rivolto al tema della valutazione di impatto in aree di valore naturalistico, si approfondisce in questo paragrafo la relazione che negli studi LCA è delineata fra Uso del Suolo, Biodiversità e Servizi Ecosistemici.

Le "Aree di Protezione" prese in considerazione sono: le risorse naturali, la salute umana (e il benessere), la qualità degli ecosistemi e dell'ambiente antropizzato. Come già detto (cap.1 §1.3) tuttavia

¹⁸ Il termine RA riferisce generalmente alla valutazione del rischio per l'uomo e l'ambiente (Human and Environment Risk Assessment - HERA) così come definita dal *Technical Guidance Document for RA* (TDG), support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances; Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances; Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market.

per la "protezione" dell'ambiente antropizzato rispetto a fattori di pressione ambientale attribuibili all'uso del suolo che agiscono ad esempio sulla qualità del paesaggio, sui siti archeologici, il LCA non fornisce, allo stato attuale, criteri, modelli e indicatori.

I riferimenti più completi e recenti sono rappresentati, oltre che dal documento già citato "*ILCD- Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assessment models and indicators*" (EU-JRC-IES 2010b), dalla Guida recentemente pubblicata da UNEP-SETAC "*Guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA*" (Koellner et al., 2013). Entrambi i documenti fanno il punto sui principi sulla base dei quali costruire il quadro di riferimento nel quale collocare i diversi percorsi causa-effetto che sviluppano la valutazione degli impatti derivanti dall'uso del suolo e l'inserimento di questa categoria di impatto negli studi LCA. Il documento ILCD fornisce una valutazione sintetica sullo stato dell'arte dei metodi di valutazione e il documento UNEP SETAC propone una guida metodologica, in tutti e due i casi la valutazione di impatto ha significato globale, trattando di "beni comuni" che possono essere danneggiati da azioni complesse a diversi livelli originati.

Per un LCA alla scala del territorio i due quadri di riferimento forniti nel documento ILCD e UNEP-SETAC, analoghi nei percorsi causa-effetto proposti, sono particolarmente interessanti, e costituiscono un punto di partenza importante anche per sviluppi futuri nella direzione di un ampliamento degli aspetti affrontati e di una differenziazione globale-locale. Nel presente studio il tema della biodiversità viene nello specifico sviluppato al cap.5, con un approfondimento sull'applicazione di indicatori di "frammentazione" degli habitat naturali, connessi all'uso del suolo e alle sue conseguenze sulla biodiversità.

4.10.1 Biodiversità e Biocapacità

La biodiversità è definita nella Convenzione sulla diversità biologica (CBD 1992) all'art. 2¹⁹ come segue:

«[...] la variabilità degli organismi viventi di ogni origine, compresi inter alia gli ecosistemi terrestri, marini ed altri ecosistemi acquatici, ed i complessi ecologici di cui fanno parte; ciò include la diversità nell'ambito delle specie, e tra le specie degli ecosistemi» (CBD, 1992).

¹⁹ Convenzione sulla diversità biologica sottoscritta a Rio de Janeiro 5 giugno 1992, ratificata in Italia il 14 febbraio 1994, con Legge 124 (CBD, 1992).

Tab. 6 - Indicatori di impatto per la valutazione degli impatti ambientali causati dalle trasformazioni territoriali in un'area di studio

		Impatti a livello globale		Impatti a livello regionale-locale	Metodo	Unità di misura
		<i>diretti (generati dalle attività nel territorio)</i>	<i>indiretti (generati da attività a monte e a valle di quelle nel territorio)</i>	<i>diretti (generati dalle attività nel territorio)</i>		
Climate change		X	X		ILCD	Kg CO ₂ eq.
Mineral, fossil & renewable energy resource depletion		X	X		ILCD	Kg Sb eq.
Ozone Depletion		X	X		ILCD	Kg CFC-11 eq.
Land use biocapacità		X	X		ILCD	Kg C deficit
Photochemical ozone formation				X	ILCD	Kg NMVOC eq.
Land use biodiversità				X	IMPACT WORLD+	Ha yr. arable
Water use				X	IMPACT WORLD+	m ³ deprived
Terrestrial acidification				X	IMPACT WORLD+	Kg SO ₂ eq.
Eutrophication	Aquatic eutrophication			X	IMPACT WORLD+	Kg PO ₄ - eq.
	Marine eutrophication			X	IMPACT WORLD+	Kg N eq.
Ecotoxicity	for aquatic fresh water			X	USEtox in IMPACT WORLD+	CTUe
Human Toxicity	cancer effects			X	USEtox in IMPACT WORLD+	CTUh
Human Toxicity	non cancer effects			X	USEtox in IMPACT WORLD+	CTUh

Con il termine biodiversità si intende dunque l'insieme di tutte le forme viventi, diverse per geni e specie e degli ecosistemi ad esse correlate. La biodiversità è un elemento chiave dell'ambiente ed il mantenimento della biodiversità è cruciale per la sostenibilità dal momento che:

- è parte vitale e integrante del sistema di supporto alla vita del pianeta;
- è la base per l'evoluzione e l'adattamento al rapido cambiamento climatico;
- è una componente chiave di un ambiente sano per il futuro;
- è essenziale per mantenere acqua e aria pulita e suolo fertile, dal momento che fornisce le basi per l'esistenza e per indiretti vantaggi economici;
- può essere usata per vantaggi economici, ad esempio per produrre colture, medicine, materiali da costruzione, strumenti, ecc;
- rappresenta un valore sociale ed economico, ad esempio rispetto ad attività ricreative e/o turistiche;
- rappresenta anche un valore estetico, educativo, spirituale;
- determina i caratteri distintivi di un'area.

Tab. 7 - Categorie di danno riferite all'ambiente biotico e possibili indicatori di danno [Fonte EU, JRC. IES, 2010b]

Ambito considerato	Danni riferiti al valore intrinseco	Danni riferiti ai valori funzionali	Danno misurato	Indicatore di danno
Ambiente Biotico	Ambiente naturale biotico e stabilità ecosistemica (biodiversità)		Perdita o scomparsa di specie nel tempo e nello spazio	PDF, m ² , yr
		Produttività biotica: risorse naturali biotiche e ambiente biotico antropizzato	Perdita di produttività biotica	NPP (Net Primary Production) espressa in unità monetarie di perdita di produttività

La perdita di biodiversità è dovuta a fattori di pressione e cause determinanti (*drivers*) non controllabili a livello locale o di singoli comportamenti sociali ed economici, per cui la perdita di biodiversità deve essere valutata e monitorata in una visione di bene globale, se pure a diversi livelli. La perdita di biodiversità risulta in impatti sull'insieme di tutte le forme viventi e degli ecosistemi ad esse correlati e in impatti sui servizi ecosistemici che la biodiversità contribuisce a produrre. Molti autori (Forbes e Forbes, 1993; Mooney et al., 1995; Tillman, 2001) sostengono e dimostrano che considerare solo la riduzione della varietà di forme viventi non è sufficiente a descrivere l'impatto sull'ambiente naturale e che occorre valutare come la perdita di alcune specie incida in maniera maggiore o minore sulle risorse naturali a disposizione, determinando ulteriore riduzione di biodiversità e riduzione dei servizi ecosistemici. Con il termine biocapacità (Vackar, 2012) si intende la capacità degli ecosistemi di produrre materia biologica utile e di assorbire rifiuti generati dall'uomo, usando le pratiche agricole dominanti e la tecnologia prevalente, la biocapacità rappresenta l'insieme delle risorse biotiche siano esse naturali che frutto dell'attività umana.

I danni connessi all'ambiente biotico sono dunque ricondotti a due (EC, JRC. IES, 2010b)²⁰ (Tab. 7):

- la perdita di biodiversità (come valore in sé);
- la perdita di biocapacità (come danno sotto il profilo funzionale).

Indicatori endpoint

L'indicatore di danno - *endpoint* - più utilizzato nel LCA per misurare la

perdita di biodiversità è espresso come potenziale perdita o scomparsa di specie nel tempo e nello spazio PDF, m², yr (Potentially Disappeared Fraction per m² per anno) (EU JRC IES, 2010b). Esso è assunto a rappresentare sia gli effetti negativi sui caratteri strutturali, sia gli effetti funzionali degli ecosistemi naturali indotti dall'esposizione ad azioni fisico-chimiche ambientali.

La biocapacità di un'area è calcolata moltiplicando l'area fisica per il fattore di rendimento e per il relativo fattore di equivalenza. La perdita di biocapacità si misura in "ettari globali" persi o su basi economiche come perdita di produttività rispetto ai servizi ecosistemici.

Relazione fra Indicatori endpoint e Indicatori midpoint

Gli indicatori *midpoint* che influiscono sulla biodiversità e la biocapacità sono molteplici ma non per tutti sono stati messi a punto dei modelli di relazione causa-effetto. Gli indicatori *midpoint* che hanno influenza sulla biodiversità e la biocapacità generalmente richiamati sono: cambiamento climatico, riduzione dello strato di ozono, radiazioni ionizzanti, formazione di ozono fotochimico, acidificazione, eutrofizzazione, ecotossicità, uso del suolo, erosione del suolo, disseccazione e salinazione.

L'indicatore PDF, m², yr (*Potentially Disappeared Fraction*) è modellato per misurare la frazione di specie con probabilità di scomparire in una data regione per la presenza di fattori ambientali sfavorevoli. L'indicatore PDF è infatti correlato all'indicatore *Potentially Affected Fraction of species* - PAF - che misura la frazione di specie con probabilità di essere interessata da condizioni ad essa sfavorevoli. I primi esempi di modelli PAF e PDF in LCA risalgono al 2000 (Goedkoop e Spriensma, 2000; Udo de Haes et al., 2002; Pennington et al., 2006).

²⁰ Per una trattazione ampia del tema della biodiversità e degli indicatori relativi si veda il cap. 5.

Altro indicatore di biodiversità è il *Mean Extinction Time* (MET) che quantifica la estinzione in termini di sopravvivenza attesa di specie esposte ad una riduzione del loro habitat o ad inquinamento ambientale (Lande, 1998). Questo, come altri possibili indicatori che ad esempio tengano conto della diversità genetica all'interno delle specie e non solo della diversità fra specie, potranno in futuro essere utilizzati ma per il momento nel LCA il PDF (con il PAF) è l'indicatore che sembra essere il più avanzato per modellazione e dati²¹.

Nella metodologia LCA messa a punto da Ecoindicator (Ecoindicator, 1999)²² la qualità dell'ecosistema (*Ecosystem Quality*) è misurata in termini di PDF, calcolato in base ai seguenti indicatori *midpoint* (cfr. par.4.10.3):

- Danni causati dall'emissione di sostanze tossiche (EQ *Ecotoxicity*);
- Danni causati dalla combinazione degli effetti di acidificazione ed eutrofizzazione (EQ *Acidification/Eutrophication*);
- Danni causati dall'occupazione e riconversione del territorio (EQ *Land-use*).

In Ecoindicator, 1999 si è scelto di considerare la variazione del numero di specie vegetali presenti in un territorio (PDF = *Potentially Disappeared Fraction of plant species*) come l'indicatore biologico della salute dell'ecosistema e quindi l'unità di misura associata rappresenta la diminuzione (*disappeared*) relativa o il danneggiamento (*affected*) relativo del numero di specie vegetale. Quando la pressione è dovuta all'occupazione e riconversione del territorio (*Land-use and Land transformation*), gli impatti derivanti dall'uso del suolo e dalle sue trasformazioni sono basati su dati empirici relativi alla presenza/assenza di piante vascolari. I dati sono ottenuti da osservazioni e non da modelli attraverso le due unità di misura PDF e PAF utilizzando la relazione: $PDF = PAF/10$.

²¹ L'IUCN è responsabile della pubblicazione della *Lista Rossa IUCN* (<http://www.iucnredlist.org/>), ovvero l'elenco delle specie animali e vegetali del pianeta a rischio di estinzione e della loro attribuzione a specifiche categorie di minaccia.

²² L'Ecoindicator 99 è un metodo damage-oriented sviluppato dalla Pré (Product Ecology Consultants) per conto del Ministero dell'Ambiente Olandese, che consente di aggregare i risultati di un LCA in grandezze o parametri facilmente comprensibili ed utilizzabili, chiamati Eco-indicatori, espressi in Point (Pt) o MilliPoints (MPt). I danni sono normalizzati a livello europeo. L'importanza relativa dei diversi effetti deve essere stabilita tramite opportuni fattori di pesatura che consentano il confronto della gravità dei diversi impatti potenziali normalizzati su una stessa scala di riferimento (*Eco-Indicator-Points*).

La biocapacità è invece ricondotta in Ecoindicator 99 al danno in termini di Riduzione di risorse naturali disponibili sia biotiche che abiotiche.

Indicatori di determinanti (driver) e di pressione (pressure)

Una selezione delle principali categorie di indicatori che forniscono informazioni sulle condizioni di pressione relazionate alla biodiversità, e sulle prospettive di conservazione degli habitat e delle specie vegetali ed animali, è fornita nelle indicazioni contenute nel "Manuale per la Gestione dei siti Natura 2000", messo a punto nell'ambito del progetto LIFE99NAT/IT/006279 denominato "Verifica della rete Natura 2000 in Italia e modelli di gestione"²³ (tab. 8). Gli indicatori ivi enunciati sono prevalentemente indicatori di fattori determinanti e indicatori di pressione, essi forniscono una serie di elementi utilizzabili a vari livelli, sia per la definizione di strumenti di gestione territoriale, sia per le procedure di valutazione previste dalla normativa vigente, sia per il monitoraggio dello stato di conservazione degli habitat e delle specie.

Fra questi l'indicatore di "frammentazione ecologica" o "frammentazione ambientale" o "frammentazione degli habitat" identifica quel processo dinamico, solitamente di origine antropica, che divide un ambiente naturale (un'area naturale o più propriamente una determinata tipologia ambientale definibile "focale") in frammenti più o meno disgiunti tra loro riducendone la superficie originaria. È un processo che cresce su scala globale, legato all'aumento vertiginoso della popolazione umana che necessita di nuove terre da coltivare, di ampliare i centri urbani e le vie di comunicazione (cfr. cap.5).

Attraverso il processo di frammentazione ambientale di origine antropica le aree naturali vengono progressivamente ridotte in superficie ed isolate fra loro. Si tratta di un indicatore di pressione assunto spesso come *midpoint indicator* connesso all'indicatore "uso del suolo". La "matrice" territoriale trasformata è in effetti un indicatore di pressione sulla fauna, sulla vegetazione e sui processi ecologici nei frammenti residui: vengono così ad essere alterati i meccanismi naturali di dispersione, la qualità e la superficie di habitat per le singole specie sensibili si riduce con effetti "a cascata", dilazionati nel tempo.

²³ Progetto di cui il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Direzione per la Protezione della Natura) è stato beneficiario.

Tab. 8 - Esempi di indicatori sulle condizioni di pressione relazionate alla biodiversità forniti dal "Manuale per la Gestione dei siti Natura 2000" progetto LIFE99NAT/IT/006279

Indicatore relativo a	Tipo di indicatore
Complessità e organizzazione del mosaico territoriale (grado di aggregazione, rapporto perimetro/superficie dell'habitat -frammentazione ecologica-, media delle distanze minime fra le tessere dell'habitat, ecc.)	Indicatori di pressione
Fattori di disturbo e alterazioni ambientali (fattori che incidono su erosione del suolo, incendi, inquinamento atmosferico)	Indicatori di fattore determinante
Assetto socioeconomico	Indicatori di fattore determinante
Assetto floristico vegetazionale	Indicatori di fattore determinante
Assetto forestale	Indicatori di fattore determinante
Assetto faunistico	Indicatori di fattore determinante
Rete aree protette	Indicatori di fattore determinante

Attualmente la frammentazione ambientale costituisce uno fra i principali fattori di minaccia alla diversità biologica (cfr. cap.5).

Indicatori di risposta

La IUCN propone alcuni indicatori per il monitoraggio diretto di azioni di conservazione della biodiversità e per il monitoraggio della biocapacità, quale indicatore indiretto di conservazione della biodiversità. Tali indicatori sono suggeriti per essere utilizzati dai membri IUCN, dai partner, o negli accordi multilaterali sull'ambiente (<http://www.unep-wcmc.org/world-database-on-protected-areas>).

Gli indicatori proposti da IUCN sono:

- la proporzione delle più importanti aree per la biodiversità gestite effettivamente per la conservazione delle specie, delle funzioni ecosistemiche e della diversità genetica. Per questo indicatore si farà riferimento a due data sets: Key Biodiversity area e World database on Protected Area. La gestione efficace delle aree, secondo IUCN, dovrebbe essere dimostrata con riferimento allo *IUCN Red List index* con elaborazione dei dati su base regionale, di ecosistemi di habitat e gruppi tassonomici;
- aumento di vantaggi per le popolazioni di un territorio da una gestione sostenibile delle risorse naturali (indicatore indiretto di soluzioni economicamente rilevanti derivanti da una economia basata sulla natura e dei vantaggi che derivano da una chiarezza dei diritti delle popolazioni nei riguardi dell'impiego delle risorse);

- tendenze nei benefici che le popolazioni derivano da alcuni servizi eco sistemici (cambiamenti, differenziati per genere, derivanti ad esempio dall'accesso all'acqua o al cibo). Si tratta ancora di un indicatore indiretto che misura i benefici derivanti dalla biodiversità sulla sicurezza alimentare e dell'acqua e anche una misura della capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, favorito dalla biodiversità.

4.10.2 La Categoria di impatto Uso del Suolo

Un suolo in condizioni naturali fornisce al genere umano i servizi ecosistemici necessari al proprio sostentamento quali l'approvvigionamento di prodotti alimentari e di materie prime, la regolazione del clima locale, la cattura e lo stoccaggio del carbonio, la protezione e mitigazione dei fenomeni idrologici estremi, la conservazione della biodiversità oltre a 'servizi' culturali (Munafò, 2012). Allo stesso tempo il suolo è anche una risorsa fragile. L'aumento della popolazione umana, creando una forte competizione tra l'uso del suolo per scopi agricoli e urbani ed ecosistemi naturali ha fatto sì che il suolo diventasse una risorsa sempre più limitata e, visti i tempi estremamente lunghi necessari alla sua formazione, una risorsa "non rinnovabile". Le trasformazioni degli ambiti naturali causate dalle attività umane legate all'uso del suolo, come la deforestazione, la realizzazione di dighe, le scorrette pratiche agricole, l'urbanizzazione e l'estrazione di risorse, hanno provocato degli innegabili impatti negativi sui servizi ecosistemici essenziali (Rockstrom et al. 2009).



Fig. 11 - Diagramma causa effetto che descrive i meccanismi di impatto per la categoria uso del suolo con gli indicatori correlati e la indicazione dei metodi operativi LCA che li utilizzano, secondo il LCD Handbook. Le frecce verdi indicano i fattori specifici regionali, le frecce nere i fattori non specifici [Immagine rielaborata da Weidema and Lindeijer, 2001 - TdA. Fonte EC JRC IES, 2010b]

Differenti tipi di uso del suolo hanno diversi impatti sui cambiamenti climatici, sulla biodiversità, sulle funzioni degli ecosistemi, sulla sicurezza alimentare e sulla salute umana. In relazione al carattere multifunzionale del suolo, sono stati sviluppati diversi indicatori per modellare la qualità dei suoli sotto il profilo della sostenibilità (ad es. “*net primary productivity*”, “*food production capacity*”, “*soil quality changes*”, “*species density*”, “*soil organic carbon*”, ecc.), e recentemente sono state proposte delle linee guida per stabilire i principi generali secondo i quali integrare coerentemente i diversi percorsi logici fra dati di input-output ed esiti (*impact pathways*), in rapporto all'uso del suolo (EU JRC IES, 2010b; Koellner et al., 2013). Tuttavia persiste ancora un problema di convergenza della metodologia su questa materia, che pertanto non è ancora contemplata in ambito normativo per il LCA (ISO 14040). Nei metodi applicativi LCA Ecoindicator 99, Impact 2002, EPS, Recipe 2007 e Lime, indicatori connessi all'uso del suolo sono utilizzati, per elaborare l'indicatore *endpoint* di “perdita di biodiversità” e in EPS e Lime anche l'indicatore di riduzione della biocapacità, espresso in termini di “cambiamenti nella produzione netta primaria”.

La terminologia relativa al *Land Use* è numerosa e spesso ambigua. Molte definizioni vengono confuse o usate come sinonimi (es. *land cover* e *land use*). Risulta quindi essenziale dare un'esatta definizione dei principali termini che vengono utilizzati. Per far ciò si fa qui riferimento alla definizioni adottate da IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) e nelle pubblicazioni del Finnish Environment Institute (The Finnish Environment 24 | 2011). *Land cover*. Rappresenta la materia fisica e biologica della superficie terrestre, riguarda gli alberi e l'altra vegetazione, le acque, il terreno, l'asfalto, ecc.

Land use. Si riferisce alle attività umane svolte in un certo *land cover*. Riguarda la dimensione funzionale e corrisponde alla descrizione delle aree in riferimento al loro scopo socio-economico, rispetto a come l'area viene usata per un'attività urbana, agricola, etc. A differenza del *land cover*, il *land use* è più complicato da monitorare. È importante sottolineare che nella terminologia LCA il *land use* è diviso in due categorie: *land occupation* e *land transformation*.

Land occupation. Si riferisce all'uso continuo di un'area per una certa attività umana (agricoltura, silvicoltura, edilizia, ecc.).

Land transformation. Rappresenta un cambiamento nell'uso o gestione del suolo causato da un'azione umana. Si riferisce al cambio

da una categoria di *land use* ad un'altra. La *land transformation* può essere causata sia da attività umane che da processi naturali. Un sinonimo comune di *land transformation* è “*land use change*”.

Direct land use change. Rappresenta la trasformazione causata direttamente dalla espansione di una certa attività di uso del suolo, ad esempio bonifica delle torbiere e forestazione.

Indirect land use change. Rappresenta la trasformazione causata indirettamente dall'uso competitivo del suolo, al di fuori dei confini del sistema studiato e che è attribuibile al sistema studiato. Ad es. la conversione dell'uso del suolo da produzione alimentare a *biofuel* provocherà in un altro territorio la conversione di uso del suolo da una produzione diversa a produzione a fini alimentari, se la domanda non decresce.

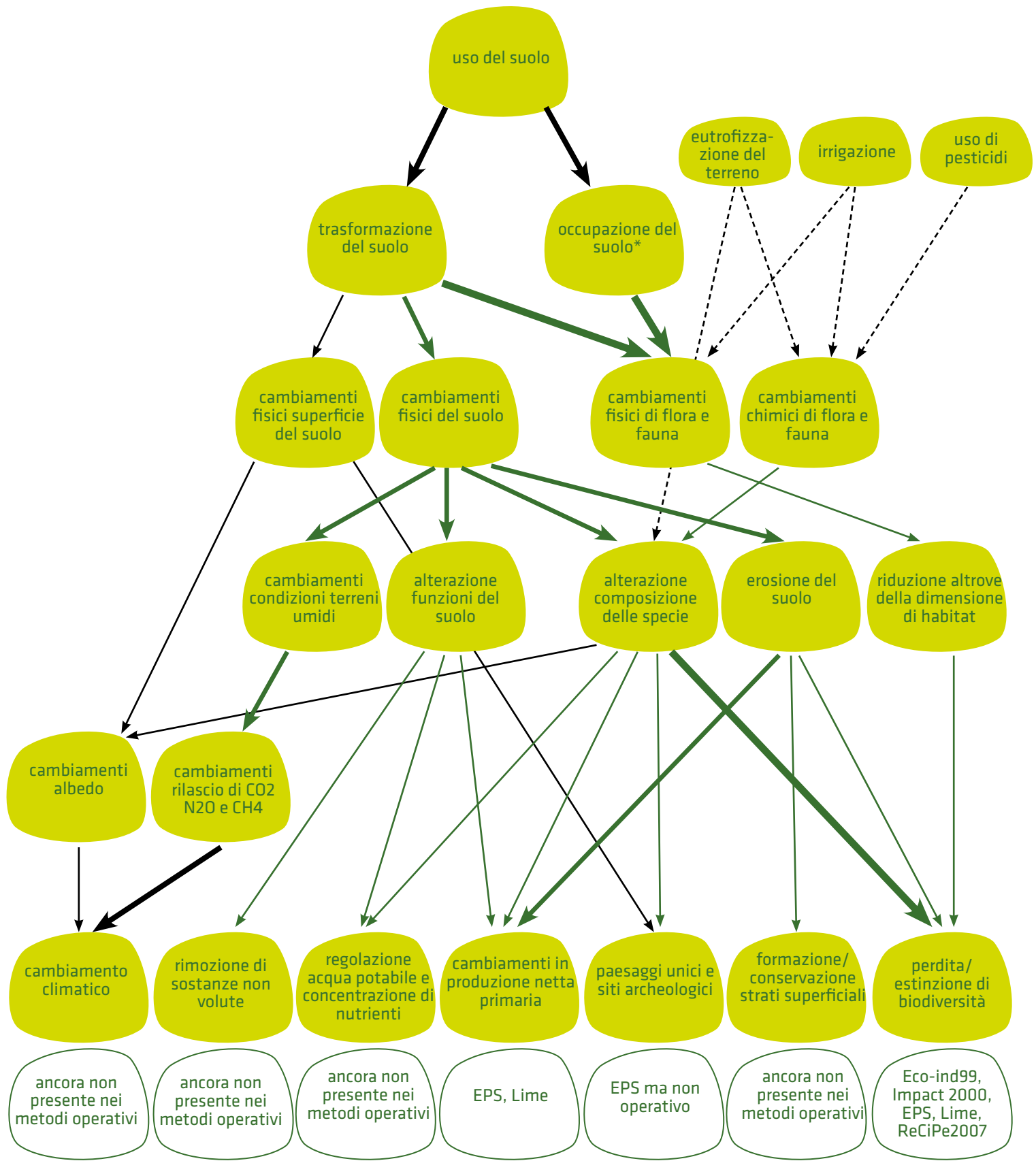
Natural restoration. Rappresenta la trasformazione spontanea del suolo causata dalle forze della natura.

Carbon stocks degli ecosistemi terrestri. Rappresenta l'immagazzinamento di Carbonio biogenico nella vegetazione, nel suolo e nei detriti degli ecosistemi terrestri.

Indicatori midpoint e endpoint

In ambito LCA gli impatti ambientali prodotti dall'uso del suolo, “trasformazione nell'uso” e “occupazione del suolo”, sono valutati con modelli che derivano dagli studi di Weidema e Lindeijer (2001), di Lindeijer et al. (2002) e di Mila i Canal et al. (2007). I modelli identificano la relazione fra tipi di uso del suolo e conseguenti impatti in termini di potenziale di produzione biotica, biodiversità e qualità ecologica del suolo a livello di indicatori quali: la perdita di specie, di prodotti primari, di materia organica contenuta nel suolo, la perdita per erosione di suolo, la riduzione di capacità di regolazione del clima, del regime delle acque, di purificazione dell'acqua. Altri indicatori quali la conservazione di valori estetici e culturali (paesaggio e siti archeologici) sono enunciati ma non ancora praticabili. I fattori di caratterizzazione nei modelli che descrivono questi meccanismi di impatto sono regionali e generici secondo i tipi di indicatori e i metodi operativi (Koellner et al., 2013).

I diagrammi causa effetto per i meccanismi di impatto legati all'uso del suolo proposti nel manuale ILCD (EC JRC IES 2010b) e nella Guida UNEP SETAC (Koellner et al 2013), sono riportati in Fig. 11 e Fig. 12. Nella Tab. 9 sono elencati gli indicatori.



*L'occupazione del suolo non provoca cambiamenti ma contribuisce a prolungare le condizioni modificate

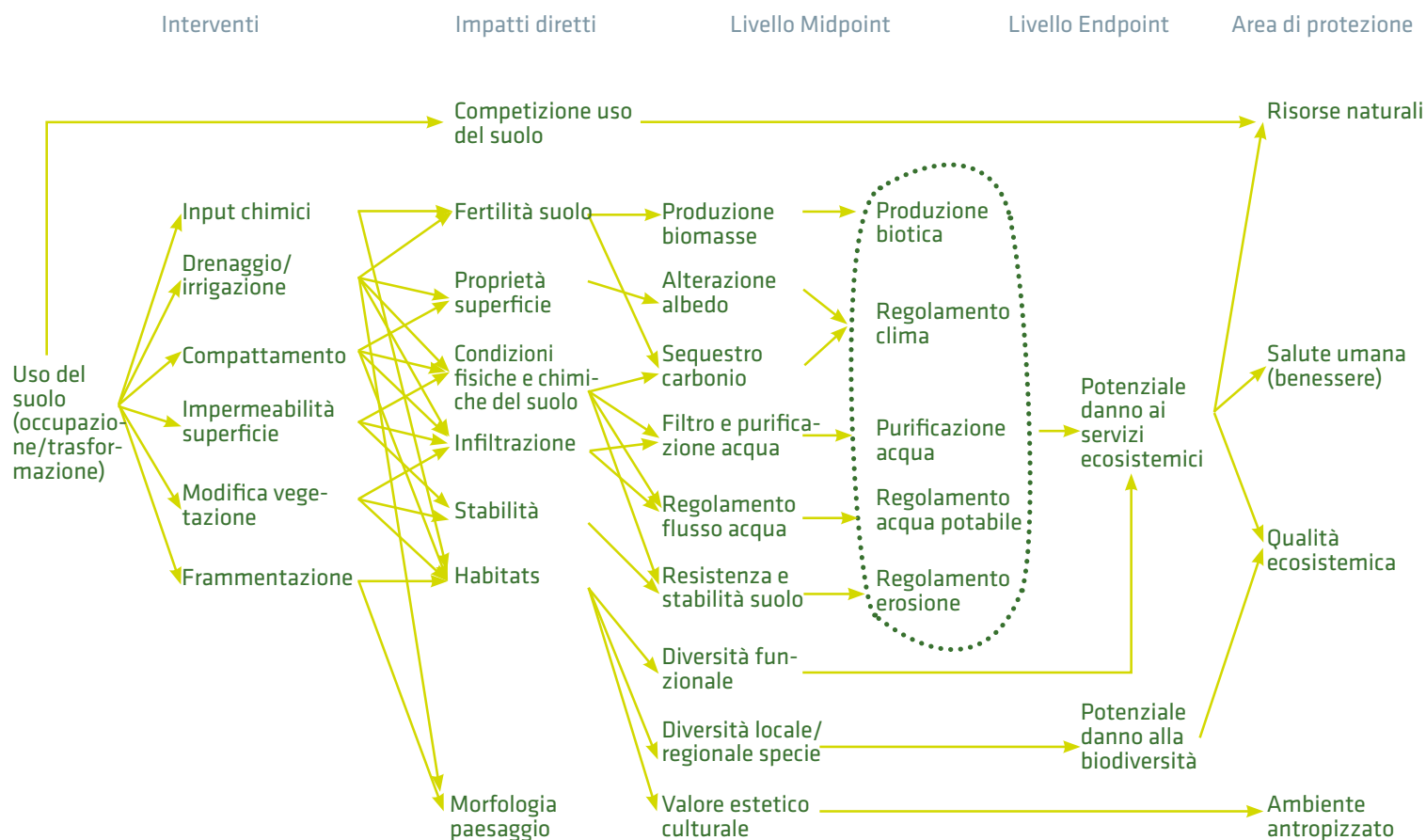


Fig. 12 - Diagramma causa-effetto che descrive i meccanismi di impatto per la categoria uso del suolo con identificazione delle relazioni fra interventi, impatti diretti, e indicatori midpoint e endpoint e loro relazione con le quattro aree di protezione: Risorse naturali, Salute umana e benessere, Qualità degli ecosistemi, Ambiente antropizzato. Nel riquadro punteggiato sono evidenziate le categorie di impatto midpoint riferite alla riduzione di biocapacità (ecosystem services damage potential) che sono raccomandate e per le quali esistono modelli di caratterizzazione generici [Immagine rielaborata da Lindeijer et al. 2002 - Fonte Koellner et al. 2013]

Modelli di calcolo e applicativi

L'approccio più comunemente praticato nelle analisi LCA è quello di adottare per la categoria d'impatto *land-use* e relativi indicatori *midpoint*, la somma dei deficit di quantità e qualità provocati dalle azioni di occupazione e trasformazione del suolo. A livello di indicatori *endpoint* invece si fa per lo più riferimento ai cambiamenti in termini di biodiversità e di potenziale dei servizi ecosistemici dovuti

all'uso del suolo per un determinato tempo e al tempo necessario per ripristinare un uso "naturale" (*regeneration time* o *relaxation time*). I modelli di meccanismo di impatto presenti nei diversi metodi operativi LCA sono stati analizzati in (EC, JRC, IES 2010 c) e riportati nella tab 10.

Ad oggi il modello più riconosciuto è quello sviluppato a partire dagli studi di (Milà i Canals, 2007a) e dal gruppo di lavoro del UNEP/SETAC Life Cycle Initiative²⁴ che è stato avviato nel 2007 con l'intento di giungere ad una visione integrata e coerente dei diversi aspetti della sostenibilità ambientale che si originano dall'uso del suolo e

²⁴ Operational Characterization Factors for Land use Impacts on Biodiversity and Ecosystem Services
http://fr1.estis.net/builder/includes/page.asp?site=lcinit&page_id=337831BE-0C0A-4DC9-AEE5-9DEC1F082D8

Biodiversity Damage Potential (endpoint)
Impatto sulla Diversità delle specie in rapporto ad un determinato land cover (%)
Impatto sulla Diversità funzionale in rapporto ad un determinato land cover (%)
Ecosystem Services Damage Potential (endpoint)
Biotic Production Potential - Impatto sul potenziale ecosistemico di produzione di biomassa SOM -Soil organic matter dovuto all'uso del suolo- (Mg SOM year)
Climate Regulation Potential- Impatto sul clima in base alla influenza sul sequestro di carbonio, sulla superficie del suolo e la vegetazione (cambiamento del flusso di Carbonio – tC/m ² year)
Freshwater regulation potential - Impatto sulla quantità dell'acqua, capacità dell'ecosistema di regolare i flussi di picco e di base dell'acqua in superficie (senza dimensione)
Water purification potential – Impatto sulla qualità dell'acqua, capacità chimico-fisica-meccanica di purificare l'acqua (capacità di scambio cationico - cmolc/kgsoil)
Erosion regulation potential – impatto sulla quantità e qualità di suolo disponibile, capacità dell'ecosistema di stabilizzare il suolo e di prevenire l'accumulo di sedimenti a valle (resistenza all'erosione - ton/ha year)

Tab. 9 - Indicatori endpoint e midpoint alla scala globale per la categoria Uso del suolo secondo UNEP/SETAC [Fonte Koellner et al. 2013]

Tab. 10 - Metodi e modelli di impatto per l'uso del suolo [Fonte EC, JRC IES, 2010c - TdA]

Metodo midpoint	Modello	Riferimenti
ReCiPe	Non basato su un modello specifico	De Schryver and Goedkoop (2009b)
Milà i Canals	Basato su Soil Organic Matter (SOM)	Milà i Canals et al. (2007b)
Baitz	Basato su sette indicatori di qualità	Baitz (2002) further developed by Bos and Wittstock (2008)
Metodo endpoint	Modello	Riferimenti
EPS2000	Basato su perdita della diversità delle specie e la produzione di legno	Järvinen and Miettinen (1987)
Eco-Indicator 99 (EI99)	Basato su perdita della diversità delle specie	Köllner (2000) in Goedkoop and Spriensma (2000)
ReCiPe	Basato su perdita della diversità delle specie	De Schryver and Goedkoop (2009b)
LIME	Basato su perdita della diversità delle specie e la produzione di legno	Itsubo et al. (2008b)
Swiss Ecoscarcity	Basato su perdita della diversità delle specie	Köllner (2001), Köllner and Scholz (2008)

che producono danni sulla biodiversità e i servizi eco sistemici. Tale lavoro ha definito i principi e i metodi per il calcolo degli interventi nell'uso del suolo e degli impatti globali, ha affrontato la questione della reversibilità nell'uso del suolo, della differenziazione spaziale e temporale degli impatti dovuti all'uso del suolo e delle valutazioni in senso assoluto o relativo dei cambiamenti eco sistemici (quale "uso del suolo di riferimento" adottare per valutare l'impatto di un cambiamento? quali indicatori si esprimono in termini assoluti e quali in termini relativi?).

Le questioni ancora aperte sono fra le altre quelle relative ai fattori di caratterizzazione e ai livelli di differenziazione biogeografica da utilizzare per la caratterizzazione stessa. L'impatto viene calcolato sulla base della dimensione dell'Area trasformata o occupata (A) moltiplicata per un fattore di caratterizzazione che è composto da un parametro che indica la differenza fra la qualità del suolo nella situazione oggetto di valutazione rispetto ad una situazione di riferimento 'adeguata' (ΔQ), e un parametro che indica un tempo (tempo di rigenerazione, tempo di occupazione). È evidente come la messa a punto di tali fattori di caratterizzazione sia problematica: uno stesso uso del suolo può avere impatti diversi in regioni geografiche diverse, in questo caso la differenziazione opportuna è quella che fa riferimento ai biomi e alle eco-regioni (Olson et al. 2001, Koellner et al. 2013); la qualità di riferimento può essere definita secondo diverse opzioni, da quella che assume a riferimento una copertura del suolo "naturale", o "quasi naturale" nelle eco-regioni considerate, a quella che assume a riferimento il mix corrente dell'uso del suolo in particolare se la regione considerata è altamente antropizzata come l'Europa.

I metodi applicativi LCA che elaborano indicatori mid-point connessi alla categoria uso del suolo, analizzati nel documento (EC, ILCD, IES 2010c) sono (Tab. 10):

RECIPE – Questo metodo è un approfondimento del metodo CML2002. Viene considerata la superficie occupata o trasformata, senza ulteriori caratterizzazioni. In questo senso, ReCiPe non è un modello di caratterizzazione, ma piuttosto una selezione di parametri LCI, così come il metodo di Baitz (2002).

MILÀ I CANALS – Questo metodo considera la Materia Organica del Suolo (SOM, *Soil Organic Matter*) come indicatore chiave della qualità del suolo. Tuttavia, occorre notare che in LCIA deve essere combi-

nato con indicatori di biodiversità. In terreni fortemente acidificati o saturi d'acqua la SOM non è necessariamente correlata direttamente con la qualità del suolo. Per svolgere un corretto LCA bisognerebbe conoscere la posizione, i tempi ed i valori SOM prima e dopo l'occupazione del suolo, così come il valore SOM del sistema di riferimento del terreno.

BAITZ – Il metodo proposto da Baitz (2002) e ulteriormente sviluppato da Bos e Wittstock (2007) è basato su un inventario di sette indicatori che possono essere utilizzati per descrivere gli impatti relativi all'uso del suolo dovuto all'occupazione o alla trasformazione. Per ciascun indicatore, viene data una descrizione e una classificazione che dipende da una serie di parametri qualitativi fondamentali, quali i principali tipi di suolo, la pendenza del terreno, il contenuto di carbonio. Chi sviluppa un LCA dovrebbe valutare in quale classe il sito rientra e se non sono disponibili le specifiche informazioni di un sito, i dati sono presi da un database che presenta valori medi per i diversi paesi. Vengono utilizzati i seguenti indicatori:

1. Stabilità erosione;
2. Funzione di filtro, tampone e trasformazione per l'acqua;
3. Disponibilità delle acque sotterranee e di protezione;
4. Net Primary Production (NPP);
5. Permeabilità all'acqua e capacità di assorbimento;
6. Emissione filtraggio assorbimento e protezione;
7. Stabilità degli ecosistemi e biodiversità.

Per fare un esempio per calcolare l'indicatore 7, bisogna determinare i seguenti parametri:

- *Maturity (MG)*;
- *Naturalness (NK)*;
- *Species richness (AR)*;
- *Diversity of land structures (SV)*;
- *Level of anthropogenic interference (AB)*.

Per agevolare gli utenti, esistono valori di default che dipendono dal paese in cui il sito rientra o altri fattori relativamente facili da identificare. Una volta che i valori sono stati scelti, il fattore risultante viene calcolato con la formula $MG+NK + (AR + SV) / 2 + AB$.

I metodi che elaborano indicatori *end-point* considerati in EC JRC IES 2010c sono (Tab. 10):

EPS (2000) – Questo metodo considera l'uso del suolo e dei suoi effetti sulla produzione di legno. Vengono considerati solo gli effetti regionali. I fattori di caratterizzazione per l'uso del suolo sono espressi in Normalized Extinction of species (NEX).

ECO-INDICATOR 99 – Questo metodo prende in considerazione la trasformazione e l'occupazione dei suoli in Europa centrale. Vengono presi in considerazione sia gli effetti locali che regionali. A differenza degli altri metodi discussi, i modelli di uso del suolo sono basati su effetti "osservati" e non sugli effetti modellati. I fattori di caratterizzazione relativi alla qualità degli ecosistemi sono espressi in PDF (*Potentially Disappeared Fraction of species*), ed in particolare: PDF*tempo di occupazione per quanto riguarda gli impatti causati dal *land occupation* e PDF*tempo di ripristino per quanto riguarda il *land transformation*.

RECIPE – Questo metodo considera la trasformazione e l'occupazione dei suoli nell'Europa del nord-ovest. Sono presi in considerazione sia gli effetti locali che regionali. Vengono considerati tre livelli di intensità dell'uso di suolo. I fattori di caratterizzazione sono espressi in ragione potenzialmente scomparsa di specie (PDF) per l'occupazione, e PDF*tempo di ripristino per la trasformazione.

LIME – Questo metodo considera gli effetti dell'uso del suolo in Giappone, sulla base delle variazioni della biodiversità e degli effetti sulla produzione primaria. La perdita di biodiversità si basa sulla probabilità di estinzione delle piante vascolari presenti sulla lista rossa del Giappone.

SWISS ECOSCARCITY – Questo metodo considera l'occupazione del suolo facendo riferimento alla perdita di specie vegetali nell'altopiano svizzero. Vengono presi in considerazione sia gli effetti locali che regionali. I fattori di caratterizzazione originali sono espressi in potenziali danni all'ecosistema (EDP).

In generale tutti i metodi di valutazione sono considerati in EC JRC IES (2010c) 'immaturi' per essere raccomandati, tuttavia, il metodo ReCiPe e Ecoindicator vengono considerati come possibili soluzioni allo stato attuale delle conoscenze.

4.10.3 **Il danno alla qualità degli ecosistemi causato dall'uso del suolo nel metodo Ecoindicator99**

In Ecoindicator99 (Ecoindicator, 2000) per l'Area di Protezione *Ecosystem Quality* il danno è espresso come frazione di specie minacciate o scomparse in una certa area geografica, in un dato intervallo di tempo, per la mutazione di determinate condizioni ($PDF \cdot m^2 \cdot yr$; $PDF = Potentially Disappeared Fraction of plant species$). I realizzatori del metodo di valutazione hanno scelto di considerare la variazione del numero di specie vegetali presenti in un territorio come l'indicatore biologico della salute dell'ecosistema e quindi l'unità di misura associata rappresenta la diminuzione (*disappeared*) relativa o il danneggiamento (*affected*) relativo del numero di specie. La diminuzione del numero di specie è rappresentata dal PDF e può essere interpretata come la frazione di specie che hanno un'alta probabilità di non sopravvivere nell'area considerata, a causa di sfavorevoli condizioni di vita. Le condizioni di vita sfavorevoli sono valutate mediante differenti fattori di pressione e categorie d'impatto: sostanze tossiche (EQ *Ecotoxicity*); acidificazione ed eutrofizzazione (EQ *Acidification/Eutrophication*); occupazione e riconversione del territorio (EQ *Land-use*).

La modellazione del danno dovuto all'uso del suolo

Nella modellazione si distingue fra trasformazione e occupazione:

1. Suolo che viene convertito da uno stato ad un altro;
2. Suolo che è stato convertito in precedenza e viene occupato per un certo numero di anni.

e tra:

3. danno locale;
4. danno regionale.

A differenza di altri modelli di danno, i dati necessari per modellare il *land-use* si basano su dati empirici, come l'osservazione del numero di specie nei diversi tipi di *land-cover*. Questo aspetto presenta alcune importanti conseguenze per il modello:

1. Il numero osservato di specie è il risultato di numerosi fattori diversi, quali la concentrazione di sostanze chimiche tossiche e il livello di nutrienti e acidi, ma anche dell'influenza degli UV e dei cambiamenti climatici. Questo significa che è impossibile separare l'effetto di cambiamenti del *land-use* da altre categorie di impatto;
2. Esistono molti diversi tipi di *land-cover* che possono variare molto all'interno delle zone d'Europa. Il metodo Ecoindicator99 utilizza l'inventario CORINE (1991);

Tab. 11 - Parametri che determinano i 4 modelli di uso del suolo e danno, nella determinazione di EQ qualità degli ecosistemi.

*) Con riduzione nell'area naturale si intende il numero di specie che si verifica quando l'area naturale viene ridotta da un processo di conversione o resta ridotta a causa di un processo di occupazione.

**) Area naturale al di fuori del terreno convertito o occupato [Fonte ECOINDICATOR 99]

Tipo	S _{reference} diversità specie	S _{use} diversità specie	Dimensione dell'area A	Tempo periodo t
Conversione Locale	Stato originale	S nel nuovo uso del suolo	Area convertita	Tempo di ripristino
Occupazione Locale	Stato naturale	S nel nuovo uso del suolo	Area occupata	Tempo di occupazione
Conversione regionale	Stato originale	riduzione nell'area naturale *)	Area naturale **)	Tempo di ripristino
Occupazione regionale	Stato naturale	riduzione nell'area naturale *)	Area naturale **)	Tempo di occupazione

3. La disponibilità di dati sull'osservazione dei suoli presenta una duplice problematica:

- esistono dati sufficienti solo per pochi tipi di *land-use*;
- i dati relativi a *land-use* non sempre sono adatti per applicazioni LCA.

Eco-indicator 99 utilizza i dati e alcuni dei concetti teorici ricavati dalle ricerche di Köllner (1999) e Müller-Wenk (1998).

Un fattore di complicazione nella modellazione del *land-use* è il rapporto area/specie. Il numero di specie aumenta con le dimensioni dell'area. La relazione area/specie implica che, se un'area naturale viene trasformata in un terreno coltivabile, vi saranno due effetti:

- Il numero di specie sul terreno coltivabile diminuirà. Questo è indicato come effetto locale, e rappresenta l'effetto che si verifica sulla superficie che viene utilizzata o convertita;
- Diminuendo la superficie generale di area naturale, diminuirà anche il numero di specie nella zona naturale limitrofa intatta. Questo viene indicato come effetto regionale, e rappresenta l'effetto che si verifica al di fuori dell'area che viene utilizzata o convertita.

Per modellare il danno regionale e locale causato dall'occupazione e conversione di suolo, è applicato l'indicatore PDF. La frazione potenzialmente scomparsa di specie di piante vascolari è espressa come differenza relativa tra il numero di specie *S* sulle condizioni di riferimento e le condizioni create dalla conversione, o mantenute dall'occupazione. Il PDF può essere generalizzato come:

$$PDF = (S_{ref} - S_{use}) / S_{ref}$$

dove

$S_{reference}$ = Diversità delle specie nell'area tipo di riferimento

S_{use} = Diversità delle specie nell'area convertita o occupata

Il danno alla qualità degli ecosistemi EQ è calcolato quando il PDF viene moltiplicato per l'area ed il tempo appropriato. Le dimensioni dell'area e del periodo di tempo sono diverse per le quattro versioni del modello di uso del suolo e danno (1. conversione, 2. occupazione, 3. danno locale, 4 danno regionale).

$$EQ = PDF * area * tempo$$

Dove i fattori assumono il significato riportato in Tab. 11

Il tempo di ripristino deve essere stimato in funzione del tipo di terreno prima e dopo la trasformazione. Un problema importante è che la maggior parte dei tipi di uso del suolo non permette un ritorno nella condizioni originali. Ad esempio, una palude bonificata non potrà mai tornare ad essere una palude. Il criterio per la selezione del tempo di ripristino non dovrebbe essere il tempo stimato per far sì che l'area ritorni ad essere esattamente com'era, ma il tempo necessario a formare una qualità comparabile a quella originaria. Qualora nessuna informazione fosse disponibile, vengono proposte le seguenti impostazioni predefinite:

- per conversioni da aree agricole ad aree urbane e viceversa si sceglie un tempo di ripristino di 5 anni;
- per conversioni tra aree naturali ed aree urbane o agricole si sceglie un tempo di ripristino di 30 anni.

Il metodo ECOINDICATOR 99 fornisce dei valori per calcolare il danno dovuto all'uso del suolo LCA. La Tab. 12 riassume i valori per l'effetto regionale, locale e totale sia per l'occupazione che per la conversione. Il danno alla qualità degli ecosistemi è calcolato moltiplicando il corrispondente valore PDF della tabella per l'area e il tempo di occupazione e ripristino.

Tab. 12 - Metodo ECOINDICATOR 99: valori per il calcolo del danno alla qualità degli ecosistemi dovuto all'uso del suolo, distinti per l'effetto regionale, locale e totale e per l'occupazione e la conversione. Il danno è calcolato moltiplicando il corrispondente valore PDF della tabella per l'area del suolo e il tempo di occupazione/ripristino [TdA]

	PDF Occupation		PDF Locale e regionale per conversione da colonna a riga												
	Solo locale	Regionale più locale	Continuo urbano	Coltivabile convenzionale	Coltivabile integrato	Prativo int.	Organico coltivabile	Prativo meno intensivo	Prativo organico	Urbano discontinuo	Area industriale	Spazio ferroviario	Verde urbano	Foreste di latifoglie	Pianure svizzere
Continuo urbano	0.96	1.15		0	0	0.01	0.05	0.11	0.11	0.16	0.26	0.26	0.26	1.04	1.15
Coltivabile convenzionale	0.95	1.15	0		0	0.01	0.05	0.10	0.10	0.16	0.26	0.26	0.26	1.03	1.15
Coltivabile integrato	0.95	1.15	0	0		0.01	0.05	0.10	0.10	0.16	0.26	0.26	0.26	1.03	1.15
Prativo intensivo	0.94	1.13	-0.01	-0.01	-0.01		0.04	0.09	0.09	0.15	0.25	0.25	0.25	1.02	1.13
Organico coltivabile	0.91	1.09	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04		0.06	0.06	0.11	0.21	0.21	0.21	0.98	1.09
Prativo meno intensivo	0.85	1.02	-0.11	-0.10	-0.10	-0.09	-0.06		0	0.05	0.15	0.15	0.15	0.91	1.02
Prativo organico	0.85	1.02	-0.11	-0.10	-0.10	-0.09	-0.06	0		0.05	0.15	0.15	0.15	0.91	1.02
Urbano discontinuo	0.80	0.96	-0.16	-0.16	-0.16	-0.15	-0.11	-0.05	-0.05		0.10	0.10	0.10	0.84	0.96
Area industriale	0.70	0.84	-0.26	-0.26	-0.26	-0.25	-0.21	-0.15	-0.15	-0.10		0	0	0.72	0.84
Spazio ferroviario	0.70	0.84	-0.26	-0.26	-0.26	-0.25	-0.21	-0.15	-0.15	-0.10	0		0	0.72	0.84
Verde urbano	0.70	0.84	-0.26	-0.26	-0.26	-0.25	-0.21	-0.15	-0.15	-0.10	0	0		0.72	0.84
Foreste di latifoglie	0.10	0.11	-1.04	-1.03	-1.03	-1.02	-0.98	-0.91	-0.91	-0.84	-0.72	-0.72	-0.72		0.11
Pianure svizzere	0.00	0.00	-1.15	-1.15	-1.15	-1.13	-1.09	-1.02	-1.02	-0.96	-0.84	-0.84	-0.84	-0.11	

4.11 Proposta di un framework per il E-LCA di un territorio

L'analisi dello stato dell'arte sul tema del LCA-aspetti ambientali - E-LCA -, e in particolare delle ricerche recenti sul tema LCA applicato alla valutazione ambientale di un territorio, anche alla luce di analogie con l'applicazione di LCA agli edifici e alle costruzioni, permette di proporre una struttura di riferimento per la conduzione di un E-LCA di un territorio e di identificare il sistema degli indicatori, particolarmente importanti nel caso di valutazione ambientale nel ciclo di vita di un territorio che presenta valenze naturalistiche.

Aree di Protezione considerate

Per quanto detto in premessa a questo capitolo un E-LCA appli-

cato a un territorio prende in considerazione "Aree di Protezione" che attengono a:

- le risorse naturali;
- la salute umana (e il benessere);
- la qualità degli ecosistemi.

L'ampliamento ad altre aree di protezione influenzate da fattori di pressione ambientale, quali il paesaggio e il patrimonio culturale, in particolare dei siti archeologici, benché indicato in alcuni studi LCA (Koellner et al. 2013) e metodi applicativi (EPS2000) non è ancora operativo. Una strada da sviluppare potrebbe essere quella di utilizzare indicatori di caratterizzazione del paesaggio, quali quelli del *Landscape Character*

Assessment (Swanwick 2002) in rapporto ai quali elaborare indicatori di impatto causati da fattori di carico ambientale.

La fase iniziale

La fase iniziale dalla quale derivano le scelte successive è quella di definizione e condivisione delle motivazioni dell'analisi LCA, dei suoi obiettivi e dei suoi scopi:

- valutazione degli impatti generati nel ciclo di vita dalle attività del territorio;
- descrizione di uno stato di fatto;
- supporto a decisioni di piano.

Tale fase coinvolge i portatori di interesse, gli operatori sul territorio e gli esperti e permette di selezionare le procedure di analisi, di validazione dei dati, di interpretazione dei risultati. Nell'ambito di questa fase si definiscono:

- i confini del sistema oggetto di analisi;
- le fusioni territoriali, e per ciascuna funzione le "fasi del ciclo di vita" che sono significative e che ricadono sotto la responsabilità delle strutture di gestione o di piano nel territorio in esame.

A supporto di questa fase la ricerca ha proposto il riferimento a due concetti, l'uno che identifica la unità che parametrizza l'oggetto di studio (il territorio esaminato), l'altro la sua scomposizione in attività che si svolgono nel territorio:

"Equivalente funzionale territorio", sistema di risorse e prestazioni territoriali quantificate o qualificate come adeguate a rispondere a requisiti di un dato scenario di piano, per un dato territorio, assunte come base per la comparazione fra diversi casi studio o scenari;

"Funzioni di uso del territorio" LUF (*Land Use Function*), attività di produzione, attività di consumo di beni e servizi e attività insediative conseguenti all'uso di un determinato territorio, che hanno valore economico, ecologico, sociale e culturale e che sono influenzate da scelte di piano. Le LUF sono descritte in termini di indicatori delle prestazioni fornite (risorse, prodotti e/o servizi offerti), indicatori determinanti la pressione esercitata sul territorio, indicatori di pressione ovvero di carico ambientale e di risorse utilizzate.

I "confini del sistema" oggetto di E-LCA possono essere stabiliti per ciascuna LUF secondo il criterio che differenzia attività di produzione, attività di consumo e attività insediative, presenti sul territorio, andando ad analizzare differenti fasi del ciclo di vita dei prodotti e dei servizi connessi a ciascuna LUF, e coinvolgendo pro-

cessi che si svolgono nel territorio stesso o in altri territori, a monte e a valle dei processi presenti nel territorio oggetto di studio. La ricerca ha precisato un elenco generale di LUF e relativi indicatori descrittivi, risorse/prestazioni, fattori determinanti e di pressione, questo quadro di riferimento è stato poi verificato sul caso studio (cfr. cap.8).

La fase di inventario

La fase successiva alla impostazione del E-LCA e alla definizione dei confini del sistema e delle LUF è rappresentata dalla "fase di inventario", ovvero di raccolta dati relativi alle pressioni ambientali. In base ai criteri sopra esposti si è proposto di modellare il territorio ai fini del E-LCA in un sistema di processi di produzione, di consumo e insediativi, che analizzati nell'ottica *life cycle*, determinano:

- flussi di input (risorse utilizzate) e di output (emissioni e rifiuti) all'interno del territorio;
- flussi di prodotti, servizi, emissioni e rifiuti che si originano altrove o sono diretti altrove.

In rapporto alla responsabilità di un territorio di controllare i carichi ambientali al suo interno senza trasferirli ad altri territori, con Loiseau et al. (2013), la ricerca ha sottolineato la importanza di rendere trasparenti i carichi ambientali connessi ai flussi legati alle attività che si svolgono all'interno del territorio (*territorial foreground system*) e quelli legati ad attività che sono connesse alle prime, ma si svolgono fuori dai confini fisici del territorio di studio (*territorial background system*). La fase di inventario potrà comportare raccolta di dati specifici, rilevati nel territorio in esame, ed elaborazioni su basi statistiche con adattamento di dati generali al caso in esame, in particolare per il sistema di *territorial background*. La fase di inventario permette di quantificare le funzioni territoriali in termini di indicatori di pressione e successivamente elaborare indicatori di pressione riferiti all'"equivalente funzionale" del territorio in esame.

La elaborazione degli indicatori di impatto

La fase che segue l'inventario è quella dell'elaborazione degli indicatori *midpoint* (impatti) ed eventuale elaborazione di indicatori *endpoint* (di danno) riferiti a singole LUF, a sistemi di LUF più fortemente connesse, e al sistema territorio nel suo complesso. La ricerca ha criticamente esaminato le problematiche della diffe-

Tab. 13 - Tassonomia di indicatori nella catena causa effetto uso di suolo e biodiversità, proposti per l'utilizzazione nel processo E-LCA Territorio

Categoria di impatto Uso del suolo				
Fattori determinanti (drivers)	Indicatori di pressione sugli habitats	Indicatori di impatto/midpoint sulla biodiversità locale/regionale	Indicatore di danno/endpoint	Indicatori diretti e indiretti di risposta (protezione e valorizzazione)
Trasformazione di	Permeabilità ecologica	Consistenza e livello di minaccia di specie animali e vegetali	Potenziale Danno alla Biodiversità	Estensione delle aree per la conservazione della biodiversità
Assetto socioeconomico		Abbondanza e distribuzione di specie selezionate		Indicatori economici di economie basate sulla natura
Assetto floristico vegetazionale	Frammentazione ambientale del territorio rurale	Diffusione di specie alloctone		Indicatori sui diritti delle popolazioni nell'impiego di risorse naturali
Assetto forestale	Stato di qualità del corpo idrico			
Assetto faunistico	Frammentazione dei sistemi fluviali	Minaccia al valore naturalistico ecologico		Benefici derivanti da servizi eco sistemici sulla sicurezza alimentare e di accesso all'acqua

renziamento spaziale degli indicatori, ovvero dei modelli di elaborazione e caratterizzazione degli stessi in rapporto alla scala globale, regionale e locale. Questo aspetto rappresenta l'aspetto più critico per l'applicazione del E-LCA al territorio e per la sua utilizzazione in ambito decisionale, allo stato delle conoscenze e dei dati disponibili è anche la fase più difficilmente traducibile sul piano operativo. La ricerca ha proposto il seguente paniere di indicatori di impatto ambientale:

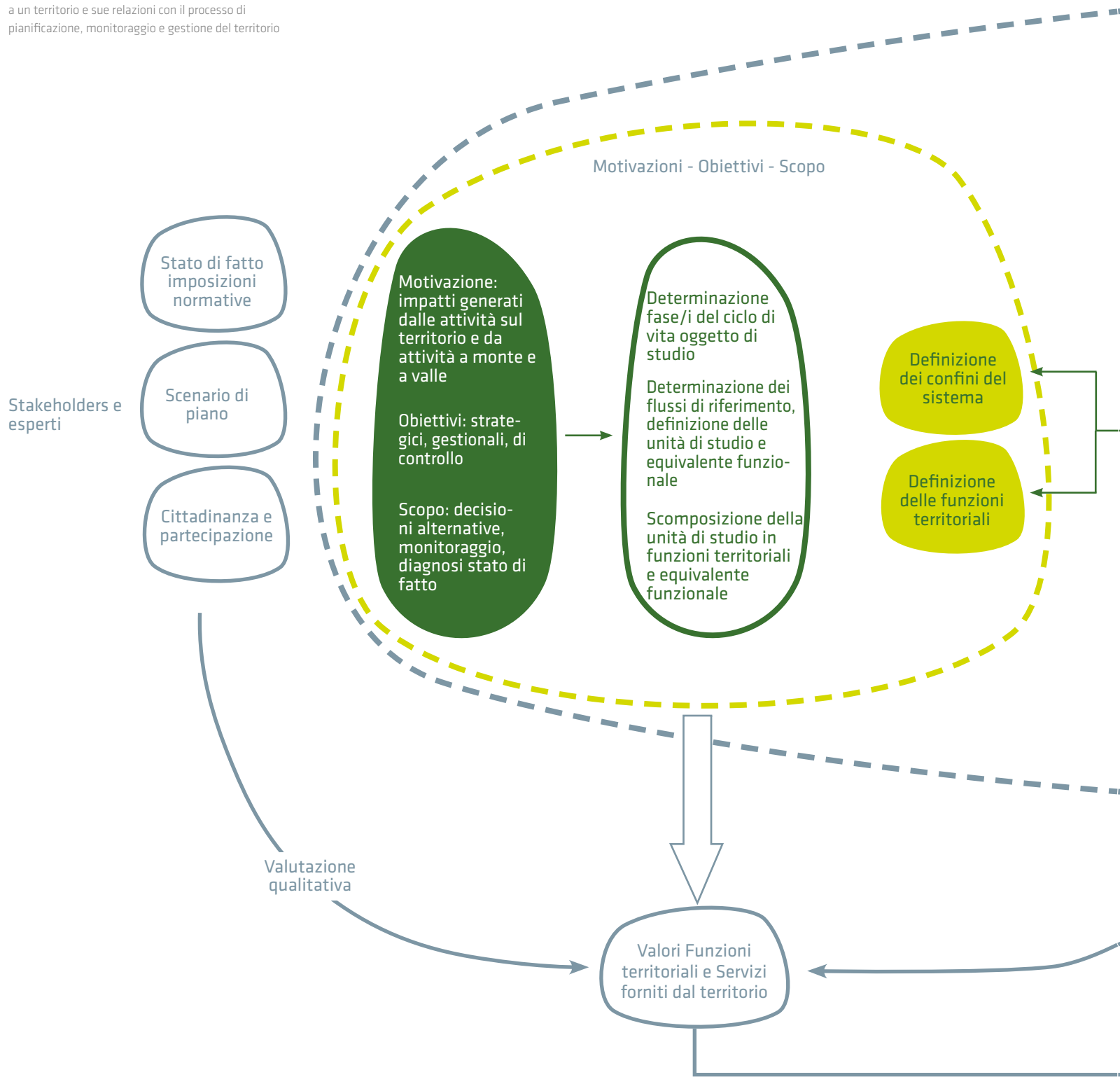
- Cambiamento climatico - indicatore globale, azioni dirette e indirette;
- Riduzione delle risorse minerali, fossili e di energia rinnovabile - indicatore globale, azioni dirette e indirette;
- Riduzione dello strato di ozono - indicatore globale, azioni dirette e indirette;
- Uso del suolo e biocapacità - indicatore globale, azioni dirette e indirette;
- Uso del suolo e biodiversità - indicatore regionale, azioni dirette;
- Uso dell'acqua - indicatore regionale, azioni dirette;
- Formazione di ozono fotochimico - indicatore regionale, azioni dirette;

- Acidificazione del suolo - indicatore regionale, azioni dirette;
- Eutrofizzazione dell'acqua e dei mari - indicatore regionale, azioni dirette;
- Ecotossicità - indicatore regionale, azioni dirette;
- Tossicità umana - indicatore regionale, azioni dirette.

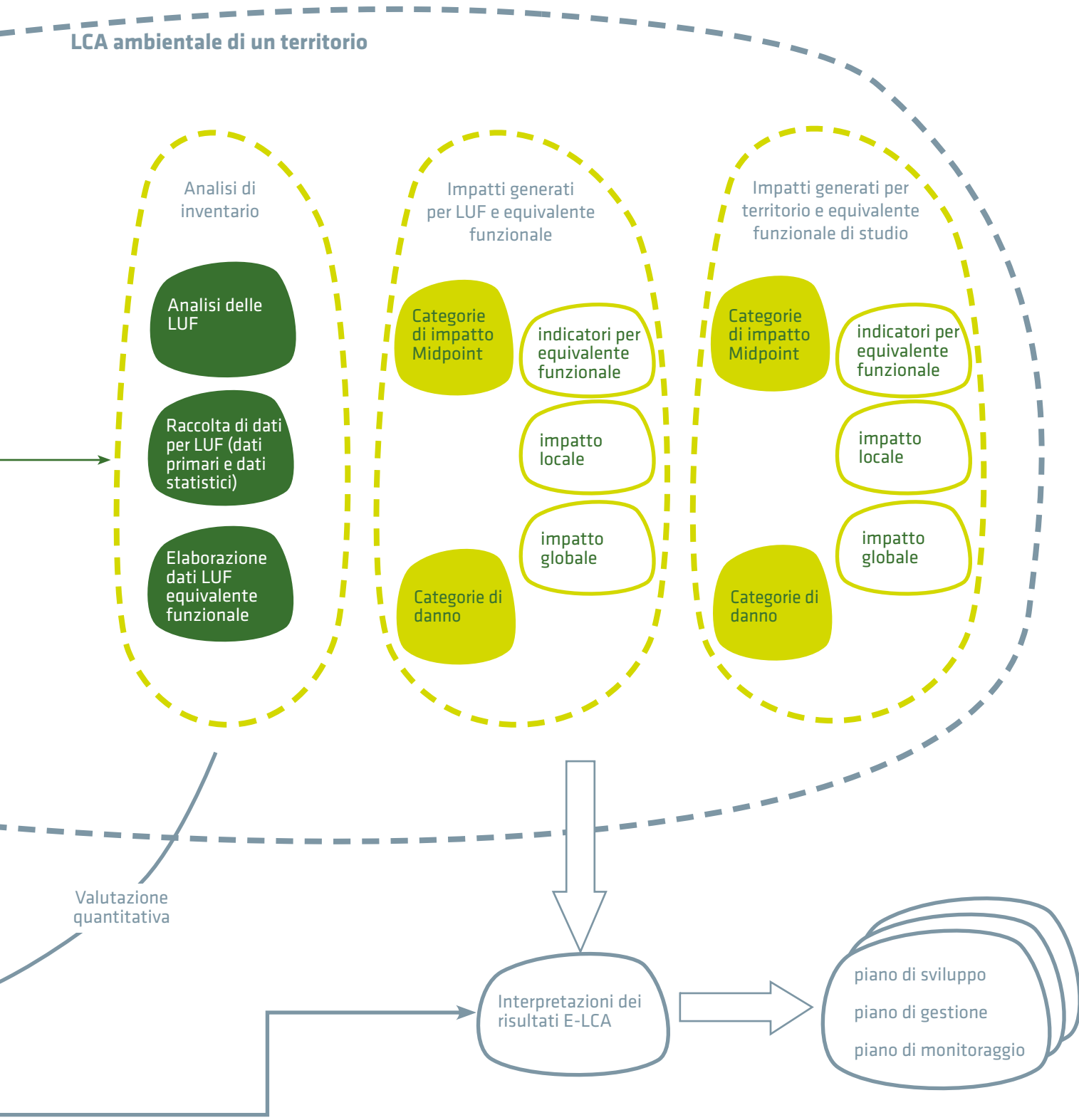
Framework

Un quadro sintetico del framework proposto è riportato in Fig. 13. La ricerca ha in particolare approfondito la catena causa-effetto fra uso del suolo e impatti sulla biodiversità, al fine di identificare come migliorare in un E-LCA Territoriale la valutazione di questo tipo di danno, anche ricorrendo alla elaborazione di indicatori "aggiuntivi", non elaborati in termini di impatti o danni, ma dei quali è nota e riconosciuta la rilevanza. La ricerca ha analizzato indicatori proposti in ambito LCA e li ha confrontati con altri 'panieri' di indicatori utilizzati in ambito di valutazioni ambientali e in particolare di valutazioni mirate al tema della qualità degli ecosistemi. La ricerca, integrando quanto proposto nel capitolo 5 sull'argomento in un'ottica LCA, definisce una tassonomia di questo tipo di indicatori utilizzabile nel E-LCA territoriale, ritenendo che il solo indicatore

Fig. 13 - Framework delle fasi di un E-LCA applicato a un territorio e sue relazioni con il processo di pianificazione, monitoraggio e gestione del territorio



LCA ambientale di un territorio



PDF (*Potentially Disappeared Fraction*) che misura la perdita di biodiversità connessa all' "uso del suolo", non sia sufficiente a rappresentare significativamente l'originarsi di questo tipo di impatto da specifiche locali trasformazioni di uso del territorio e in rapporto a specifici habitat naturali (Tab. 13).

Bibliografia

- Allione, C., Lanzavecchia, C. (2008), *Dall'ecodesign all'architettura*, Time & Mind Press.
- APAT (2004), *Gli habitat secondo la nomenclatura EUNIS: manuale di classificazione per la realtà italiana. Rapporti 39/2004*, APAT.
- Azapagic, A., Pettit, C., Sinclair, P. (2007), "A life cycle methodology for mapping the flows of pollutants in the urban environment", *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 9, pp. 199-214.
- Baitz, M. (2002), *Die Bedeutung der funktionsbasierten Charakterisierung von Flächen-Inanspruchnahmen in industriellen Prozesskettenanalysen*, Phd-Thesis, University of Stuttgart. See www.shaker.de (German).
- Bare J.C., Hofstetter P., Pennington, D. W., Udo de Haes, H.A. (2000), "Midpoints versus endpoints: The sacrifices and benefits", *The Int. J. LCA*, Vol. 5(6), pp. 319-326.
- Battisti, C. (2004), *Frammentazione ambientale, reti ecologiche, connettività*, Provincia di Roma – Assessorato alle politiche ambientali.
- Bos, U. e Wittstock, B. (2007), *Land use methodology. Report to summarize the current situation of the methodology to quantify the environmental effects of Land Use. Report*, Lehrstuhl für Bauphysics, University of Stuttgart.
- Bovio, G., Ceccato, R., Marzano, R. (2007), "CORINE LandCover, CORINE Biotopes", EUNIS, disponibile a: <http://www.ricercaforestale.it/index.php module=CMpro&func=viewpage&pageid=472> (accesso 17.08.2014).
- Brentrup, F., Kfisters, J., Lamme, J., Kuhlmann, H. (2002), "LCA Methodology. Life Cycle Impact Assessment of Land Use Based on the Hermeroby Concept", *International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 7(6), pp. 339-348.
- Calcas project – Coordination Action for Innovation in Life-Cycle Analysis for Sustainability, <http://www.calcasproject.net/>
- Carnegie Mellon University Green Design Institute (2014), *Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA) US 2002 (428 sectors) Producer model* [Internet], disponibile a: <http://www.eiolca.net/> [Accesso 19.08.2014].
- Commission of the European Communities (1991), *CORINE biotopes. The design, compilation and use of an inventory of sites of major importance for nature conservation in the European Community*, Luxembourg, Commission of the European Communities (1991-92), *CORINE biotopes: manual, methodology and data specifications*, 3 volumes, Luxembourg.
- Condé, S., Jones-Walters L., Torre-Marín, A., and Romão, C. (2011), *EU 2010 Biodiversity Baseline: Glossary of technical terms*, disponibile a: file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrator/Documents/Downloads/EU_Baseline_Glossary_final_version_180411.pdf (accesso agosto 2014).
- Condé, S., Jones-Walters, L., Torre-Marín, A. e Romão, C. (2010), *EU 2010 Biodiversity Baseline. - EEA Technical report No. 12/2010*, <http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline/> (accesso agosto 2014).
- Davies, C.E., Moss, D. e Hill, M.O. (2004), *EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity*, European Environment Agency, October 2004, disponibile a: file:///C:/Documents%20and%20Settings/Utente/Documents/Downloads/EUNIS_2004_report.pdf (accesso 17.08.2014).
- Dias, A.C., Lemos, D., Gabarrell, X., Arroja L. (2014), "Environmentally extended input-output analysis on a city scale – application to Aveiro (Portugal)", *Journal of Cleaner Production*, Volume 75, pp. 118-129.
- EC, JRC, IES (2010 a), *General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, EUR 24708 EN, Luxembourg Publication Office of the European Union.
- EC, JRC, IES (2010 b), *Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators*, EUR 24586 EN, Luxembourg Publication Office of the European Union.
- EC, JRC, IES (2010 c), *Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment, background document*, Luxembourg Publication Office of the European Union.
- EC, JRC, IES (2010-2011), *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook. Series of guidance documents for good practice in Life Cycle assessment*, Luxembourg Publication Office of the European Union.
- EC, JRC, IES (2011), *Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context*, EUR 24571 EN, Luxembourg Publication Office of the European Union.
- EEA (1999), Smeets, E. e Weterings, R. (eds), *EEA Technical report No 25 Environmental indicators: Typology and overview*, Copenhagen.
- EU (2006a), *Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE*, COM(2006) 232.
- EU (2006b), *Strategia tematica per la protezione del suolo*, COM(2006) 231.
- Farina, A. (2001), *Ecologia del paesaggio*, UTET, Torino.
- Forbes, T.L. e Forbes, V.E. (1993), "A critique of the use of distribution

- based extrapolation models in ecotoxicology", *Functional Ecology*, Vol. 7, pp. 249-254.
- Goedkoop, M. e Spriensma R., Prè Consultant, B.V. (2000), *Eco-Indicator'99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment- Methodology Report, 17 April 2000*, seconda edizione, disponibile a: <http://teclim.ufba.br/jsf/indicadores/holan%20ecoindica-tor%2099.pdf> (accesso 17.08.2014).
- Goedkoop et al. (2009a), *ReCiPe Characterisation and Normalisation factors*, disponibile a: <https://sites.google.com/site/lciarecipe/characterisation-and-normalisation-factors> (accesso agosto 2014).
- Goedkoop et al. (2009b). *ReCiPe 2008. A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*, disponibile a: <http://www.lcia-recipe.net> (accesso agosto 2014).
- Goldstein, B., Birkved, M., Quitzau, M-B.t e Hauschild, M. (2013), "Quantification of urban metabolism through coupling with the life cycle assessment framework: concept development and case study", *Environ. Res. Lett.*, Vol. 8, pp. 1-14.
- Guinée, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T. (2011), "Life cycle assessment: past, present, and future", *Environ. Sci. Technol.*, Vol. 45, pp. 90-96.
- IPCC (2007a), *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Glossary*, Disponibile a: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexes/glossary-j-p.html (accesso agosto 2014).
- IPCC (2007b), "Summary for Policymakers", in: B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Kaenzig, J. and Jolliet, O. (2006), *Consumption respectueuse de l'environnement: décision at acteurs clé, modèles de consommation*. Report, Office fédéral de l'environnement, Berne.
- Klöpffer, W., Renner, I., (1995), "Methodik der Wirkungsbilanz im Rahmen von Produkt-Okobilanzen of Life Cycle Assessment unter Berücksichtigung nicht oder nur schwer quantifizierbarer Umweh-Kategorien", in: UBA, *Methodik der produktbezogenen Okobilanzen - Wirkungsbilanz und Bewertung. Texte 23/95*, Umweltbundesamt (UBA), Berlin, Germany.
- Koellner, T., de Baan, L., Beck, T., Brandão, M., Civit, B., Margni, M., Milà i Canals, L., Saad, R., Maia de Souza, D., Müller-Wenk, R. (2013), "UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services", *LCA, Int J Life Cycle Assess.*, Vol. 18, pp. 1188-1202.
- Köllner, T. e Scholz, R. W. (2007), "Land Use in LCA (Subject: Editor Llorenç Milà i Canals) Assessment of Land Use Impacts on the Natural Environment Part 1: An Analytical Framework for Pure Land Occupation and Land Use Change", *International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 12(1), pp. 16-23.
- Köllner, T. e Scholz, R. W. (2008), "Land Use in LCA (Subject: Editor Llorenç Milà i Canals) Assessment of Land Use Impacts on the Natural Environment Part 2: Generic Characterization Factors for Local Species Diversity in Central Europe", *International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 13(1), pp. 32-48.
- Köllner, T. (2001), *Land Use in Product Life Cycles and its Consequences for Ecosystem Quality*, PhD thesis No. 2519, University St. Gallen.
- Köllner, T. (1999), "Species-pool Effect Potentials (SPEP) as a yardstick to evaluate land-use impacts on biodiversity", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 8(4), pp. 293-311.
- Kowarik, I. (1999), "Natiirlichkeit, Naturn/ihe und Hemerobie als Bewertungskriterien", in: Konold, W, Becker, R., Hampicke, U., *Ha'ndbuch Naturschutz und Landschaftspflege*, Ecomed, Landsberg, Germany.
- Lande, R. (1998), "Anthropogenic, Ecological and genetic Factors in Extinction and Conservation", *Res. Popul. Ecol.*, Vol. 40(3), pp.259-269.
- Legge n.124 14 febbraio 1994 "Convenzione sulla diversità biologica - CBD 1992", disponibile a: http://www.minambiente.it/sites/default/files/Convenzione_sulla_biodiversitx.pdf (accesso agosto 2014).
- Lindeijer, E., Müller-Wenk, R., Steen, B., Udo De Haes, H. et al. (2002), "Resources and land use", in: Jolliet, O., Finnveden, G., Goedkoop, M., Hauschild, M., Hertwich, E. (eds), *Life-cycle impact assessment: striving towards best practice*, SETAC Press, Pensacola, FL, USA.
- Lindeijer, E. (2000), "Review of land use impact methodologies", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 8(4), pp. 273-281.
- Lindeijer, E., van Kampen, M., Fraanje, P., van Dobben, H., Nabuurs, G.J., Schouwenberg, E., Prins, D. e Dankers, N. (1998), "Biodiversity and Life Support Indicators for Land-use Impacts in LCA", Wageningen, Texel, IVAM ER, IBNDLO, Publication series raw materials Nr. 1998/07.
- Loiseau, E., Junqua, G., Roux, P., Bellon-Maurel, V. (2012), "Environmental assessment of a territory: an overview of existing tools and methods", *J. Environ. Manage.*, Vol. 112, pp. 213-25.
- Loiseau, E., Roux, P., Junqua, G., Maurel, P., Bellon-Maurel, V. (2013), "Adapting the LCA framework to environmental assessment in land planning", *Int. J. Life Cycle Assess.*, Vol. 18, pp.1533-1548.
- Loiseau, E., Roux, P., Junqua, G., Maurel, P., Bellon-Maurel, V. (2014), "Implementation of an adapted LCA framework to environmental assessment of a territory: Important learning points from a French Mediterranean case study", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 80, pp. 17-29.
- Mat, N., Gonzalez-Roof, A., Lemos, D., Villalba, G., Gabarell, X., Dias, A.C., Arroja, L., Gonzalez, C., Lopez-Freber, M., Junqua G. (2013), "Comparison of the implementation of MFA, EE I-O and process LCA on different cities of Southern Europe for their urban metabolism study", in

- Proceeding of: 7th International Society for Industrial Ecology Biennial Conference*, At Ulsan, South Korea.
- Mattila, T., Helin, T., Antikainen R., Soimakallio, S., Pingoud, K., Wessman, H. (2011), "Land use in life cycle assessment", *The Finnish Environment*, Vol. 24.
- Milà i Canals, L. (2007), "Editorial: Land use in LCA: a new subject area and call for papers", *Int J Life Cycle Assess*, Vol. 12(1).
- Milà i Canals, L., Bauer, C., Depestele, J., Dubreuil, A., Freiermuth Knuchel, R., Gaillard, G., Michelsen, O., Müller-Wenk, R., Rydgren, B. (2007a), "Key elements in a framework for land use impact assessment within LCA", *Int J Life Cycle Assess*, Vol. 12, pp. 5-15.
- Milà i Canals, L., Romanya, J., Cowell, S.J. (2007b), "Method for assessing impacts on life support functions (LSF) related to the use of 'fertile land' in Life Cycle Assessment (LCA)", *J Clean Prod*. Vol. 15, pp. 1426-1440.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio DPN (2002), *Manuale per la Gestione dei siti Natura 2000, progetto LIFE-99NAT/IT/006279*, disponibile a: http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rete_natura_2000/manuale_gestione_siti_natura2000.pdf (accesso 17.08.2014).
- Mooney, H.A., Lubchenco, J. et al. (1995), "Biodiversity and ecosystem functioning: basic principles", in *Global Biodiversity Assessment*, UNEP, Cambridge University Press, pp. 275-325.
- Müller-Wenk, R. (1998), *Land-use - The Main Threat to Species*. IWOE Discussion Paper no. 64, IWOE University of St.Gallen.
- Munafò, M. (2012), "Intervista a Michele Munafò (An interview with Michele Munafò)", di (by) Alfredo Di Zenzo, *Techne*, Vol. 5, pp.24-28.
- Munafò, M., Malagesi, S., Baiocco, F., Marinosci, I., "Un'applicazione per il monitoraggio del consumo di suolo", *Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA - Fiera di Vicenza 6-9 novembre 2012*.
- Nansai, K., Moriguchi, Y., Suzuki, N. (2005), "Site-dependent life-cycle analysis by the SAME approach: Its concept, usefulness, and application to the calculation of embodied impact intensity by means of an input-output analysis", *Environmental Science & Technology*, Vol. 39(18), pp. 7318-7328.
- OECD (1991), *Environmental indicators. A preliminary set*, Paris, France.
- Oyewole, A. (2010), *Implementation of Land Use and Land Use Change and its Effects on Biodiversity in Life Cycle Assessment*, Master Thesis NTNU Trondheim 2010, disponibile a : <http://ntnu.diva-portal.org/smash/get/diva2:353894/FULLTEXT01.pdf> (accesso 17.08.2014).
- Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E.D., Burgess, N.D., Powell, G.V.N., Underwood, E.C., D'Amico, J.A., Itoua, I., Strand H.E., Morrison, J.C., Loucks, C.J., Allnutt, T.F., Ricketts, T.H., Kura, Y., Lamoreux, J.F., Wettengel, W.W., Hedao, P., Kassem, K.R. (2001), "Terrestrial ecoregions of the worlds: a new map of life on Earth", *BioScience*, Vol. 51, pp. 933-938.
- Pennington, D.W., Margni, M., Payet, J., e Jolliet, O. (2006), "Risk and Regulatory Hazard-Based Toxicological Effect Indicators in Life-Cycle Assessment (LCA)", *Human and Ecological Risk Assessment*, Vol. 12, pp. 450-475.
- Potting, J. e Hauschild, M. (2005), *Background for spatial differentiation in life cycle impact assessment - The EDIP2003 methodology*. Environmental project no. 996, Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen.
- Potting, J., Hauschild, M. (2006), "Spatial differentiation in life cycle impact assessment - A decade of method development to increase the environmental realism of LCIA", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 11, pp. 11-13.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, S.F., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, Folke, M., Schellnhuber, C., Nykvist, H.J., de Wit, B., Hughes, C.A., van der Leeuw, T., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A. (2009), "A safe operating space for humanity", *Nature*, Vol. 461, pp. 472-475.
- Sala, S., Marinov, D., Kounina, A., Margni, M., Humbert, S., Jolliet, O., Shaked, S. and Pennigton D. (2011), *Life Cycle Impact Assessment of chemicals: relevance and feasibility of spatial differentiation for ecotoxicity and human toxicity impact assessment*, in Finkbeiner, M. (Ed), *Towards Life Cycle Sustainability Management*, Springer.
- Sambucini, V., Marinosci, I., Bonora, N. (2010), *Analisi dei cambiamenti della copertura ed uso del suolo in Italia nel periodo 2000-2006*, ISPRA.
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K., Dikshit, A.K. (2009), "An overview of sustainability assessment methodologies", *Ecological Indicator*, Vol. 9, pp.198-212.
- Smith, S. (2003), *Life cycle assessment of civil engineering projects*, (BL: DXN066666), PhD Thesis University of Bath (United Kingdom), ProQuest, UMI Dissertations Publishing, U169111.
- Steen, B. (1999a), *A Systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000-general system characteristics; CPM report 1999:4*, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- Suh, S. (2004), *Comprehensive Environmental Data Archive (CEDA) 3.0 User's guide*, Leiden, The Netherlands.
- Swanwick, C. (2002), *Landscape Character Assessment. Guidance*

for England and Scotland, Countryside Agency and Scottish Natural Heritage.

Thompson, M., Ellis R., Wildavsky, A. (1990), *Cultural Theory*, Westview Print Boulder.

Tilman, D. (2001), "An evolutionary approach to ecosystem functioning", *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, Vol. 98, pp. 10979-10980.

Udo de Haes, H., Finnveden, G., Goedkoop, M., Hauschild, M., Hertwich, E., Hofstetter, P., Jolliet, O., Klöpffer, W., Krewitt, W., Lindeijer, E., Müller-Wenk, R., Olsen, I., Pennington, D., Potting, J. e Steen B. (2002), *Life-Cycle Impact Assessment: Striving towards Best Practice*, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola (US).

UNI EN 15643 2010, *Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della sostenibilità degli edifici*, pp.1-4.

UNI EN 15978 2011, *Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della prestazione ambientale degli edifici - Metodo di calcolo*.

UNI EN ISO 14040 2006, *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento*.

ISO 21931-1 2010, *Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works - Part 1: Buildings*.

Vackar, D. (2012), "Ecological Footprint, environmental perfor-

mance and biodiversity: A cross-national comparison", *Ecological Indicators*, Vol.16, pp. 40-46.

Wackernagel, M., Chambers N., Simmons, C. (2002), *Manuale delle impronte ecologiche. Principi, applicazioni esempi*, Edizioni Ambiente.

Weidema, B.P. e Lindeijer, E. (2001), *Physical impacts of land use in product life cycle assessment. Final report of the Eurenviron-LCAGAPS sub-project on land use*, Dpt of Manufacturing, Engineering & Management, Technical University of Denmark.

Wolman, A. (1965), "The metabolism of cities", *Scientific American*, Vol. 213(3), pp. 179-190.

WWF (2012), *Living Planet Report*, disponibile a: http://www.wwf.it/il_pianeta/sostenibilita/one_planet_economy/living_planet_report/ (accesso 17.08.2014).

Zamagni, A. et al. (2008), *Critical review of the current research needs and limitations related to ISO LCA practice - Deliverable D7 of work package 5 of the CALCAS project*, CALCAS project n. 037075 August 2008.

Zamagni, A., Buttol P., Buonamici, R., Masoni, P., Guinée, J.B., Huppes, G., Heijungs, R., van der Voet, E., Ekvall, T., Rydberg, T. (2009), *D20 Blue Paper on Life Cycle Sustainability Analysis- Deliverable 20 of Work Package 7 of the CALCAS project*, CALCAS project n. 037075 August 2009.



La qualità ecosistemica. Biodiversità e reti ecologiche

Ecosystem quality. Biodiversity and ecological networks

Francesco Monacci

The biodiversity in the world is changing at a rate unknown; the main causes are to be sought in response to various human-induced changes to the environment. In 2002, world leaders committed themselves to the Convention on Biological Diversity (CBD), to achieve a significant reduction in the rate of biodiversity loss by 2010. During the Conference of the Parties to the CBD in Nagoya, Japan, in 2010, the objective has been renewed for 2020.

Despite these commitments have not yet been achieved, the objectives undertaken by international governments have allowed the scientific community to develop a set of indicators to monitor the status of biodiversity and to assess the effectiveness of policies to halt the loss of biodiversity.

In the first part, the chapter describes the indicators used in international instruments, European and Italian: BIP (Biodiversity Indicators Partnership) in Convention on Biological Diversity; Streamlining European Biodiversity Indicators (SEBI 2010), used in the European strategy for biodiversity and indicators of Italian Strategy for Biodiversity.

In the second part we argue the question of the role of the fragmentation of natural habitats in the process of biodiversity loss; we also review the main indicators used to measure the process.

In the third part, finally, a framework is built for the analysis of the state of biodiversity in a landscape, using a set of biodiversity indicators.

5.1 Una necessaria premessa: il declino della biodiversità globale

La biodiversità globale, a causa di una serie complessa di fattori ambientali, tutti riconducibili alle attività umane, sta cambiando con un ritmo sconosciuto fino ad oggi (Pimm, 1995; Sala, 2000).

Una delle domande di ricerca più frequenti nel mondo scientifico ha riguardato, sin dai primi decenni dell'Ottocento (Westwood, 1833), la stima del numero di specie esistenti sul nostro pianeta.

Negli ultimi decenni molti studiosi hanno affrontato il problema, rendendo la valutazione quantitativa sempre più accurata. Tralasciando, in questa sede, tutta una serie di incertezze di calcolo dovute principalmente ai diversi livelli di conoscenze fino ad oggi acquisite nello studio dei vari taxa e ai problemi legati alla tassonomia delle specie, è possibile, in base alla più recente letteratura (Scheffers, 2012; Chapman, 2009), fornire un quadro della biodiversità presente a livello mondiale (Tab. 1).

Questo primo interrogativo è particolarmente denso di implicazione perché è alla base di un secondo quesito riguardante l'attuale tasso di estinzione delle specie animali e vegetali ed il confronto di questo con gli andamenti avvenuti nel passato. La preoccupante conclusione a cui sono arrivati i ricercatori è quella che, a causa dell'impatto esercitato sulle risorse naturali da parte delle attività umane e a seguito dei cambiamenti climatici, il tasso di estinzione, per lo meno sulle specie vegetali e sui vertebrati, è enormemente più alto rispetto al passato e pari ad un valore compreso tra 100 e 1000 volte superiore (Rockstrom, 2009; Barbault, 2013).

La velocità degli attuali processi di estinzione ha addirittura giustificato l'appellativo di "Sesta Estinzione" (Leakey and Lewin, 1995), paragonando il fenomeno attuale alle altre grandi estinzioni di massa avvenute nella storia del pianeta.

È ormai riconosciuto a livello internazionale come i *drivers* di questo fenomeno siano imputabili alla concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera, ai depositi di azoto, ai cambiamenti climatici, all'introduzione di specie esotiche e alle trasformazioni di uso del suolo (Sala, 2000).

Appare importante, inoltre, sottolineare la velocità che tale fenomeno viene ad assumere nel contesto europeo ed, in particolare, nella regione mediterranea. Uno studio molto noto in letteratura (Sala, 2000) ha prodotto degli scenari indicativi di cambiamento dei valori di biodiversità al 2100 per gli ecosistemi terrestri, par-

tendo dai trend che tali *drivers* avranno nel futuro; lo studio ha dimostrato come i biomi a clima mediterraneo e quelli delle grandi praterie sperimenteranno le più gravi perdite di biodiversità a causa della notevole influenza di tutti i fattori di cambiamento sopra citati (Fig. 1).

Il processo di progressiva perdita di biodiversità è inoltre uno dei processi a maggiore criticità ambientale a livello globale ed uno dei settori dove un'ipotetica soglia di sostenibilità è stata ampiamente superata (Rockstrom, 2009).

Sulla scia di questi e di precedenti studi che hanno avvalorato una sensazione piuttosto diffusa tra i biologi di campo di tutto il mondo, nel 2002 la Conferenza delle Parti della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD – *Convention on Biological Diversity*) ha, per la prima volta, impegnato i paesi firmatari a prendere una serie di impegni per ridurre, entro il 2010, il tasso di perdita di biodiversità. L'importanza di questo obiettivo è così grande che tale finalità è stata incorporata negli obiettivi delle *United Nations Millennium Development Goals*, in virtù del fatto che gli effetti della perdita di biodiversità hanno delle gravi ripercussioni sul benessere umano.

La biodiversità, infatti, intesa come la varietà di geni, specie ed ecosistemi che costituiscono la vita sulla Terra, fornisce numerosi servizi essenziali alla società (Costanza, 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Tra questi, ad esempio, si possono citare: i beni materiali (cibo, legname, medicine, fibre), le funzioni alla base (controllo delle inondazioni, la regolazione del clima, e il ciclo dei nutrienti), la produzione di cibo e fibre e benefici non materiali, quali il benessere sociale. La biodiversità fornisce, inoltre, servizi al settore agricolo, attraverso l'impollinazione e il controllo dei parassiti, procura *storage* e sequestro di carbonio, e influenza positivamente la salute fisica e mentale umana.

Nonostante gli sforzi effettuati, però, gli studi mostrano come, a livello globale, tali obiettivi siano lontani dall'essere raggiunti (Butchart, 2010), sia per l'insufficienza delle politiche di conservazione sia per la continua crescita delle pressioni nei confronti della biodiversità.

In un tale scenario tutta la comunità scientifica (Rands, 2010) propone che gli sforzi per arrestare la perdita di biodiversità siano articolati attorno a tre priorità interconnesse tra loro: la gestione della biodiversità come un bene pubblico globale, erogatore di servizi eco-sistemici sia a livello locale che globale; l'integrazione delle

politiche di conservazione della biodiversità in tutti i processi decisionali sia pubblici che privati; il miglioramento della *governance* e, in particolare, l'efficientamento delle strutture decisionali (TEEB, 2009).

5.2 Biodiversità e reti ecologiche: riferimenti normativi e strumenti di pianificazione

5.2.1 I principali riferimenti normativi per la conservazione della biodiversità

Il primo riferimento importante per le politiche di conservazione della diversità biologica è dato dalla Convenzione sulla Biodiversità (CBD – *Convention on Biological Diversity*); il testo, che rappresenta uno degli esiti della Conferenza di Rio del 1992 (nota soprattutto per l'elaborazione del concetto di sviluppo sostenibile), assieme ai documenti su Agenda 21 e sulla Convenzione sul clima, fissa tre obiettivi fondamentali: la conservazione della biodiversità; l'uso sostenibile delle sue componenti; l'equa e giusta ripartizione di benefici derivati dall'uso delle risorse genetiche.

Nel 2002 durante il sesto meeting della Conferenza delle Parti della CBD viene adottato il primo *Strategic Plan for the Convention on Biological Diversity* (COP 6 Decision VI/26), al fine di orientare la sua ulteriore attuazione a livello nazionale, regionale e globale. L'obiettivo principale del piano è di ridurre, al 2010, la perdita di biodiversità in modo da garantire la continuità dei servizi eco-sistemici da essa erogati e l'equa ripartizione dei benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche.

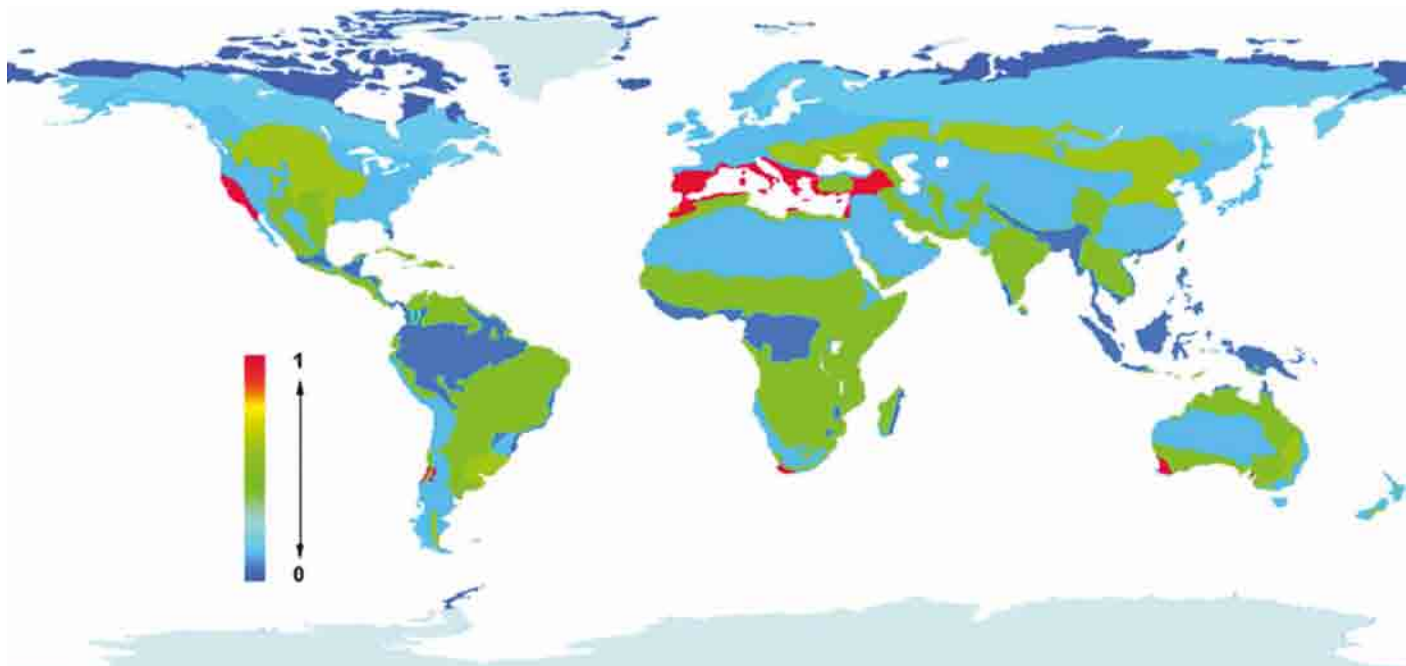
Nonostante non siano state fissate soglie quantitative di riduzione del fenomeno, il piano strategico è stato un documento di grande importanza dal quale è scaturito un intenso dibattito e una serie di iniziative tese a migliorare sia il quadro delle conoscenze sia gli strumenti di pianificazione che agiscono sul tema della biodiversità.

Nel 2010 la Conferenza delle Parti, svoltasi a Nagoya in Giappone, adotta una nuova strategia *Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020* (COP 10 Decision X/2), nell'ambito della quale vengono definiti gli obiettivi che le nazioni coinvolte devono perseguire entro il 2020. Il Piano Strategico è composto da una visione condivisa, una missione, da cinque obiettivi strategici e da venti obiettivi specifici (*Aichi Targets*); lo strumento adottato costituisce un quadro flessibile per la definizione di obiettivi nazionali e regionali e promuove l'attuazione coerente ed efficace degli obiettivi della Convenzione sulla Diversità Biologica.

Regno	Phylum	n° di specie mondiali descritte	n° di specie mondiali (Chapman, 2009)	n° di specie minacciate IUCN Red List	% di specie minacciate IUCN Red List
Chordata		64.788	80.500	5.966	9,2
	<i>Mammiferi</i>	5.487	5.500	1.141	20,8
	<i>Uccelli</i>	9.990	10.000	1.222	12,2
	<i>Rettili</i>	8.734	10.000	423	4,8
	<i>Anfibi</i>	6.515	15.000	1.905	29,2
	<i>Pesci</i>	31.269	40.000	1.275	4,1
Invertebrata		1.359.365	6.755.830	2.524	0,2
Plantae		310.129	390.800	8.457	2,7
Fungi		98.998	1.500.000	3	0,0
Altro		66.307	2.600.500	6	0,0

Tab.1 - Stima del numero di specie presenti sulla Terra secondo quanto riportato da Chapman, 2009

Fig. 1 - Scenario di cambiamento dei valori di biodiversità al 2100 (Sala, 2000). La scala di colori indica il cambiamento totale del valore di biodiversità rispetto al valore massimo previsto



Dopo l'entrata in vigore della CBD e la sua timida applicazione, l'Unione Europea nel 1998 elabora una propria Strategia europea per la Diversità Biologica (COM (98) 42 final), articolata su quattro temi principali:

- Conservazione e uso sostenibile della diversità biologica;
- Ripartizione dei vantaggi derivati dall'utilizzazione delle risorse genetiche;
- Ricerca, costruzione, controllo e scambio di informazioni sulla biodiversità;
- Istruzione, formazione e sensibilizzazione.

Nella comunicazione si precisa come il progressivo declino della biodiversità vada ricercato principalmente nell'impatto delle attività antropiche (anche quelle agricole), nell'enorme sviluppo di infrastrutture e insediamenti urbani, nel turismo di massa e nell'inquinamento idrico e atmosferico.

Alla strategia del 1998 fanno seguito quella emanata nel 2006 (COM (2006) 216 def.) e quella del 2011 (COM (2011) 244 def.), denominata «*La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'UE sulla biodiversità fino al 2020*».

Quest'ultimo documento, che ad oggi rappresenta il riferimento essenziale per inquadrare gli indirizzi e le azioni a livello comunitario, ribadendo ancora una volta la necessaria attuazione di politiche per porre freno alla riduzione di biodiversità, sposta la sua attenzione dal concetto di conservazione della natura a quello, più articolato, di tutela dei servizi eco-sistemici (Costanza, 1997), attraverso i quali sono garantiti ai cittadini europei servizi quali: la fornitura di cibo e acqua, la protezione dai fenomeni meteorologici estremi, servizi ricreativi e di benessere sociale, ecc.

La Strategia del 2011 è articolata attorno a sei obiettivi principali: due riguardano la protezione e il ripristino della biodiversità e dei servizi ecosistemici, tre concernono il potenziamento del contributo positivo dato alla biodiversità da parte dell'agricoltura e della selvicoltura e la riduzione delle pressioni esercitate a carico della biodiversità europea, e un ultimo obiettivo è volto a intensificare il contributo dell'Unione Europea alla biodiversità mondiale.

A livello nazionale, nel corso del 2010, l'Italia si è a sua volta dotata di una propria Strategia Nazionale per la Biodiversità (Conferenza Stato-Regioni del 7 Ottobre 2010, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 23 Dicembre 2010, n. 299) in modo da garantire, per il 2020, gli impegni assunti a livello internazionale rispetto allo

Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 (COP 10 Decision X/2), e alla Strategia Europea per la Biodiversità (COM (2011) 244 def.). La strategia, elaborata grazie ad un percorso di partecipazione fra il Ministero dell'Ambiente, le Regioni, e le associazioni portatrici d'interesse, è articolata attorno a tre tematiche principali: biodiversità e servizi eco-sistemici; biodiversità e cambiamenti climatici; biodiversità e politiche economiche. A ciascuna di queste tematiche corrispondono, rispettivamente, tre obiettivi strategici prioritari:

- Entro il 2020 garantire la conservazione della biodiversità, intesa come la varietà degli organismi viventi, la loro variabilità genetica ed i complessi ecologici di cui fanno parte, ed assicurare la salvaguardia e il ripristino dei servizi eco-sistemici al fine di garantirne il ruolo chiave per la vita sulla Terra e per il benessere umano
- Entro il 2020 ridurre sostanzialmente nel territorio nazionale l'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, definendo le opportune misure di adattamento alle modificazioni indotte e di mitigazione dei loro effetti ed aumentando la resilienza degli ecosistemi naturali e semi-naturali
- Entro il 2020 integrare la conservazione della biodiversità nelle politiche economiche e di settore, anche quale opportunità di nuova occupazione e sviluppo sociale, rafforzando la comprensione dei benefici dei servizi eco-sistemici da essa derivanti e la consapevolezza dei costi della loro perdita.

Il conseguimento degli obiettivi strategici è affrontato in quindici aree di lavoro:

1. Specie, habitat, paesaggio;
2. Aree protette;
3. Risorse genetiche;
4. Agricoltura;
5. Foreste;
6. Acque interne;
7. Ambiente marino;
8. Infrastrutture e trasporti;
9. Aree urbane;
10. Salute;
11. Energia;
12. Turismo;
13. Ricerca e innovazione;
14. Educazione, informazione, comunicazione e partecipazione;
15. L'Italia e la biodiversità nel mondo.

5.2.2 **Infrastrutture verdi e reti ecologiche**

La comunicazione del 6 Maggio 2013 (COM (2013) 249 final) rappresenta un atto particolarmente importante che va ad amplificare l'originario concetto di rete ecologica. L'infrastruttura verde va intesa come:

«uno strumento di comprovata efficacia per ottenere benefici ecologici, economici e sociali ricorrendo a soluzioni "naturali"». [...] «una rete di aree naturali e semi-naturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi eco-sistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu nel caso di ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine» (COM (2013) 249 final).

Come sottolineato in letteratura (Malcevschi, 2013) il centro della definizione è dato dalla capacità delle infrastrutture verdi di fornire servizi eco-sistemici, avvicinando la definizione europea a quella di rete ecologica polivalente (Malcevschi, 2010).

L'infrastruttura verde, nelle migliori esperienze di ricerca e in qualche contesto applicativo, è costituita dall'integrazione della rete ecologica con altre tipologie di reti in grado di apportare funzioni diverse da quelle strettamente ecologiche.

Per quanto riguarda le azioni previste per la rete ecologica polivalente si individuano, quali interventi principali: il rafforzamento dei corridoi ecologici, il miglioramento complessivo delle unità funzionali della rete (nodi, nuclei, ecc.) e una serie di interventi di restauro ambientale. Per quanto attiene alla rete dell'accessibilità e della fruizione gli interventi di rafforzamento dell'infrastruttura verde riguardano i siti attrattori (attività ricreative, sportive, culturali), la rete dei percorsi (*greenways*, ciclopiste, ecc), i nodi attrezzati (centri informativi, porte di accesso, linee del trasporto pubblico) e gli ambiti di rilevanza paesaggistica (in senso percettivo).

5.2.3 **Il Piano per la conservazione della biodiversità in Toscana**

La Regione Toscana in collaborazione con WWF Italia ha avviato, con Del. G.R. 939/2007, a partire da Maggio 2008, e coinvolgendo amministrazioni pubbliche, istituzioni universitarie e della ricerca scientifica regionali, la costruzione di un Piano di Azione Regionale per la Biodiversità.

Il Piano, composto da una parte riferita agli ambienti terrestri e da un'altra a quelli marini, è contenuto all'interno del Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER) ed è costruito in coerenza con la Strategia Nazionale per la Biodiversità, che, a sua volta, esprime concretamente l'impegno assunto dall'Italia con la ratifica della Convenzione sulla Diversità Biologica.

Il Piano toscano è quindi lo strumento previsto per l'attuazione della Strategia Nazionale per la biodiversità a livello regionale.

Per la parte terrestre sono stati individuati quindici target di conservazione costituiti da dodici tipologie eco-sistemiche e da tre unità geografiche cui sono associati specie e habitat di valore conservazionistico. Per ciascun target, analizzando la priorità di conservazione degli habitat e delle specie in esso annidati e valutando i fattori di disturbo che su essi gravano, sono state identificate le pressioni e le minacce prevalenti. Dall'analisi di quando emerso, si è giunti al riconoscimento degli obiettivi di conservazione e delle azioni (specifiche e trasversali) necessarie per il loro raggiungimento.

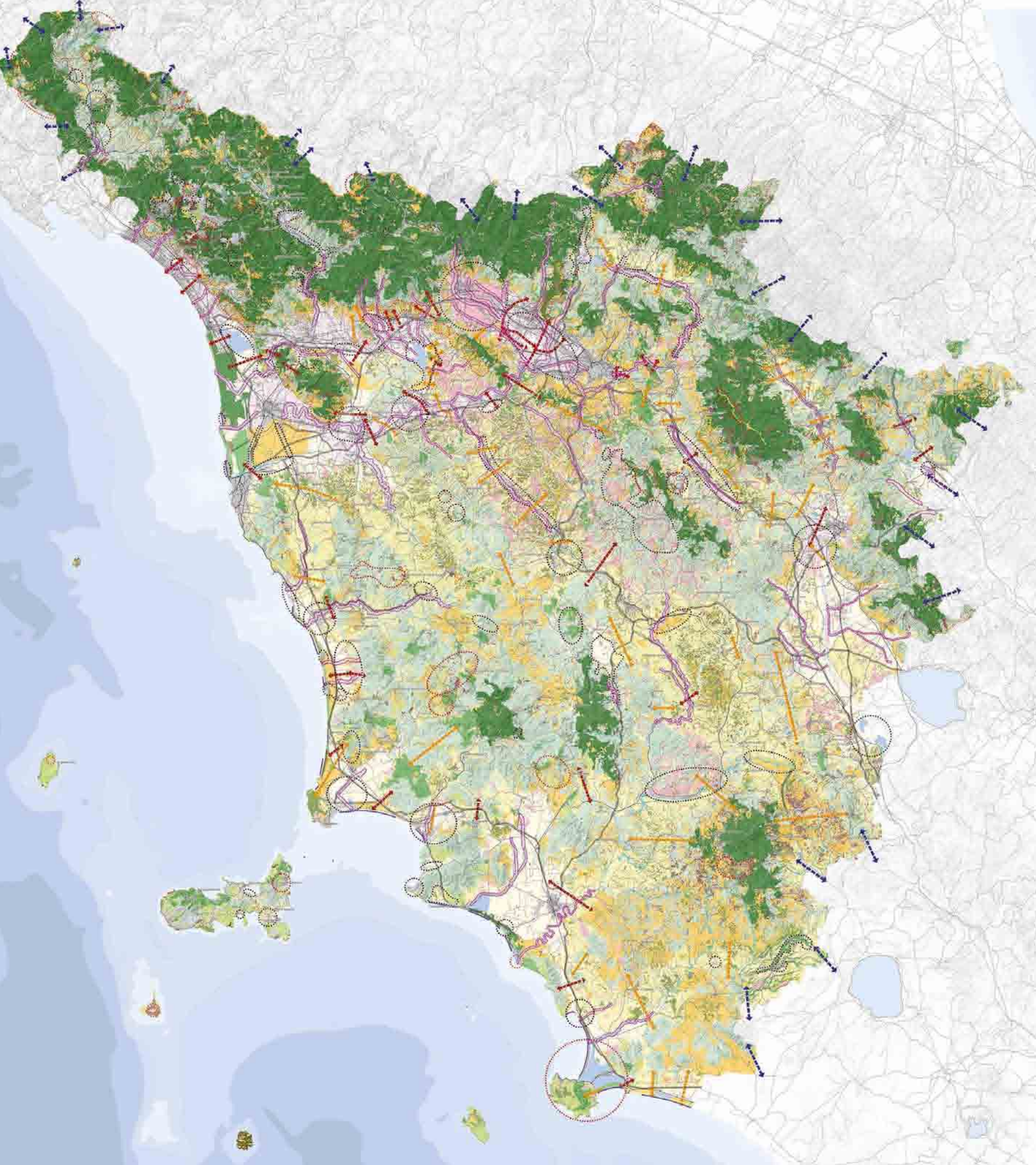
Il Piano d'Azione per la Biodiversità, anche se non rivolto in maniera esclusiva alla realizzazione della Rete Ecologica della Toscana, concorre imprescindibilmente nell'individuare obiettivi e azioni per la conservazione di elementi in essa ricompresi.

In maniera più specifica, tra le azioni trasversali ai target ambientali o geografici, l'azione n. 13 prevede il «completamento del progetto di rete ecologica regionale e istruzioni tecniche per la sua applicazione negli strumenti di pianificazione territoriale», mentre l'azione n. 19, prevede la «redazione del piano d'azione per la mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari (strade, elettrodotti, ecc.) e realizzazione interventi urgenti» (Piano di Azione Regionale per la Biodiversità - Del. G.R. 939/2007).

5.2.4 **La Rete Ecologica della Toscana (RET)**

Nell'ambito della revisione del Piano di Indirizzo Territoriale della Toscana con valenza di Piano Paesaggistico, ai sensi del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs 42/2004), è stata riconosciuta quale invariante strutturale, ai sensi della L.R. 1 del 2005, quella dei caratteri eco-sistemici del paesaggio.

La trattazione dell'invariante riguarda la descrizione patrimoniale dei caratteri degli ecosistemi e la definizione di un insieme di regole per la loro riproducibilità, da intendersi come precondizioni a qualsiasi trasformazione insediativa.



L'invariante è costruita rispetto ad alcune tipologie principali: ecosistemi forestali, ecosistemi agropastorali, ecosistemi palustri e ripariali, ecosistemi costieri, ecosistemi rupestri e calanchivi, ecosistemi arbustivi e delle macchie. Per ciascuna tipologia ambientale sono state effettuate due letture integrate: una relativa ai valori naturalistici presenti e una rispetto ai valori strutturali e funzionali espressi dagli elementi della Rete Ecologica Regionale (RET).

La carta della RET è stata predisposta attraverso modelli di idoneità ambientale dei diversi usi del suolo rispetto a determinate specie animali particolarmente sensibili rispetto ai fenomeni della frammentazione e attraverso la valutazione di presenza/assenza di specie di interesse conservazionistico (Figg. 2-3).

5.3 Rassegna sullo stato dell'arte degli indicatori per il monitoraggio della biodiversità

5.3.1 *Gli indicatori per il monitoraggio della Convenzione sulla Diversità Biologica*

Come tutti gli indicatori anche quelli inerenti la biodiversità nascono per la necessità di illustrare, ad un pubblico diversificato che va dal singolo cittadino al decisore politico e in modo semplificato e standardizzato, questioni complesse e molto articolate.

La complessità del termine biodiversità, che comprende al suo interno la diversità a livello genetico, di specie e di ecosistema, rende molto difficile la formulazione di indicatori efficaci, capaci di effettuare un bilancio complessivo (Duelli and Obrest, 2003).

Un impulso decisivo alla definizione di indicatori di biodiversità a livello mondiale è dato da una circostanza di tipo istituzionale: nel 2006, infatti, i membri firmatari della Convenzione sulla Biodiversità si pongono il traguardo di arrestare, entro il 2010, la perdita di biodiversità; questa decisione avvia velocemente un dibattito su come valutare l'efficacia delle politiche e, di conseguenza, su come poter misurare la diversità biologica a livello mondiale.

Con l'ottava Conferenza delle parti della CBD, tenutasi in Brasile nel 2006, in vista di valutare il progresso delle politiche intraprese verso l'obiettivo del 2010, viene formulato un set di ventidue indicatori, suddivisi in sette aree di interesse.

Alcuni di questi indicatori sono stati immediatamente utilizzati per misurare l'efficacia delle politiche di conservazione della biodiversità, mentre altri sono stati oggetto di successivi approfondimenti.

Una seconda iniziativa, di maggior respiro rispetto a quella del 2006, è quella denominata *Biodiversity Indicators Partnership* (BIP), sviluppata come supporto per la verifica degli obiettivi dello *Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020* (COP 10 Decision X/2), concordato durante la decima Conferenza delle Parti della Conferenza sulla Biodiversità, svoltasi a Nagoya in Giappone.

Gli indicatori di biodiversità a livello mondiale sono in questo caso organizzati attorno ai cosiddetti *Aichi Target*, ovvero venti obiettivi specifici da raggiungere entro il 2020 e raggruppati a loro volta attorno a cinque obiettivi strategici (Fig. 4).

Il partenariato che ha messo a punto gli indicatori riunisce una serie di organizzazioni internazionali che, con diversi ruoli e competenze, hanno il compito di aggiornare periodicamente gli indicatori per il monitoraggio degli *Aichi Target*.

Ad oggi risultano sprovvisti di indicatori i target 2, 3, 15 relativi, rispettivamente, all'integrazione dei valori della biodiversità all'interno delle strategie di sviluppo e nei processi di pianificazione, alla valutazione dei sistemi di incentivazione con impatti positivi o negativi sulla biodiversità e al ripristino di ecosistemi naturali in grado di mitigare i cambiamenti climatici e i processi di desertificazione.

Nonostante i notevoli sforzi compiuti nelle metodologie per monitorare lo stato di conservazione della biodiversità a livello globale, uno degli aspetti maggiormente critici attiene al reperimento di dati nei paesi in via di sviluppo.







5.3.2 *Gli indicatori UE - SEBI*

Contemporaneamente al lavoro svolto da parte delle Conferenze delle Parti della CBD, anche l'Unione Europea ha avviato un percorso di costruzione di indicatori di biodiversità; l'iniziativa più importante nasce nel 2005 tramite il progetto paneuropeo *Streamlining European Biodiversity Indicators 2010* (SEBI 2010), il cui obiettivo è quello di misurare, sulla base di un set di indicatori, i progressi fatti a livello comunitario per arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010. Le valutazioni effettuate sulla base degli indicatori SEBI 2010 sono quelle rispetto alle quali si è largamente ed esplicitamente fondata la revisione della Strategia Europea sulla biodiversità (COM (2011) 244 def.), elaborata dagli organi decisionali della Commissione Europea. La lista di indicatori SEBI 2010, raggruppati per Aree di Inte-










Elementi strutturali della rete ecologica



rete degli ecosistemi forestali

-  nodo forestale primario
-  nodo forestale secondario
-  matrice forestale ad elevata connettività
-  nuclei di connessione ed elementi forestali isolati
-  aree forestali in evoluzione a bassa connettività
-  corridoio ripariale




rete degli ecosistemi forestali

-  nodo degli agroecosistemi
-  matrice agroecosistemica collinare
-  matrice agroecosistemica di pianura
-  agroecosistema frammentato attivo
-  agroecosistema frammentato in abbandono con ricolonizzazione arborea/arbustiva
-  matrice agroecosistemica di pianura urbanizzata
-  agroecosistema intensivo


ecosistemi palustri e fluviali

-  zone umide
-  corridoi fluviali

ecosistemi costieri

-  coste sabbiose prive di sistemi dunali
-  coste sabbiose con ecosistemi dunali integri o parzialmente alterati
-  coste rocciose

ecosistemi rupestri e calanchivi

-  ambienti rocciosi o calanchivi

superficie artificiale

-  area urbanizzata

Elementi funzionali della rete ecologica











-  direttrice di connettività extraregionale da mantenere
-  direttrice di connettività da ricostruire
-  direttrice di connettività da riqualificare
-  corridoio ecologico costiero da riqualificare
-  corridoio ecologico fluviale da riqualificare
-  barriera infrastrutturale da mitigare
-  aree ad elevata urbanizzazione con funzione di barriera da mitigare
-  aree critiche per processi di artificializzazione
-  aree critiche per processi di abbandono e di artificializzazione
-  aree critiche per processi di abbandono culturale e dinamiche naturali

Fig. 3 - Carta delle Reti Ecologiche della Toscana (RET) e legenda, ingrandimento sulla Valle dell'Arno, la Piana Lucca, la Valdinievole e la piana Firenze-Prato Pistoia, scala originaria 1:250.000

Fig. 4 - Gli indicatori per il monitoraggio della Strategia per la Biodiversità 2011-2020 [Bip- Biodiversity Indicators Partnership]

**BIP
Biodiversity
Indicator
partnership**

OBIETTIVI STRATEGICI AICHI 2011-2020

TARGET AICHI 2011-2020

INDICATORI 2011-2020

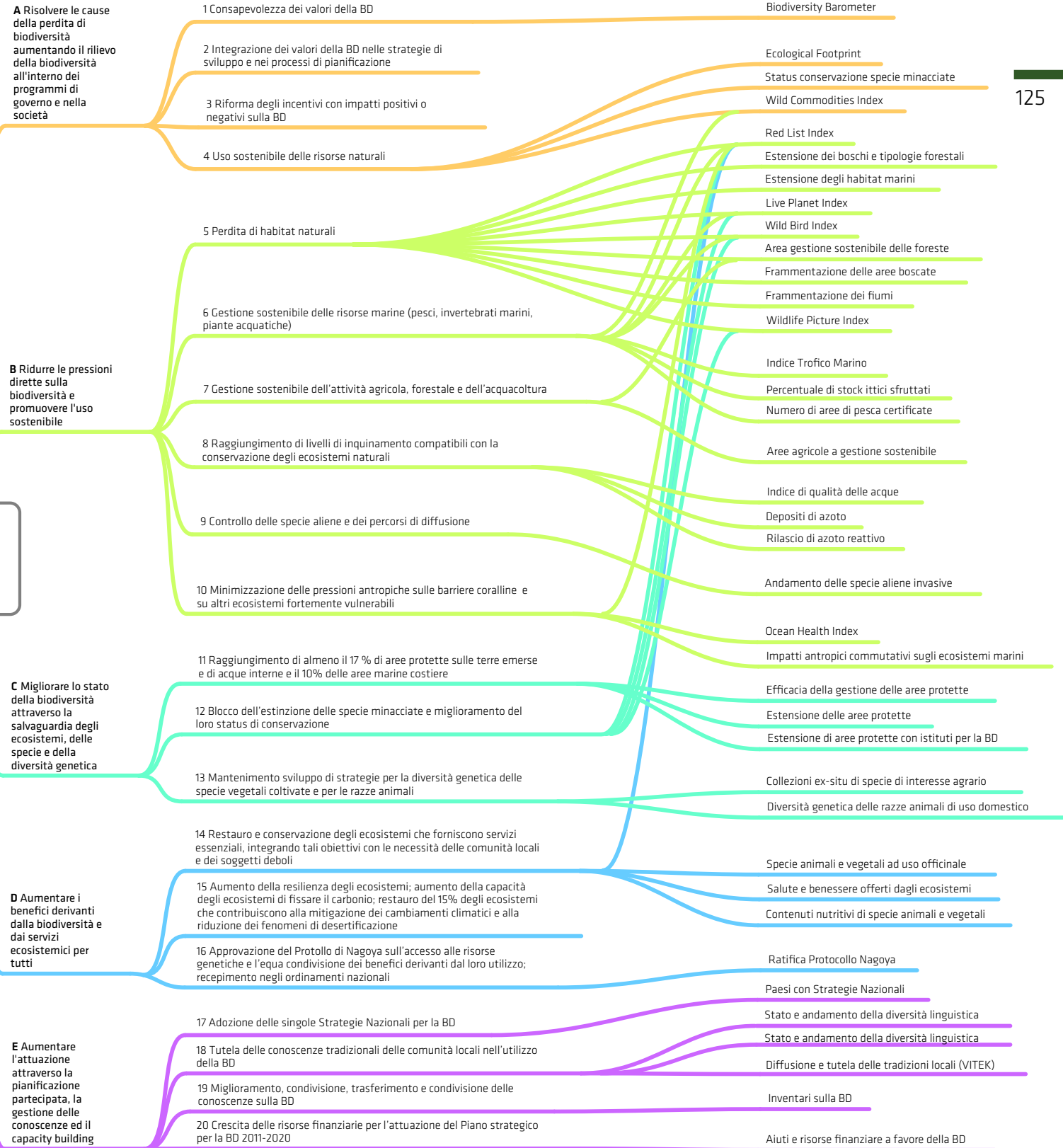




Fig. 5 - European Forest Data Centre [EFDAC]. Livello di frammentazione del paesaggio forestale

Fig. 6 - European Forest Data Centre [EFDAC]: indici utilizzati per l'indicatore della frammentazione delle aree naturali e semi-naturali

Tab. 2 - Il set di indicatori SEBI 2010 per il monitoraggio della biodiversità a livello europeo

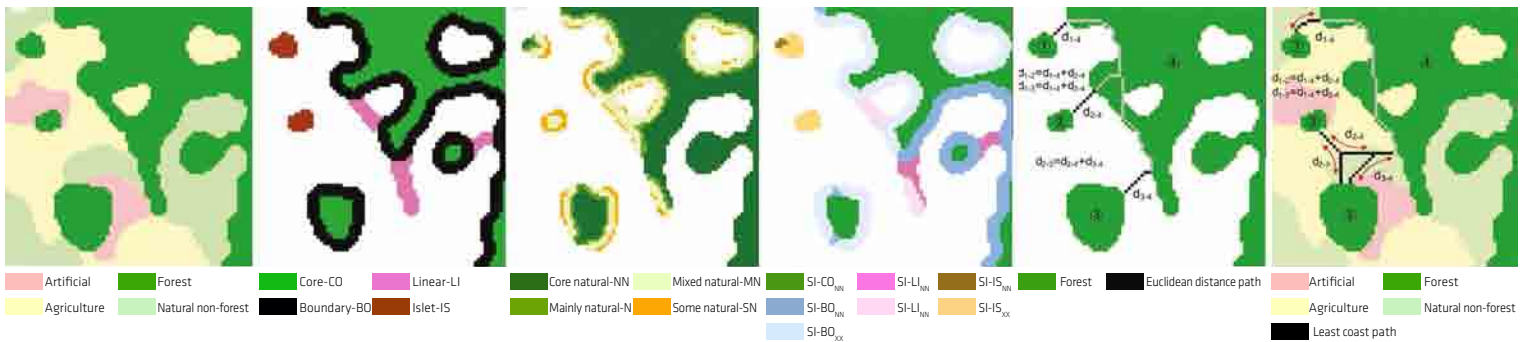
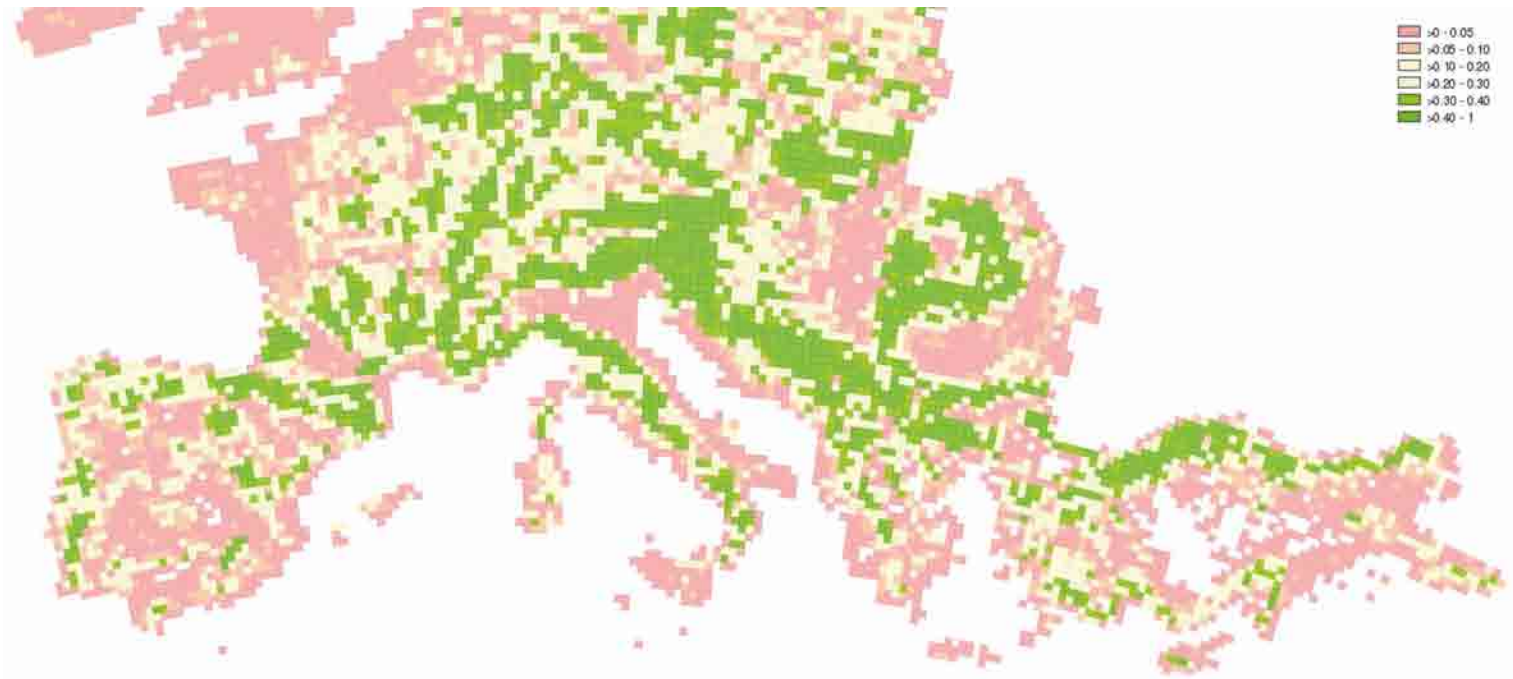
Aree di interesse CBD	Indicatori SEBI 2010
Stato e dinamica delle componenti della diversità biologica	1 Abundance and distribution of selected species (Abbondanza e distribuzione di specie selezionate)
	2 Red List Index for European species (Indice Lista Rossa delle specie europee)
	3 Species of European interest (Specie di interesse europeo)
	4 Ecosystem coverage (Estensione degli ecosistemi)
	5 Habitats of European interest (Habitat d'interesse europeo)
	6 Livestock genetic diversity (Diversità genetica delle razze d'allevamento, delle cultivar agricole)
	7 Nationally designated protected areas (Aree Protette Nazionali)
	8 Sites designated under the EU Habitats and Birds Dir. (Siti designati ai sensi delle Dir. Habitat e Uccelli)
Minacce alla biodiversità	9 Critical load exceedance for nitrose (Eccedenza del carico critico di azoto)
	10 Invasive alien species in Europe (Specie aliene invasive in Europa)
	11 Occurrence of temperature-sensitive species (Presenza di specie sensibili ai cambiamenti di temperatura)
Integrità degli ecosistemi e beni e servizi ecosistemici	12 Marine Trophic Index of European seas (Indice Trofico Marino dei mari europei)
	13 Fragmentation of natural and semi-natural areas (Frammentazione delle aree naturali e seminaturali)
	14 Fragmentation of river systems (Frammentazione dei sistemi fluviali)
	15 Nutrients in transitional, coastal and marine waters (Nutrienti in acque di transizione marine costiere)
	16 Freshwater quality (Qualità delle acque dolci)
Uso sostenibile	17 Forest: growing stock, increment and fellings (Foreste: massa legnosa, accrescimento e prelievo)
	18 Forest: deadwood (Foreste: legno morto)
	19 Agriculture: nitrogen balance (Agricoltura: bilancio dei nitrati)
	20 Agriculture: area under management practices potentially supporting biodiversity (Aree agricole sottoposte a pratiche gestionali che potenzialmente sostengono la biodiversità)
	21 Fisheries: European commercial fish stocks (Pesca: stock ittico commerciale europeo)
	22 Aquaculture: effluent water quality from finfish farms (Acquacoltura: qualità delle acque effluenti da impianti di piscicoltura marina)
	23 Ecological Footprint of European countries (Impronta Ecologica dei Paesi europei)
Condivisione dei benefici	24 Patent applications based on genetic resources (Richieste di brevetti basati sulle risorse genetiche)
Trasferimento di risorse	25 Financing biodiversity management (Finanziamento della gestione della Biodiversità)
Opinione pubblica	26 Public awareness (Consapevolezza dei cittadini)

resse, risulta composta da 26 indicatori a cui, in alcuni casi, si aggiungono alcuni sub-indicatori (Tab. 2).

Tra gli indicatori utilizzati nel set SEBI 2010 compare anche quello relativo al livello di frammentazione (Fig. 5), misurato per gli anni 1990, 2000 e 2006 e calcolato rispetto a tre diverse unità di riferimento: nazionale, NUT 2/3 (coincidente, per l'Italia, al livello provinciale) e a una griglia di 25 x 25 km (Estreguil, 2011). L'indicatore

si basa sulle rilevazioni di uso del suolo del progetto *Corine Land Cover* ed è disponibile per ventitre paesi membri dell'UE.

L'indicatore è formulato rispetto a cinque indici (Fig. 6), desunti dalla letteratura scientifica sull'ecologia del paesaggio (Lindenmayer, 2007): la composizione e la distribuzione delle tessere forestali e semi-naturali nel paesaggio; la forma delle singole patch forestali, le tipologie di usi del suolo all'intorno delle tessere forestali,



le tipologie del margine delle patch forestali e la connettività delle patch boscate rispetto ad alcune specie animali sensibili alla dispersione.

Nonostante gli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità non siano stati raggiunti per il traguardo del 2010, gli indicatori SEBI 2010 hanno mantenuto la loro validità e vengono tutt'ora utilizzati per monitorare il raggiungimento della nuova strategia europea 2020.

5.3.3 Gli indicatori della Strategia Nazionale per la Biodiversità

Al fine di valutare il raggiungimento degli obiettivi della Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2020 e allo scopo di monitorare nel tempo la validità degli obiettivi prefissati, è stato messo a punto un primo set di tredici indicatori di stato e di trenta indicatori per la valutazione; gli indicatori sono stati costruiti in modo da essere utilizzabili all'interno del modello

logico DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatto, Risposte), elaborato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente nel 2009.

Il primo gruppo di indicatori è finalizzato alla stima a lungo termine degli effetti della Strategia sugli elementi caratteristici della biodiversità a livello di specie, habitat e paesaggio (Tab. 3); il secondo gruppo, invece, ha il compito di rappresentare le azioni intraprese a livello nazionale per il soddisfacimento degli obiettivi della Strategia (Tab. 4).

In particolare la selezione degli indicatori della SNB ha privilegiato la scala di rappresentazione nazionale, l'implementabilità degli indicatori a breve (1 anno) e medio termine (1-3 anni) e un maggior dettaglio degli indicatori di valutazione rispetto a quelli di stato.

5.3.4 Il monitoraggio della biodiversità in Toscana

La Strategia Nazionale per la biodiversità prevede, tra le altre cose, anche la costituzione di una Rete di Osservatori e/o Uffici regionali e provinciali per la biodiversità con il compito di favorire il necessa-

Tab. 3 - Quadro riassuntivo degli indicatori di stato della Strategia Nazionale per la BD a livello di specie habitat e paesaggio

Elemento costitutivo della BD	Indicatori Strategia Nazionale BD	Descrizione
Specie	s01. Consistenza e livello di minaccia di specie animali	L'indicatore fornisce un quadro sintetico dell'attuale stato delle conoscenze sulla composizione tassonomica della fauna italiana. Descrive inoltre il grado di minaccia per la biodiversità animale sul territorio nazionale
	s02. Consistenza e livello di minaccia di specie vegetali	L'indicatore stima sia la ricchezza floristica, riportando i dati di consistenza numerica delle piante vascolari e non vascolari, sia il grado di minaccia a cui esse sono soggette
	s03. Diffusione di specie alloctone animali e vegetali	L'indicatore fornisce un quadro dell'attuale presenza delle specie alloctone, descrivendone i principali gruppi tassonomici/ambientali, i trend e i meccanismi di introduzione nel territorio nazionale
Habitat	s04. Distribuzione del valore ecologico secondo carta della natura	L'indicatore stima la distribuzione del Valore Ecologico con indicazioni quali-quantitative sulla distribuzione degli habitat
	s05. Superficie forestale: stato e variazioni	Indicatore di stato che rappresenta il territorio occupato da bosco e descrive le variazioni di copertura boscata nel tempo
	s06. Entità degli incendi boschivi	Indicatore di impatto che esprime i valori annui della superficie percorsa dal fuoco (boscata, non boscata, totale e media) e il numero totale di incendi
	s07. Rapporto incremento/utilizzazioni forestali	Indicatore di pressione che rappresenta il bilancio tra accrescimento delle foreste ed entità dei prelievi legnosi
	s08. Erosione idrica	L'indicatore stima la perdita di suolo per erosione
	s09. Stato ecologico del corpo idrico	L'indicatore rappresenta lo stato ecologico di un corpo idrico ed è definito in base alla classe più bassa risultante dai dati di monitoraggio relativa a: elementi biologici; elementi fisico-chimici a sostegno; elementi chimici a sostegno
	s10. PREI (<i>Posidonia Rapid Easy Index</i>)	Il PREI è un indice multimetrico basato sull'analisi di cinque differenti descrittori della prateria di <i>Posidonia oceanica</i>
Paesaggio	s11. Urbanizzazione in area costiera	L'indicatore fornisce un quadro delle variazioni di superficie urbanizzata nelle aree costiere italiane tra il 1946 e il 2006
	s12. Impermeabilizzazione e consumo di suolo	L'indicatore evidenzia il fenomeno dell'impermeabilizzazione di suolo, strettamente collegato a quello del suo consumo, attraverso la fotointerpretazione a video di ortofoto disponibili in serie storica e la lettura di carte topografiche
	s13. Uso del suolo	L'indicatore descrive la variazione quantitativa dei vari tipi di uso del suolo alla scala di indagine e secondo il sistema di classificazione CORINE Land Cover

Tab. 4 - Quadro riassuntivo degli indicatori di valutazione della Strategia Nazionale per la BD

Area di lavoro	Indicatori Strategia Nazionale BD	Descrizione
1. Specie, habitat e paesaggio	v01. Osservatori regionali per la biodiversità istituiti	L'indicatore evidenzia la percentuale tra numero di Osservatori Regionali per la Biodiversità e numero di Regioni
	v02. Enti che hanno aderito al network nazionale per la biodiversità	L'indicatore evidenzia il numero di Enti aderenti al Network Nazionale per la Biodiversità (NNB) per la raccolta, il coordinamento e la produzione, della conoscenza tematica e il trasferimento del know-how tecnico-scientifico
	v03. Completamento della cartografia degli habitat di direttiva all'interno della rete natura 2000	L'indicatore evidenzia lo stato di avanzamento del lavoro di mappatura degli habitat d'interesse comunitario (Allegato 1 della Direttiva Habitat), e degli habitat delle specie d'interesse comunitario (Allegato 2 della stessa Direttiva)
	v04. Provvedimenti normativi volti a proteggere i CWR e le risorse genetiche vegetali agrarie e forestali	L'indicatore evidenzia il numero di provvedimenti adottati a livello nazionale, regionale e provinciale al fine di tutelare i cosiddetti CWR (Crop Wild Relative - piante selvatiche geneticamente correlate con le corrispettive piante coltivate) e più in generale le risorse genetiche vegetali
	v05. Provvedimenti normativi volti a proteggere le risorse genetiche animali d'interesse agrario	L'indicatore evidenzia il numero di provvedimenti adottati a livello nazionale, regionale e provinciale al fine di tutelare le risorse genetiche animali d'interesse agrario
	v06. Zone Speciali di Conservazione (ZSC)	Indicatore di risposta che evidenzia il numero e la superficie delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) quali elementi costitutivi fondamentali della rete Natura 2000
	v07. Spesa primaria per la protezione dell'ambiente, uso e gestione delle risorse naturali in riferimento alla biodiversità	L'indicatore evidenzia la spesa primaria sostenuta dalle Amministrazioni centrali dello Stato per la protezione della biodiversità e l'uso sostenibile delle risorse naturali
	v08. Specie vegetali spontanee di interesse protezionistico conservate <i>ex situ</i> in banche del germoplasma	L'indicatore evidenzia il numero di specie vegetali spontanee di particolare interesse protezionistico che sono conservate <i>ex situ</i> in banche del germoplasma
	V09. Piani Paesaggistici e Biodiversità	L'indicatore di risposta rappresenta il numero di Piani Paesaggistici regionali (D.Lgs42/2004) approvati con riferimenti e considerazioni sulle Direttive Habitat e Uccelli
2. Aree protette	v03. Completamento della cartografia degli habitat di direttiva all'interno della rete natura 2000	L'indicatore evidenzia lo stato di avanzamento del lavoro di mappatura degli habitat d'interesse comunitario (Allegato 1 della Direttiva Habitat), e degli habitat delle specie d'interesse comunitario (Allegato 2 della stessa Direttiva)
	v06. Zone Speciali di Conservazione (ZSC)	Indicatore di risposta che evidenzia il numero e la superficie delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) quali elementi costitutivi fondamentali della Rete Natura 2000
	v10. Stato di attuazione degli strumenti di gestione dei parchi nazionali	Indicatore di risposta che rappresenta lo stato di attuazione degli strumenti individuati dalla L. 394/1991
	v11. Stato di attuazione dei regolamenti di esecuzione e organizzazione delle aree marine protette	Indicatore di risposta che rappresenta lo stato di attuazione dello strumento di gestione delle aree marine protette

3. Risorse Genetiche	v12. Progetti di ricerca italiani sulle risorse genetiche vegetali nazionali	L'indicatore evidenzia il numero di progetti di ricerca che riguardano le risorse genetiche vegetali con particolare riferimento alle specie coltivate alle specie cosiddette CWR (Crop Wild Relative, interessanti in quanto riserve strategiche di variabilità genetica), alle specie forestali, alle specie spontanee di interesse conservazionistico
	v04. Provvedimenti normativi volti a proteggere i CWR e le risorse genetiche vegetali agrarie e forestali	L'indicatore evidenzia il numero di provvedimenti adottati a livello nazionale, regionale e provinciale al fine di tutelare i cosiddetti CWR (Crop Wild Relative - piante selvatiche geneticamente correlate con le corrispettive piante coltivate) e più in generale le risorse genetiche vegetali
	v05. Provvedimenti normativi volti a proteggere le risorse genetiche animali d'interesse agrario	L'indicatore evidenzia il numero di provvedimenti adottati a livello nazionale, regionale e provinciale al fine di tutelare le risorse genetiche animali d'interesse agrario
	v08. Specie vegetali spontanee di interesse protezionistico conservate ex situ in banche del germoplasma	L'indicatore evidenzia il numero di specie vegetali spontanee di particolare interesse protezionistico che sono conservate ex situ in banche del germoplasma
4. Agricoltura	v13. Aziende agricole che aderiscono a misure ecocompatibili e che praticano agricoltura biologica	L'indicatore evidenzia il rapporto percentuale tra numero di aziende agricole che adottano misure ecocompatibili e numero totale di aziende agricole. Esso evidenzia altresì il rapporto tra la superficie di aziende agricole che adottano misure ecocompatibili e quella totale delle aziende agricole
	v14. Ecoefficienza in agricoltura	L'indicatore analizza la capacità dell'agricoltura di stimolare la crescita economica, riducendo al tempo stesso le pressioni e gli impatti sull'ambiente. È espresso attraverso un indice che aggrega il valore aggiunto ai prezzi di base e l'uso delle risorse, rappresentate dalla superficie agricola utilizzata, dalla superficie agricola irrigata, dai prati e pascoli permanenti, dall'uso di energia, dalle emissioni in atmosfera, dall'uso dei fertilizzanti e dei fitosanitari
	v15. Adozione delle misure agroambientali	Indicatore di risposta che evidenzia: il finanziamento erogato (€) dalle Regioni agli operatori agricoli per tipologia di misura; la superficie (ettari) interessata dagli interventi
5. Foreste	v07. Spesa primaria per la protezione dell'ambiente, uso e gestione delle risorse naturali in riferimento alla biodiversità	L'indicatore evidenzia la spesa primaria sostenuta dalle Amministrazioni centrali dello Stato per la protezione della biodiversità e l'uso sostenibile delle risorse naturali
	v16. Spesa ambientale per il settore forestale	L'indicatore analizza le politiche di protezione, uso e gestione delle foreste, misurando la spesa ambientale sostenuta dalle amministrazioni pubbliche
	v17. Certificazione di gestione forestale sostenibile	L'indicatore misura l'andamento della Gestione Forestale Sostenibile (GFS), misurando la superficie certificata secondo Forest Stewardship Council (FSC) e Programme for Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC)
6. Acque interne	v18. Stato di attuazione dei piani di gestione dei distretti idrografici	Indicatore di risposta che misura lo stato di adozione e approvazione dei piani di gestione dei distretti idrografici (D.Lgs 152/2006; Dir. sulle acque 2000/60; L. 13/2009)
7. Ambiente marino	v11. Stato di attuazione dei regolamenti di esecuzione e organizzazione delle aree marine protette	Indicatore di risposta che rappresenta lo stato di attuazione dello strumento di gestione delle aree marine protette
	v19. Zone Speciali di Conservazione (ZCS) in ambito marino	Indicatore di risposta che evidenzia il numero e la superficie delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) in ambito marino, quali elementi fondamentali della Rete Natura 2000
	v20. Aree marino-costiere sottoposte a ripristino ambientale	Indicatore di risposta che evidenzia la superficie delle aree sottoposte a interventi di ripristino ambientale finanziati da MATTM e Regioni ad esclusione delle aree portuali
8. Infrastrutture e trasporti	v21. Qualità dell'aria ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali in relazione alle reti infrastrutturali	Indicatore di risposta che stima il rispetto dei limiti normativi delle emissioni previsti a tutela di importanti componenti della biodiversità in aree occupate da infrastrutture di trasporto

9. Aree urbane	v22. Piano del verde	Indicatore di risposta che valuta la presenza/assenza del piano del verde nei Comuni capoluogo di provincia
10. Salute	v23. Valutazione dell'andamento e/o anomalie della distribuzione di vettori patogeni correlati ai cambiamenti climatici	L'indicatore mostra l'andamento e/o le anomalie di distribuzione di vettori competenti (per la trasmissione di malattie infettive agli animali e/o all'uomo) connessi agli effetti sulla biodiversità dovuti a cambiamento e variabilità del clima
	v24. Sistemi di sorveglianza epidemiologica per malattie infettive trasmesse da vettori	L'indicatore mostra il numero di regioni che hanno attivato sistemi di sorveglianza per malattie infettive. L'indicatore mostra la presenza di raccomandazioni nazionali per la sorveglianza e l'andamento ed il numero di casi umani, per area geografica, delle malattie infettive
11. Energia	v25. Qualità dell'aria ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali in relazione alle industrie di produzione energetica	Indicatore di risposta utile a evidenziare il rispetto dei limiti normativi delle emissioni previsti a tutela di importanti componenti della biodiversità in aree occupate da industrie di produzione energetica
12. Turismo	v26. Agriturismi	L'indicatore riporta il numero di agriturismi, il numero dei posti letto e le attività agrituristiche offerte. L'indicatore evidenzia anche il numero di agriturismi con certificazione Ecolabel
13. Ricerca e innovazione	v01. Osservatori regionali per la biodiversità istituiti	L'indicatore stima la percentuale tra numero di Osservatori Regionali per la Biodiversità istituiti e numero di Regioni
	v02. Enti che hanno aderito al network nazionale per la biodiversità	L'indicatore evidenzia il numero di Enti aderenti al Network Nazionale per la Biodiversità (NNB) per la raccolta, il coordinamento e la produzione, della conoscenza tematica e il trasferimento del know-how tecnico-scientifico
	v12. Progetti di ricerca italiani sulle risorse genetiche vegetali nazionali	L'indicatore evidenzia il numero di progetti di ricerca che riguardano le risorse genetiche vegetali con particolare riferimento alle specie coltivate alle specie cosiddette CWR (Crop Wild Relative, interessanti in quanto riserve strategiche di variabilità genetica), alle specie forestali, alle specie spontanee di interesse conservazionistico
14. Educazione, informazione, comunicazione, partecipazione	v27. Offerta di educazione ambientale orientata alla sostenibilità nell'area tematica biodiversità	L'indicatore fornisce una stima del numero complessivo di progetti di educazione ambientale orientata alla sostenibilità e di attività puntuali di sensibilizzazione, divulgazione ed educazione ambientale relativi al tema Biodiversità, promossi a livello nazionale, regionale e provinciale
	v28. Alta formazione per la tutela della biodiversità	Indicatore di risposta che fornisce una stima del numero di master/percorsi post lauream attivati presso le università italiane pubbliche e private dedicati al tema della biodiversità
15. L'Italia e la biodiversità nel mondo	v29. Numero di controlli svolti in applicazione CITES	L'indicatore evidenzia il numero e l'esito dei controlli effettuati dai Nuclei Operativi CITES (NOC) del CFS per verificare il rispetto della Convenzione di Washington sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione (CITES-Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)
	v30. Spesa per la cooperazione e sviluppo finalizzata alla conservazione della biodiversità (<i>Rio markers</i>)	L'indicatore stima la spesa italiana per le attività di cooperazione internazionale finalizzate alla conservazione della biodiversità individuati nell'ambito della Convenzione sulla BD. La stima è effettuata attraverso i cosiddetti Rio markers, che consentono di quantificare i contributi finanziari di ciascun paese donatore rispetto al perseguimento delle tre Convenzioni di Rio e quindi anche della CBD

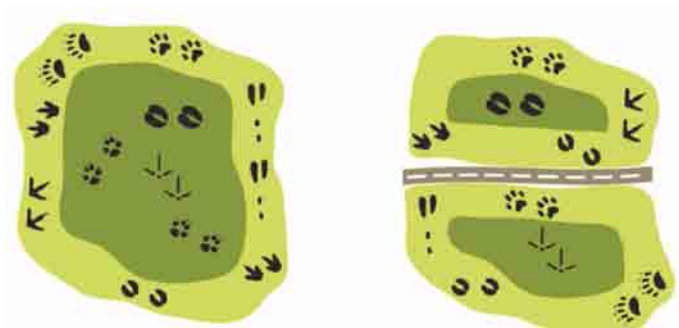


Fig. 7 - Esempio di frammentazione indotta da un'infrastruttura lineare [da EEA, 2011 modif.]

rio coordinamento delle attività di conservazione, comunicazione e di monitoraggio degli elementi della biodiversità e dei servizi ecosistemici.

L'Osservatorio toscano, istituito con DGR n.1075 del 5/12/2011, avrà il compito di contribuire entro il 2015 alla redazione di un rapporto sull'attuazione del Piano Regionale per la Biodiversità (Strategia) sia per quanto riguarda il raggiungimento degli obiettivi per i diversi target di conservazione, che per quanto riguarda la realizzazione delle singole azioni specifiche previste dal piano stesso. Tra i compiti dell'Osservatorio ci sarà anche quello della formulazione di un sistema di indicatori per il monitoraggio del piano.

Per quanto riguarda il reperimento delle informazioni circa lo stato della biodiversità in Toscana la regione, attraverso uno specifico progetto denominato RE.NA.TO. (Repertorio Naturalistico della Toscana) ha realizzato a partire dal 1997, in collaborazione con esperti del settore, una banca dati all'interno della quale sono state raccolte e organizzate le conoscenze ad oggi disponibili sulle emergenze floristiche, faunistiche e vegetazionali del territorio toscano prevalentemente derivanti dalla bibliografia esistente.

RE.NA.TO. è oggi un archivio georeferenziato in cui è riportata la situazione di tutte le specie vegetali ed animali di interesse conservazionistico presenti in Toscana, con le rispettive presenze nei vari ambiti territoriali ed i relativi livelli di criticità.

L'archivio prevede come unità fondamentale la segnalazione, intendendo con questo termine il dato di presenza, relativo ad una determinata specie (o habitat o fitocenosi), in una determinata località, ad una certa data, desunto da una determinata fonte di dati (pubblicazione, dato inedito ecc.).

Un secondo progetto regionale di fondamentale importanza per il monitoraggio della biodiversità è costituito dal progetto Bio.Mar.T,



Fig. 8 - Frammentazione paesaggistica nell'Italia centro settentrionale secondo il rapporto del 2011 curato dal Swiss Federal Office for the Environment [FOEN] e dalla European Environment Agency [EEA]. La gradazione di colori illustra: giallo chiaro frammentazione bassa, rosso scuro frammentazione alta

finalizzato alla creazione di uno specifico repertorio di biocenosi vulnerabili e specie rare presenti nel mare toscano; il progetto, raccordandosi di fatto con le finalità di RE.NA.TO, ne rappresenta la parte complementare per gli aspetti legati alla tutela della biodiversità marina.

5.4 Proposte per l'integrazione e l'implementazione degli indicatori di biodiversità

5.4.1 Definizione e dimensione del fenomeno della frammentazione ambientale

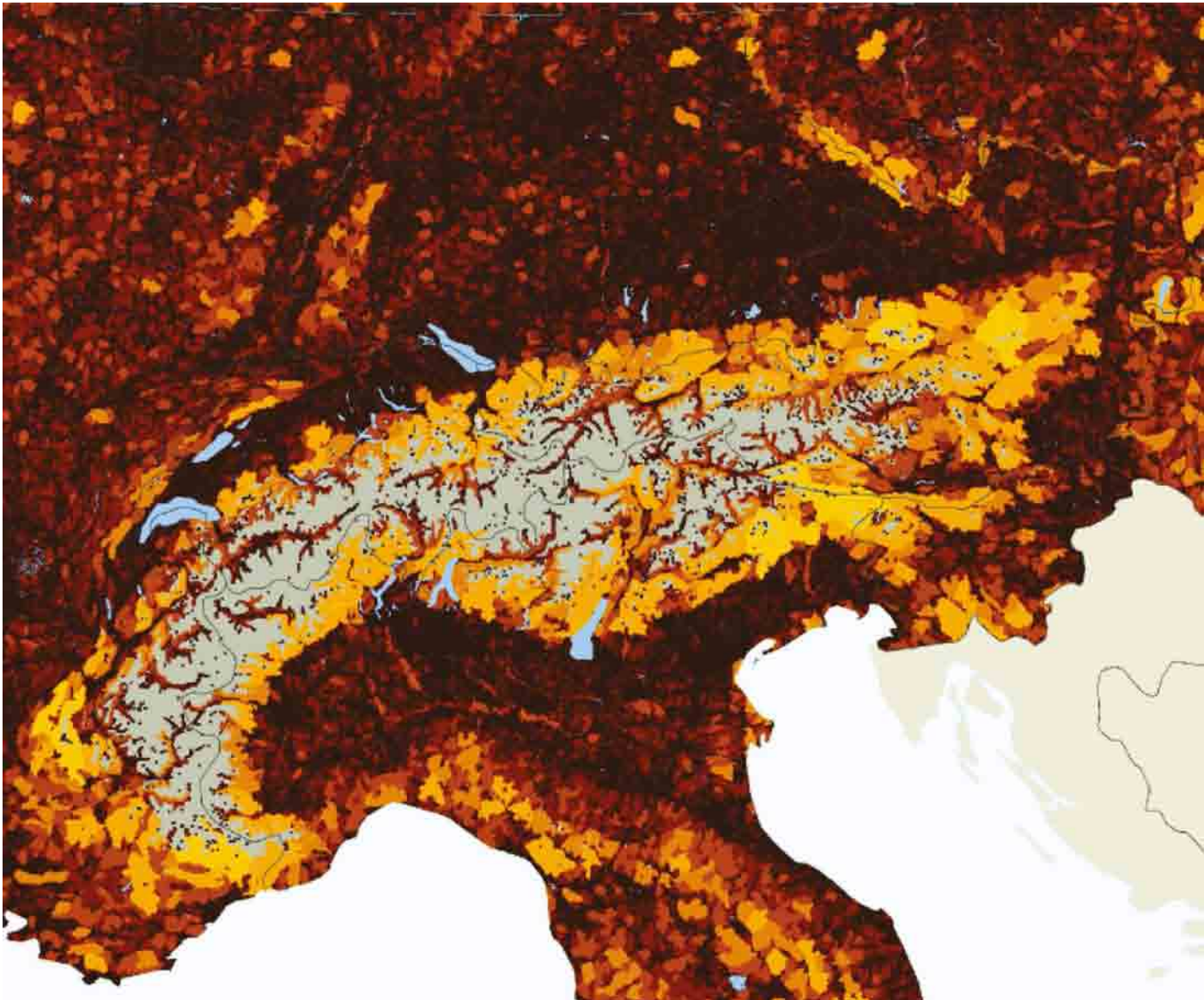
La frammentazione degli ambienti naturali è, oggi, uno dei maggiori responsabili della perdita di biodiversità (Faaborg *et al.*, 1995).

La letteratura scientifica (Wilcove, 1986) annovera tra i principali problemi causati dai processi di frammentazione (Fig.7), una serie di fenomeni. Il primo riguarda l'ovvia riduzione in superficie degli habitat, prodotta ad esempio da un'infrastruttura: gli organismi più affetti dalla diminuzione in superficie sono le specie con grandi *home range* (area all'interno della quale un animale svolge le proprie attività durante l'anno), le specie che dipendono da particolari microhabitat e le specie con scarsa capacità dispersiva. Il secondo riguarda l'aumento del perimetro delle zone sottoposte a disturbo soprattutto per quelle specie che frequentano aree molto interne delle patch (aumento del rischio di predazione, della probabilità di parassitismo, della competizione intraspecifica, diminuzione della capacità di accoppiamento e di nidificazione). Un terzo fenomeno è dato, infine, dall'incremento dell'isolamento delle popolazioni che vedono drasticamente ridotte le loro capacità di contatto con l'esterno.

Gli effetti del fenomeno di frammentazione possono essere analizzati a diverse scale di osservazione (Battisti, 2004).

Un primo livello è dato dagli effetti che tale processo induce a livello individuale su molte specie di animali e, in particolare, sulla diminuzione della mobilità e sulla capacità di dispersione che la frammentazione induce sulle singole specie durante il proprio ciclo vitale e in relazione al periodo dell'anno.

Un secondo livello di osservazione riguarda gli effetti a livello di popolazione, e in particolare sui diversi gruppi tassonomici. Per quanto riguarda l'erpeto fauna (anfibi e rettili), l'isolamento, indotto dalla frammentazione degli habitat influenza notevolmente la sopravvivenza di quasi tutte le specie, di loro natura poco mobili e che ne-



cessitano di poter effettuare movimenti periodici tra habitat acquatici riproduttivi e habitat terrestri di alimentazione e svernamento. Per l'ornitofauna (uccelli), gli effetti indotti dalla frammentazione possono essere molteplici. È largamente noto come l'effetto margine possa influenzare le comunità differenziandole notevolmente, causando la diminuzione delle specie *interior* rispetto a quelle più propriamente di margine (*edge*). Tale effetto si nota ad esempio con la riduzione delle praterie in seguito all'aumento della superficie forestale (Acciaoli *et al.*, 2010): le specie legate alla componente prateria tendono a diminuire (ad es. allodola) a discapito dell'aumento di specie di margine (ad es. prispolone). Essendo quindi gli uccelli ottimi indicatori ambientali capaci di rispondere in tempi molto brevi alle modifiche delle caratteristiche del paesaggio è ovvio come la frammentazione induca effetti anche nel breve periodo. Le cause, che in un determinato territorio innescano processi di

frammentazione, possono ricondursi a una serie di fenomeni, tra cui è particolarmente critica la realizzazione di infrastrutture lineari quali autostrade, strade, ferrovie e infrastrutture tecnologiche; a queste opere si possono annoverare l'urbanizzazione di tipo residenziale e quella per attività produttive e, infine, l'agricoltura di tipo intensivo che, in molti casi, viene ad assumere modalità di frammentazione del tutto simili a quelle proprie dell'insediamento. Un rapporto del 2011, realizzato dal *Swiss Federal Office for the Environment* (FOEN) e da *European Environment Agency* (EEA), permette di misurare, in maniera soddisfacente, il fenomeno della frammentazione nei ventotto paesi dell'Unione Europea (Fig. 8). Gli esiti di tale ricerca sono resi disponibili a tre diversi livelli di aggregazione spaziale: per singoli paesi, per regioni aggregate su parametri socio-economici (NUTS Regions) e per una griglia quadrata di un chilometro.

Il livello di frammentazione è quantificato rispetto a due indici: l'*effective mesh size* e l'*effective mesh density* (Jaeger, 2000); il primo indica la probabilità che due punti presi casualmente in una determinata area non siano separati da elementi di frammentazione, mentre il secondo misura la densità del primo indice per unità di superficie. I parametri rispetto ai quali sono stati costruiti gli indici di frammentazione sono dati dalle varie tipologie di barriere sia di natura artificiale (strade, ferrovie, aree urbanizzate) che di tipo naturale (grandi laghi, fiumi, aree di alta montagna).

I dati, letti rispetto al raggruppamento per paesi, mostrano come l'Italia abbia complessivamente dei livelli di frammentazione piuttosto bassi se paragonati con i paesi nord-europei quali il Lussemburgo, il Belgio e l'Olanda. A livello di aggregazione per regioni, la Toscana si colloca, rispetto alle altre regioni italiane, in posizione media (i più alti valori sono ottenuti da Emilia Romagna e Puglia, i più bassi da Sardegna e Trentino-Alto Adige).

L'immagine della frammentazione letta rispetto ad una griglia quadrata di un chilometro quadrato (Fig. 8) illustra, invece, una situazione più preoccupante; questa volta il dato relativo alla frammentazione mostra all'interno del territorio toscano delle situazioni piuttosto diversificate: accanto ad aree con frammentazione decisamente bassa (sostanzialmente corrispondenti alle aree appenniniche, alla regione apuana e alla Toscana centro meridionale), si riscontrano aree con livelli di frammentazione molto alti. Tra quest'ultime si segnalano la pianura costiera versiliese e apuana, la Piana di Lucca, quella di Firenze-Prato-Pistoia, il Valdarno e un piccolo settore del fondovalle del Fiume Cecina. Tali valori, se paragonati a quelli riferibili alla scala nazionale, mostrano, inoltre, come il livello di frammentazione raggiunto dai territori toscani di pianura sia del tutto simile a quello che è possibile registrare nella Pianura Padana, nell'area metropolitana milanese o nell'area della campagna urbanizzata del Nord-Est Italia.

5.4.2 **Connessioni ecologiche e frammentazione ambientale**

Una delle strategie più efficaci volte alla mitigazione della frammentazione degli ambienti naturali è quella inerente al concetto di "corridoio ecologico"; con questo termine s'intende una pluralità di particolari elementi del territorio, con presenza di aspetti di naturalità più o meno integri, che consentono e/o

facilitano i processi di dispersione di specie animali e vegetali. L'esistenza di tali aree assicura quindi la possibilità che gli individui di determinate specie animali e vegetali non rimangano isolati e vadano progressivamente in corso a processi di estinzione.

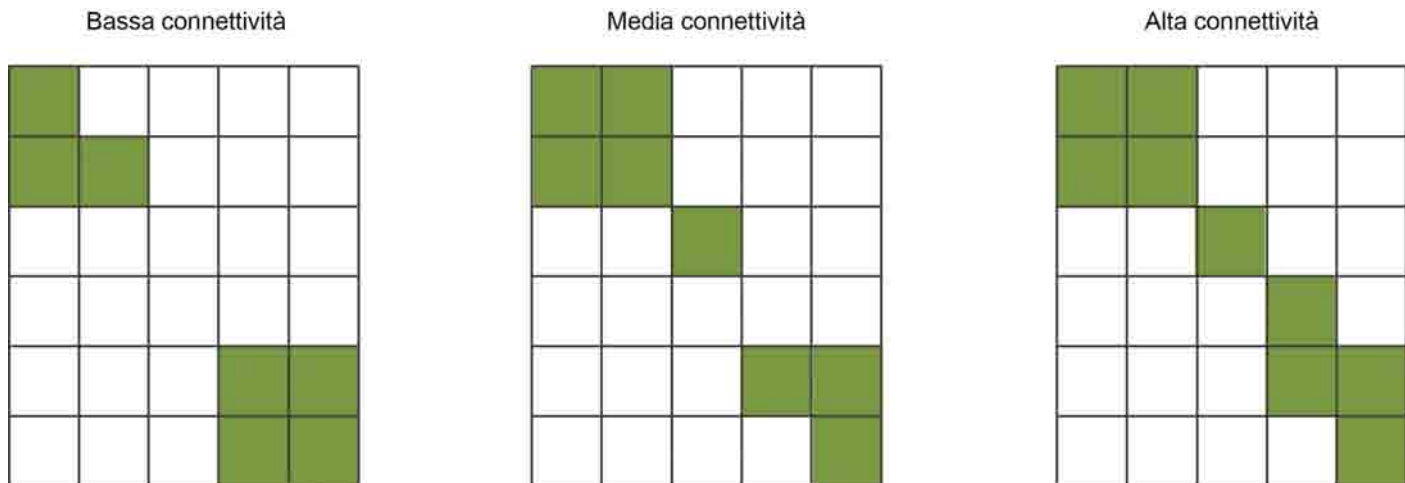
Il concetto di rete ecologica ha riscontrato negli ultimi decenni un notevole successo, spostando l'attenzione delle strategie a favore della biodiversità dalle tradizionali azioni di tutela e restauro ambientale verso un concetto più ampio di scala (Watts *et. al.*, 2010; Baguette and Van Dyck, 2007). Nonostante la letteratura scientifica non sia abbondante vi è comunque un effettivo riscontro sul fatto che le connessioni ecologiche siano in grado di favorire il movimento delle specie tra frammenti di habitat (Gilbert-Norton, 2010).

Un ruolo decisivo nel disegno strategico delle reti ecologiche è giocato dalle aree protette, dai siti della Rete Natura 2000 e dalle altre aree con particolari vincoli di tutela naturalistica; tali ambiti, infatti, assumono il ruolo di serbatoi della biodiversità, configurandosi come isole inserite in una matrice di ambienti più o meno alterati da parte dell'uomo che fungono da siti di dispersione per le varie specie. La tutela e la protezione delle qualità di queste aree, rivestono, quindi, una funzione importante, che, seppur non sufficiente a contrastare i processi di trasformazione antropica, rappresenta il punto di partenza in un disegno della rete ecologica. Due parametri importanti nella qualificazione di tali siti, sottolineati da una corposa letteratura scientifica (Diamond, 1975), riguardano la loro dimensione e il loro grado di isolamento: questi due indicatori, infatti, evidenziano come, in alcuni casi, anche regimi di tutela piuttosto ferrei non permettano il mantenimento di determinate funzioni necessarie alla vitalità di popolazioni di determinate specie o comunità.

L'aumento, e in alcuni casi il ripristino di connessioni ecologiche, può però rappresentare un'utile strategia in grado di ridurre la frammentazione ambientale e di mettere in relazione aree e siti di particolare rilevanza naturalistica.

Al termine di corridoio ecologico, il mondo scientifico ha progressivamente preferito quello di connessione ecologica concetto più ampio che consente, con maggiore elasticità, di dar conto della complessità territoriale e dei fenomeni eco-sistemici.

Fig. 9 - Esempi di diversi livelli di connettività su base strutturale [da Metzger, 1997, ridisegnato]



5.4.3 Metriche di connettività ecologica

In letteratura (Battisti, 2004; Kindlmann and Burel, 2008) esistono due principali gruppi di definizioni di connettività: strutturale (Metzger, 1997), dove la connettività è intesa rispetto a parametri di tipo fisico, quali l'adiacenza e la geometria degli elementi paesistici (Fig. 9), e funzionale (Doack, 1992; Schumaker, 1996) nei quali la connettività è determinata da parametri legati alle esigenze ecologiche e comportamentali delle specie animali.

Rispetto alla definizione di connettività ecologica adottata, in letteratura esistono altrettante metriche atte a misurare il livello di tali connessioni (Calabrese and Fagan, 2004); le metriche sono fortemente dipendenti sia dal livello di scala a cui si analizza il fenomeno sia dalla disponibilità e dalla qualità dei dati di partenza. Una prima categoria di metriche di connettività è data da quelle di tipo strutturale e basata su attributi fisici del paesaggio quali la grandezza, la forma, e localizzazione delle *patch* (Fig. 10). Una delle metriche più usate è quella di *Nearest Neighbor Distance*, che misura la capacità di dispersione in base alla distanza di una *patch* dalla prossima più vicina (Bender *et al.* 2003); tale metrica risulta poco efficace sia perché ignora il contributo alla connettività dato dalle *patch* diverse da quella più vicina, sia perché non tiene conto della consistenza delle popolazioni, sia perché non vi è nessun parametro circa l'ecologia delle singole specie. Un insieme di metriche di tipo strutturale molto usato è quello derivato dall'ecologia del paesaggio: tra queste sono spesso usate il numero di *patch*, l'area delle *patch*, il rapporto area/perimetro delle *patches*, la dimen-

sione frattale. Tra queste metriche, molto usate in virtù della loro relativa semplicità di elaborazione, l'indice di forma e compattezza delle *patch* si è dimostrato abbastanza soddisfacente nel predire la reale capacità di dispersione delle specie.

Una seconda categoria di metriche è data da quelle di tipo potenziale; tra queste le più conosciute sono quelle che discendono dalla teoria dei grafi planari (Urban e Keitt, 2001) e quelle *cost-distance* (Joly, 2003; Verbeylen, 2003); il primo approccio quantifica e descrive in maniera sintetica le relazioni spaziali esistenti tra le *patch* (esemplificate in nodi), mentre il secondo (Fig. 10), frequentemente usato negli studi di connettività, si basa sul concetto di costo del movimento, in altre parole il costo che una determinata specie spende per spostarsi da un habitat a un altro. Quest'ultimo approccio valuta il costo del movimento non solo attraverso parametri di distanza geometrica ma anche in termini di resistenza al movimento della matrice in cui sono immersi gli habitat; tra i parametri che determinano la resistenza (impedenza) figurano costi fisiologici (dispendio di energia, scarsità di cibo, ecc.) e rischi di mortalità (difesa dai predatori, incidentalità da infrastrutture lineari). Una terza categoria di metriche discende dall'osservazione reale dei movimenti delle singole specie (Calabrese and Fagan, 2004); per ottenere questi dati esistono molte tecniche che vanno dal monitoraggio attraverso tecniche di *GPS telemetry* (Sokolov, 2010) (Fig. 11), a quello tramite studi di marcatura-ricattura di specie animali o catture massive. Questa terza categoria di metriche, nonostante la sua notevole precisione nel determinare i reali spo-

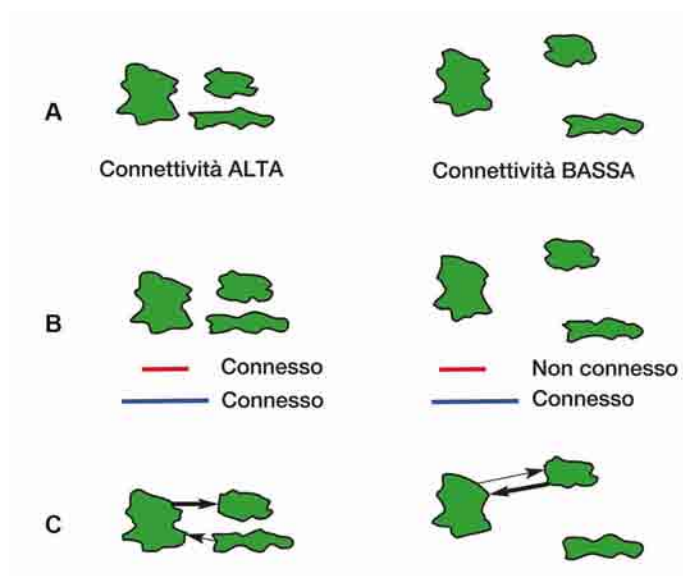


Fig. 10 - Tipologie di connettività [da Calabrese e Fagan, 2004 ridisegnato].

Nell'immagine in alto (A) la connettività analizzata a livello strutturale dipende da attributi fisici del paesaggio (prossimità delle patch): le tessere di sinistra sono maggiormente connesse di quelle di destra in quanto più vicine tra loro. Nell'immagine al centro (B) la connettività a livello potenziale dipende da attributi fisici (prossimità) e capacità dispersiva delle singole specie; i movimenti della specie identificata con la linea blu rendono sia il gruppo di patch di sinistra che quello di destra connesso mentre i movimenti della specie identificata con la linea rossa rendono solo il gruppo di patch di sinistra connesso. Nell'immagine in basso (C) la connettività è misurata tramite osservazioni di campagna che illustrano i reali movimenti delle specie: i rilievi di campo mostrano come non necessariamente i due precedenti tipi di approccio siano effettivamente in grado di predire i movimenti effettivi tra le patch

stamenti di specie animali, presenta degli oggettivi problemi di utilizzazione sia per gli elevati costi di raccolta dati sia per i tempi lunghi nell'elaborazione delle informazioni.

L'utilizzo di metriche legate all'effettiva presenza di specie in determinati luoghi e allo studio dei loro movimenti risulta comunque uno strumento di grande utilità nel testare l'efficacia degli elementi e delle aree delle reti ecologiche (Dixon *et. al.*, 2006).

5.5 Indicatori per il monitoraggio della connettività e della frammentazione

Il tema degli indicatori di connettività e di frammentazione a livello internazionale è presente sia nel sistema di monitoraggio messo a punto per la verifica degli obiettivi del primo *Strategic Plan for the Convention on Biological Diversity* (COP 6 Decision VI/26), sia nello *Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020* (COP 10 Decision X/2) del 2010.

Anche a livello europeo gli indicatori SEBI 2010, costruiti per la verifica del raggiungimento degli obiettivi della Strategia europea del 2006 (COM (2006) 216 def.) e di quella del 2011 (COM (2011) 244 def.), contengono sistemi di monitoraggio del fenomeno della frammentazione ambientale.

L'emanazione di una specifica strategia per le infrastrutture verdi (COM (2013) 249 final) nel maggio del 2013 ha fornito, poi, un forte impulso al dibattito disciplinare su indicatori specifici su questo tema. Nonostante esistano diverse misure per valutare l'efficacia delle infrastrutture verdi nella conservazione della biodiversità, ad oggi risultano assai limitati gli studi in grado di valutare nel tempo il ruolo di tali interventi (Simberloff, 1992; Beier and Noss, 1998; Sokolov, 2011).

5.5.1 Indicatori di connettività/frammentazione di tipo strutturale

Come detto le più frequenti e diffuse cause di frammentazione del territorio, sono date dall'espansione urbana, dallo sviluppo di infrastrutture di comunicazione e dalle pratiche legate all'agricoltura di tipo intensivo.

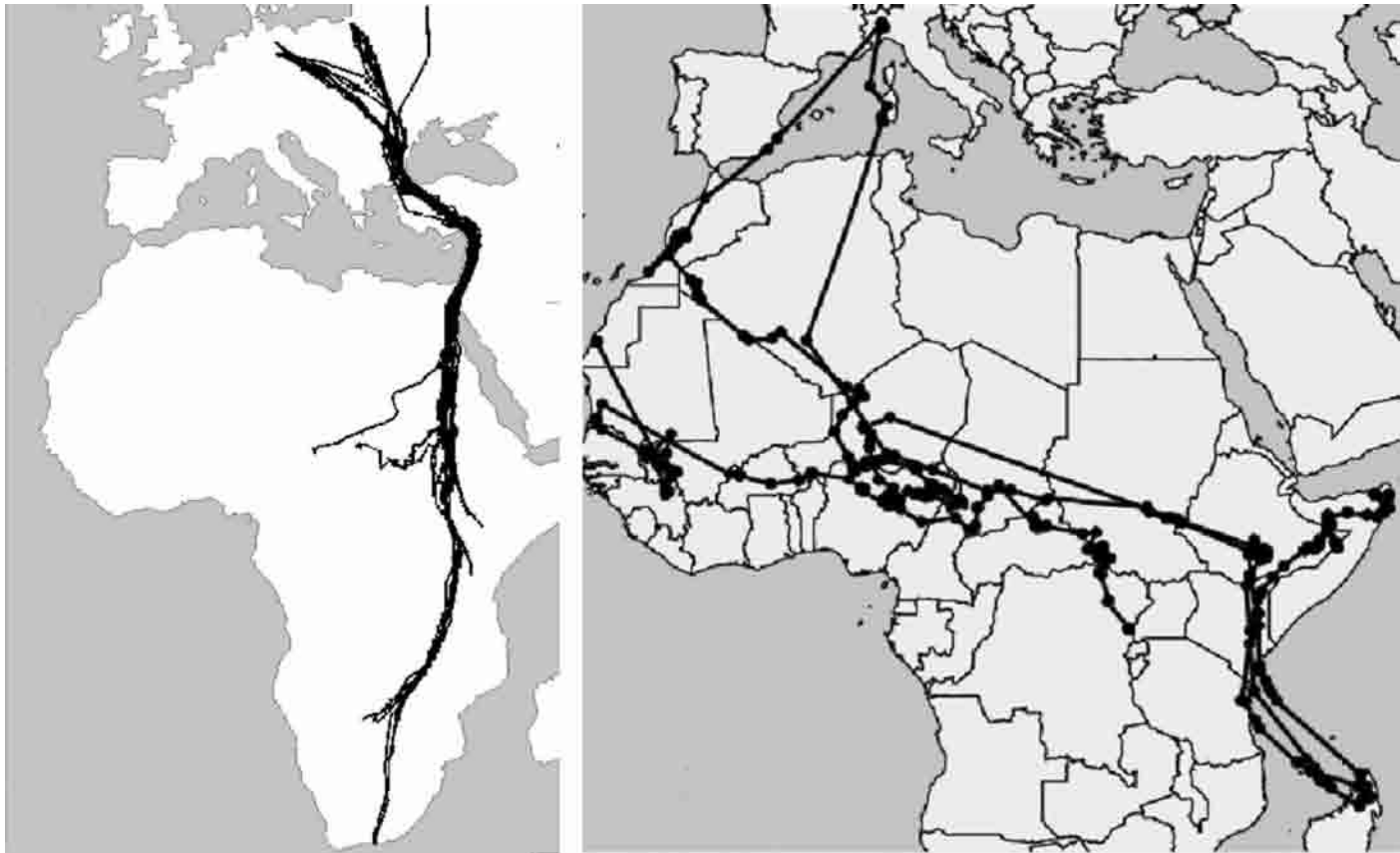
La crescita urbana, soprattutto dove questa si configura secondo andamenti lineari, rappresenta una barriera al movimento delle specie animali; le vie di comunicazione (secondo le diverse intensità dei flussi veicolari) costituiscono anch'esse un forte elemento di ostacolo alla dispersione, oltreché un fattore di rischio per la sopravvivenza stessa degli animali. Sia gli insediamenti che le infrastrutture di trasporto rappresentano una barriera alla mobilità degli animali, non solo in senso fisico ma anche in ragione dell'inquinamento acustico, luminoso e chimico che queste producono sul territorio circostante.

Infrastructural Fragmentation Index (IFI)

Le infrastrutture lineari sono, come abbiamo visto, uno degli elementi che causano maggior grado di frammentazione ambientale. Un gruppo di ricercatori dell'Università dell'Aquila, ha messo a punto un indice di frammentazione da infrastrutture (Battisti, 2007; Romano and Paolinelli, 2007) piuttosto efficace nel misurare tale fenomeno.

Nell'approccio adottato le varie tipologie di vie di comunicazione (autostrade, strade, ferrovie), rappresentate attraverso strumenti GIS da un sistema di polilinee, hanno associato un valore che misura il

Fig. 11 - Ricostruzione del tragitto di migrazione attraverso tecniche di GPS telemetry. Da Sokolov, 2011. A sinistra migrazione autunnale di alcuni individui di Cicogna bianca [Ciconia ciconia Linnaeus, 1758]; a destra migrazione primaverile di Falco della Regina [Falco eleonorae Gené, 1839]



diverso grado di permeabilità biologica, in funzione delle sue caratteristiche fisiche e costruttive (presenza di recinzioni, flussi di traffico, larghezza della sede stradale, presenza di filari e/o siepi, ecc.).

La formula dell'indice IFI è data da:

$$IFI = \sum_i (L_i * o_i) * [N/A]^p$$

- L_i = lunghezza dell'infrastruttura i -esima nell'unità territoriale, decurtata dei tratti in tunnel e in viadotto;
- o_i = peso di occlusione ambientale assegnato ad ogni categoria di infrastrutture ($o = 1$ per le autostrade e le ferrovie; $o = 0.5$ per le strade ad elevato traffico quali statali, regionali, provinciali; $o = 0.3$ per le strade comunali e locali);
- N = numero di parti in cui l'unità territoriale viene divisa dall'insieme delle infrastrutture;
- A = superficie dell'unità territoriale di riferimento;
- p = perimetro dell'unità territoriale di riferimento.

Esistono diversi casi di applicazione dell'*Infrastructural Fragmentation Index*, che hanno considerato quale unità territoriale di riferimento sia il livello provinciale (Lega, 2004), sia quello comunale che quello dell'unità di paesaggio.

Urban Fragmentation Index (UFI)

Sempre il medesimo gruppo di ricerca che ha elaborato l'indice IFI ha costruito un secondo indice in grado di misurare la frammentazione dovuta all'insediamento.

La formula dell'indice UFI è data:

$$UFI = \sum (L_i * \sum S_i) o_i / A_t$$

- L_i = dimensione massima della barriera urbana lineare;
- S_i = superficie dell'area urbanizzata;
- o_i = coefficiente di occlusione caratteristico delle diverse tipologie di aree urbanizzate verso le specie considerate;
- A_t = area dell'unità territoriale.

L'indice assume che a parità di dimensioni dell'insediamento, la forma circolare sia quella che minimizza la frammentazione ambientale rispetto a quella allungata

Il coefficiente di occlusione per le tipologie insediative è dato da:

- Aree industriali e assimilabili: presenza di inquinamenti concentrati, traffico pesante, rumori, illuminazione e disturbi anche notturni, presenza di grandi spazi pavimentati, generale carenza di arredi verdi. Valore di occlusività 100%;
- Aree direzionali e assimilabili: presenza di grandi spazi pavimentati, illuminazione notturna, rilevanti flussi di traffico diurni, generale presenza di aree verdi e di vegetazione in misura superiore alle aree industriali. Valore di occlusività 80%;
- Aree residenziali intensive: presenza di inquinamenti concentrati, rumori, disturbi diurni, generale dotazione di arredi verdi e di vegetazione più distribuita e diffusa che nel caso delle aree direzionali. Valore di occlusività 60%;
- Aree residenziali estensive: edificato rado, maggiore diffusione dei disturbi, presenza di vegetazione e di aree verdi, sia all'interno dei lotti privati sia di arredo pubblico, generalmente superiore a quella del caso delle aree residenziali intensive. Valore di occlusività 40%.

5.5.2 Indicatori di connettività/frammentazione di tipo funzionale

La frammentazione a livello di specie: le specie focali

Un problema particolare nell'analisi della connettività di un determinato territorio è dato dal fatto che le specie rispondono in maniera diversa alla composizione del paesaggio (Tischendorf and Fahrig 2000); alcune specie, infatti, potrebbero essere influenzate negativamente, alcune potrebbero trarne beneficio, mentre altre potrebbero rimanere indifferenti alla composizione del mosaico paesistico. Nonostante questo problema, vi è la necessità di adottare un approccio specie-specifico per esaminare gli impatti funzionali dei cambiamenti del paesaggio.

Una soluzione proposta è quella di utilizzare le specie focali (Lambeck 1997): queste hanno lo scopo di rappresentare e di raccogliere gruppi di specie particolarmente sensibili ai cambiamenti del paesaggio: riduzione di habitat, isolamento delle tessere, limitata disponibilità di risorsa e gestione degli habitat.

Una nutrita letteratura scientifica (Haila, 1985; Battisti, 2004; Bat-

tisti, 2008; Amici and Battisti, 2009) è riuscita nel tempo a valutare i predittori in grado di esprimere la sensibilità di una specie animale alla frammentazione.

In linea generale le specie potenzialmente sensibili alla frammentazione mostrano le seguenti caratteristiche:

- sono rare in termini di abbondanza numerica;
- necessitano di habitat idonei di rilevante estensione;
- sono soggette a fluttuazioni demografiche naturali;
- mostrano un basso potenziale riproduttivo;
- presentano una scarsa capacità dispersiva;
- mostrano una specializzazione ecologica elevata;
- mostrano una modalità di uso degli elementi del mosaico ambientale ridotta ad uno o poche tipologie.

Modelli di idoneità ambientale

L'interesse verso questi modelli, in grado di predire la distribuzione spaziale delle specie, è in costante crescita sia nell'ambito di studi sulla comprensione delle nicchie ecologiche di determinate specie, sia in specifici problemi di conservazione sia per valutare gli impatti di alcuni assetti antropici, quali quelli dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici.

Tali modelli si basano su osservazioni di campo e su una serie di variabili ambientali quali quelli climatici, quelli legati alla morfologia del terreno, all'assetto geologico e alla copertura del suolo (Boitani, 2002).

Quest'ultimo parametro, oggi largamente diffuso all'interno dei sistemi informativi istituzionali, è quello più frequentemente usato e sembra offrire un livello di informazione sufficientemente esatto.

La disponibilità di informazioni cartografiche circa queste variabili permette di elaborare delle mappe di idoneità ambientale a diverse scale.

5.6 Indice di frammentazione del territorio rurale

Per la misura della frammentazione ambientale si è deciso di proporre un indicatore in grado di misurare in quanti frammenti il territorio è diviso dall'urbanizzato di tipo compatto e dalle infrastrutture; l'indicatore, che sostanzialmente è di tipo strutturale, è pesato sul grado di disturbo che ciascuna barriera induce all'intorno. Rispetto a quanto proposto da SEBI 2010 l'indice proposto tiene

in considerazione non solo il numero di patch che risultano in un determinato ambito ma anche il valore di occlusione ingenerato dalle varie barriere ecologiche.

Rispetto agli indici presenti in letteratura (Battisti, 2007; Romano and Paolinelli, 2007), quello proposto tenta di tenere in considerazione anche le barriere costituite dai tessuti urbanizzati di tipo continuo.

L'integrazione proposta appare particolarmente significativa in quanto permette di distinguere i vari tessuti urbanizzati rispetto al parametro della continuità dei lotti edificati: questo aspetto, che è in linea con alcuni concetti della legge urbanistica regionale (L.R. n.65/2014), migliora la valutazione sulle barriere ecologiche, tenendo in considerazione solo quei brani dell'edificazione che, in genere, inducono criticità all'interno del territorio rurale.

A queste tipologie di barriere è stato attribuito un peso di occlusione massimo, pari a quello delle infrastrutture stradali e ferroviarie di maggior disturbo.

Per quanto riguarda le barriere da infrastrutture, il grafo della rete stradale e ferroviaria è stato suddiviso in tre classi a seconda dell'ampiezza della sede stradale e del volume di traffico presunto. Si è proceduto, inoltre, a emendare dal grafo stradale tutti quei tratti sopraelevati.

L'indice di frammentazione (If) è misurato rispetto alla seguente formula:

$$If = \sum (L_i * o_i) * [N/A] * p$$

dove:

- L_i = lunghezza della barriera i -esima nell'unità territoriale espressa in km (sia infrastrutture che urbanizzato compatto);
- o_i = fattore di occlusione ambientale assegnato ad ogni categoria di barriera ($o = 1$ per autostrade, ferrovie, limite dell'urbanizzato compatto; $o = 0.5$ per le strade ad elevato traffico quali statali, regionali, provinciali; $o = 0.1$ per le strade comunali e i percorsi campestri);
- N = numero di parti in cui l'unità territoriale viene divisa dall'insieme delle barriere;
- A = superficie dell'unità territoriale in km^2 ;
- p = perimetro dell'unità territoriale in km.

Come evidenziato dalla formula, nella misura dell'indice, riveste un ruolo di fondamentale importanza l'unità territoriale di riferimento.

La sperimentazione proposta nel capitolo 9 del presente volume ha misurato tale indice rispetto ad una aggregazione di comuni attorno al territorio del Parco Regionale Migliarino, San Rossore Massaciuccoli e rispetto ad una serie di unità spaziali esagonali di superficie pari ad un chilometro quadrato.

5.7 Definizione di un framework per l'analisi della biodiversità in un territorio

La costruzione di un *framework* per valutare lo stato della biodiversità di ambiti territoriali quali quelli europei, ed in particolar modo quelli del bacino del Mediterraneo, particolarmente ricchi di specie e habitat, appare come una fase particolarmente importante per impostare un'efficace politica di conservazione della diversità biologica. Il *core-set* di indicatori presentato costituisce una possibile metodologia per la valutazione dello stato della biodiversità di un territorio; non vengono pertanto considerati gli indicatori di valutazione, riconducibili nel modello DPSIR alla classe «risposte», che hanno, invece, lo scopo di rappresentare l'efficacia delle azioni svolte dagli enti pubblici e dai alcuni soggetti privati per il raggiungimento degli obiettivi di conservazione della biodiversità previsti a livello interazionale, comunitario, nazionale (e nel caso toscano anche regionale).

La struttura proposta nel presente contributo riprende in larga parte il set di indicatori già proposti a livello europeo (SEBI 2010) e nazionale (indicatori Strategia Nazionale Biodiversità), suggerendo, tuttavia, una migliore definizione dell'indicatore finalizzato alla misura della frammentazione ambientale. Il set di indicatori è poi adattato al contesto europeo ed in particolare alla regione biogeografica mediterranea.

Consistenza e livello di minaccia di specie animali e vegetali

L'indicatore, presente sia nel set SEBI 2010 che in quello della SNB, fornisce una descrizione sintetica della distribuzione e consistenza delle specie animali e vegetali di un determinato territorio, escludendo le specie considerate esotiche.

L'indicatore può essere misurato anche limitatamente a specie minacciate presenti in particolari liste di attenzione quali: Red List Nazionale e Regionale; Allegati della Dir. 92/43 CEE; Convenzione di Berna; Allegati della LR 56/2000 (solo per la Toscana).

L'indicatore è chiaramente influenzato dalla qualità delle informa-

zioni disponibili su un determinato territorio e sul livello di conoscenze acquisito sui diversi gruppi tassonomici.

Abbondanza e distribuzione di specie selezionate (uccelli)

L'indice, presente nel set di indicatori SEBI 2010, valuta gli andamenti di alcune specie comuni di uccelli ed, in particolare, di quelli di ambiente boschivo e di quelli presenti in contesti agricoli. L'indicatore è stato utilizzato anche per il monitoraggio della Politica di Sviluppo Rurale per il periodo 2007-2013. Per quanto riguarda il *Farmland Bird Index* questo indice indica gli andamenti nel tempo delle popolazioni delle specie ornitiche (appartenenti agli ordini dei passeriformi, dei columbiformi e piciformi) nidificanti che dipendono strettamente dagli ambienti rurali per la nidificazione.

Diffusione di specie alloctone (esotiche) animali e vegetali

L'indicatore stima la presenza di specie alloctone, o esotiche, presenti in un determinato territorio, raggruppandole secondo i principali gruppi tassonomici e valutandone i trend e i meccanismi di introduzione.

Valore naturalistico-ecologico delle unità ambientali

L'indicatore, anche in questo caso presente sia nel set SEBI 2010 che in quello della SNB, stima la qualità naturalistica delle varie unità ambientali presenti in determinato contesto territoriale, facendo riferimento al concetto di unità ambientali quale insieme di tipologie di habitat dotati di caratteristiche ecologiche simili.

L'indicatore si ricava sinteticamente dalla sintesi di alcuni sub-indicatori: grado di naturalità della cenosi vegetale; abbondanza di elementi della biodiversità animale e vegetale presenti all'interno della singola unità; rarità a livello locale e di area vasta; composizione strutturale (forma e dimensione delle patch); caratteristiche di gestione (presenza di aree protette, siti rete Natura 2000, demani pubblici, ecc.).

L'indicatore può essere costruito a partire da una cartografia di uso del suolo implementata con una descrizione fisionomica delle principali tipologie ambientali.

Permeabilità ecologica

L'indicatore misura l'impedenza/permeabilità di ciascuna tipologia di uso del suolo ad essere attraversata da alcune specie animali

particolarmente sensibili alla frammentazione. L'indicatore, costruito rispetto a diverse tipologie ambientali, tiene in considerazione: le tipologie di uso del suolo, differenziando, in alcuni casi, dal punto di vista della fisionomia della vegetazione, anche le varie tipologie forestali; algoritmi *cost-distance*, in grado cioè di valutare quanto sia dispendioso per un ipotetico individuo il movimento tra due aree in funzione delle aree con maggiore permeabilità allo spostamento (con costo minore) tra un'origine e una destinazione; la morfologia del terreno che in alcuni casi può influenzare gli spostamenti della fauna.

L'indicatore fornisce anche delle informazioni preziose sull'efficienza della rete ecologica.

Frammentazione ambientale del territorio rurale

L'indicatore, presente nel set di indicatori SEBI 2010, misura la frammentazione degli ambienti naturali, seminaturali e agricoli in un determinato territorio. In maniera abbastanza semplice l'indicatore valuta in quanti frammenti un determinato paesaggio è diviso dalla presenza di infrastrutture lineari, aree urbanizzate e altre barriere ecologiche.

Il calcolo di questo indice è effettuato secondo le modalità riportate nel paragrafo 5.6 ed una sua sperimentazione è condotta, nel capitolo 9, sul territorio del Parco Regionale Migliarino, San Rossore Massaciuccoli.

Stato di qualità del corpo idrico

L'indicatore che riprende parzialmente SEBI 2010 ed in maniera identica quello della SNB, è determinato dalla combinazione di uno stato ecologico, espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, a cui concorrono sia parametri chimici e fisici, relativi al bilancio dell'ossigeno e allo stato trofico, sia opportuni indicatori biologici come l'Indice Biotico Esteso (IBE).

Frammentazione dei sistemi fluviali

Questo indicatore, presente in SEBI 2010, misura il grado di frammentazione dei corpi idrici superficiali a causa di interventi che interrompono la continuità longitudinale del corso d'acqua pregiudicandone, in alcuni casi, il deflusso minimo vitale.

Bibliografia

- Acciaiuoli, A., Londi, G., Tellini Florenzano, G. (Eds.) (2010), *La gestione e il recupero delle praterie dell'Appennino settentrionale. Il pascolamento come strumento di tutela e salvaguardia della biodiversità*, Tipografia il Bandino SRL, Firenze.
- Amici, V., Battisti, C. (2009), "Selecting focal species in ecological network planning following an expert-based approach: a Case study and a conceptual framework", *Landscape Research*, Vol. 34, No. 5, pp. 545-561.
- Baguette, M., & Dyck, H. (2007), "Landscape connectivity and animal behavior: functional grain as a key determinant for dispersal", *Landscape Ecology*, Vol. 22, No. 8, pp. 1117-1129.
- Barbault, R. (2013), "Loss of Biodiversity. Overview", in Levin, S.A. (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity*, Academic Press, Waltham, pp. 656-666.
- Battisti, C. (2004), *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche*, Provincia di Roma.
- Battisti, C., Romano, B. (2007), *Frammentazione e connettività: dall'analisi ecologica alla pianificazione ambientale*, Città Studi, Milano.
- Battisti, C. (2008), "Le specie focali nella pianificazione del paesaggio: una selezione attraverso un approccio expert-based", *Biologia ambientale*, Vol. 22, No. 1, pp. 5-13.
- Beier, P., Noss, R. F. (1998), "Do Habitat Corridors Provide Connectivity?", *Conservation Biology*, Vol. 12, No. 6, pp. 1241-1252.
- Bender, D., Tischendorf, L., Fahrig, L. (2003), "Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes", *Landscape Ecology*, Vol. 18, No. 1, pp. 17-39.
- Boitani L., Corsi F., Falcucci A., Marzetti I., Masi I., Montemaggiori A., Ottaviani D., Reggiani G., Rondinini C. (2002), *Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani*, Università di Roma La Sapienza, Roma.
- Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond, R. E. A., Baillie, J. E. M., et al. (2010), "Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines", *Science*, Vol. 328, No. 5982, pp.1164-1168.
- Calabrese, J. M., Fagan, W. F. (2004), "A comparison-shopper's guide to connectivity metrics", *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 2, No 10, pp. 529-536.
- Chapman, A.D. (2009), *Numbers of living species in Australia and the world*, Australian Biodiversity Information Services.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttongk, P, van den Belt M. (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, Vol. 387, No. 6630, pp. 253-260.
- Diamond, J. M. (1975), "The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves", *Biological Conservation*, Vol. 7, No. 2, pp- 129-146.
- Doak D.F., Marino P.C., Kareiva P.M. (1992), "Spatial scale mediates the influence of habitat fragmentation on dispersal success: implications for conservation", *Theor Popul Biol*, Vol. 41, pp. 315-336
- Duelli, P., Obrist, M. (2003), "Biodiversity indicators: the choice of values and measures", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 98, No. 1-3, pp. 87-98.
- Estreguil C., Caudullo G. (2011), *Fragmentation of natural lands in Europe*, Office of the European Union, Luxembourg.
- European Commission (2011), *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report*, European Commission, Brussels.
- European Environment Agency (2011), *Landscape fragmentation in Europe*, Technical Report.
- European Environment Agency (2012), *Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process*, Technical Report.
- Faaborg, J., Brittingham, M., Donovan, T., & Blake, J. (1995), "Habitat fragmentation in the temperate zone. Ecology and management of neotropical migratory birds", in Martin, T.E., Finch, D.M (Eds.), *Management of neotropical migratory birds. A synthesis and review of critical issues*, Oxford University Press, New York, 357-380
- Gilbert-Norton, L., Wilson, R., Stevens, J. R., Beard, K. H. (2010), "A meta-analytic review of corridor effectiveness", *Conservation Biology*, Vol. 24, No. 3, pp. 660-668.
- Haila, Y. (1985), "Birds as a tool in reserve planning", *Ornis Fennica*, Vol. 62, No. 2, pp. 96-100.
- Jaeger, J. G. (2000), "Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation", *Landscape Ecology*, Vol. 15, No. 2, pp. 115-130.

- Joly, P., Morand, C., & Cohas, A. (2003), "Habitat fragmentation and amphibian conservation: building a tool for assessing landscape matrix connectivity", *Comptes Rendus Biologies*, Vol. 326, No. 1, pp. 132-139.
- Kindlmann, P., Burel, F. (2008), "Connectivity measures: a review", *Landscape Ecology*, Vol. 23, No. 8, pp. 879-890.
- Lambeck, R. J. (1997), "Focal Species: a multi-species umbrella for nature conservation", *Conservation Biology*, Vol. 11, No. 4, pp. 849-856.
- Leakey, R., Lewin, R., (1995), *La sesta estinzione. La vita sulla terra e il futuro del genere umano*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Lega P. (2004), *La frammentazione infrastrutturale del territorio nella provincia di Piacenza*, Rapporto Interno.
- Lindenmayer, D., Hobbs, R. J., Montague-Drake, R., Alexandra, J., Bennett, A., Burgman, M., Cale, P., et al. (2008), "A checklist for ecological management of landscapes for conservation", *Ecology Letters*, Vol. 11, No. 1, pp. 78-91.
- Malcevschi, S. (2010). *Reti ecologiche polivalenti. Infrastrutture e servizi ecosistemici per il governo del territorio*, Il Verde Editoriale, Milano.
- Malcevschi, S. (2013) "Infrastrutture verdi e buone pratiche", *Valutazione Ambientale*, Vol. 24, pp. 21-24.
- Metzger, J.P., Décamps, H. (1997), "The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale", *Acta Decologica*, Vol. 18, No. 1, pp. 1-12.
- Pimm, L. S., Russell, J. G., Gittleman, L. J., Brooks, M. T. (1995), "The Future of Biodiversity", *Science*, Vol. 269, No. 5222, pp. 347-350.
- Rands M. R. W., Adams W. M., Bennun L., Butchart S. H. M., Clements A., Coomes D., Entwistle A., (2010), "Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010", *Science*, Vol. 329, No. 5997, pp. 1298-1303.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., et al. (2009), "A safe operating space for humanity", *Nature*, Vol. 461, No. 7263, pp. 472-475.
- Romano, B., Paolinelli, G. (2007). *L'interferenza insediativa nelle strutture ecosistemiche: modelli per la rete ecologica del Veneto*, Gangemi, Roma.
- Sala E, O., III, F. S. C., Armesto J, J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., et al. (2000), "Global biodiversity scenarios for the year 2100", *Science*, Vol. 287, No. 5459, pp. 1770-1774.
- Scheffers, B. R., Joppa, L. N., Pimm, S. L., Laurance, W. F. (2012), "What we know and don't know about Earth's missing biodiversity", *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 27 No. 9, pp. 501-510.
- Schumaker, N. (1996), "Using landscape indices to predict habitat connectivity", *Ecology*, Vol. 77, pp. 1210-1225.
- Simberloff, D., Farr, J. A., Cox, J., Mehlman, D. W. (1992), "Movement corridors: conservation bargains or poor investments?", *Conservation Biology*, Vol. 6, No. 4, pp. 493-504.
- Sokolov, L. V. (2011), "Modern telemetry: new possibilities in ornithology", *Biology Bulletin*, Vol. 38, No. 9, pp. 885-904.
- TEEB (2009), *TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers*, Summary: Responding to the Value of Nature, 2009.
- Tischendorf L., Fahrig L. (2000), "On the usage and measurement of landscape connectivity", *Oikos*, Vol. 90, No. 1, pp. 7-19.
- Urban D., Keitt T. (2013), "Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective", *Ecology*, Vol. 82, No. 5, pp. 1205-1218.
- Verbeylen G., De Bruyn L., Adriaensens F., Matthysen E. (2003), "Does matrix resistance influence Red squirrel (*Sciurus vulgaris* L. 1758) distribution in an urban landscape", *Landscape Ecology*, Vol. 18 No. 8, pp. 791-805.
- Watts K., Eycott A., Handley P., Ray D., Humphrey J., Quine C. (2010), "Targeting and evaluating biodiversity conservation action within fragmented landscapes: an approach based on generic focal species and least-cost networks", *Landscape Ecology*, Vol. 25, No. 9, pp. 1305-1318.
- Watts K., Handley P. (2010), "Developing a functional connectivity indicator to detect change in fragmented landscapes", *Ecological Indicators*, Vol. 10, No. 2, pp. 552-557.
- Westwood, J. (1833), "On the probable number of species of insects in the creation", *Magaz. Nat. Hist. J. Zool. Bot. Mineral. Geol. Meteorol*, Vol. 6, pp. 116-123.
- Wilcove, D. S., McLellan, C. H., & Dobson, A. P. (1986), "Habitat fragmentation in the temperate zone" In Soule, M. E. (Ed.), *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity*, Luc Bunderland, MA.





La qualità sociale della risorsa parco. Il tema dell'accessibilità ambientale*

The social quality of parks. The environmental accessibility

Luca Marzi, Nicoletta Setola, Maria Chiara Torricelli, Sabrina Borgianni

The inclusion of social aspects in LC evaluations at first involved company responsibility and social responsibilities of the product, but today the extension of the LC approach to all the aspects of sustainability opened a major research field on the topic, which has already been transformed in certain fields into norms and guidelines.

This chapter starts from UNEP SETAC (2009) "Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products" to identify a methodological framework for territory application.

The field for an S-LCA is those of positive and negative impacts, consequence of social relations in the processes and activities analyzed for sustainability. Areas of Protection/Promotion (AoPP) are: people's health and wellbeing, humane asset, cultural heritage. References are needs and expectations of single person of the community, the human race. As a consequence, there are many categories of impact and its indicators, and there is a need for qualitative indicators together with quantitative, and they must be differentiated according to the context. S-LCA studies suggest differentiating categories for analysis and assessment according to stakeholders in the lifecycle of products and services. In the suggestion presented here for an S-LCA applied to a territory, analysis and impact categories are identified with reference to stakeholders within the boundaries of territorial functions (LUF) considered.

This chapter develops the methods for the "environmental accessibility" category with reference to users of a protected natural territory, identified in the terminology of LUF as "Availability of natural biotic resources - Quality and safety - Settlement processes of use and management" (cfr. Chapter 3).

Once the objectives for an S-LCA for the "environmental accessibility category- users of a Natural Park" have been defined, research suggests the definition of analysis models and methods founded on the approach of environmental user requirements design and on the approach of the analysis of space configuration. From the integration of these approaches an interpretation model of the area which is being studied, the analysis of users' needs and expectations, methods for processign of social pressures and of impact or promotion indicators in relation to AoPP are defined. Impact or promotion indicators are: people's independency and safety, promotion of dignity, same chances and rights, safeguard of natural-cultural heritage.

6.1 Premessa metodologica. Il Social-LCA

L'aspetto sociale è una componente importante della sostenibilità e ha da tempo acquisito rilevanza nell'approccio life cycle thinking come già ampiamente detto nei precedenti capitoli. È qui utile però entrare più nello specifico di come la metodologia LCA abbia progressivamente incluso aspetti sociali nella valutazione di prodotti e servizi, e capire se e quanto ci sia in tale metodologia di trasferibile alla scala del territorio, in particolare per la valutazione della qualità sociale nella gestione di aree di valore naturalistico.

Le prime proposte per la inclusione di aspetti sociali nella valutazione LC di prodotti e servizi risalgono a circa 20 anni fa in una pubblicazione del SETAC che, fornendo un quadro concettuale per la valutazione ambientale affermava che «[...] prioritari devono essere quegli impatti ambientali che derivano direttamente o indirettamente da altri impatti di natura sociale» (Fava et al., 1993). Dopo queste prime affermazioni su questo tema le proposte si sono sviluppate proprio ad integrazione di un LCA ambientale di prodotto, riconducendosi per lo più a questioni relative alla responsabilità sociale di impresa e alla responsabilità da prodotto, con una visione allargata all'intero ciclo di vita (Benoit et al., 2010). Una tappa importante negli studi sulla valutazione sociale nel ciclo di vita è rappresentata nel 2008 dal *Code of Practice* messo a punto nell'ambito della LCI (Life Cycle Initiative) sul Social Life Cycle Assessment (Benoit et al., 2008), fino alla pubblicazione da parte di UNEP (United Nations Environment Programme) e SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry) delle *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products* (Benoit et al., 2010; Valdivia et al., 2011). L'obiettivo perseguito è quello di fornire un quadro metodologico per la valutazione di sostenibilità sociale di consumi e produzione, condotta secondo l'approccio sistematico del LCA, sulla traccia di ISO 14040 e ISO 14044, e quindi identificando la fase di inventario, di valutazione di impatto e di interpretazione e i relativi indicatori.

La guida citata (Benoit e Mazijn, 2009 p. 43) definisce l'ambito degli impatti sociali considerati in un S-LCA, precisa che si considerano gli impatti sociali conseguenza di relazioni sociali che si sviluppa-

*Nota autori: Il presente capitolo è frutto del lavoro comune dei quattro autori. Tuttavia i paragrafi 6.1;6.7; 6.11; 6.15 sono da attribuire a Maria Chiara Torricelli, i paragrafi 6.2; 6.4; 6.8; 6.10; 6.12 sono da attribuire a Luca Marzi, i paragrafi 6.3; 6.5; 6.9; 6.13; 6.14 sono da attribuire a Nicoletta Setola, il paragrafo 6.6 a Sabrina Borgianni.

Portatori di interesse	Subcategorie
Lavoratori	Libertà di associazione
	Lavoro minorile
	Salario equo
	Ore di lavoro
	Lavoro forzato
	Pari opportunità/discriminazione
	Salute e sicurezza
	Benefici sociali/sicurezza sociale
Consumatori	Sicurezza e salute
	Meccanismi di feedback
	Privacy dei consumatori
	Trasparenza
	Responsabilità del fine vita di prodotto
Comunità locale	Accesso alle risorse materiali
	Accesso alle risorse immateriali
	Delocalizzazione e migrazione
	Patrimonio culturale
	Condizioni di vita sicure e salubri
	Rispetto dei diritti delle popolazioni locali
	Coinvolgimento della comunità
	Impiego di popolazioni locali
Condizioni di vita protette	
Società	Impegno pubblico su questioni di sostenibilità
	Contributo allo sviluppo economico
	Prevenzione e mitigazione di conflitti armati
	Sviluppo tecnologico
	Corruzione
Attori della catena del valore (consumatori esclusi)	Competizione equa
	Promozione della responsabilità sociale
	Rapporti con i fornitori
	Rispetto dei diritti di proprietà intellettuale

Tab. 1 - S-LCA di prodotti e servizi: le categorie dei portatori di interesse e le sub categorie di valutazione di aspetti sociali [Fonte Benoit et al., 2010, da UNEP SETAC 2009]

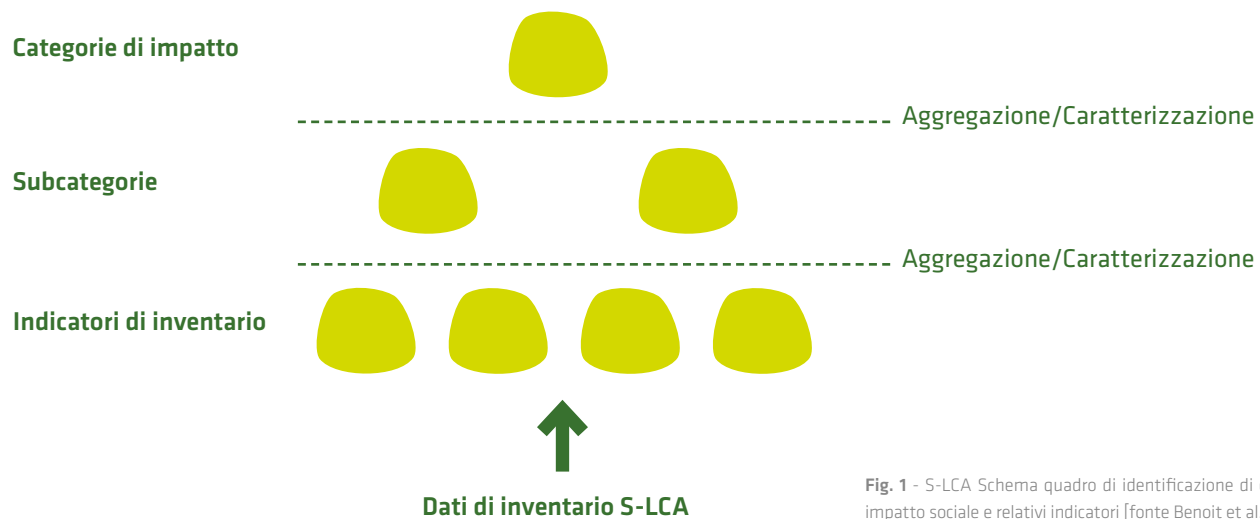


Fig. 1 - S-LCA Schema quadro di identificazione di categorie di impatto sociale e relativi indicatori [fonte Benoit et al., 2010]

no nell'ambito di processi (nel caso di processi a livello di prodotto/servizio) o di azioni intraprese in relazione a tali processi, non si considerano ad esempio le conseguenze sociali di impatti ambientali, che sono invece ricondotte ad una LCA ambientale. Le cause degli impatti sociali come sopra circoscritti generalmente implicano tre dimensioni:

- comportamenti e decisioni legate ai processi osservati;
- processi socio-economici originati da decisioni alla scala macro e micro;
- capitali (umano, sociale, culturale) propri di un dato contesto.

Le "Aree di Protezione" considerate in un S-LCA secondo Dreyer et al. (2006) sono oltre alla Salute Umana, già inclusa in un LCA ambientale, la Dignità Umana e il Benessere (Weidema, 2006). Come sottolinea Dreyer et al. (2006) in un LCIA (Life Cycle Impact Assessment) Sociale le Aree di protezione sono anche Aree di Promozione in rapporto a ciò che costituisce valore sociale, che deve essere protetto da ciò che causa danni e promosso con azioni che hanno effetti benefici.

È utile anche ai fini del presente studio evidenziare le differenze più significative sul piano metodologico fra un E-LCA (LCA ambientale) e un S-LCA (LCA Sociale), in questa ultima:

- gli indicatori di impatto e le categorie alle quali ricondurli sono molti poiché riflettono le esigenze sociali connesse a diversi portatori di interesse (Tab. 1);

- gli indicatori sono spesso di tipo qualitativo, espressione di valutazioni soggettive dei portatori di interesse o rilevabili nei loro comportamenti;
- gli indicatori di impatto sulla società esprimono anche gli effetti positivi molto più di quanto non avvenga nelle valutazioni di impatto ambientale;
- le valutazioni sociali richiedono, sia a livello di dati di inventario che di dati di impatto, riferimenti specifici al luogo, alle sue strutture sociali, culturali, politiche ed economiche, mentre le differenziazioni connesse alla localizzazione in una E-LCA sono riconducibili ad aree geografiche, secondo i caratteri fisici dell'ambiente naturale o antropico (Fig. 1).

In relazione alle localizzazioni osservate e alle caratteristiche del prodotto o servizio oggetto di S-LCA alcune sotto-categorie possono essere identificate come particolarmente pertinenti, anche alla luce di documenti internazionali, e possono maggiormente emergere conflitti fra gli interessi dei diversi soggetti coinvolti, in particolare: consumatori/utenti, comunità, società, e relazioni fra categorie d'impatto connesse ad aspetti ambientali e categorie connesse ad aspetti sociali. Se ad esempio pensiamo ai "servizi" offerti ai visitatori in un'area naturale protetta e al contesto europeo, possiamo riferirci alle convenzioni e direttive in materia ed evidenziare, come riportato in Tab.2, sottocategorie di indicatori, alcune delle quali possono essere considerate anche in un E-LCA, sotto la

Servizi agli utenti in aree Naturali Protette Portatori di interesse	Subcategorie di valutazione di impatti sociali
Lavoratori	Pari opportunità/discriminazione
	Salute e sicurezza
	Benefici sociali/sicurezza sociale
Utenti	Sicurezza e salute
	Accessibilità ai servizi e all'area protetta
	Fruibilità dei servizi e del bene
	Condizioni di uso protette
	Informazione e formazione
Comunità locale	Accesso alle risorse materiali
	Accesso alle risorse immateriali
	Vantaggi per le popolazioni di un territorio da una gestione sostenibile delle risorse naturali*
	Patrimonio culturale
	Patrimonio naturale e paesaggio*
	Condizioni di vita sicure e salubri
	Rispetto dei diritti delle popolazioni locali
	Diritti delle popolazioni nei riguardi dell'impiego delle risorse locali e dei servizi ecosistemici*
	Coinvolgimento della comunità
	Impiego di popolazioni locali
	Condizioni di vita protette
Società	Impegno pubblico su questioni di sostenibilità
	Impegno pubblico su questioni di biodiversità e biocapacità
	Contributo allo sviluppo economico
	Valorizzazione delle risorse naturali

* categorie che hanno valenza ambientale e possono essere valutate in un E-LCA (uso del suolo, biodiversità-biocapacità)

categoria biodiversità e biocapacità, e alcune delle quali devono essere interpretate congiuntamente per una valutazione che superi i conflitti di interesse.

Sempre in ambito LCI UNEP SETAC sono state elaborate delle Schede metodologiche MS (Methodological Sheet) per sub-categorie utili a definire le modalità di inventario di dati al fine della valutazione S-LCA (UNEP-SETAC, 2013). La struttura dei MS è riportata in Tab.3. Si nota come i dati in un *Inventory S-LC* siano spesso di tipo semiquantitativo o qualitativo e pertanto, sia a livello di inventario che a livello di valutazione di impatti, non sono riconducibili a unità di comparazione espresse in termini quantitativi, quali la "unità funzionale" (UNEP SETAC, 2009, p.38).

La fase di inventario è la fase più impegnativa e *time consuming* in una valutazione sociale LC, e soprattutto non esistono, come nel caso della valutazione ambientale, banche dati per facilitarla; e ne-

cessariamente comporta osservazioni sul campo e la partecipazione dei portatori di interesse.

Seguendo l'approccio LCA dopo la fase di inventario, i dati di inventario (o drivers e fattori di pressione) dovrebbero essere aggregati per sottocategorie (in questo caso sottocategorie riferite a ciascun portatore di interesse) con un processo di caratterizzazione basato su modelli di interpretazione dei dati in rapporto alla influenza sugli impatti. Nel caso di una valutazione S-LCA i dati di inventario sono però spesso semi-quantitativi o qualitativi e quindi per la loro aggregazione si ricorre per lo più a sistemi di punteggio e ponderazione relativa fra diversi dati e, eventualmente, diverse fasi nel ciclo di vita del prodotto o servizio.

Facendo l'esempio di una S-LCA applicata alla erogazione di un "servizio" quale può essere il servizio visite guidate, erogato dalla organizzazione che gestisce un parco naturale, per la sottocategoria



Tab. 2 - S-LCA di servizi rivolti ai fruitori di un'Area naturale protetta: categorie dei portatori di interesse e sub categorie di valutazione di impatto [rielaborato da Benoit et al., 2010, da UNEP SETAC 2009]

Tab. 3 - MS (methodological sheet) Esempio di articolazione delle schede sulle modalità di inventario di dati al fine della valutazione S-LCA [fonte UNEP-SETAC 2013]

Methodological sheet: Portatori di interesse > Sub categoria di impatto
<p>Definizione</p>
<p>Rilevanza politica ai fini dello sviluppo sostenibile e Convenzioni e Accordi internazionali</p>
<p>Stima dei dati - dati necessari (dati quantitativi, semi-quantitativi, sì/no o scale di punteggio, qualitativi e loro significato in rapporto alla sub-categoria esaminata); - fonti generali e dirette dei dati; - esempi di indicatori di inventario</p>
<p>Fonti</p>
<p>Autori della scheda</p>

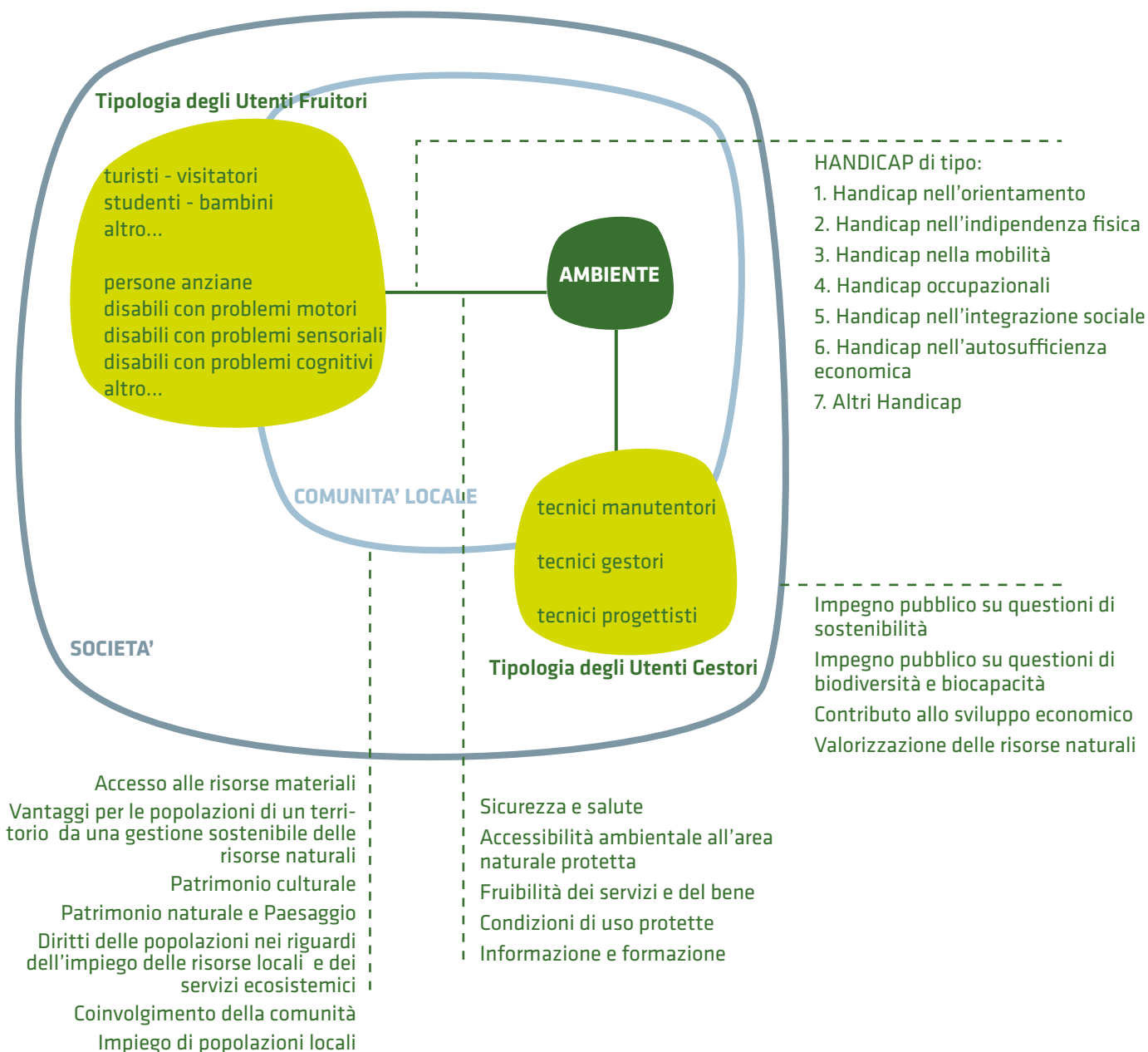
“accessibilità ambientale” nei riguardi degli “utenti del servizio” si può fare il caso in cui: a) una soglia adeguata di condizioni di accessibilità ambientale per gli utenti non è rispettata, la non accessibilità ambientale riguarda x_1 % dei visitatori /anno, per una superficie pari a y_1 % di quella aperta al pubblico, b) la facilità di orientamento si presenta sotto livelli accettabili in base a rilievi comportamentali o a modelli interpretativi e si può ipotizzare che riguardi x_2 % dei visitatori /anno, per una superficie pari a y_2 % di quella aperta al pubblico, in base a questi fattori e con applicazione di criteri di ponderazione la categoria “accessibilità ambientale in fase di uso e gestione del parco” assume un indicatore di impatto pari a p.

Più complessa diventa l'aggregazione di dati quanto più complessa è la sub categoria di impatto/portatori di interesse cui sono riferiti. Ad esempio rispetto all' “accessibilità ai patrimoni naturali” nella erogazione di un servizio nei riguardi della “comunità locale”, si potranno valutare diversi fattori: l'accesso alle risorse e ai servizi di un'area naturale protetta da parte di una comunità è garantito dalla organizzazione del parco in modo compatibile con la tutela del patrimonio? L'organizzazione del parco è in grado di prevenire i rischi naturali e antropici di distruzione delle risorse? La infrastrutturazione del parco e delle aree di margine ha effetti benefici a lungo termine sull'accesso alla risorsa parco e ai suoi servizi ecosistemici? Se poi la metodologia S-LCA si applica non a un determinato pro-

cesso di erogazione di un servizio, ma ad un territorio con il suo carattere multifunzionale, con lo stesso passaggio di scala che abbiamo proposto per il LCA applicato agli aspetti ambientali (cfr. cap.3 tab. 2 e cap. 4 Fig. 2), allora per ogni sub categoria di indicatori e relativi portatori di interesse i processi da esaminare sono molteplici e i dati da aggregare si differenziano maggiormente nei modelli di caratterizzazione applicabili.

Per continuare l'esempio della “accessibilità” nei riguardi degli “utenti”, si dovrà parlare di funzioni diverse presenti in un territorio, rispetto alle quali raccogliere dati sulla “accessibilità”: con riferimento alle Funzioni d'uso di un territorio, ovvero alle LUF identificate al cap.3 par. 3.2 e Tab. 2, si dovranno esaminare le condizioni di accessibilità alle funzioni ricreative, culturali, ai patrimoni naturali e culturali, agli insediamenti residenziali e dei servizi e alle relative infrastrutture, e aggregare tali dati per esprimere un giudizio di impatto complessivo sul grado di accessibilità di un territorio. Ai fini della comparazione e interpretazione il grado di accessibilità dovrà essere descritto con riferimento al concetto di “equivalente funzionale” così come proposto al cap.3 par.3.1.

Parimenti, sempre continuando l'esempio, per esprimere un impatto nel territorio circa l'“accessibilità ai patrimoni naturali” da parte della “comunità locale”, si dovranno valutare quei fattori di pressione che producono conseguenze tali da non garantire nel tempo



l'accessibilità al patrimonio naturale da parte della comunità locale: le organizzazioni presenti sul territorio sono in grado di prevenire i rischi naturali e antropici di distruzione delle risorse, prodotta dai processi che si attivano nelle diverse LUF? La infrastrutturazione del territorio in rapporto a diverse Funzioni territoriali ha effetti benefici a lungo termine sull'accesso alla risorsa parco, ai servizi ecosistemici del territorio?

Tutto ciò premesso nel presente studio ci proponiamo di fornire un contributo alla discussione e alla messa a punto di una sottocategoria di indicatori di pressione e di impatto sociale nell'applicazione di un S-LCA a un territorio, caratterizzato dalla presenza di risorse naturali. Si formulano ipotesi metodologiche e si verificano su un caso studio (cfr. cap.10) le modalità di rilevazione di dati e in-

terpretazione di impatti riferiti alla categoria "Fruitori" e alla sottocategoria "Accessibilità ambientale all'area protetta" applicando l'analisi alla Funzione territoriale "Dotazione di risorse territoriali biotiche. Qualità e tutela" e all'equivalente funzionale definito dalle prestazioni e dalle risorse rappresentate dalla presenza nel territorio di un Parco. La messa a punto segue anche in questo caso gli step della metodologia LCA nella modellazione dell'analisi:

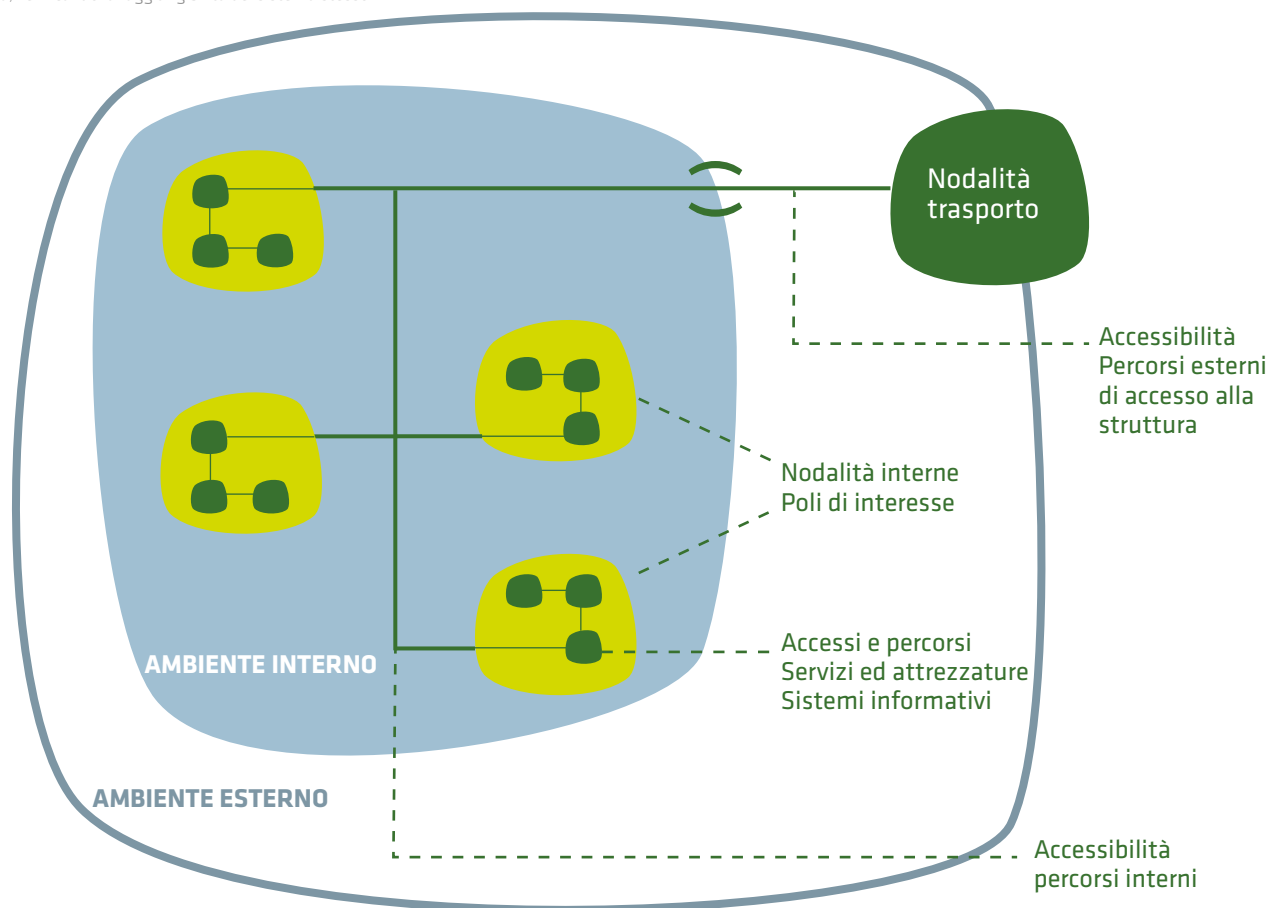
- motivazione e obiettivi della LCA sociale;
- unità di studio;
- modello e confini del sistema;
- analisi di inventario di dati sociali nel ciclo di vita;
- analisi degli impatti sociali nel ciclo di vita;
- interpretazione dei risultati della S-LCA.



Fig. 2 - Mappa concettuale che colloca la questione accessibilità ambientale per varie tipologie di utenti nel quadro generale degli impatti sociali da considerare



Fig. 3 - Schema di approccio all'analisi dell'accessibilità di un sistema circoscritto. Si analizza, per suddivisione degli elementi che lo compongono, sia la condizione di accessibilità interna che quella esterna al sistema, verificando la raggiungibilità del sistema stesso



6.2 Motivazione e obiettivi del LCA Sociale di un territorio. Il tema dell'accessibilità ambientale a un'area naturale protetta

Il primo passo di un S-LCA è rappresentato dalla fase di enunciazione delle motivazioni, degli obiettivi che si intendono perseguire e dell'ambito applicativo della valutazione condotta. Si circoscrivono in questa fase le categorie di fattori e impatti sociali che si intendono analizzare nell'ambito di quegli aspetti che attengono alle relazioni sociali che si sviluppano sul territorio, in rapporto alle funzioni in esso presenti. In particolare si considereranno, nel ciclo di vita del territorio, le conseguenze di e sulle relazioni sociali riconducibili a comportamenti e decisioni dei portatori di interesse, a decisioni socio-economiche alla scala macro e micro, alle condizioni di contesto in termini di capitale umano, sociale, culturale.

Le decisioni sulle motivazioni e sugli obiettivi comportano la identificazione dell'oggetto di studio, delle funzioni osservate e dei relativi indicatori descrittivi e prestazionali che le connotano, nonché dei portatori di interesse che sono interessati a diversi livelli (società-comunità-fruitori-operatori) e di quelli che sono direttamente coinvolti in questa fase della analisi.

Da questa fase discendono gli elementi che permettono nei successivi passaggi di stabilire il livello di analisi, l'"equivalente funzionale" al quale ricondurre i dati, i confini del sistema osservato e la sua rappresentazione (o "modello" del sistema).

La finalità generale, che è quella di promuovere il miglioramento delle condizioni sociali attraverso le trasformazioni di un territorio, potrà essere circoscritta ad un aspetto e potranno essere stabiliti degli obiettivi da raggiungere, le cui soglie siano compatibili nel si-

stema generale di obiettivi di sostenibilità ambientale-sociale ed economica dello sviluppo di un territorio.

Limitando il campo della esemplificazione metodologica alla “accessibilità ambientale per i fruitori dell'area protetta” si definiscono obiettivi, categorie di portatori di interesse e soglie di accessibilità ambientale, tenuto conto di una visione olistica e nel ciclo di vita (Fig. 2).

Nel circoscrivere il tema si deve precisare l'accezione di accessibilità ambientale considerata.

In ambito territoriale l'accessibilità ambientale è un tema molto ampio, di solito legato a questioni economico-sociali e di trasporto. In letteratura esistono diversi approcci teorici che stanno alla base di altrettante misure di accessibilità ambientale (Brunini et al., 2010). Una definizione sintetica di Brunini et al. (2010) indica l'accessibilità ambientale come «la facilità con cui ciascuna attività territoriale può essere raggiunta da una località separata spazialmente usando un dato sistema di trasporto» (Dalvi, 1976; Wegener et al., 2002).

Alcune definizioni (Levi Sacerdotti et al., 2010) possono essere utili quando si affronta un problema specifico a scala territoriale (Fig. 3):

- accessibilità ambientale esterna: riguarda tutto ciò che è insito nel viaggio necessario per raggiungere un'area/luogo/sistema territoriale. Riguarda la possibilità e facilità di raggiungimento di una destinazione. Le variabili implicate sono tempo e distanza;
- accessibilità ambientale interna: riguarda tutto ciò che è insito nella qualità della visita dell'utente nell'area/luogo/sistema territoriale. Influisce sull'esperienza dell'utente. Riguarda la facilità di spostamento dentro il sistema scelto in base a degli obiettivi. Le principali variabili implicate sono: indicazioni di servizi, frequenza di collegamenti, costo di viaggio, comfort.

Ed è questo secondo tipo di accessibilità ambientale territoriale o semplicemente “ambientale”, che è assunto a riferimento nello sviluppo della metodologia proposta nel presente capitolo e nella sua applicazione al caso studio (cfr. cap.10). Per accessibilità ambientale intendiamo l'attitudine di luoghi, prodotti e servizi ad essere identificabili, raggiungibili, comprensibili e fruibili autonomamente, in condizione di comfort e di sicurezza da parte di chiunque (Lauria, 2010). Integrando la definizione anche alla luce di un approccio Life Cycle, possiamo definire “l'accessibilità ambientale” come: sistema complesso ed articolato di elementi materiali e immateriali, col-

legati tra loro o interdipendenti, che consente all'utente di fruire dell'ambiente in modo autonomo e autosufficiente, potenziando le caratteristiche di qualità ambientale del luogo stesso.

Gli utenti sono intesi secondo il concetto di “utenza allargata”, ovvero persone reali avulse dalla circoscritta condizione di adulto-medio-sano che non comprende le persone con particolari esigenze per cause temporanee o permanenti (Lauria, 2003). In tal senso la definizione di “accessibilità ambientale” si completa così del termine “ampliata”, ovvero che mira, secondo un approccio olistico, ad una progettazione inclusiva. Una progettazione che secondo lo spirito del *Design for All*, mira a sopperire le carenze di un progetto standard ed i limiti di un progetto speciale (Steffan, 2012). Secondo questo approccio l'accessibilità di un sistema ambientale riguarda ogni persona nei suoi bisogni e nei suoi “diritti” ed aspettative, nei confronti di tutte le componenti e le fasi della vita: come il lavoro, la salute, l'istruzione, ma anche il tempo libero e quindi il turismo e la possibilità di fruire dei beni comuni e in particolare del patrimonio storico ambientale.

6.3 Unità di riferimento, Funzioni territoriali e modelli di analisi

Nell'analisi sociale nel ciclo di vita di un territorio, coerentemente con la impostazione generale proposta nel cap.3, il territorio analizzato è descritto in modo tale da identificare il sistema di risorse e prestazioni territoriali quantificate o qualificate come adeguate a rispondere a requisiti di un dato scenario di piano, con riferimento alle funzioni territoriali (LUF).

Le LUF sono descritte con uno o più indicatori relativi alle risorse disponibili e ai servizi offerti (*performances*). Tali indicatori, letti attraverso i fattori di cambiamento costituenti pressione sociale, permettono di selezionare le relazioni sociali presenti sul territorio, descrivibili in termini di indicatori di pressione sociale. Una ipotesi di identificazione di questi indicatori per il S-LCA limitatamente alla funzione del territorio “Dotazione di Risorse biotiche. Qualità e tutela dell'ecosistema naturale biotico” e alla categoria di impatto “Utenti-Accessibilità ambientale all'area naturale protetta” è riportata nella Tab. 4, che sviluppa nel dettaglio le matrici di cui al cap.3 Tab. 1 e 2.

A seconda dei metodi utilizzati per analizzarla, misurarla e definirla l'accessibilità ambientale acquista denominazioni particolari:

Tab. 4 - Funzione territoriale e valutazione dell'Accessibilità ambientale nei riguardi dei fruitori di un'area naturale protetta

	Funzione territoriale	Indicatori di risorse e servizi offerti	Indicatori di pressione sociale	Categorie di indicatori di impatto sociale
LUF 8	Dotazione di Risorse Biotiche	- superficie delle aree protette e riserve naturali - sup. delle foreste - sup. dei pascoli - reti ecologiche	Indicatori dei comportamenti economici e sociali nell'accesso alle risorse naturali biotiche	Fruitori - Accessibilità ambientale all'area naturale protetta
	Qualità e tutela dell'ecosistema naturale biotico	- indicatori specie rete natura 2000 - indice di pescosità - indice attività venatoria	Indicatori di decisioni economiche-sociali che influiscono sulla accessibilità a risorse naturali biotiche	-Indicatori di partecipazione -Indicatori di accoglienza ed ospitalità -Indicatori di informazione e comunicazione
	Processi insediativi di uso e di gestione	- N. progetti attivi di tutela del patrimonio naturale (animale e vegetale)	Indicatori relativi a iniziative di promozione delle risorse naturali nei confronti della comunità locale (capitale umano, sociale e culturale)	-Indicatori di accessibilità -Indicatori di fruibilità

accessibilità gravitazionale¹ (Semboloni, 2001; Anderson, 1979), accessibilità configurazionale (Hillier, 2007), accessibilità ampliata (Vescovo, 1996 e 2001). Alcuni metodi di misurazione si basano principalmente su modelli matematici come approccio gravitazionale (Hansen (1959), approccio basato sulle restrizioni (Hagerstrandt, 1970), approccio basato sulle utilità (Ben-Akiva e Lermann, 1979), approccio basato sui modelli composti (Miller, 1998).

Altri invece sono metodi che si rifanno a modelli spaziali come l'approccio configurazionale (Hillier and Raford, 2010) e quelli che implicano uno studio dell'architettura e delle sue barriere fisiche. Questi metodi sono riferiti alla accessibilità e fruibilità pedonale e analizzano il complesso intreccio di aspetti funzionali, tipologici-spaziali, culturali e la relativa possibilità di mobilità, di scambio e di relazione per i pedoni (Martincigh, 2003). Tali metodi si basano su un'analisi congiunta sia degli aspetti globali che riguardano ogni unità ambientale che di quelli che si riferiscono al suo grado di raggiungibilità, fruibilità ed usabilità-differenziata a seconda delle condizioni psico-fisiche dell'utenza. La metodologia comporta così, non solo la lettura delle condizioni attuali dell'oggetto rilevato ma anche

(secondo una trasposizione delle metodologie post-occupazionali) la lettura del soddisfacimento delle aspettative di tutte le possibili esigenze dei fruitori (Lauria, 2000). Secondo questo approccio, che, come visto, allarga il contesto metodologico di applicazione, nelle fasi di analisi dell'accessibilità ambientale, insieme alle componenti di natura fisica e percettiva, vanno valutate anche quelle che riguardano la comunicazione e l'informazione. In tal senso la valutazione dell'accessibilità ambientale di un bene, nella complessità dell'ambiente contemporaneo, deve tener conto anche dell'evolversi delle modalità di fruizione delle informazioni, dell'avanzamento delle nuove tecnologie e dunque evidenziare la rispondenza ad un *Design for All* che abbatte anche le barriere di comunicazione, soddisfacendo in maniera naturale, i diversificati bisogni di utenti "universali". In rapporto a questo stato dell'arte sinteticamente richiamato sul tema della accessibilità ambientale e a proposito della sua applicazione nel contesto di un parco naturale, nel presente studio ci siamo posti le seguenti domande alle quali si è inteso dare risposta con l'applicazione ad un caso studio:

- Applicabilità degli strumenti di tecniche di analisi prestazionale e configurazionale al sistema dei percorsi di un parco naturale;
- Integrazione tra i due metodi e conseguenti indicatori di acces-

¹Cfr il sito <http://faculty.washington.edu/krumme/systems/gravity.html>

sibilità ambientale alla scala locale dei siti naturali e alla scala territoriale;

- Definizione di indicatori di accessibilità ambientale per i fruitori di un parco che possano essere correlati ad altri indicatori sociali ed ambientali nella valutazione di sostenibilità di un territorio;
- Significatività degli indicatori e dello strumento messo a punto per l'inventario di dati e per l'elaborazione di impatti in rapporto alla sua applicazione in strumenti di piano quali il piano di gestione di un Parco.

6.4 L'approccio prestazionale

L'approccio prestazionale all'accessibilità ambientale è volto a verificare l'accessibilità all'ambiente fisico sulla base dell'analisi delle esigenze (e delle aspettative) di uso di differenti categorie di utenza e sulla base delle prestazioni delle componenti che formano gli habitat. Si tratta di un approccio ormai fatto proprio dalla normativa tecnica italiana che, a partire dalla fine degli anni '90², ha definito standard e procedure relative al controllo e superamento di quella serie di "condizioni ambientali" definite, nelle loro diverse sfumature, Barriere Architettoniche. Lo stesso termine di "accessibilità"³

² All'art. 2 del decreto 236 del 1989: «[...]per accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia [...]».

³ Di seguito un elenco delle principali e più significative norme nazionali di riferimento relative ai Criteri di Progettazione per l'Accessibilità: L.N. 13 del 1989 - "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati"; D.M n. 236 del 1989 - "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche"; D.P.R n. 503 del 1996 - "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici"; L D.P.R n. 495 del 1992 - "Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada"; D.Lgs. n. 285 del 1992 - "Nuovo codice della strada"; L. n. 376 del 1988 - "Gratuità del trasporto dei cani guida dei ciechi sui mezzi di trasporto pubblico e diritto di accesso in esercizi aperti al pubblico"; L.N. 37 del 1974 - "Gratuità del trasporto dei cani guida dei ciechi sui mezzi di trasporto pubblico"; D.M 9 Aprile del 1994 - "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere"; D.M 19 Agosto del 1996 - "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo"; D.M 30 Novembre del 1983 - "Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi"; D.M 18 Marzo del 1996 - "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi"; D.Lgs. n. 493 del 1996 - "Attuazione della Direttiva 92/58/CEE concer-

è associato al decreto attuativo della legge cardine (Legge 13 del 1989) in tema di superamento delle barriere architettoniche (DM 236 del 1989). Barriere che a loro volta sono sotto catalogate in una serie di articolazioni quali "barriere d'uso", "barriere comunicative", "barriere urbanistiche" finanche alle "barriere culturali" che poi identificano l'insieme di tutte quelle condizioni possibili e: «[...] fonte di ostacolo per chiunque specialmente se in condizioni, temporanee o permanenti, di disagio fisico, psichico o cognitivo»⁴ (Art. I del DPR 503 del 1996). Capire quali siano queste fonti di ostacolo ed attribuirne un valore, un peso, risulta particolarmente complesso e difficoltoso soprattutto per la plurima dimensione dei fattori che interagiscono tra di loro.

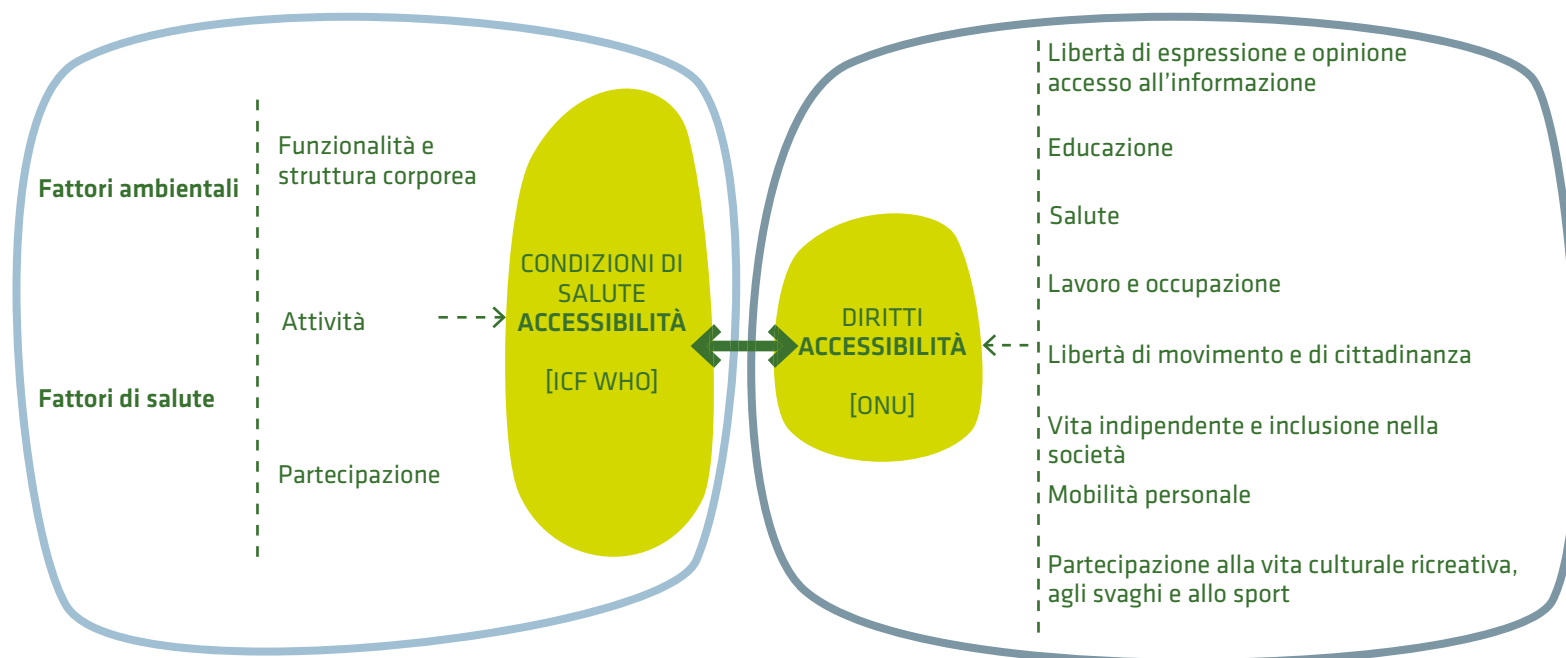
Questi fattori riguardano la forma degli spazi, le tipologie delle funzioni e degli oggetti, i tempi con i quali ci si deve confrontare e, soprattutto, le condizioni delle persone che realmente utilizzano quel sistema ambientale. Fattori che interagiscono tra loro dando come prodotto quella condizione di inaccessibilità, di barriera, che forma il così detto handicap. Parafrasando la classificazione ICF (Classificazione Internazionale del Funzionamento, Disabilità e Salute) del 2001 del World Health Organization, il grado di accessibilità ambientale va ricercato nel rapporto tra le componenti che riguardano la persona (l'individuo) e l'ambiente (lo spazio), verificandolo nelle dimensioni dell'attività, delle funzioni e strutture

nente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro"; D.M.10 Marzo 1998 - "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro"; C.M. n.4 del 2002 - "Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili"; D.M 22 Febbraio del 2006 - "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici"; T.U.D.Lgs. 81 del 2008 Allegato IV - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". Relativamente alle norme regionali si rimanda a quelle relative al caso studio, ovvero quelle della regione Toscana: D.P.G.R. n. 41/R del 2009 - "Il Regolamento di attuazione dell'articolo 37, comma 2, lettera g) e comma 3 della legge regionale Toscana del 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di barriere architettoniche".

⁴ Si veda Art. I del DPR 503 del 1996, Definizioni ed oggetto: «Per barriere architettoniche si intendono: a) gli ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea; b) gli ostacoli che limitano o impediscono a chiunque la comoda e sicura utilizzazione di spazi, attrezzature o componenti; c) la mancanza di accorgimenti e segnalazioni che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque e in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per i sordi».



Fig. 4 - Visione del tema "accessibilità" secondo ICF [2001] e Convenzione ONU [2006]



corporee e della partecipazione alle attività sociali, culturali, etc. A questo ribaltamento di visione, dove non ci sono più minorati⁵ da tutelare ma ambienti da adattare, si rifà anche la Convenzione ONU del 2006 (ratificata dal governo italiano nel 2009) sui diritti delle persone con disabilità. La Convenzione all'articolo 9 affronta in maniera specifica il tema dell'accessibilità declinandolo e collegandolo ad una serie di aspetti, come la comunicazione, il diritto alla salute e al lavoro, e la partecipazione. In questa visione la Convenzione ONU rimanda ad ogni governo il compito di vigilare e definire specifiche azioni in grado di garantirne l'efficacia (Fig. 4)⁶.

⁵ Estratto della L.N. 118 del 1971, Art. 27. Barriere architettoniche e trasporti pubblici: «[...] in nessun luogo pubblico o aperto al pubblico può essere vietato l'accesso ai minorati». La declinazione del termine minorato, seppur il dott. Massimo Toschi ne accetti il significato nella distinzione di «coloro che vivono una effettiva condizione di minorità sociale imposta dalla vita» rimanda ad una operatività settoriale e parziale in sostanziale antitesi con le politiche inclusive contemporanee che vedano le opportunità del progetto universale piuttosto che le soluzioni specifiche per pochi e confinati fruitori. Si veda a proposito "Passare all'altra riva. Riflessioni e proposte per una nuova cultura e una nuova politica della disabilità", in Atti di convegno Cesvot, disponibile a: http://www.cesvot.it/repository/cont_schedemm/8258_documento.pdf.

⁶ Il Parlamento Italiano ratifica il 24 Febbraio 2009 la Convenzione ONU dei diritti delle persone disabili. Con lo stesso atto è stata anche approvata l'istitu-

zione dell'Osservatorio sulla condizione delle persone con disabilità, al quale è affidato il compito di verificare la concreta applicazione della Convenzione e di fornire indicazioni al Governo per il miglioramento delle politiche per la disabilità.

Al di là dell'analisi di approcci differenti a tematiche che di fondo interessano aspetti necessariamente collegati tra loro, oggi più che mai un "sistema ambientale" è considerato accessibile, ospitale, e anche economicamente sostenibile se esprime semplicità e facilità di uso. In tal senso la verifica dell'accessibilità ambientale è un tassello del complesso tema della messa a punto di strategie atte a realizzare spazi nei quali la persona riesce a sviluppare, nella miglior maniera possibile, le proprie potenzialità. L'accessibilità ambientale è quindi un processo in evoluzione (Lauria, 2012), un metodo che affronta i paradigmi del progetto lavorando sui temi formali e tecnologici dell'architettura, con un approccio Human Centered Design (Conti e Garofolo, 2013), che mira a definire multi-progetti di spazi, oggetti, strutture e servizi verificando, nella complessità delle loro correlazioni, il grado di fruibilità⁷, comfort e sicurezza.

zione dell'Osservatorio sulla condizione delle persone con disabilità, al quale è affidato il compito di verificare la concreta applicazione della Convenzione e di fornire indicazioni al Governo per il miglioramento delle politiche per la disabilità.

⁷ «Il termine "fruibilità" è diverso rispetto a quello di "accessibilità". Ad esempio un sentiero può non essere "accessibile" secondo i criteri e gli standard previsti dalla legge, ma può essere reso fruibile anche dalle persone con ridotta capacità

Un approccio significativo nella pianificazione dell'accessibilità dei sistemi complessi è quello relativo alla realizzazione dei piani di superamento delle barriere architettoniche (PEBA) in ambito urbano. Su questa tematica, anche a seguito dell'introduzione di specifiche normative⁸, si sono sviluppate ricerche ed esperienze che hanno definito un quadro metodologico ed operativo variegato ed articolato. Possiamo definire il PEBA come «uno strumento metaprogettuale, necessario ad avviare procedure coordinate, per eseguire gli interventi di “attenuazione” dei conflitti uomo-ambiente. Il piano è quindi una premessa a partire dalla quale iniziare tutte quelle azioni di “design” in grado di aumentare la qualità della rete di servizi, tempi e occasioni necessarie a garantire una società associante ed ospitale» (Marzi, 2009). Sul tema esiste una copiosa letteratura nella quale tecnici e ricercatori hanno affrontato le tematiche prettamente rivolte al rilievo delle condizioni ambientali, alla messa a punto dei metodi di rappresentazione e gestione dei dati, ed infine di realizzazione dei progetti di superamento delle problematiche rilevate.

Alcune di queste esperienze hanno definito sistemi di verifica funzionale particolarmente attenti ad indicare tutti quei micro elementi che formano il contesto ambientale oggettivo, proponendo una forma di analisi prettamente legata ai metodi esecutivi con i quali superare i singoli problemi. In altri casi la pianificazione degli interventi di superamento delle barriere architettoniche è stata affrontata definendo operazioni di semplificazione del rilievo con l'obiettivo di indicare e informare i tecnici gestori sulle condizioni di accessibilità dei contesti ambientali, rinviando le soluzioni a specifiche attività progettuali avulse dal piano stesso, lasciando così al PEBA il compito principale di identificare le priorità d'intervento. In altri casi ancora è stata affrontata l'attività di pianificazione dell'accessibilità mirando principalmente a creare un ciclo di azioni che attraverso una serie di fasi (analisi-soluzioni-verifica-controllo) fosse capace di monitorare in maniera costante il grado di accessibilità degli ambienti, istaurando un processo virtuoso (spesso di tipo

partecipato) in grado di gestire le macro e micro componenti che rendono più o meno accessibile il contesto urbano. La pianificazione degli interventi per il superamento delle barriere architettoniche nei cosiddetti ambiti complessi ha trovato altri campi di applicazione in contesti specifici come negli ambienti socio-sanitari e anche nell'ambito dei parchi archeologici e naturalistici.

Relativamente alla pianificazione dell'accessibilità dei parchi naturali, alcuni casi sono particolarmente significativi sia sotto il profilo delle metodologie utilizzate che degli strumenti messi a punto per la loro definizione. Ad esempio il progetto relativo alla messa a punto di una metodologia per il controllo della Fruibilità e Accessibilità delle Aree Naturali Protette del Lazio, si articola ripercorrendo gli step indicati dalla Carta di Norcia, individuando così una serie di azioni che integrano il controllo della accessibilità fisica alla gestione, comunicazione, formazione e partecipazione (Regione Lazio, 2006). Nell'esperienza relativa alla redazione del Progetto per incrementare la fruizione dei parchi naturali a fasce di cittadini deboli realizzato nel caso studio del Parco dell'Aspromonte, il piano delle conoscenze ha il compito di relazionare gli elementi identificativi della preesistenza con le scelte progettuali, predisponendo la successiva fase di pianificazione delle tipologie d'intervento (Bagnato e Nesi, 2005).

Ognuno di questi approcci ha definito proprie metodologie operative che possiamo riassumere in quattro principali fasi:

1. La fase di predisposizione al piano, con la raccolta delle informazioni preliminari sul contesto geografico ed organizzativo in oggetto di analisi;
2. La fase di analisi e conoscenza dello stato di fatto (rilievo);
3. La fase di elaborazione dei dati, con la valutazione delle informazioni raccolte (definizione di un set di indicatori);
4. La fase finale di gestione dei dati (monitoraggio) che serve da feedback per la valutazione delle azioni messe in campo per la soluzione delle criticità rilevate.

In alcuni casi, il piano ha definito anche sistemi integrati per la comunicazione delle informazioni ai fruitori, informazioni desunte dalla fase di raccolta dei dati, che svolgono il compito di primo ausilio conoscitivo relativamente allo stato di accessibilità ambientale delle aree oggetto del piano.

motoria attraverso l'uso di particolari servizi o mezzi come gli elettroscooter» (Vescovo, 2002).

⁸ A tal riguardo si vede la Legge 28 febbraio 1986, n. 41 “Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato - Legge finanziaria 1986”, art. 32, commi 21, 22, 23. Integrata successivamente dalla Legge 5 febbraio 1992, n. 104 “Legge quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate”, art. 24, commi 9 e 10.

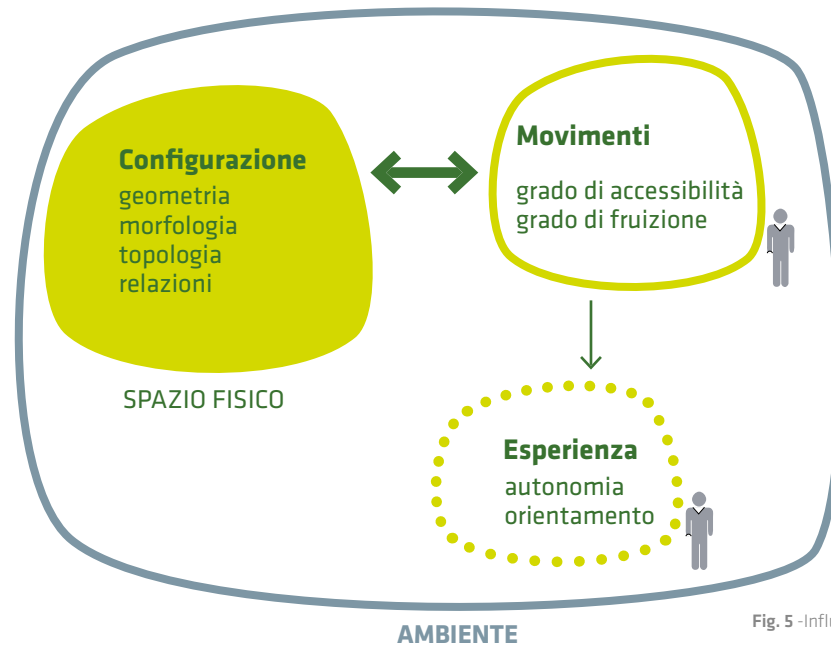


Fig. 5 -Influenza della configurazione nell'ambiente

6.5 L'approccio configurazionale

L'approccio configurazionale per la valutazione dell'accessibilità ambientale si basa sul concetto di configurazione del sistema in oggetto. Tale sistema è costituito dall'insieme delle strade percorribili dall'utente in un dato territorio, città, edificio o porzione di essi. La configurazione è l'insieme delle relazioni che intercorrono tra gli elementi che compongono il sistema. Tali relazioni riguardano i rapporti geometrici e topologici tra gli elementi spaziali del sistema: strade, percorsi, spazi.

La configurazione ha a che fare con l'aspetto cognitivo dell'utente e la cognizione si declina in due sfumature: i) il percorso usato per trovare una specifica destinazione; ii) la comprensione dell'intera configurazione di un sistema (Penn, 2003)⁹. Le evidenze alla base di questo approccio si possono ricondurre al fatto che alcune proprietà configurazionali dello spazio costruito hanno un effetto sui movimenti delle persone influenzando così i loro pattern di comportamento e la loro esperienza.

L'accessibilità ambientale valutata con approccio configurazionale è una accessibilità spaziale-geometrica. Essa non tiene in considerazione le intenzioni o motivazioni di coloro che si muovono, né le informazioni sulle destinazioni d'uso degli spazi, ma opera una descrizione geometrica e topologica dello spazio considerando al minimo la sua componente metrica dando importanza ai cambi di direzione che si incontrano sulle strade non verso una destinazione specifica, ma verso tutte le possibili destinazioni (Penn, 2003).

⁹ «'Cognitive space' is the space required to support the representation of this more global understanding of configuration based on some form of learning from experience» (Penn, 2003).

L'approccio configurazionale si serve della metodologia e delle tecniche Space Syntax (Penn, 2003; Hillier, 2007; Penn, 2008; Hillier and Raford, 2010)¹⁰. I parametri Space Syntax sono basati sulla configurazione del network, mentre i parametri geografici sono basati su distanze metriche e legami tra nodi.

Uno dei parametri Space Syntax più importanti per misurare l'accessibilità è l'integrazione spaziale (*Integration*). L'*Integration* esprime quanto ogni spazio del sistema è raggiungibile da tutti gli altri spazi del sistema. Il valore dell'*Integration* è rappresentato tramite le mappe che descrivono il grado di accessibilità spaziale all'interno del modello spaziale considerato, attraverso una scala di valori (a cui corrisponde una scala di colori nella mappa) che va gradualmente dagli spazi più integrati, cioè quelli più facilmente accessibili (convenzionalmente quelli rossi) agli spazi meno integrati, cioè quelli più difficilmente accessibili (convenzionalmente quelli blu). Quello che configurazionalmente viene definito 'grado di accessibilità' è una proprietà dello spazio e viene analizzato e calcolato considerando le variabili geometriche e topologiche di un layout spaziale, quali: cambi direzione, lunghezza, distanza topologica, profondità, connessioni e ampiezza degli angoli di intersezione tra elementi spaziali.

Nella copiosa letteratura che ha per argomento lo studio delle proprietà configurazionali e la loro influenza sui comportamenti umani molti sono gli studi sugli spazi aperti, pochi quelli su parchi urbani e pochissimi quelli sui parchi naturali di grandi dimensioni. Tuttavia alcuni paper che sviluppano l'approccio configurazionale in relazio-

¹⁰ Per un approfondimento sulla metodologia Space Syntax e le sue tecniche in lingua italiana cfr Cap. 4 del libro Percorsi, flussi e persone nella progettazione ospedaliera. L'analisi configurazionale, teoria e applicazione (Setola, 2013b).

ne a 'accessibilità ad aree verdi e parchi naturali' possono essere utilizzati come spunti per impostare la ricerca.

Alcuni studi hanno visto l'utilizzo di tecniche Space Syntax e tecniche GIS relative alla accessibilità geografica (Stahle et al., 2005; Abubakar and Aina, 2006; Yun and Kim, 2007). I primi hanno utilizzato tali tecniche per testare l'accessibilità topologica negli spazi aperti urbani e il livello di accessibilità delle aree verdi, e aiutare così gli organi di governo e sviluppo a trovare l'ottima soluzione per la collocazione delle strutture pubbliche e delle infrastrutture. L'ultimo studio ha utilizzato le tecniche configurazionali per verificare il ruolo della distanza metrica e distanza topologica (*depth*) nella cognizione spaziale: la *depth* influisce di più nel creare la cognizione spaziale. Lo studio di Zhai and Baran (2013) ha invece messo in luce i problemi di una modellazione delle tecniche Space Syntax in un contesto naturale, diverso da quello urbano. Vedremo l'interpretazione che ne abbiamo fatto rispetto al presente studio.

Un interessante studio (Landré, 2009) è stato applicato al traffico d'acqua dentro ad un parco nazionale in Olanda. Le tecniche Space Syntax sono state utilizzate per valutare i pattern di presenza degli yacht nel network dei percorsi d'acqua del parco. È stato verificato come la *local* e la *global integration* abbiano delle corrispondenze con i pattern di navigazione e occupazione delle superfici d'acqua del parco. Ed è stato così possibile valutare l'impatto che un cambiamento nel network dei percorsi può produrre su tali pattern di navigazione e occupazione.

Una ricerca Space Syntax molto interessante fatta alla scala territoriale dalla Space Syntax Limited e dall'UCL all'interno del progetto UrbanBuzz ha mappato l'intero territorio del sud-est Inghilterra (40.000km² e 2.4 milioni di segmenti di strade) per identificare indicatori socio-economici legati al layout urbano (Chiaradia et al., 2008; Chiaradia et al., 2009). Elementi del layout spaziale come geometria, topologia e pattern di connessioni contribuiscono alla sicurezza degli insediamenti, hanno una relazione con il valore di proprietà degli insediamenti e la qualità di una strada o la vitalità di un centro urbano. È stato elaborato un toolkit di valutazione reso disponibile per le amministrazioni pubbliche e gli investitori privati per quantificare i benefici socio economici del layout urbano.

Le sperimentazioni sopra esposte unite alla natura propria di Space Syntax, che si presenta come teoria e tecnica per individuare l'accessibilità spaziale servendosi di modelli spaziali (Setola, 2013a),

sono presupposto sufficiente per identificare tale metodologia utile ai fini imposti dal presente studio, cioè studiare il network dei percorsi in relazione ai potenziali movimenti delle persone.

6.6 Il wayfinding nei parchi: stato dell'arte e prospettive di ricerca

Più complesso è lo studio di tutti gli aspetti di intelligibilità della configurazione dello spazio, affrontati anche dalla analisi configurazionale, che hanno direttamente a che fare con il processo di orientamento o wayfinding. Il wayfinding è inteso come processo psicologico cognitivo che si attiva quando ci dobbiamo orientare all'interno di un sistema spaziale per trovare la strada da un punto di origine ad uno di destinazione. Si tratta di un processo complesso e differente per ogni individuo in relazione alle motivazioni, alle condizioni esterne dell'ambiente, alle caratteristiche individuali (Golledge, 1999; Xia et al., 2009; Xia et al., 2008). Gli studi sul processo di wayfinding all'interno dei parchi affrontano una varietà di contesti ambientali che hanno problematiche diverse e richiedono metodi di analisi diversi. L'eterogeneità che caratterizza la letteratura sul tema non consente una generalizzazione degli aspetti spaziali e cognitivi che influiscono sul processo di orientamento nei parchi. Pertanto in questa breve rassegna dello stato dell'arte è presentata la varietà delle problematiche poste sul tema, i diversi aspetti che entrano in gioco ed infine un possibile indirizzo di prosecuzione della ricerca per un'implementazione della conoscenza finalizzata a migliorare la fruibilità dei parchi ed accrescerne il valore sia qualitativo che economico.

L'orientamento nei parchi è un fenomeno che investe un'ampia sfera di aspetti legati al comportamento dell'uomo e all'ambiente in cui egli si muove come dimostra la letteratura sul tema che raccoglie studi e ricerche affrontate con il contributo congiunto di diversi ambiti disciplinari. L'obiettivo generale di questi studi, sotto diversi punti di vista, è quello di comprendere in che modo supportare il processo di orientamento delle persone e, trattando di parchi, in particolare dei turisti. Il management turistico è infatti uno dei settori più interessati ai risvolti applicativi dei risultati prodotti da questi studi.

Molti di questi studi sono elaborati nell'ambito delle scienze dell'architettura, di quelle geografiche, matematiche e cognitive. Alcuni hanno l'obiettivo di comprendere quali aspetti dello spazio costrui-

to e quali differenze individuali possono influire, ed in che modo, sul processo di orientamento (Xia et al., 2009). Altri hanno l'obiettivo di individuare quali elementi supportano meglio le performance di wayfinding nei parchi sotto diversi punti di vista, dai *landmarks* alle mappe cognitive (Xia et al., 2008). Nel campo del management del turismo a questi studi è associato il contributo delle scienze informatiche e robotiche con l'obiettivo di sviluppare strumenti, dispositivi o mappe che assistano i turisti nell'orientamento all'interno dei parchi (Xia et al., 2009). In quest'ultimo ambito disciplinare si studiano gli effetti che gli strumenti digitali, i dispositivi e gli strumenti *user centered* hanno sulle performance di wayfinding sia per supportare l'orientamento dei turisti, sia per scopi commerciali, per amplificare la visibilità e consolidare il rapporto fra la struttura che offre un servizio o un prodotto e il visitatore-cliente (Arthur and Passini, 1992; Tergan, 2005; Kim, Park, Hong, Cho and del Pobil, 2011; Burke, 2009; Huang, Koster and Borchers, 2008; Vogel and Balakrishnan, 2004).

La capacità di una persona di stabilire la propria posizione in un ambiente è definita *spatial orientation*, orientamento spaziale, che dal punto di vista cognitivo consiste nel riuscire a creare una mappa cognitiva di un ambiente. Da Lynch in poi sono moltissime le ricerche e gli studi che indagano le relazioni fra gli elementi che caratterizzano l'ambiente fisico e l'orientamento spaziale delle persone (Tolman, 1948; Golledge, Klatzky and Loomis, 1996; Downs e Stea, 1973). Il processo di wayfinding implica capacità comportamentali e cognitive: le prime entrano in gioco nell'ambiente fisico reale, le seconde riguardano invece il dominio della rappresentazione mentale di un luogo (Freksa, 1999).

Nel rapporto fra ambiente fisico e orientamento delle persone uno dei primi temi che emergono dalla letteratura è il ruolo dei *landmark* come elementi significativi utilizzati come riferimento per aiutare le persone a memorizzare e riconoscere una strada, un percorso e localizzare la propria posizione. Possono essere naturali, come fiumi e filari di alberi, o artificiali come un edificio o una piazza e si distinguono per la singolarità o la salienza in contrasto rispetto allo sfondo, al resto della scena (Lynch, 1960; Golledge, 1999).

Altri importanti fattori che influiscono su questo processo cognitivo e sull'utilizzo dei *landmark* come strumenti di supporto alla navigazione sono il livello di familiarità con l'ambiente e con i *landmark* stessi, la visibilità, la configurazione dei percorsi del-

lo spazio, le differenze individuali (Lynch, 1960; Weisman, 1981). Il livello di familiarità con un ambiente può essere acquisito con l'esperienza personale diretta della realtà attraverso la visita del luogo, oppure attraverso lo studio e la lettura delle mappe. L'accrescersi del livello di familiarità con un ambiente consente di generare la mappa cognitiva di quel determinato luogo che consiste nella rappresentazione astratta di quella realtà nella nostra mente. Le mappe cognitive funzionano come mappe reali e sono una parte fondamentale nel processo di wayfinding (Golledge, 1999; Darken and Peterson, 2004).

Oggi sappiamo che la capacità di orientarsi dipende in primo luogo dalle informazioni locali, dalla familiarità con il luogo, dalla memoria dei luoghi già visitati e dalla capacità intrinseca di un luogo di fornire informazioni a chi non ha mai visitato quel luogo (Penn, 2003).

Il processo di wayfinding nei parchi e nei contesti naturali

Gli studi sul wayfinding nei contesti turistici si focalizzano su processi cognitivi legati alla identificazione del percorso, alle preferenze del turista nella scelta del percorso, all'influenza che hanno le differenze individuali sul processo di orientamento, all'utilizzo dei *landmark* come strumenti di navigazione ed al processo di decisione che avviene durante l'orientamento (Xia et al., 2008).

Casakin et al. (2000) rilevano attraverso uno studio empirico l'importanza di elementi fisici quali i punti di incrocio e le strade ad essi connesse nella creazione di mappe schematiche per l'orientamento. Individuano che la classificazione dei diversi tipi di incroci, organizzati secondo una tassonomia di riferimento rispetto al numero di strade connesse e ai relativi angoli di intersezione, e l'individuazione di una gerarchia delle strade connesse influiscono sulla rappresentazione mentale di mappe schematiche e possono aiutare le persone nel processo di orientamento.

Xia et al. (2008) analizzano il ruolo dei *landmark* e della creazione di mappe cognitive coinvolgendo gruppi di visitatori nell'esplorazione di un caso studio, un parco in Australia. Lo studio prende in considerazione diversi processi di wayfinding che differiscono per il livello di familiarità che i visitatori hanno con l'ambiente in cui si muovono: il primo modello in cui i turisti hanno familiarità, il secondo in cui c'è una parziale familiarità, il terzo in cui non c'è familiarità e all'interno di questa categoria due casi, il primo in cui non ci sono supporti che aiutino i turisti ad orientarsi, il secondo in cui vi sono degli

elementi di aiuto. Lo studio empirico si basa sulla registrazione dei movimenti dei visitatori su supporto GPS per poi osservarlo direttamente. Per i turisti del primo modello è emerso che avevano già sviluppato una mappa cognitiva e che i *landmark* erano utilizzati solo per facilitare i cambi di direzione. Nel secondo gruppo i *landmark* avevano invece un ruolo più rilevante di aiuto nell'orientamento e nella memorizzazione del percorso, qui il ruolo più importante è assunto dalla segnaletica. Il terzo gruppo di visitatori si è mosso con un processo random utilizzando i *landmark* per identificare i diversi tipi di ambiente naturale e per decidere una direzione da prendere. I visitatori del quarto gruppo hanno utilizzato la segnaletica come riferimento per orientarsi. Questo studio ha messo in evidenza che il tipo di *landmark* utilizzato come supporto all'orientamento cambia a seconda del livello di familiarità che il visitatore ha con l'ambiente. Nel wayfinding il processo decisionale, ovvero decidere quale percorso scegliere nel momento in cui ci si trova di fronte una serie di alternative, avviene in relazione ad una serie di criteri tra cui il percorso più breve, l'ultima strada presa, il minimo numero di cambi di direzione, la quinta più scenografica, la presenza di altri gruppi di persone. Spesso questo processo avviene in maniera inconscia ed è diverso da persona a persona. Sull'influenza che hanno le differenze individuali, quali il genere, l'età, il livello di educazione, il tipo di occupazione lavorativa, il background culturale, sulle performance di wayfinding si è molto discusso in letteratura. Fin dagli anni novanta sono molti gli studi che indagano in che modo gli aspetti individuali, in particolare l'età e il genere, influiscono sul processo di orientamento (Golledge, 1999; Lawton 1994; Lawton e Kallai, 2002; Bosco et al., 2004; Ilaria et al., 2009). Gli studi che hanno indagato come influisce su questo processo la familiarità con l'ambiente non hanno trovato invece un nutrito seguito negli ultimi decenni (Lynch, 1960; Weismann, 1981; Allen, 1999). Non si trovano inoltre discussioni specifiche in letteratura sul ruolo che hanno i differenti tipi di gruppi di turisti (coppie, individui, famiglie e grandi gruppi) sul wayfinding fino a Xia et al. (2009) che hanno investigato le relazioni fra il comportamento dei turisti nell'orientamento insieme a tutti gli aspetti legati alle differenze individuali, quali il genere, l'età, il tipo di gruppo di viaggio e la familiarità con l'ambiente. La finalità era di supportare lo sviluppo di strumenti dispositivi per assistere i turisti nell'orientamento da un'attrazione ad un'altra in un sito turistico, e come supporto a urban e park designer nella progettazione

di percorsi, nella collocazione dei *landmark*, della segnaletica e di altri dispositivi per i turisti. Si tratta sempre di uno studio empirico dal quale è emerso che tali differenze influiscono in maniera diversa sulla scelta delle strategie di orientamento e sull'utilizzo dei *landmark* come supporto alla navigazione nel parco. Le donne tendono a seguire la folla più degli uomini e sono più propense degli uomini ad utilizzare strategie di orientamento come il minor tempo, i primi avvisi forniti e l'utilizzo di strade differenti rispetto a quelle prese in precedenza. Gli uomini preferiscono piuttosto utilizzare strategie di orientamento legate alla scenografia del paesaggio, i tipi differenti di vegetazione e le superfici segnate dal passaggio di persone come riferimenti per l'orientamento. Riguardo l'età è emerso che le persone di mezza età per orientarsi nel parco prediligono i percorsi più brevi mentre i più giovani preferiscono affidarsi alle prime informazioni di segnaletica che incontrano. Infine è risultato poco probabile che i visitatori che hanno maggior familiarità con l'ambiente utilizzino i *landmark* come strategia di orientamento, prediligono piuttosto percorsi con minor distanza e minori cambi di direzione (Xia, Packer and Dong, 2009).

Un altro studio nel settore del management turistico presenta un approccio insolito per analizzare dati aggregati raccolti con tecnologie GPS riguardanti i movimenti delle persone nei parchi. La ricerca è stata condotta sul caso studio Dwingelderveld National Park nei Paesi Bassi e si è basata sull'utilizzo delle tecnologie GPS combinando analisi di due tipi: *Movement Suspension Patterns* MSPs e *Generalized Sequential Patterns* GSPs. Il primo serve per individuare dove le persone si fermano e quindi i luoghi di attrazione, il secondo per individuare i flussi di persone da un'attrazione ad un'altra compreso l'ordine con cui questi luoghi vengono visitati. Analizzare e comprendere il flusso di visitatori in un'area naturale turistica è un elemento chiave nella gestione del parco, capire il comportamento dei turisti può aiutare ad identificare quali luoghi sono più visitati e quali meno, quanto tempo le persone spendono in ciascun posto, quale tipo di attrazione preferiscono i diversi gruppi di turisti. Capire queste preferenze consente ai manager del parco di segmentare il mercato dell'offerta turistica offrendo opzioni differenziate e focalizzate sui diversi tipi di target turistici adattando l'offerta alle preferenze e ai desideri specifici. Oltre a questo la conoscenza dei pattern di movimento fornisce informazioni sui possibili punti di affollamento, sui conflitti tra differenti gruppi, ad esempio fra gruppi

di turisti che cercano quiete, solitudine e relax e gruppi che cercano attività sociali, aree giochi, picnic. Un ulteriore importante aspetto è il monitoraggio dei movimenti delle persone nel tempo che consente di regolare la risposta nell'offerta e di comprendere l'andamento della struttura turistica. Con questa metodologia di indagine si riesce a rispondere a domande del tipo: come si muove il flusso dei visitatori in un parco? Quali sono i luoghi più visitati? Quelli più attrattivi? Quali attrazioni influiscono sul movimento determinando flussi diversi? Quali sono i pattern di movimento dall'ingresso ai luoghi di maggiore attrazione? Tra un luogo di attrazione ed un altro? L'impatto di uno studio del genere può essere applicato anche ad altri contesti turistici per segmentare il mercato dell'offerta ma anche per progettare, implementare e monitorare la struttura (Orellana, Bregt, Ligtenberg, Wachowicz, 2012).

Configurazione dello spazio e wayfinding

Riguardo gli aspetti configurazionali che influiscono sul processo cognitivo di wayfinding Space Syntax rappresenta la comunità scientifica di riferimento. Appleyard (1970) partendo dagli studi di Lynch sui cinque elementi fondamentali che influiscono sulla cognizione dello spazio, «paths, nodes, districts, edges and landmarks» (Lynch, 1960), suggerisce che i percorsi e i nodi sono elementi importanti nella cognizione spaziale e sono utilizzati per costruire la configurazione spaziale. Sulle teorie dei percorsi e nodi gli studi successivi hanno integrato la distanza cognitiva (Downs and Stea, 1973) introducendo il concetto che riguardo la cognizione dell'ambiente risulta importante non solo la distanza metrica ma anche quella cognitiva, cioè quella che le persone percepiscono indipendentemente da quella reale. Un ulteriore passaggio è stato fatto da Sedalla e Staplin (1980) che hanno dimostrato che i cambi di direzione sono un importante elemento che influisce sulla cognizione della distanza: un percorso con maggior numero di cambi direzione è percepito come più lungo.

Altro elemento spaziale studiato è il numero degli incroci lungo un percorso: è stato rilevato che le persone percepiscono come più lungo un percorso con un numero maggiore di incroci (Sadalla and Magel, 1980).

Il concetto di *depth of space*, profondità dello spazio è dichiarato e spiegato in tutti i suoi aspetti da Hillier (1984, 1996), dai cui studi si è sviluppata una nutrita letteratura sulla cognizione della con-

figurazione spaziale, sulle relazioni fra configurazione dello spazio e comportamento dell'uomo. Recentemente altri studi hanno confermato la forte interrelazione fra le proprietà sintattiche dello spazio e la cognizione, *spatial cognition*, che le persone hanno nella costruzione di mappe mentali di supporto all'orientamento. Sia la profondità, *depth*, che la distanza in metri influiscono su questo processo. E' stato dimostrato che la *depth* ha più influenza rispetto alla distanza metrica sulla *spatial cognition* (Yun and Kim, 2007).

Sempre nell'ambito degli studi sulla configurazione è stato riconosciuto che alcuni aspetti legati alla visibilità hanno una forte influenza sulle performance di wayfinding. Nel processo di orientamento le persone sono influenzate dalla quantità di informazioni visive disponibili, prediligendo le lunghe linee di vista, gli ampi campi visivi, la sosta in spazi visivamente e spazialmente integrati, spazi dove vi sia una visuale strategica (Penn, 2003). L'integrazione visiva in uno spazio è determinante sul processo di orientamento. Le misure sintattiche che descrivono il livello di integrazione sono la connessione visiva, ovvero la quantità di spazio visibile in un percorso, e la profondità visiva, ovvero il numero di *step* visivi da un punto di origine ad uno di destinazione. Un altro fattore influente è la permanenza di informazioni visive lungo un percorso: più a lungo permane quella informazione visiva lungo un percorso più facilmente quel percorso verrà memorizzato e quell'elemento visivo diventerà di riferimento (Beck and Turkienicz, 2009). Mentre sono numerosi gli studi di Space Syntax sul wayfinding in aree urbane (Hillier and Lida, 2005; Conroy Dalton, 2003; Omer and Goldblatt, 2007) e in ambienti interni (Peponis, Zimring and Choi, 1990; Haq and Zimring, 2003; Holscher and Brosamle, 2007; Holscher, Brosamle and Vrachliotis, 2009; Li and Klippel, 2010) non ci sono applicazioni del metodo Space Syntax che abbiano indagato il processo di orientamento nei parchi fino alla ricerca oggetto della presente pubblicazione. Zhai e Baran hanno recentemente sperimentato una prima applicazione del metodo allo studio dei parchi (Zhai and Baran, 2013) con interessanti risultati soprattutto in relazione all'esperienza del camminare nel parco. Applicando diversi tipi di analisi a due casi studio reali hanno sperimentato come studiare la accessibilità visiva e quella spaziale in relazione ai percorsi e alle aree di sosta e di attività che caratterizzano un parco. Con questo primo studio empirico sono emerse le potenzialità che il metodo ha nell'applicazione ai parchi ed i limiti che dovranno essere superati

con studi e sperimentazioni future. Con l'applicazione, nella ricerca presentata in questo volume, del metodo Space Syntax al Parco di San Rossore Migliarino Massaciuccoli (cfr. cap. 10) si è compiuto un ulteriore passo in avanti nello studio degli aspetti di intelligibilità della configurazione dello spazio direttamente correlati al processo di wayfinding.

Studi futuri potrebbero essere sviluppati considerando i diversi tipi di parchi: dai grandi parchi alla scala geografica, alla scala territoriale e regionale, ai parchi urbani, e ancora: dalle riserve, ai parchi monumentali, paesaggistici, alle aree protette. Oltre a queste dovrebbero essere considerate le differenze legate alla collocazione geografica, alla cultura di riferimento e al clima, fattori che influenzano in maniera diversa anche sul comportamento di orientamento delle persone. La finalità di questo tipo di applicazioni più che individuare strumenti e dispositivi di supporto all'orientamento dei visitatori nel parco, è quella di individuare criteri per indicazioni correttive riguardo l'organizzazione degli spazi, dei percorsi e delle diverse funzioni con due macro obiettivi: migliorarne la qualità per i visitatori ed accrescerne il valore economico. Il primo macro obiettivo si articolerebbe nel miglioramento della fruizione, del comfort, dell'esperienza di visita, il secondo nell'aumento dell'attrattività e del bacino di utenza.

Determinate scelte come la collocazione dei punti di accesso, dei parcheggi, della segnaletica, dei *landmark*, dell'illuminazione, delle diverse *facilities*, dei punti di ristoro, il potenziamento di determinati percorsi dedicati per certe attività o certi tipi di utenti, la creazione di nuovi percorsi, possono essere fatte alla luce di una conoscenza più approfondita di come la configurazione dello spazio e dei percorsi influisce sul processo cognitivo di orientamento e wayfinding nel contesto del parco.

6.7 L'inventario dei dati riferiti alla accessibilità ambientale

In un S-LCA la fase di inventario muove dalla definizione della categoria sociale da valutare che viene identificata con riferimento ai portatori di interesse, per giungere ad elaborare degli indicatori di inventario.

«Gli indicatori sociali identificano evidenze, soggettive o oggettive, qualitative o quantitative che sono raggruppate al fine di facilitare

apprezzamenti (giudizi) concisi, comprensivi e bilanciati sulle condizioni di specifici aspetti sociali con riferimento a un sistema di valori e obiettivi. In LCA gli indicatori sociali possono essere indicatori di inventario in un LCI (Inventario nel ciclo di vita) che esprimono fattori di pressione con effetti sociali o indicatori di una categoria sociale di impatto» (UNEP SETAC, 2009).

Muovendo dunque dalla definizione di "accessibilità ambientale", discussa nei precedenti paragrafi, e dalla rilevanza di tale criterio nella sostenibilità dello sviluppo del territorio, tenuto conto degli indirizzi espressi in documenti internazionali (come la citata convenzione ONU o le indicazioni dell'European Concept for Accessibility) e nazionali (quali Dichiarazione di Norcia, Carta di Ferrara, Linee guida per gli enti di gestione dei parchi nazionali italiani a cura del Ministero dell'Ambiente, norme UNI 11123/2004 relative alla progettazione di parchi ed aree verdi, Linee guida MiBACT) e in disposizioni normative specifiche (Legge 41/86, Legge 104/92, Legge 394/91 "Legge quadro sulle aree protette" e successive modificazioni con la Legge 426/91 e la Legge 93/01), i dati necessari ad elaborare degli indicatori di inventario per la valutazione della accessibilità ambientale ad un'area naturale protetta da parte dei fruitori possono essere riassunti nei seguenti tre macro gruppi:

a) di tipo comportamentale:

- il numero e la distribuzione dei visitatori;
- la descrizione dell'utenza di un parco e i requisiti di accessibilità ambientale;
- modalità di sperimentare i percorsi di un parco (orientamento, percezione ecc.);
- la provenienza e gli accessi fruiti;
- i servizi e nodi della rete dei percorsi;

b) di tipo normativo/gestionale:

- le norme del parco nei riguardi dei visitatori e dei gestori;
- l'assetto proprietario del parco e le limitazioni di accesso;
- la infrastrutturazione del parco;
- i servizi per i visitatori;

c) di governance:

- le iniziative di promozione nei riguardi della comunità locale;
- le iniziative di formazione;
- le iniziative di partecipazione;
- le iniziative di gestione.

Tab. 5 - Scheda di inventario di dati al fine della valutazione S-LCA Territorio naturale protetto per la categoria Utenti > Accessibilità ambientale

UTENTI > sub-categoria: Accessibilità ambientale ad un'area naturale protetta

Definizione

Attitudine dei luoghi ad essere identificabili, raggiungibili, comprensibili e fruibili autonomamente in condizioni di comfort e di sicurezza potenziando le caratteristiche di qualità ambientale dei luoghi medesimi.

- Utenti che frequentano il parco per motivi lavorativi, ovvero che hanno attività all'interno delle zone protette
- Utenti che frequentano il parco per motivi didattici e/o di studio, a tale categoria appartengono i gruppi di studenti, ma anche le associazioni naturalistiche o i gruppi che svolgono attività culturali nelle zone protette
- Utenti che frequentano il parco abitualmente, a tale categoria appartengono usualmente le comunità limitrofe alle zone protette
- Utenti che frequentano il parco in maniera occasionale, a tale categoria appartengono tutti i turisti e i fruitori saltuari che usano il parco in occasioni specifiche

Rilevanza politica ai fini dello sviluppo sostenibile e Convenzioni e Accordi internazionali e nazionali

- Convenzione ONU
- Indicazioni dell'European Concept for Accessibility
- Dichiarazione di Norcia
- Carta di Ferrara
- Linee guida per gli enti di gestione dei parchi nazionali italiani a cura del Ministero dell'Ambiente,
- Norme UNI 11123/2004 relative alla progettazione di parchi ed aree verdi
- Linee guida MiBACT

Stima dei dati

- a) di tipo comportamentale:
 - il numero e la distribuzione dei fruitori (lavoratori e visitatori)
 - la descrizione dell'utenza di un parco e i requisiti di accessibilità ambientale
 - modalità di sperimentare i percorsi di un parco (wayfinding, percezione, ...)
 - la provenienza e gli accessi fruiti
 - i servizi e nodi della rete dei percorsi
- b) di tipo normativo/gestionale
 - le norme del parco nei riguardi dei visitatori
 - l'assetto proprietario del parco e le limitazioni di accesso
 - la infrastrutturazione del parco
 - i servizi e le facilitazioni per i visitatori
- c) di governance
 - le iniziative di promozione nei riguardi della comunità locale
 - le iniziative di formazione
 - le iniziative di partecipazione
 - le iniziative di gestione

Fonti

- Fonti specifiche dei dati:
- piano del parco
 - documenti a cura degli uffici turismo
 - rilevazioni spaziali e funzionali
 - mappe di rilievo ambientale e di accessibilità ambientale dei percorsi
 - sopralluoghi
 - interviste con gli stakeholder interessati (rappresentanti delle Istituzioni, gestori di parchi e di altre aree naturali protette, rappresentanti di associazioni di persone con disabilità, di associazioni ambientaliste, di organizzazioni sindacali, operatori, progettisti ed esperti)

6.8 L'utenza di aree naturali protette

Un riferimento generale per la identificazione di dati di inventario riferiti all'utenza dei parchi può essere trovato in studi sul tema del turismo sociale, definito come «l'insieme delle relazioni e dei fenomeni risultanti dalla partecipazione delle categorie sociali economicamente deboli al turismo» (OITS 2011)¹¹ e in studi sulla sostenibilità del turismo (Progetto EU.FOR.ME)¹². Più specificatamente possono essere consultati gli studi sul turismo accessibile¹³ finalizzati a promuovere sistemi ricettivi, percorsi ed ambienti capaci di realizzare una "ospitalità diffusa" e quindi di accogliere una domanda di "utenza allargata". Le ragioni di tale interesse, oltre che alla necessità di

¹¹ Si veda la definizione del OITS, Organisation International du Tourisme Social. Il OITS identifica quattro gruppi sociali di destinatari privilegiati: i giovani, in età compresa tra i 18 ed i 30 anni; le famiglie che vivono una situazione difficile dal punto di vista economico-sociale; gli anziani ultrasessantacinquenni e le persone diversamente abili. L'aspirazione è quella di fare in modo che le condizioni personali di ciascuno non si traducano in un limite a viaggiare, conoscere nuovi paesi, entrare in contatto con nuove culture, massimizzando le potenzialità insite nel turismo quale fattore di coesione ed integrazione sociale (fonte: <http://www.bits-int.org>).

¹² «Per accessibilità alle informazioni s'intende la possibilità di reperire facilmente informazioni dettagliate, verificate e che rispondano alle esigenze del cliente. L'accessibilità economica, invece, indica la possibilità di beneficiare di una vacanza potendo anche scegliere tra varie tipologie di prezzo. Per autonomia di accesso s'intende la possibilità di raggiungere agevolmente la destinazione e fruire dei servizi messi a disposizione in loco» (Rapporto di ricerca EU.FOR.ME finanziato dalla Commissione Europea, Direzione Generale Istruzione e Cultura, Azioni Congiunte 2005/06).

¹³ «Per "Turismo Accessibile" s'intende quel turismo attento ai bisogni di tutti e con una elevata qualità dell'offerta. Un Turismo quindi inclusivo, ovvero pronto a rispondere ai bisogni di diverse fasce di popolazione che hanno esigenze diversificate: bambini, anziani, mamme con i passeggini, persone con disabilità che si muovono su sedia a ruote o che hanno difficoltà di deambulazione, persone che hanno limitazioni agli arti superiori e/o inferiori, persone che non vedono e/o non sentono, che hanno allergie o intolleranze ad ambienti o ad alimenti» (Comitato per la Promozione ed il Sostegno del Turismo Accessibile, a cura del Ministro per gli Affari Regionali, Turismo e Sport, http://www.governo.it/GovernoInforma/campagne_comunicazione/turismo_accessibile/accesso 31.10.2014). Una delle prime indagini sul turismo accessibile in Europa è la "Touche Ross" e risale al 1993. In Italia un'indagine analoga, condotta da ENEA, Studio sulla domanda Italiana di Turismo Accessibile (STARE), risale al 1999, mentre sono stati approfonditi con l'indagine CARE 2006 alcuni aspetti sugli stili di consumo e sulle preferenze di questo mercato. Nel mondo i turisti potenziali sono 650 milioni. Di questi ben 54 milioni, cioè il 19% della popolazione, è negli Stati Uniti e 30 milioni in Europa. Lo Studio STARE, evidenzia come a fronte del 54% della popolazione Italiana che effettua almeno un viaggio l'anno, il 2,9% è composta da persone con "esigenze speciali" e dal 6,9% da persone con più di 65 anni. Delle persone che non effettuano viaggi l'1,5% circa ha risposto negativamente, indicando come causa della loro stanzialità, l'incapacità di trovare soluzioni adatte alle loro necessità.

affrontare i dettami di legge¹⁴, derivano dalla consapevolezza che attuare strategie di adattamento dell'ambiente a persone con "bisogni speciali" permette di accedere ad una consistente "fetta del mercato"¹⁵ che include persone in tanti stadi della vita con necessità estese di una buona accessibilità¹⁶: persone con amici e famigliari con disabilità, famiglie con bambini piccoli, persone con problemi di salute temporanei o cronici, persone anziane¹⁷, che definiscono una "offerta turistico recettiva ampliata" capace cioè di vedere «potenziali utenti anziché persone da assistere» (Cecchi, 2009). Queste ragioni non possono non riguardare anche i parchi e le aree naturali, che nella loro interezza occupano più del 10% del territorio nazionale e che al loro interno contengono una quantità rilevante di beni archeologici, storici e culturali, dalla cui fruizione non può essere esclusa alcuna fascia di cittadini.

Il tema dell'accessibilità delle aree naturali protette nel nostro Paese è abbastanza recente e vede nell'adozione della Dichiarazione di

¹⁴ Con il DPCM del 13 settembre 2002, all'art. 1, recante le disposizioni al fine di predisporre una terminologia omogenea e una qualità standard dei servizi turistici, il Legislatore sancisce che «Le attività ed i servizi turistici: devono garantire, nel rispetto delle norme vigenti in materia di abbattimento delle barriere architettoniche, la fruizione anche ai turisti con disabilità e/o con limitate capacità motorie».

¹⁵ A tal proposito si vedano i dati presentati da Jan Eric Frydman (Direttore dell'Unità Turismo e Strumenti Culturali della Commissione Europea) nell'ambito del seminario internazionale "Accessibility, a new challenge for inclusive tourism" che si è svolto a Treviso nel ottobre del 2012: «aumento di fatturato medio del 20% da parte delle Imprese turistiche che hanno investito sull'accessibilità nel triennio 2010-12 con un aumento di presenze medio del 25%».

¹⁶ «[...] Stiamo attraversando un cambiamento demografico, questo è un dato di fatto. Una parte crescente degli europei è gente anziana, 60 anni o più. Questa generazione che ha sperimentato il boom del turismo di massa in Europa a partire dagli anni Sessanta non è pronta a rinunciare a viaggiare a causa di qualche disabilità che potrebbe sopraggiungere con l'età. Questi clienti senior probabilmente non chiamerebbero loro stessi "disabili" ma le loro necessità di accesso quando viaggiano corrisponderebbero invariabilmente ai requisiti d'accesso delle persone con disabilità. La popolazione che invecchia sta rapidamente portando alla trasformazione del "turismo accessibile" da quello che era considerato come un mercato di nicchia a un fenomeno di mercato di massa» (Müller, 2013).

¹⁷ A confermare le osservazioni della Müller si veda il censimento, realizzato dall'associazione Village for All, nel quale quasi il 30% degli intervistati ha segnalato come i «problemi riferibili alle così-dette utenze deboli» riguardassero se stessi. In particolare il 52% ha presentato difficoltà a camminare per lunghi tratti, il 22,7% famiglia con bambini in età inferiore ai tre anni, il 10,7% presentava intolleranze alimentari, 8,8% difficoltà alla vista, 5,6% difficoltà all'udito, 4,4% difficoltà alla parola mentre il 26,6% ha segnalato alla voce "altro", l'esistenza di problemi di tetraplegia, figli con disabilità, morbo di parkinson, insufficienza renale cronica, altre disabilità etc... (Vitali, 2010).

Norcia¹⁸, il primo momento di convergenza del mondo ambientalista con quello delle associazioni dei disabili. In questa occasione, infatti, cogliendo l'opportunità offerta dal 2003 Anno Europeo delle persone con disabilità, è stato affermato l'impegno comune nel rendere visitabili a tutti e fruibili nelle parti essenziali e caratteristiche i territori protetti, nel pieno rispetto della natura e delle esigenze delle persone con disabilità. Nella carta i partecipanti (rappresentanti delle Istituzioni, gestori di parchi e di altre aree naturali protette, rappresentanti di associazioni di persone con disabilità, di associazioni ambientaliste, di organizzazioni sindacali, operatori, progettisti ed esperti) hanno approvato un elenco di principi e impegni finalizzati al riconoscimento del diritto alla fruibilità della natura, focalizzando come centrali i seguenti temi: progettazione e gestione, accoglienza, informazione e comunicazione, educazione e formazione. Al di là dei temi suggeriti dalla carta di Norcia, è importante la metodologia con la quale è stata redatta. La sua articolazione ha permesso di individuare gli stakeholders privilegiati¹⁹ che possiamo raggruppare in due macro categorie: gli utenti e i gestori. Categorie entrambe coinvolte, a scale diverse e con compiti diversi, nei processi di governance del territorio necessari a definire ecosistemi inclusivi ed ospitali. Relativamente ai temi della gestione bisogna ricordare anche il decalogo di riferimento definito dal WWF Italia, che indaga particolarmente sulla componente della fruibilità della rete dei percorsi all'interno dei parchi naturali²⁰.

Per la valutazione dell'accessibilità di un sistema ambientale come un parco occorre in primo luogo analizzare le utenze di riferimento, in particolare partendo dai dati quantitativi sui visitatori, le tipologie, i profili d'utenza e i modi d'uso degli spazi, l'utilizzo della rete di percorsi che collegano le polarità, i nodi attrattivi del sistema territoriale di riferimento. Secondariamente dovrà essere valutata la condizione

topografica del territorio, analizzando i servizi presenti, la rete dei percorsi che li collega. Ed in terzo luogo analizzati i metodi di gestione utilizzati dall'ente predisposto al controllo territoriale dell'area del parco.

I dati sulle tipologie di utenza di un parco riguardano in primo luogo la catalogazione dei fruitori come riportato in Tab. 5.

I dati, spesso di difficile reperimento, dovrebbero essere in possesso ad ogni ente che gestisce il parco, e spesso vengono integrati da opportune interviste, necessarie a definire con maggiore specificità i dati generali. Da tali analisi si possono raccogliere ulteriori informazioni, come i dati relativi all'età, allo stato di salute e alla provenienza geografica dell'utente, l'uso dei mezzi di trasporto utilizzati per raggiungere, la composizione dell'eventuale gruppo con il quale accede all'area protetta, ecc. Definire le tipologie di utenza, anche in rapporto ad un'analisi geografica che identifichi le aree maggiormente utilizzate da ogni cluster di utilizzatori, è necessario per valutare i modi d'uso degli spazi, per capire su quali ambiti concentrare le fasi di analisi e verifica dell'accessibilità.

Per quanto riguarda i profili di utenza risulta particolarmente complesso catalogarli, in quanto all'interno di ciascun profilo d'utenza può individuarsi una gamma molto estesa di profili esigenziali differenti. Oltre alle possibili connotazioni psico-fisiche dei fruitori, ci sono altre variabili quali: gli ausili utilizzati, le condizioni ambientali ecc.²¹

Relativamente alle condizioni di disabilità nel nostro studio si è pro-

¹⁸ Siglata nel 2003 nell'ambito del Convegno internazionale "Il Parco è di tutti, il mondo anche". Convegno Internazionale Promosso dal Parco Nazionale dei Monti Sibillini, dalla Federazione Italiani dei Parchi e delle Riserve naturali (Federparchi) e dalla Federazione Italiana per il Superamento dell'Handicap (FISH).

¹⁹ Secondo alcuni autori, nella definizione di set di indicatori sociali, il primo passo, sta proprio nella individuazione degli stakeholders privilegiati. Il tutto al fine di creare quella condizione di conflitto di interessi, di punti di vista e di conoscenze trasversali necessarie a comprendere tutti gli elementi del problema da affrontare (Bell e Morse, 2008).

²⁰ Decalogo a cura del WWF Italia e Associazione SiPuò (Laboratorio nazionale per il turismo accessibile), pubblicato in Il verde è di tutti - Schede tecniche per la progettazione e la realizzazione di aree verdi accessibili e fruibili a cura di Lucia Lancerin (disponibile a: www.disabili.com).

²¹ La complessità nel definire una articolazione esaustiva delle classi esigenziali da prendere in riferimento per l'analisi dell'accessibilità è testimoniata dalla copiosa letteratura prodotta su tale tema. Fantini, nel suo manuale Progettare i luoghi senza barriere, (2011) per ogni unità ambientale analizzata, restringendo il campo alle sole disabilità di tipo fisico e sensoriale, identifica un quadro di 16 tipologie di riferimento. Bagnato e Nesi (2005), nel loro citato testo Progetto per incrementare la fruizione dei parchi naturali a fasce di cittadini deboli, definiscono tre macro aree, relative alle persone con ridotte capacità fisiche, a quelle con ridotte capacità sensoriali e alle persone con ridotte capacità mentali e psichiche. A queste si aggiunge una quarta categoria che riguarda altre forme di disabilità, come le persone che hanno problemi di orientamento, di alimentazione, persone diabetiche o epilettiche. Nello studio svolto dalla Regione Lazio, e nella relativa pubblicazione Il Parco Accogliente. Fruibilità ed accessibilità delle aree naturali protette del Lazio (2006), sono identificate tre tipologie di classificazione. Queste si rifanno, parafrasando la definizione ICF 2001 alle difficoltà di movimento, di destrezza e di orientamento delle possibili utenze rispetto ad un contesto ambientale definito. Il metodo proposto, affianca ogni classe di utenza, come ciechi, sordi, persone su sedia a ruote, ad un quadro delle esigenze legate alle specifiche attività svolte.

posta una semplificazione, identificando tre tipologie di utenza. Tale semplificazione si rende necessaria per l'analisi dei requisiti di accessibilità ambientale alla scala "territoriale (Mezzalana, 2003)²².

In sintesi, al fine della individuazione e catalogazione delle condizioni di conflitto uomo-ambiente, si sono proposti tre profili esigenziali paradigmatici di altrettante tipologie di barriere architettoniche coincidenti con le barriere fisiche, le barriere sensoriali e percettive e le barriere di comunicazione²³. Da tali definizioni si propongono i seguenti profili d'utenza:

- come condizione paradigmatica per la verifica delle barriere fisiche:
 - le persone paraplegiche, che utilizzano sedia a ruota con trazione manuale;
 - le persone paraplegiche, che utilizzano sedia a ruota con trazione meccanica;
- come condizione paradigmatica per la verifica delle barriere sensoriali:
 - le persone cieche totali che utilizzano bastone lungo secondo le indicazioni impartite dalla scuola di mobilità ed orientamento dell'Unione Italiana Ciechi²⁴;

²² Le aree protette sono visitate da diverse persone con diversi scopi. «La stessa persona visita e fruisce la stessa area protetta con finalità e modi differenti a seconda delle circostanze. Di fatto l'area protetta, e per estensione ogni ambiente che ci circonda, consente di vivere un'esperienza complessa e mutevole anche considerando il singolo individuo. Soffermandoci sulla definizione di esperienza si può proporre di pensare l'accessibilità come "accesso all'esperienza". Esperienza è la conoscenza di fatti e fenomeni attraverso la sensazione (i sensi, il corpo), elaborati e strutturati dalla riflessione (la mente). [...] Non c'è pensiero senza esperienza corporea. L'accesso all'esperienza dell'area protetta nella sua complessità significa, per il progettista, ma anche per chi gestisce e amministra servizi, studiare l'impatto dei fattori ambientali sulle persone all'interno delle macro categorie costituenti il territorio e l'essenza stessa dell'area» (Mezzalana, 2003).

²³ Utilizzando come definizione di barriera architettonica i seguenti riferimenti: barriera fisica (fonte: art. 2 D.P.R. 503 del 1996) definita come: gli ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea. Barriera sensoriale e/o percettiva (fonte art. 2 D.P.R. 503 del 1996) definita come: la mancanza di accorgimenti e segnalazioni che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque e in particolare per i non vedenti e per gli ipovedenti. Barriera comunicativa (fonte: Consiglio Nazionale degli Utenti, carta dei servizi per il superamento delle barriere comunicative, maggio 2004) definita come: la mancanza di accorgimenti che non consentono alla persona con disabilità di comunicare direttamente con l'erogatore dei servizi, in autonomia o con il supporto di strumenti tecnologici, o comunque con l'ausilio di un operatore che funge da "mediatore comunicativo".

²⁴ In Italia una indagine compiuta tra il 1999 e il 2000 dall'Ufficio Autonomia dell'Unione Italiana dei Ciechi ha dimostrato che il 55% dei ciechi usa il bastone bianco e solo il 5%

- come condizione paradigmatica per la verifica delle barriere comunicative e percettive:

le persone sorde;

le persone cieche con conoscenza del brail.

Dai profili d'utenza derivano i requisiti in termini di accessibilità ambientale (rielaborazione da documento UNI 0050: 1983 con integrazioni apportate dall'apparato legislativo di riferimento e dalla scala territoriale):

- Requisito di accessibilità ambientale definito come: "L'attitudine di un elemento spaziale territoriale e edilizio ad essere raggiungibile, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria, in tutte le sue singole unità ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruire di spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia, utilizzando, quando necessario, opportuni ausili in grado di potenziare le capacità funzionali di ogni individuo". Tale requisito è associabile alle barriere fisiche.
- Requisito della comunicatività ambientale definito come: "L'attitudine di un elemento spaziale territoriale e edilizio ad essere percepibile da tutti e, in particolare, dalle persone con ridotta o impedita capacità sensoriale o cognitiva, e di fruire di spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia, utilizzando, quando necessario, opportuni ausili in grado di potenziare le capacità funzionali di ogni individuo". Tale requisito è associabile alle barriere sensoriali e comunicative.

Muovendo da questo quadro esigenziale occorre stabilire dei parametri quali ad es. i tempi di percorrenza e le velocità di fruizione delle tipologie di utenza di riferimento. I valori proposti nelle tabelle sono stati dedotti da un'analisi della letteratura (Knoblauch, et al., 1996; Minetti, 2000; Gates, Noyce, Bill, e Van En, 2006) (Tab. 6) e dalle osservazioni dirette eseguite su un gruppo di fruitori che hanno affiancato il gruppo di ricerca²⁵ (Tab. 7).

Sulla base delle categorie di utenza identificate si procede alla rilevazione ambientale²⁶.

usa il cane guida (il restante 40% ha dichiarato di non utilizzare alcun ausilio).

²⁵ Il rilievo è stato effettuato nel periodo compreso tra il settembre 2012 e il gennaio 2014. Il gruppo di rilievo è stato composto da tecnici afferenti al corso di aggiornamento "Senza barriere 3", promosso dalla provincia di Lucca coordinato dal Agenzia formativa SO.GE.SA. Alle fasi di rilievo hanno partecipato i validatori afferenti al FAND - federazione nazionale tra le associazioni dei disabili sez. prov.le di Lucca (anmic, anmil, ensi, uici, unms).

²⁶ Nel caso specifico si definisce il rilievo ambientale come espressione di un

Tipo	ml/sec	ml/minuto	ml/ora	km/ora	Fonte	km/ 1/2 giornata	km/ 1 giorno	minuti / km
Escursionista tipo	1.05	63	3780	3.78	letteratura	11.3	22.7	15.9
Escursionista tipo su sedia ruote elettrica	1.15	69	4140	4.14	letteratura	12.4	24.8	14.5
Escursionista tipo su carrozzina	0.75	45	2700	2.70	letteratura	8.1	16.2	22.2
Escursionista tipo esperto	1.30	78	4680	4.68	letteratura	14.0	28.1	12.8

Tipo	ml/ sec	ml/ minuto	ml/ora	km/ora	Fonte	km/ 1/2 giornata	km/ 1 giorno	minuti/ km
Non vedente con cane guida	0.82	49	2952	2.95	rilievo	8.85	17.7	20.3
Non vedente con accompagnatore	0.70	42	2520	2.52	rilievo	7.5	15	23.8
Non vedente con bastone autonomo	0.49	29	1764	1.76	rilievo	5.3	10.5	34.0
Su sedia ruote elettrica	1.01	61	3636	3.64	rilievo	10.92	21.8	16.5
Su sedia ruote manuale	0.81	49	2916	2.92	rilievo	8.8	17.5	20.6



Tab. 6 - Distanze e tempi di percorrenza per diverse categorie di utenza. Dati ricavati dalla letteratura di riferimento. I tempi relativi alla giornata e mezza giornata sono calcolati prevedendo ogni 30 minuti di cammino una sosta di 10 minuti [1/2 giornata = 3 ore di cammino, 1 giorno = 6 ore di cammino]

Tab. 7 - Distanze percorse e relativi tempi di percorrenza verificati/convalidati dai test effettuati. I valori sono ricavati da due campagne di rilievo effettuate su percorsi dedicati ad "anello", con una lunghezza pari a 500 metri circa. Tempi giornata e mezza giornata come in Tab. 6

Possiamo riassumere gli obiettivi principali del rilievo ambientale nei seguenti punti:

– Conoscere: ovvero rilevare le condizioni di conflitto uomo-ambien-

metodo di lavoro che nasce da due convinzioni: la prima è che per poter avviare consapevolmente il processo di trasformazione di un habitat è necessario avere conoscenza della realtà fisica e sociale sul quale si interviene, la seconda asserisce che non è possibile dare delle risposte corrette in termini di soluzioni progettuali senza ascoltare le richieste degli fruitori, cioè i loro bisogni e le loro aspettative.

te di tipo fisico e di tipo percettivo con il fine ultimo di valutare le condizioni di fruibilità per i profili esigenziali considerati;

- Descrivere ed ordinare: ovvero raccontare gli elementi ambientali che connotano i percorsi rilevati e classificarne le ricadute in rapporto ai profili esigenziali considerati e definire possibili macro soluzioni alle criticità rilevate;
- Condividere: ovvero definire una metodica di approccio condivisa da parte degli attori coinvolti nel processo di lettura e valutazione, tale da poter essere trasmessa a tutti i referenti interessati.

Il rilievo ambientale avviene utilizzando dei supporti di raccolta dati suddivisi per sistemi ambientali omogenei, a loro volta scomposti in unità ambientali ed elementi spaziali (cfr. cap.10).

Così strutturate, le schede di rilevazione del sistema ambientale diventano una sorta di rappresentazione delle aspettative che il gruppo dei tecnici e dei portatori di interesse si auspica siano contemplate nelle trasformazioni susseguenti al rilievo ambientale.

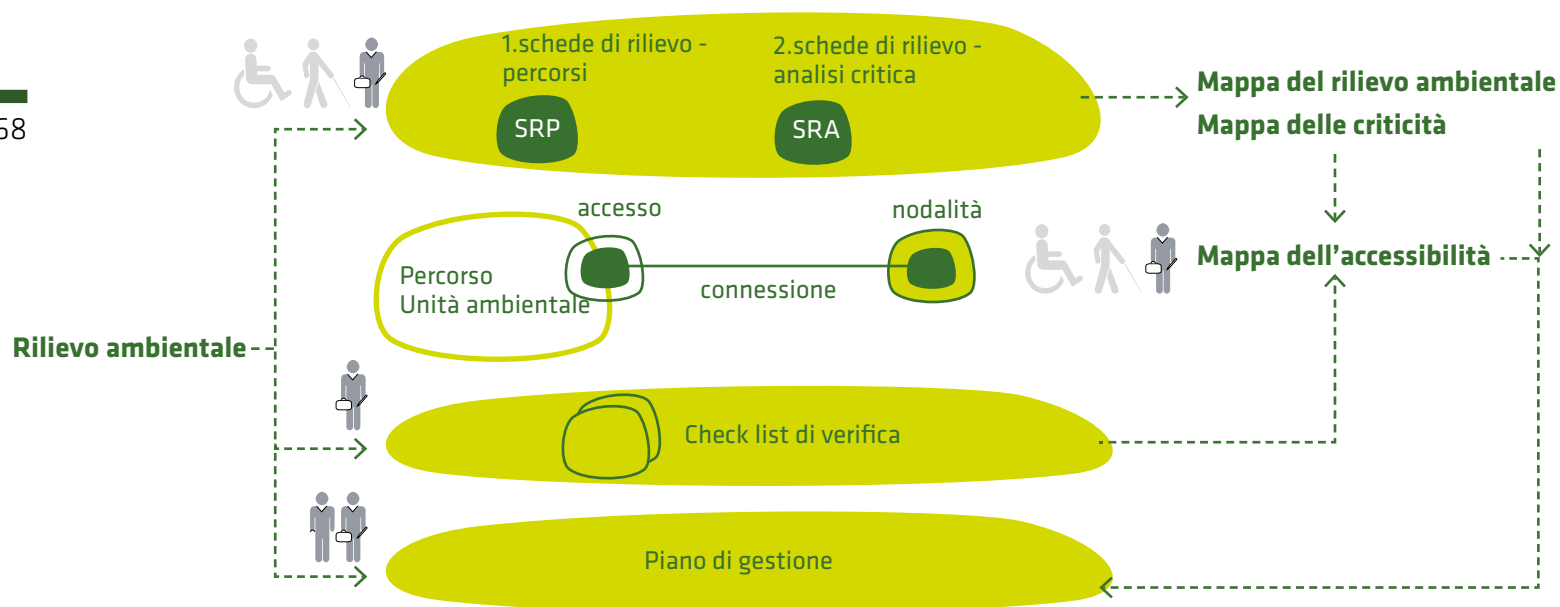


Fig. 6 - Schema di approccio alla fase di rilievo. L'ambiente viene letto sulla scorta delle schede dei sistemi ambientali. Le mappe del rilievo ambientale riportano le informazioni sia delle condizioni ambientali [SRP] che le possibili soluzioni per il superamento delle criticità rilevate [SRA]. Il rilievo ambientale viene verificato con apposite Check List di verifica. Dalle due letture, con l'ausilio dei validatori, viene definita la Mappa dell'Accessibilità prestazionale. I dati del rilievo ambientale sono la base sulla quale viene integrato il Piano di Gestione

Alla fine del rilievo vengono prodotte delle raffigurazioni dei dati da inventariare: la mappa del rilievo ambientale, la mappa delle criticità ecc. Tali mappe confrontate con quelle derivanti da altre analisi permetteranno di esprimere un giudizio integrato di accessibilità.

6.9 La configurazione dei percorsi di un parco. Modellazione dei percorsi secondo la metodologia Space Syntax

L'analisi configurazionale dello spazio costituisce un altro tipo di rilevazione e interpretazione di dati utili alla definizione di indicatori di accessibilità. Di seguito si propone un adattamento del metodo di analisi configurazionale Space Syntax allo studio del network dei percorsi di un parco naturale. Il sistema oggetto di analisi è definito dall'insieme dei percorsi pedonali che si trovano all'interno del parco e nelle fasce di margine immediatamente esterne al confine del parco.

Gli obiettivi che una analisi come quella che andiamo a illustrare si pone sono:

- una ricostruzione del sistema pedonale del parco visto nella sua completezza sull'intera superficie;

- una valutazione del grado di accessibilità configurazionale del network dei percorsi sull'intera area del parco;
- una valutazione del grado di accessibilità configurazionale del network dei percorsi ad una scala locale;
- una valutazione della posizione dei percorsi accessibili per una utenza debole nel network dei percorsi;
- una valutazione della collocazione dei parcheggi e dei punti di accesso al parco rispetto al network dei percorsi.

Non pochi problemi teorici e di metodo si presentano nel momento in cui si va ad applicare tale metodologia ad un tema come quello dell'accessibilità ambientale di un parco naturale.

La teoria dell'*experiential landscape* (Thwaites e Simkins, 2007) evidenzia che l'esperienza umana ha una dimensione spaziale e che alcune dimensioni della configurazione possono essere benefiche nei confronti dell'esperienza dell'ambiente esterno. Le persone fanno esperienza del parco camminando.

Possiamo considerare il parco come fatto da aree attrezzate e percorsi, le prime sono zone circoscritte, in cui stare e svolgere attività, i secondi sono adibiti alla circolazione e al godimento del parco attraverso l'esperienza del camminare. In un certo senso una simili-

tudine può essere fatta con l'ambiente urbano (Zhai e Baran, 2013) dove le strade sono spazi di circolazione e le piazze sono luoghi in cui stare. Tale similitudine ci fornisce indicazioni soprattutto per la costruzione del modello spaziale rappresentativo di una realtà naturale come quella del parco.

Ci sono però alcune differenze rispetto all'ambiente urbano: innanzitutto vi è la presenza di elementi naturali come la vegetazione e i corsi d'acqua. La vegetazione può essere alta e bassa, fitta e meno fitta e quindi la sua presenza è una barriera che non contribuisce però a creare precisi confini tra gli spazi che occorre prendere in considerazione per le analisi. Inoltre vegetazione e elementi d'acqua consentono a volte una ampia visibilità, ma non una accessibilità. Tale visibilità varia a seconda delle zone (boschive, radure, miste) e a seconda della stagione.

Un primo problema è quindi la circoscrizione degli spazi da analizzare. Si possono considerare i percorsi tracciati all'interno di un parco che sono gli stessi riportati nelle cartine che vengono date ai turisti. Alcuni problemi che si pongono sono sicuramente quello della scelta dei confini e della scala di analisi dato il territorio molto vasto.

Il confine del sistema per la costruzione del relativo modello spaziale è così determinato: il network dei percorsi considerati è composto da tutti i percorsi fruibili al pubblico, cioè tutti quei percorsi in cui le persone hanno accesso libero. Sono da escludere i percorsi che si trovano in aree private o in aree naturali protette in cui è proibito il transito. Ai percorsi interni al parco sono da aggiungere i percorsi attraverso cui si entra nel parco. Non avrebbe senso tagliare le strade secondo il confine amministrativo di un parco. Vi sono anche strade che escono ed entrano dal parco. Nei parchi naturali protetti le infrastrutture viarie fanno parte del parco e alcune di queste infrastrutture possono essere considerate come confini "artificiali" del territorio parco. La scelta di tale confine del sistema permette di individuare la permeabilità al parco.

Si propone quindi di costruire un modello spaziale utilizzando la metodologia Space Syntax e disegnando una *axial line* su ogni percorso precedentemente catalogato in sentiero, strada campestre, viabilità secondaria (vedi l'applicazione al caso studio nel cap.10). La tecnica più adeguata per la modellazione di un territorio così vasto è la *axial line*; essa porta in sé la definizione di linea più lunga di vista e di movimento (Hillier, 2007) che si sposa perfettamente con il fine di studiare la fruibilità del parco per chi vi cammina. Le aree

attrezzate sono viste allora come zone che connettono i percorsi. Se lo scopo fosse analizzare quanto avviene nelle aree attrezzate occorrerebbe scendere di scala e creare un modello spaziale più dettagliato.

Nell'applicare le *axial line* sorgono alcuni problemi, di cui il principale è il conflitto tra accessibilità visiva e accessibilità spaziale. Nelle zone non boschive il parco fornisce una grande accessibilità visiva. Tuttavia i sentieri nel parco sono segnati ed è difficile che le persone escano dalla traccia di tali sentieri.

Una volta costruito con attenzione il modello spaziale si può procedere con le analisi configurazionali. Le analisi sperimentate con la presente ricerca (vedi cap. 10) sono *axial analysis* e *segment analysis*²⁷, che attribuiscono un valore ad ogni percorso o tratto di percorso in relazione a: la sua distanza topologica rispetto a tutti gli altri percorsi, il numero di connessione rispetto ai percorsi più prossimi, il raggio di azione locale.

Da questo tipo di analisi è possibile ricavare diverse mappe in cui si leggono risultati relativi a:

- grado di accessibilità configurazionale pedonale del network dei percorsi sull'intera area del parco;
- grado di accessibilità configurazionale pedonale del network dei percorsi ad una scala locale;
- posizione dei percorsi accessibili per una utenza debole nel network dei percorsi;
- collocazione dei parcheggi e dei punti di accesso al parco rispetto al network dei percorsi.

I software utilizzati per l'analisi costituiscono un sistema integrato in modo che le informazioni raccolte siano facilmente trasferibili, elaborabili e comunicabili all'esterno. Nell'applicazione al caso studio (cfr. cap.10) tale sistema è stato creato in modo da contenere un data-base di informazioni sul quale è possibile lavorare ed attingere a seconda delle elaborazioni che ci si prefigge di effettuare. Tale

²⁷ Nel dettaglio sono state effettuate una *axial analysis* con un raggio di *integration* globale (Rn) e locale (R3) ed una *segment analysis* metrica anch'essa con raggio globale (Rn) e locale (R800). Il concetto di raggio indica le relazioni tra gli elementi del modello (*axial line* o *segment line*) che vengono prese in considerazione nell'analizzare il sistema: qualora le relazioni riguardino tutti gli elementi del sistema parliamo di raggio globale, mentre quando le relazioni sono quelle che intercorrono tra ogni *axial line* o *segment line* e le linee immediatamente vicine (ad esempio ad una distanza topologica di 3 step o di 800metri) parliamo di raggio locale. I risultati di tali analisi sono visibili nelle mappe riportate nel cap. 10.

sistema è formato dai software prettamente elaborati dal gruppo di ricerca Space Syntax per l'analisi delle configurazioni spaziali (Depthmap e Confeego), software di tipo statistico (JMP e Excel), software GIS (Mapinfo) e software di disegno (Autocad).

6.10 Azioni gestionali e di governance per l'accessibilità ai parchi

Fra i dati da rilevare per una analisi dell'accessibilità di un Parco ci sono quelli che riguardano la gestione del Parco e la governance della risorsa Parco rispetto alle comunità locali e rispetto ai fruitori in genere. Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, nel corso del progetto Parchi per Tutti (Min. Ambiente e Tutela Territorio Mare 2003), rileva come solo il 65% dei parchi nazionali Italiani ha dichiarato di aver deliberato progetti atti a favorire l'accessibilità e la fruizione del parco per le persone con deficit motori o sensoriali. Dati che trovano conferma in un più ristretto screening svolto recentemente dalla Regione Toscana nell'ambito del progetto Accessit²⁸.

A fronte di questa diffusa condizione strutturale lo stesso Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, consapevole dell'importanza che i parchi nazionali e le altre aree naturali protette hanno ai fini dello sviluppo socio-economico e culturale del paese, nel sopra citato progetto Parchi per Tutti (2003), indica una serie di azioni programmatiche atte a «promuoverne l'accessibilità e la fruibilità anche da parte di persone con deficit motori o sensoriali». Queste possono essere riassunte nei seguenti punti:

- implementare, anche attraverso specifici corsi di formazione, la conoscenza delle esigenze delle persone con disabilità, nonché delle problematiche relative all'accessibilità e fruizione generalizzata delle stesse aree protette;
- assicurare la verifica e il monitoraggio da parte degli enti di gestione dei parchi nazionali dei programmi, servizi e strutture esistenti fruibili da parte di un'utenza ampliata;
- assicurare l'individuazione da parte degli stessi enti di gestione

dei parchi nazionali delle barriere esistenti e che siano intraprese azioni necessarie per garantire il loro superamento;

- assicurare che tutti gli edifici nuovi o le ristrutturazioni e i servizi e i programmi, inclusi quelli offerti dai concessionari esterni, siano progettati secondo i criteri dell'Universal Design e sviluppati nel rispetto degli standard individuati, nonché della legislazione vigente;
- individuare opportuni sistemi integrativi per la mobilità in relazione alle esigenze dell'utenza ampliata;
- assicurare in particolare il rispetto delle disposizioni normative in materia di fruibilità generalizzata, previste dalla legge quadro sulle aree naturali protette n. 394/91, nell'ambito della elaborazione dei programmi pluriennali di promozione economica e sociale, dei regolamenti e dei piani per i Parchi per tutti (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Mare, 2003).

Il MiBACT con l'intento di agevolare una progettazione accessibile nel patrimonio storico ambientale nazionale ha prodotto delle linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale²⁹. Le Linee Guida sono rivolte a tutti coloro, che seppur con ruoli diversi (responsabili del procedimento, soggetti finanziatori, progettisti, direttori dei lavori, collaudatori), affrontano il tema dell'accessibilità nell'ambito dei luoghi di interesse culturale. Il documento pone una particolare attenzione alla fase di monitoraggio e manutenzione, e individua nel Piano di Manutenzione e Monitoraggio³⁰ l'elemento fondamentale per la scelta tra le opzioni progettuali indicate dal rilievo dell'accessibilità.

In un contesto come quello di un parco, il piano dell'accessibilità, a conclusione del suo iter progettuale-conoscitivo, necessita di essere integrato con gli strumenti di pianificazione utilizzati dall'ente gestore.

Allo scopo di perseguire tali finalità, si prevede di intervenire su due

²⁸ Progetto Accessit, Accessibilità al patrimonio e ai beni culturali del territorio Toscano da parte dei disabili svolto nell'ambito del progetto Marittimo dell'asse Italia Francia, ha l'obiettivo principale di offrire all'utente finale una completezza di informazioni in grado di restituire lo stato dell'arte, in termini di accessibilità, dei luoghi oggetto di censimento. Il progetto è stato Finanziato dalla Comunità Europea e pubblicato con il rapporto conclusivo nell'ottobre 2013 (fonte: www.accessit-git.eu).

²⁹ Si veda: Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale. (GU n. 114 del 16-5-2008 - Suppl. Ordinario n.127) a cura del MiBAC - Ministero per i beni e le attività culturali

³⁰ «Parti essenziali di una efficiente gestione sono il monitoraggio e la manutenzione. Il monitoraggio permette, infatti, di valutare nel tempo l'efficacia degli interventi realizzati e, quindi, la loro corrispondenza o meno alle reali esigenze, permettendo di intervenire tempestivamente per eventuali integrazioni o sostituzioni. La manutenzione comporta, invece, tutte quelle operazioni atte a garantire l'efficienza, la pulizia e il corretto funzionamento degli interventi e apprestamenti realizzati» tratto da: Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale, a cura del MiBAC.

strumenti chiave, il Regolamento del Parco e il Piano per il Parco. Il Regolamento del Parco (strumento previsto da Legge n.394/91 e s.i.m. all'art. 11, comma 2) ha il compito particolare, di disciplinare l'accessibilità del territorio del parco attraverso percorsi e strutture idonee per una fascia più ampia possibile di cittadini. Il Piano per il Parco (art. 12, comma 1), per quanto riguarda il tema dell'accessibilità, deve definire: i sistemi di accessibilità veicolare e pedonale con particolare riguardo a percorsi, accessi e strutture fruibili da parte di un'utenza ampliata (anziani, persone con disabilità, ecc.) e i sistemi di attrezzature e servizi per la gestione e la funzione sociale del parco.

6.11 Gli indicatori sociali di impatto. Gli indicatori di accessibilità ambientale

Dopo la raccolta e inventarizzazione dei dati, in un LCA Sociale, in accordo con le indicazioni delle Linee Guida UNEP SETAC (2009), occorre classificarli e organizzarli per categorie e sotto-categorie, successivamente vengono "caratterizzati" al fine di permettere di aggregarli in indicatori di inventario e infine vengono confrontati con livelli di sostenibilità sociale assunti a riferimento al fine di elaborare degli indicatori di impatto. Nel caso del LCA Sociale la distinzione fra indicatori di inventario e indicatori di impatto non è del tutto marcata e talora un indicatore di inventario può essere significativo come indicatore di impatto in sé, ad es. il numero di persone disabili che fruiscono del parco sul totale dei visitatori in un anno.

Gli indicatori di impatto sociale significativi (e soprattutto i modelli di caratterizzazione relativi) dovrebbero essere elaborati a partire dai dati di inventario, tenendo conto del sistema in osservazione e del suo contesto. Dreyer (2006) afferma che nel caso di un S-LCA riferita ad un prodotto questo è vero in particolare per gli impatti sociali nella fase di uso e consumo, legati alla funzione che il prodotto svolge e a come la svolge. Per un territorio le categorie di impatti sociali significative e i relativi modelli di caratterizzazione saranno dipendenti dal tipo di Funzione territoriale e, in accordo con l'approccio LCA-territorio discusso al cap.3, dipenderanno dal fatto che quella Funzione territoriale si caratterizzi come una Funzione di uso/fruizione/gestione o come una Funzione produttiva o ancora come una Funzione che riguarda un ciclo completo di processi produttivi, di uso e di fine vita. Per fare un esempio la valutazione della

categoria Salute e sicurezza (cfr. Tab. 1) assume significato e caratterizzazioni diverse con riferimento ad una "Funzione territoriale produttiva" dove sarà riferita ai lavoratori e alla comunità, rispetto ad una Funzione territoriale quale quella "residenziale" dove sarà riferita agli utenti delle residenze.

Così per la LUF "Dotazione di risorse Biotiche Aree Naturali protette", la categoria di valutazione sociale "Fruitori-Accessibilità ambientale" ha una sicura rilevanza e comporta indicatori di inventario e loro caratterizzazione specificatamente elaborati e diversi da quelli per una Funzione territoriale residenziale.

Continuando nell'esempio il percorso dovrebbe essere di questo tipo: i dati di inventario di tipo comportamentale (utenza di un parco e requisiti di accessibilità ambientale, ecc.), i dati di tipo normativo/gestionale (regolamento del parco, ecc.) e quelli di governance (progetti di formazione, di promozione, di partecipazione, ecc.) possono essere ricondotti a sistemi di punteggio in relazione a dei criteri di giudizio e di pesatura relativa, basati su conoscenze esperite e condivise fra i portatori di interesse, e i punteggi sono aggregati per esprimere uno o più indicatori dal quale o dai quali derivare gli indicatori di impatto relativi alla categoria di valutazione.

Il sistema di punteggio e pesatura e altri metodi di aggregazione dei dati, riflettono dei meccanismi sociali che connettono dei dati rilevati in quanto "fattori di pressione sociale" a una valutazione di impatto di tipo "intermedio" - midpoint indicator - e finale -end point indicator -. Gli indicatori end-point sono concepiti per essere facilmente apprezzabili e comunicabili, se pure comportano elaborazioni basate su criteri di interpretazioni e criteri di priorità. È facilmente comprensibile che anche in ambiti riferiti a prodotti e servizi, e a maggior ragione in una valutazione applicata ad un territorio, quando si tratta di dati e impatti sociali come in un S-LCA, i percorsi causa effetto che legano dei dati rilevati (inventario) con dei risultati (positivi o negativi) esprimibili in termini di indicatori di impatto sociale non sono così deterministici, benché la guida UNEP-SETAC (2009) suggerisca di utilizzare, come terminologia affine a quella usata nel LCA ambientale, il termine "social and socio-economic mechanism" con riferimento ai modelli di caratterizzazione e analisi per derivare dai dati di inventario gli indicatori di impatto sociale. Questa fase si articola dunque in tre passaggi:

- 1) Selezione delle categorie e sottocategorie di impatto e dei metodi e modelli di caratterizzazione;

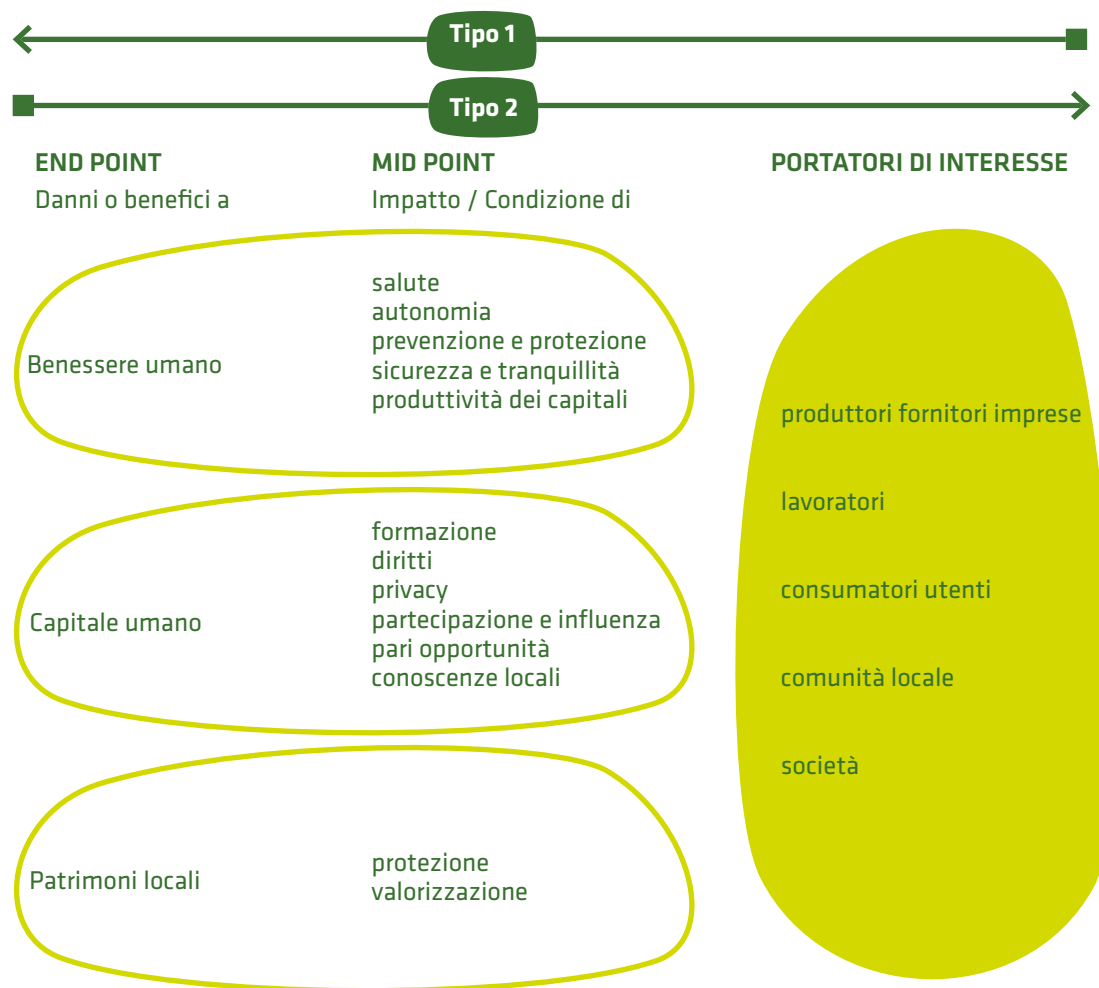


Fig. 7 - Indicatori end point e mid point di impatto sociale e differenziazione in base agli stakeholders. Processo di identificazione di tipo 1 e di tipo 2 [tabella rielaborata da UNEP 2009, Dreyer, 2006]

- 2) Collegamento dei dati di inventario alle sottocategorie e categorie di impatto;
- 3) Determinazione e/o calcolo di indicatori di impatto per sottocategorie e categorie.

Lungo questi step si passa dunque da indicatori di inventario a indicatori di impatto.

Come già detto gli indicatori di impatto possono essere di tipo qualitativo, quantitativo o semiquantitativo³¹.

³¹ Cfr da UNEP SETAC 2009 par. 4.4.2.3. «A quantitative indicator is a description of the issue assessed using numbers, for example, the number of accidents by unit process. Qualitative indicators describe an issue using words. They are nominative, for instance, text describing the measures taken by an enterprise to manage stress. Semi-quantitative indicators are categorizations of qualitative indicators into a yes/no form or a scale (scoring system), for example, presence of a stress management program (yes-no). Quantitative indicators can be directly related to the unit process output as it is the case in E-LCA. Although semi-quantitative indicators cannot be directly expressed per unit of output process, it is possible to assess, in quantitative terms, the relative importance of each unit process in relation to the functional unit. This allows aggregation of final category results in a comprehensive and logical way. One way this can

Gli indicatori di impatto possono essere identificati secondo approcci diversi. Due tipi di approccio si possono enunciare (UNEP-SETAC, 2009):

- Categorie di impatto di tipo 1 espresse per portatori di interesse, corrispondenti agli obiettivi e scopi del S-LCA e che rappresentano questioni sociali in relazione ai portatori di interesse coinvolti. Si identificano categorie e sottocategorie, ma al momento i modelli di caratterizzazione non sono formalizzati e generalizzati (ipotesi UNEP SETAC 2009);
- Categorie di impatto di tipo 2 espresse in termini di benefici o danni endpoint ai quali sono connessi, tramite modelli di interpretazione/caratterizzazione dei "meccanismi sociali", i fattori midpoint e i fattori di pressione, riconducibili a portatori di interesse (ipotesi secondo lo schema LCA ambientale).

be done is by using Life Cycle Attribute Assessment, a method that defines that the percentage of a supply chain that possesses (or lacks) an attribute of interest to be expressed (Norris, 2006)».

SOTTOCATEGORIA DI VALUTAZIONE: ACCESSIBILITA' AMBIENTALE A UN'AREA NATURALE PROTETTA

INDICATORI DI INVENTARIO

Indicatori comportamentali:
 -utenza di un parco e i requisiti di accessibilità ambientale
 -modalità di sperimentare i percorsi di un parco
 -numero e distribuzione dei fruitori
 -provenienza e accessi fruiti
 -sviluppo della rete dei percorsi pubblici
 -servizi e nodi della rete dei percorsi pubblici

Indicatori di aspetti gestionali

Indicatori di aspetti di governance

INDICATORI DI VALUTAZIONE

Indicatori prestazionali e configurazionali concorrenti al grado di accessibilità fisico-ambientale di un parco in rapporto ai fruitori

Indicatori di gestione per l'accessibilità

Indicatori di governance per l'accessibilità

INDICATORI SOCIALI MIDPOINT CORRELATI

Autonomia
 Partecipazione
 Pari opportunità
 Valorizzazione delle risorse patrimoniali locali

Fig. 8 - Proposta di percorso dagli indicatori di inventario agli indicatori di interpretazione/valutazione e ai relativi indicatori sociali [in evidenza quelli trattati nel presente studio]

In Fig. 7 è riportato un quadro che sintetizza i due approcci. Nel caso della valutazione dell'impatto sull'accessibilità ambientale dei fruitori di un'area naturale protetta, in un'ottica Life Cycle applicata a un territorio, si può fare riferimento a quanto già viene fatto nelle migliori esperienze di elaborazione dei Piani dell'accessibilità e in particolare al ruolo che in queste hanno i set di indicatori sulla accessibilità ambientale. In queste esperienze la integrazione fra chi elabora il piano e le categorie di utenti e portatori di interesse ha assunto una importanza rilevante determinando percorsi differenti per giungere al Piano in relazione alla differente organizzazione dei gruppi di lavoro e partecipazione e alla assunzione di una prospettiva di governance e non solo di governo³². In questo modello

di intervento di tipo bottom-up, che prevede la partecipazione di diversi attori, gli indicatori sono ancora più essenziali, perché assistono la comunicazione con i cittadini, devono essere condivisi, e nel contempo, meno strettamente tecnici e meno neutrali. Essi servono ad "educare i cittadini" (Lehtonen, 2008), riportando la scala dei bisogni alla scala dei diritti ma anche a quella dei doveri. In tal senso devono apparire legittimi e credibili, e la loro formulazione è sempre meno un lavoro di ricerca e competenze specialistiche, e sempre più un percorso lentamente cumulativo tra posizioni diverse (Gilli, 2010). Questa impostazione, che predilige la valenza socia-

³² «Government is no longer an appropriate definition of the way in which populations and territories are organised and administered. In a world where the

participation of business and civil society is increasingly the norm, the term "governance" better defines the process by which we collectively solve our problems and meet our society's needs, while government is rather the instrument we use» (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2001 - <http://www.oecd.org>).

le del processo, ha comunque la necessità di essere calibrata con strumenti (tools) capaci di intercettare la domanda, redigendo informazioni strutturate (gli indicatori) necessarie a definire e comunicare le esigenze, le opportunità (il progetto e il piano) e le priorità. In questo studio si propone un indicatore nella sottocategoria "Accessibilità ambientale dei fruitori di un'area naturale protetta" desunto dal rilievo prestazionale-ambientale (persone/fruitori-esigenze- condizioni di conflitto/criticità) e dal rilievo della configurazione spaziale (metodologia Space Syntax) dei percorsi dell'area protetta in esame. Non si sono invece presi in considerazione dati riferiti agli aspetti gestionali e di governance che concorrono alla valutazione del grado di accessibilità ambientale inteso in senso lato (e non solo fisico-ambientale). L'indicatore qui considerato, integrato con indicatori di gestione e di governance, è poi da correlare a indicatori sociali quali: Autonomia, Partecipazione, Pari opportunità, Protezione e valorizzazione delle risorse patrimoniali locali (Fig. 8).

6.12 Indicatori prestazionali

Nell'ambito degli step delineati nella Fig. 8 gli indicatori prestazionali identificati per la interpretazione/valutazione del grado di accessibilità fisico-ambientale di un parco in rapporto ai suoi fruitori sono:

- Grado di sviluppo della rete dei percorsi pubblici;
- Gradodiconsistenzadeiservizenodi dellaretedeipercorsipubblici;
- Grado di fruibilità delle nodalità di accesso e dei sistemi di trasporto e di sosta;
- Grado di accessibilità dei percorsi di collegamento dagli accessi ai percorsi interni;
- Grado di accessibilità locale dei percorsi interni dedicati al pubblico;
- Grado di accessibilità dei servizi, facilitazioni ed opportunità presenti nei percorsi;
- Grado di dotazione dei sistemi informativi e di segnaletica ed orientamento.

La valutazione prestazionale si applica alla rete nel suo insieme e ad ogni singolo percorso dedicato al pubblico. Da un lato si valuta il grado di sviluppo e consistenza della rete dei percorsi pubblici e dei suoi servizi e nodi, dall'altra si valuta per ciascun percorso il modo di raggiungerlo, il grado di accessibilità del collegamento dagli accessi, gli elementi che compongono la sua percorribilità, gli elementi di

contorno, le opportunità ed i servizi correlati, il sistema informativo e di comunicazione dedicato.

Mentre la consistenza della rete e dei servizi pubblici è valutabile in termini quantitativi in rapporto alla dimensione del parco, la qualità di ogni singolo percorso deve essere interpretata e valutata secondo una metodologia di espressione di giudizi esperti e partecipati, a partire dal piano delle conoscenze rappresentato dai rilievi ambientali. I giudizi sono articolabili su una serie di parametri interrelati fra loro, definiti sia sulla scorta della normativa tecnica di riferimento sia sulle condizioni d'uso riscontrate nel corso di specifiche campagne di osservazione. Tali campagne fanno riferimento a categorie paradigmatiche di disabilità e permettono di esprimere interpretazioni e valutazioni del tipo: un tratto limitato in lunghezza, compresa approssimativamente in 3 metri, con la presenza di contropendenze comprese entro il 2% può essere considerato "accessibile con difficoltà in autonomia" per una persona su sedia a ruote non accompagnata se la larghezza del percorso ha una dimensione tale da permettere al fruitore di affrontare il percorso diagonalmente, ma se la pavimentazione è sconnessa o incoerente quel tratto deve essere considerato "inaccessibile in autonomia", ed "accessibile con accompagnatore".

La quantità di variabili che scaturiscano nella sovrapposizione degli elementi rilevati e la discrezionalità delle osservazioni sul campo di fatto rendono necessaria una azione di sintesi delle valutazioni che si deve attenere ad un giudizio mediato, condiviso da parte del gruppo di studio. In questo senso, per definire un grado di accessibilità di una unità ambientale è necessario concordare un modello interpretativo a partire da due presupposti fondamentali: il primo che alla fase di rilievo e di interpretazione dei dati partecipino persone particolarmente esperte delle tematiche specifiche e che siano affiancate da portatori d'interesse; il secondo che comunque la valutazione genera una stima che di fatto ha un valore locale, circoscritto a quella esperienza e a quelle sinergie che si sono formate tra il gruppo di lavoro, il territorio e i suoi gestori.

Per questi presupposti è necessario predisporre quadri sinottici e raffigurazioni (mappe dell'accessibilità) che traccino le criticità rilevate per poter intervenire nella maniera più cosciente e completa³³.

³³ In questo senso il sistema di rilievo e di rappresentazione delle informazioni (cfr.

Qualora si volessero cercare le motivazioni dei giudizi di valore è possibile così risalire a queste raffigurazioni per arrivare ai singoli dati che formano i giudizi.

6.13 Indicatori configurazionali

Ancora con riferimento agli step delineati nella Fig. 8 gli indicatori configurazionali per la interpretazione/valutazione del grado di accessibilità fisico-ambientale di un parco, in rapporto ai suoi fruitori, sono definiti a partire da un'analisi configurazionale. Si selezionano alcuni parametri in base alla rilevanza, nel caso esaminato, di alcune questioni quali ad es.: Quale accessibilità al parco per diverse categorie di utenza? Quale integrazione dei servizi nel parco?

Le categorie di utenza individuate sono le stesse proposte per l'analisi prestazionale (Cfr. paragrafo 6.8).

Gli indicatori configurazionali che proponiamo rispetto alla sottocategoria di impatto in esame sono:

- Fruibilità del parco dai parcheggi;
- Grado di accessibilità configurazionale locale dei percorsi;
- Grado di accessibilità configurazionale dei collegamenti;
- Grado di accessibilità configurazionale ai percorsi per utenze deboli;
- Grado di comprensibilità del parco.

Un indicatore nell'analisi configurazionale ha sempre delle unità di misura di riferimento (parametri) con cui è misurato a partire dalle misure ricavate sul modello spaziale costruito. I parametri secondo il metodo Space Syntax che contribuiscono alla definizione degli indicatori e che risultano significativi per una applicazione al caso accessibilità a un parco naturale sono:

Integration: è un parametro che evidenzia i percorsi più raggiungibili. Più è alto il valore di integrazione di un percorso più è accessibile e più movimenti attirerà, cioè più la gente usufruirà di quel percorso. Tale misura mette in evidenza le zone più integrate e meno integrate del parco sia a livello globale che locale. A livello globale la mappa visualizzerà un *integration core* del parco, cioè l'insieme dei percorsi più integrati; a livello locale metterà in evidenza quei percorsi che

hanno una alta accessibilità spaziale in una area determinata e che riguardano i movimenti locali.

Intelligibilità: le persone vogliono esplorare ma anche non perdersi. L'intelligibilità permette di comprendere il grado di leggibilità di un sistema in quanto mette in relazione ciò che è accessibile localmente con ciò che lo è a scala globale. In questo caso la misura è un rapporto che più è vicino a 1 più ci consente di dire che il sistema preso in esame è facilmente navigabile. Cosa cerca la gente nel parco? Vuole esplorare, vuole trovare il contatto con la natura (Maeran, 2010), ma vuole anche non perdersi. Molti sono i casi in cui le persone si perdono dentro un parco.

Choice: è un parametro che fornisce informazioni sui collegamenti tra le varie zone del parco. È una misura simile all'*integration*, ma che riguarda i movimenti 'attraverso' più che i movimenti 'verso'. Essa può essere fatta prendendo in considerazione diversi raggi. Risulta significativa nel momento in cui si volesse valutare l'accessibilità di tutto il parco e gli spostamenti per passare da una zona ad un'altra.

Metric Step e Depth: sono due misure che forniscono indicazioni sul sistema dei percorsi una volta selezionato un punto di origine. La prima permette di visualizzare in una mappa quanto lontano le persone possono camminare in un dato tempo. La seconda consente di determinare quanti cambi di direzione una persona si trova ad affrontare da un determinato punto, ad esempio dal parcheggio in cui ha lasciato la macchina.

Se passiamo a considerare il livello di integrazione dei servizi presenti dentro al parco, come Aree attrezzate, Parcheggi e Percorsi didattici-naturali, gli indicatori configurazionali che potrebbero essere ricavati sono:

- Grado di accessibilità configurazionale alle aree attrezzate;
- Grado di accessibilità configurazionale ai parcheggi;
- Gradi di accessibilità configurazionale ai percorsi didattici-naturali.

Rispetto a tali indicatori assume importanza il solo parametro della *Choice* che permette di valutare la posizione del servizio lungo le vie di collegamento del parco. Gli indicatori configurazionali sono restituiti tramite mappe tematiche secondo una scala di colori che va dal blu (valore più basso) al rosso (valore più alto) alla quale sono associati i valori numerici derivanti dalle analisi.

cap.10) risulta fondamentale nell'organizzazione del processo che va dalla lettura alla gestione dei dati per i progetti di superamento delle condizioni di criticità. La fase di analisi è di fatto una fase di progettazione, nella quale il gruppo di lavoro, annota le possibili soluzioni progettuali, le manutenzioni ordinarie o straordinarie, mirate alla soluzione di quelle specifiche criticità rilevate.

6.14 Grado di accessibilità ambientale e indicatori sociali midpoint

L'accessibilità ambientale così come elaborata con le tecniche configurazionali si pone come base su cui uno studio dettagliato delle caratteristiche prestazionali-ambientali dei percorsi può collocarsi. È per questo che proponiamo qui una integrazione tra le due metodologie utilizzate (prestazionale e configurazionale) per arrivare a proporre e sperimentare sul caso studio (cfr. cap.10) un indicatore aggregato il più possibile esaustivo per la sottocategoria Fruttori > Accessibilità ambientale > Area Naturale Protetta.

Uno studio in tal senso era stato già sperimentato dagli autori su un'area destinata a Polo Ospedaliero Universitario³⁴. Una ricerca simile è stata intrapresa da Valerio Cutini (2012b) che ha utilizzato l'approccio configurazionale insieme ad approcci gravitazionali per l'*inclusive design* negli spazi urbani, al fine di determinare una gerarchia di accessibilità universale negli spazi urbani.

Sviluppiamo qui una integrazione che si differenzia per fine e tecniche utilizzate. Il fine è quello di costruire un indicatore che indichi il grado di accessibilità di un percorso e che possa essere utilizzato nelle valutazioni di tale accessibilità da parte degli enti gestori del parco. Per quanto riguarda le tecniche, l'integrazione tra i due approcci avviene per sovrapposizione di mappe: la mappa del rilievo ambientale, la mappa dell'accessibilità prestazionale dei percorsi, la mappa della accessibilità configurazionale dei percorsi. La sovrapposizione delle mappe è possibile se precedentemente a tutte le analisi viene creata, secondo opportuna catalogazione dei percorsi, una mappa comune del network dei percorsi (vedi cap. 10).

Illustreremo di seguito il procedimento di integrazione tra i due metodi (Fig. 9).

Step 1: Costruzione di una base GIS, strumento scelto per le sue potenzialità di gestione dei dati e di visualizzazione. La piattaforma GIS funge così da catalizzatore di informazioni e da nodo di interscambio grazie alle sue potenzialità. Esse sono dovute al fatto che il software contiene dati collegati direttamente a punti esistenti in una planimetria, i quali possono anche essere georeferenziati rispetto ad un sistema di coordinate mondiale. Il net-

work dei percorsi del parco viene quindi elaborato su base GIS. Step 2: Su tale base vengono inseriti i dati derivanti dal rilievo prestazionale-ambientale che attribuisce ad ogni percorso dei parametri di criticità dell'accessibilità ambientale (valore A).

Step 3: Si rappresentano le *axial line* (cioè le linee di movimento come definite nel par. 6.9) che vanno a coprire tutti i percorsi pubblici del parco, fruibili a piedi. Ogni segmento di tali linee possiede un valore di probabilità di accesso derivante dalla analisi configurazionale (valore I).

Ogni segmento rappresenta così allo stesso tempo un pezzo di percorso rilevato secondo due diversi criteri. I valori delle criticità e probabilità di accesso appartenenti ad ogni segmento di percorso vengono poi uniformati ad una scala comune attraverso un processo di normalizzazione dei valori in modo da ottenere numeri congruamente elaborabili.

Il criterio utilizzato per l'integrazione dei vari dati sovrapposti è rappresentato dalla formula:

$$Ga = [\sum_{n=1-z}^{perc} (a \times I / b \times A)] / \sum km$$

In cui Ga è il grado di accessibilità ambientale dell'area, risultante dalla sommatoria dei valori che indicano la probabilità e la criticità delle condizioni di accesso per ciascun segmento di percorso (percorso 1, percorso 2, ... percorso z).

I è il fattore del parametro *Choice*, cioè quanto un percorso è probabile sia raggiungibile dall'utenza pubblica del parco, deriva dalle analisi configurazionali.

A è il fattore di criticità dell'accessibilità derivante dal rilievo prestazionale-ambientale, cioè più un percorso possiede ostacoli più il valore è alto.

a e b rappresentano i pesi che i diversi fattori possono assumere a seconda della tipologia di utenza interessata.

$\sum km$ è la lunghezza dei percorsi analizzati.

Si può ottenere così una "mappa dell'accessibilità ambientale", in cui ogni segmento ha un unico valore derivante dalla criticità delle sue condizioni di accessibilità e dalla sua probabilità ad essere percorso dai fruitori del parco, o un indicatore numerico riferito alla rete dei percorsi. Lo scopo delle mappe è quello di mettere in evidenza le criticità esistenti per poter intervenire nella maniera più cosciente e completa. La loro rappresentazione è pertanto sinottica. Qualora si voglia cercare le cause di tali risultati occorre risalire

³⁴ Si vedano i lavori di ricerca e di tesi dottorale condotti nell'ambito del Laboratorio di Monitoraggio della AOU Careggi dalla unità di ricerca afferente al Dipartimento di Architettura della Università di Firenze.

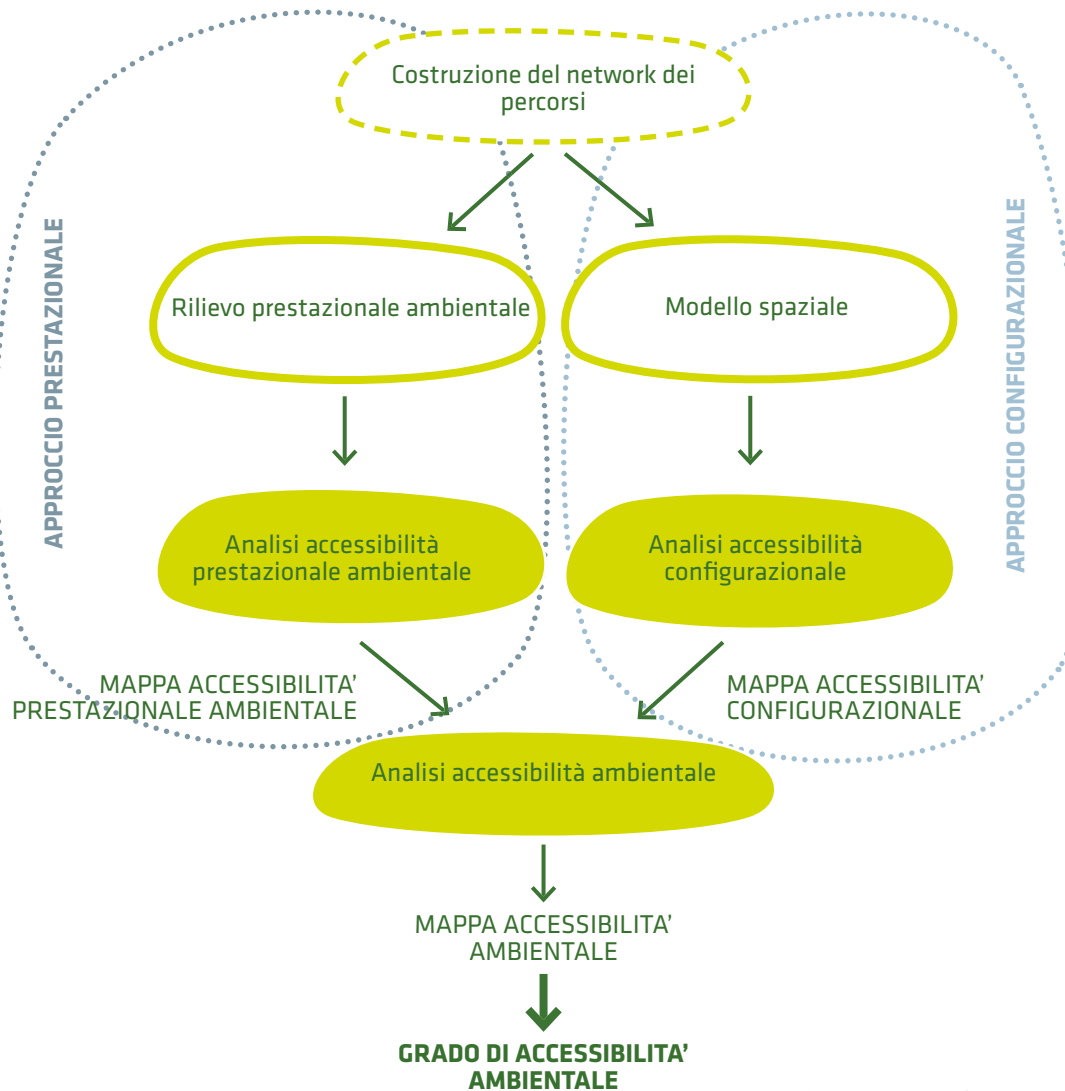


Fig. 9 - Diagramma di flusso del procedimento di integrazione tra i due approcci (prestazionale e configurazionale)

alle mappe precedenti fino ad arrivare ai singoli dati archiviati nel data-base GIS e nei rilievi ambientali. L'uso di una piattaforma GIS si rivela pertanto fondamentale non solo per le analisi e per mappare gli indicatori integrati, ma anche come data-base in cui sviluppare le analisi di dettaglio.

Secondo quanto sintetizzato in Fig. 8 il passaggio successivo alla costruzione delle mappe di accessibilità ambientale è quello della integrazione con indicatori di gestione e di governance orientati all'accessibilità, per esprimere valutazioni in termini di indicatori sociali in relazione alla promozione di: Autonomia, Partecipazione e Pari Opportunità, Protezione e valorizzazione dei patrimoni locali. La valutazione è condotta in base a modelli interpretativi di "meccanismo di relazione" fra il grado di accessibilità e l'indicatore sociale per le diverse tipologie di fruitori, rapportato a valori soglia condivisi.

La valutazione risponde a domande quali:

- Per i fruitori del parco le condizioni di accessibilità ambientale, la gestione, le iniziative di formazione, ecc. garantiscono l'autonomia per tutti e le pari opportunità?
- La gestione e le iniziative di governance, tenuto conto delle condizioni di accessibilità ambientale, garantiscono la partecipazione di tutti e le pari opportunità?
- Le condizioni di accessibilità ambientale e le regole di gestione del parco sono coerenti con principi di valorizzazione e protezione del patrimonio naturale del parco?

Nella valutazione complessiva di un territorio la valutazione di accessibilità riferita al suo Patrimonio Naturale, si confronterà con la valutazione di accessibilità riferita ad altre Funzioni territoriali, ad esempio ai servizi ricreativi, ai servizi residenziali, alle attività lavorative, al fine di esprimere un giudizio di valore sull'impatto sociale in termini di autonomia, pari opportunità e partecipazione alle scelte di piano e di gestione del territorio.

Ancora, le mappe sul grado di criticità dell'accessibilità ambientale al patrimonio naturale di un territorio possono essere rapportate alle mappe di raffigurazione degli indicatori di pressione riferiti alla biodiversità quali quelle illustrate al cap.5 che attengono alla permeabilità (connettività e frammentazione) ecologica. La sovrapposizione delle mappe farebbe emergere le interferenze tra i flussi umani pedonali e quelli ecologici in rapporto alla protezione e valorizzazione delle aree naturali.

6.15 Proposta di un framework per il S-LCA di un territorio

L'analisi dello stato dell'arte sul tema S-LCA (Life Cycle Assessment aspetti sociali) e le elaborazioni condotte per verificare la applicabilità a livello territoriale di indicatori sociali di accessibilità ambientale elaborati su base prestazionale (Design for All) e Configurazionale (Space Syntax), permettono di proporre una struttura di riferimento per un S-LCA di un territorio di tipo generale e in specifico per gli aspetti sociali inclusi nella categoria di valutazione: *Fruitori>Accessibilità ambientale>Area Naturale Protetta (Parco).*

Aree di protezione/promozione considerate

Si propone di identificare tre aree di "protezione/promozione", alle quali riferire indicatori di impatto sociale:

- il capitale umano;
- il benessere umano;
- le risorse patrimoniali locali.

Tali aree sono complementari, nella valutazione e analisi di sostenibilità di un territorio, alle Aree di protezione definite per la valutazione e analisi E-LCA (environment LCA - ambiente): Salute umana e benessere, Risorse naturali, Ecosistemi, Paesaggio e patrimonio culturale. Il criterio che differenzia gli aspetti osservati in un S-LCA rispetto a quelli osservati in un E-LCA è legato a criteri di operatività dei metodi: considerazione di fattori e meccanismi di tipo sociale (relazioni sociali e socio-economiche), considerazione di fattori e meccanismi di tipo ambientale (environment). Così ad esempio relativamente al Benessere Umano nel caso di un S-LCA si valutano fattori di trasformazione e di pressione attinenti alle relazioni socio-economiche e nel caso di un E-LCA si valutano fattori riferiti all'ambiente fisico (aria, acqua, suolo, energia). O ancora, nel caso dei patrimoni locali, gli impatti legati alle trasformazioni e pressioni geologiche si valuteranno in E-LCA, mentre in un S-LCA si valute-

ranno impatti (positivi e negativi) che si originano da comportamenti e relazioni socio-economiche.

Seguendo le indicazioni delle Linee Guida UNEP SETAC (2009 e 2013) le categorie di valutazione di impatto sociale sono classificate in base ai diversi portatori di interesse, identificati nella fase di definizione degli obiettivi, degli scopi e dell'uso che si intende fare di uno studio S-LCA (Tab. 1). La categoria di valutazione "Fruitori-Accessibilità ambientale" è identificata come di seguito descritto (Fig. 10).

Come sottolineano Benoit et al. (2010) le valutazioni sociali richiedono, sia a livello di dati di inventario che di dati di impatto, riferimenti specifici al luogo, alle sue strutture sociali, culturali, politiche ed economiche, questo è in particolare rilevante nel caso ipotizzato di applicazione del S-LCA ad un territorio. Nel presente studio (cap. 3) si è adottata l'articolazione del territorio in LUF (Land Use Function o Funzioni territoriali).

La proposta di un framework è stata sviluppata con riferimento alla Funzione Territoriale: Dotazione di risorse naturali biotiche-Qualità e tutela.

L'analisi S-LCA del grado di accessibilità ambientale per i fruitori di un'area naturale protetta è stata articolata in fase iniziale, fase di inventario e fase di elaborazione di indicatori di impatto.

La fase Iniziale

In questa fase si definiscono obiettivi, categorie di portatori di interesse con una visione olistica e di ciclo di vita del territorio. Con riferimento al caso sviluppato si definiscono: le tipologie di fruitori, i profili esigenziali, i criteri e le soglie di accessibilità ambientale al patrimonio naturale.

In questa fase si precisa se lo studio è inteso come studio sullo stato di fatto, strumento a supporto di decisioni di piano (es. Piano di accessibilità) e di gestione (es. Piano di gestione del Parco).

In tale fase sono coinvolti operatori, esperti e portatori di interesse e si selezionano le metodologie di analisi e di raccolta dei dati (ad es. metodo Space Syntax), si stabiliscono i confini del sistema oggetto di studio (ad es. le aree pubbliche del Parco, oppure l'intero parco e le aree di margine) e si identificano i parametri che rispetto alla categoria di impatto osservata qualificano l'Equivalent Funzionale Territoriale, al fine di una comparabilità dei risultati dello studio e quindi di una valutazione di merito.

Nel caso considerato l'Equivalent Funzionale Territoriale può esse-

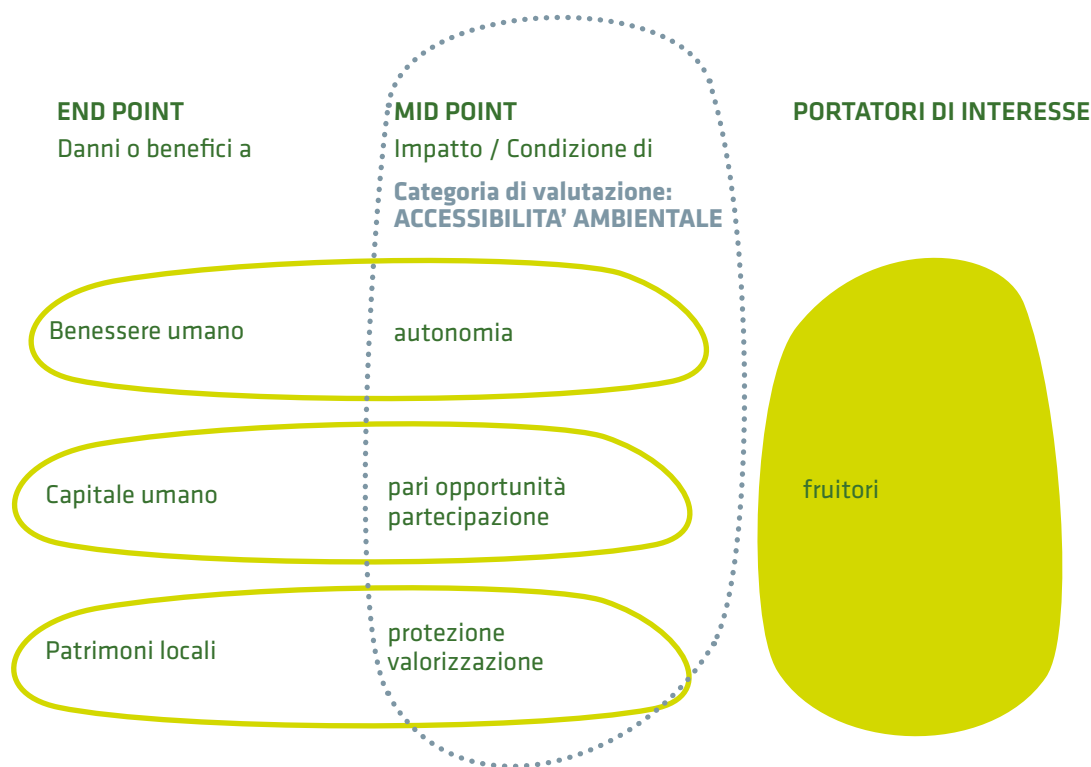


Fig. 10 - Categoria di valutazione sociale Fruitori-Accessibilità e relativi indicatori midpoint e endpoint

re descritto ad es. in base alla estensione della superficie del parco e dei percorsi pedonali pubblici in esso presenti, rapportati alla numerosità dei visitatori rilevati, pianificati, nonché in base alla tipologia di parco secondo i criteri delle aree protette (es. parco regionale). Si definisce sempre in questa fase cosa si intende per “ciclo di vita” e quindi quali fasi o dimensioni temporali della vita del parco sono osservate in relazione alla categoria di impatto considerata e ai relativi portatori di interesse.

La fase di inventario

La fase di inventario identifica la fase di raccolta dati relativi alle pressioni sociali sul territorio esaminato e la loro elaborazione in indicatori. Muovendo dalla definizione contenuta in UNEP-SETAC (2009) sopra richiamata gli indicatori sociali di inventario identificano evidenze, soggettive o oggettive, qualitative o quantitative in un LCI (Inventario nel ciclo di vita) che esprimono fattori di pressione con effetti sociali. Per impostare la raccolta dati si seguono me-

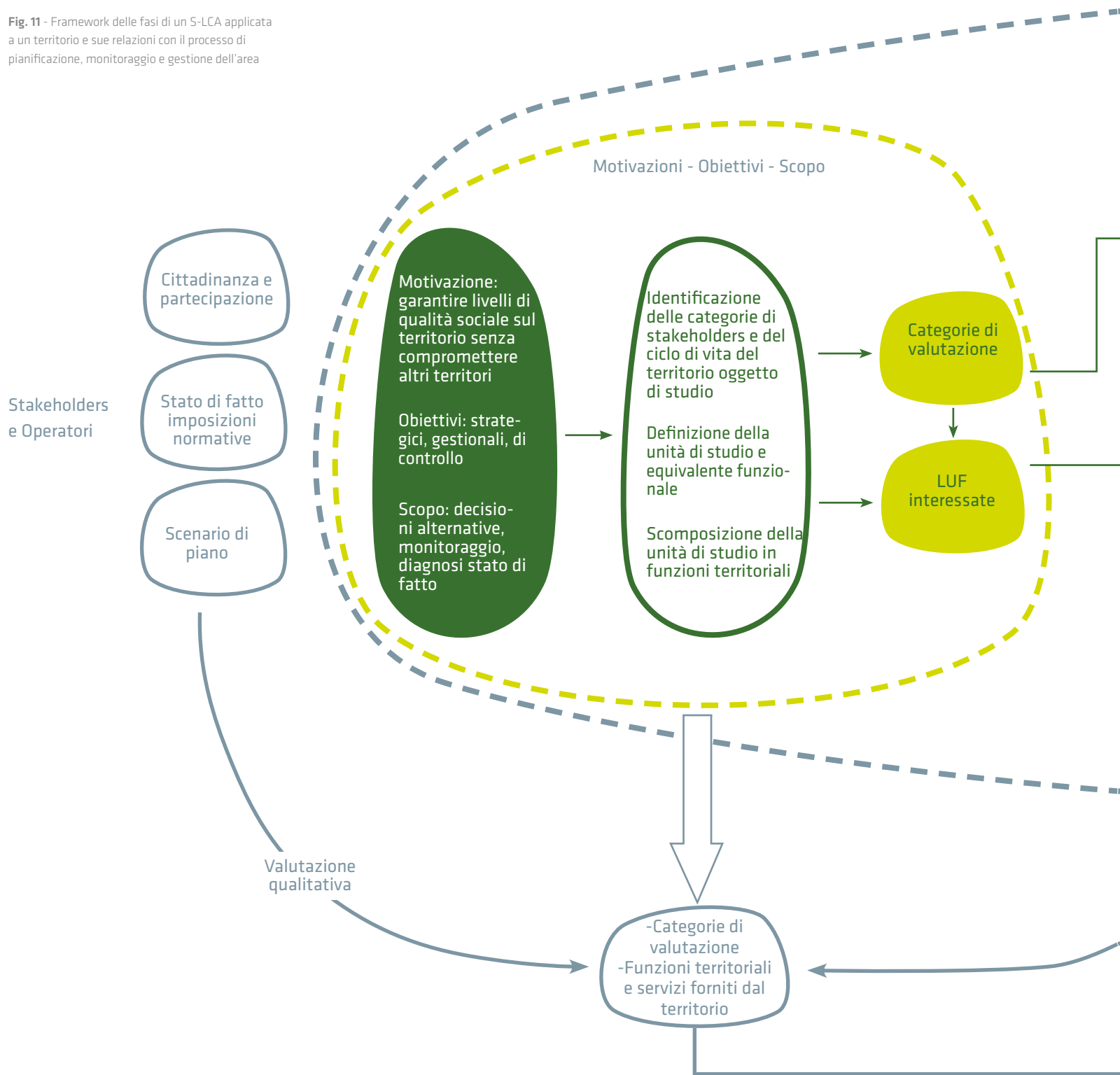
todologie di modellazione del territorio in rapporto ai processi osservati. La fase di inventario nel caso della analisi sociale comporta quasi sempre il coinvolgimento di operatori e portatori di interesse, oltre a quello di esperti.

I dati raccolti possono essere classificati in :

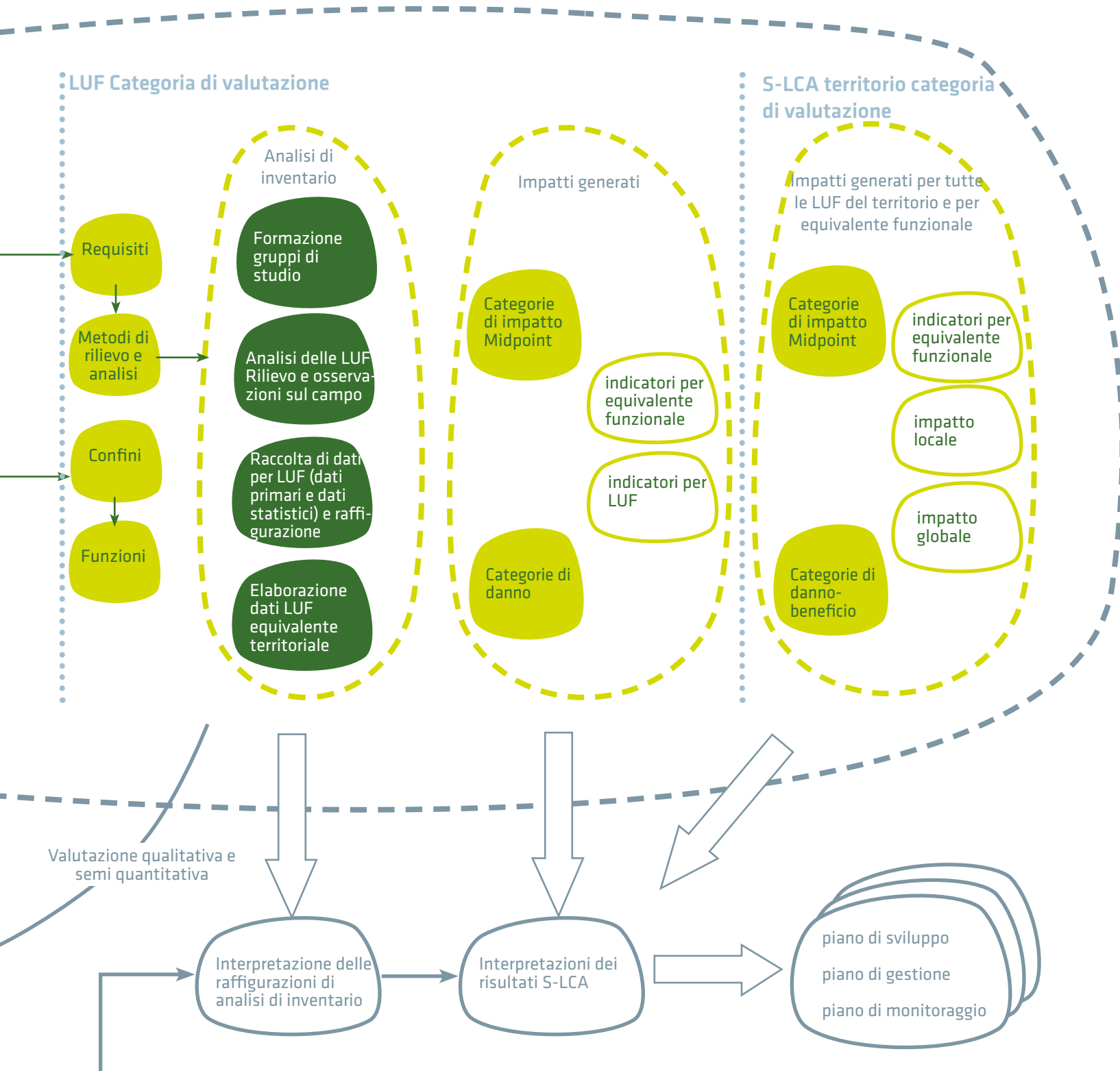
- dati di tipo comportamentale (esigenze, aspettative, modelli di fruizione ecc.);
- dati di tipo normativo/gestionale (contesto normativo e di governo);
- dati di governance (contesto di partecipazione, valorizzazione del capitale umano ecc.).

I dati che fanno riferimento allo spazio, e alle sue differenziazioni, vengono rapportati a modelli di rappresentazione e di interpretazione dello spazio osservato, coerenti con le metodologie adottate di elaborazione dei dati stessi. Nel caso proposto i modelli di rappresentazione definiscono flussi di visitatori e reti di percorsi coe-

Fig. 11 - Framework delle fasi di un S-LCA applicata a un territorio e sue relazioni con il processo di pianificazione, monitoraggio e gestione dell'area



LCA sociale di un territorio



renti con le metodologie di Analisi Prestazionale-Ambientale e di Analisi Configurazionale.

La elaborazione degli indicatori di impatto

La fase che segue l'inventario è quella dell'elaborazione degli indicatori midpoint (impatti) ed eventuale elaborazione di indicatori endpoint (di danno/benefici) riferiti a singole Categorie di valutazione e per ciascuna LUF e a sistemi di LUF del territorio interessate dalla categoria di valutazione. Sempre continuando l'esempio sulla categoria di valutazione studiata, in questa fase si è proposta la elaborazione di un indicatore relativo a :

- Grado di accessibilità ambientale;

che correlato con altri indicatori di accessibilità (gestionale e di governance) permette valutazioni di impatto sugli aspetti sociali midpoint di:

- Autonomia;
- Pari Opportunità;
- Partecipazione;
- Protezione e valorizzazione dei patrimoni locali.

Framework

Un quadro sintetico del framework proposto per il S-LCA organizzato per categorie di valutazione definite in rapporto ai portatori di interesse è rappresentato in Fig. 11.

Bibliografia

AA.VV. (1988), *Access America. An Atlas and Guide to the National Parks for Visitors with Disabilities*, Northern Cartographic, Burlington, Vermont 1988.

AA.VV. (2000-2003), *Programma di azione del governo per le politiche dell'handicap*, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per gli affari sociali.

AA.VV. (2000), *Progettiamo il nostro Parco. Idee e proposte dei bambini per un Parco dei Monti della Tolfa*, Roma, CTS.

Abubakar, I. and Aina, Y.A. (2006), "GIS and Space Syntax: An Analysis of Accessibility to Urban Green Areas in Doha District of Dammam Metropolitan", *Proceeding of Map Middle East conference*, Dubai, UAE.

ACLI Anni Verdi - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (2002), *Guida all'Uso del Parco*, II Edizione, Editoriale AESSE, Roma.

ACLI Anni Verdi - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (2003), *Linee guida per gli enti di gestione dei parchi nazionali italiani*.

Parchi per tutti - Fruibilità per un'utenza ampliata, Editoriale AESSE, Roma.

ACLI Anni Verdi - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (2004), *Linee guida per gli organismi di gestione delle aree marine protette. Parchi per tutti - Fruibilità per un'utenza ampliata*, Editoriale AESSE, Roma.

Allen, G. (1999), "Cognitive abilities in the service of wayfinding: a functional approach", *The professional Geographer*, Vol. 51(4), pp. 555-561.

Anderson, J.E., (1979), "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation," *American Economic Review*, n. 69, pp.106-16.

Aplleyard, D. (1970), "Styles and methods of structuring a city", *Environment and Behavior*, June, pp. 100-124.

Aragall, F. (2003), *European Concept for Accessibility - Anthropometric table*, pp 30-35 disponibile a: http://www.ub.edu/escult/Water/N05/eca_full.pdf.

Arthur, P. and Passini, R. (1992), *Wayfinding: people, signs and architecture*, McGraw-Hill Companies.

Bagnato F., Nesi A. (2005), *Progetto per incrementare la fruizione dei parchi nazionali a fasce di cittadini deboli*, Gangemi Editore.

Beck, M.P. and Turkienicz, B. (2009), "Visibility and Permeability Complementary Syntactical Attributes of Wayfinding", in Koach, D., Marcus, L. and Steen J. (Eds.), *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium*, Stockholm KTH, pp. 009:01-07.

Bell, S. e Morse, S. (2008), *Sustainability Indicators, Measuring the Immeasurable?, Systems approaches to problem-solving*, Ed. Routledge, disponibile a: <ftp://ftp.geo.puc.cl/Pub/Apaulsen/TEXTOS/INDICADORES%20DE%20SUSTENTABILIDAD%20BELL.pdf> (ultimo accesso novembre 2014).

Ben-Akiva, M., Lerman, S.R. (1979), "Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility", in Hensher D.A., Stopher, P.R. (eds.), *Behavioural Travel Modelling*, Croom Helm, London.

Benoit, C., Norris, G.A., Valdivia, S., Citroth, A., Moberg, A., Bos, U., Prakash, S., Ugaya, C., Beck, T. (2010), "The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time!", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 15, Issue 2, pp. 156-163.

Benoit C et al. (2008), "Development of the Social Life Cycle Assessment Code of Practice: an international effort within the Life Cycle Initiative", *Second International Seminar on Society and Materials. SAM2*, Nantes.

- Bosco, A., Longoni, A. M. et al. (2004), "Gender effects in spatial orientation: a cognitive profiles and mental strategies", *Applied Cognitive psychology*, Vol. 18(5), pp. 519-532.
- Brunini, C., Chiocchini, R., Fidale, E. (2010), "Perifericità geografica e dotazione di infrastrutture materiali e immateriali quali fattori concorrenti della competitività territoriale nelle regioni dell'arco alpino", XXXI Conferenza Italiana di Scienze Regionali.
- Burke, R. R. (2009), "behavioral effects of digital signage", *J Advertising Res*, Vol. 49, pp. 180-185.
- Caffrey, J. and Herbert, H.I. (1971), *Estimating the Impact of College or University on the Local Economy*, American Council on Education, Washington D.C. 1.[Appendix C: The Gravity Model], p.46.
- Casakin, H., Barkowsky, T., Klippel, A. and Freksa, C. (2000), "Schematic maps as wayfinding aids", in Freksa, C. et al. (Eds.), *Spatial Cognition II, LNAI 1849*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 54-71.
- Cecchi, G. (2009), "Il Turismo Accessibile", in AA.VV, *Un parco accessibile. Percorsi e strutture per tutti nel Parco Naturale di Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli*, Edizioni ETS.
- Chiaradia, A., Hillier, B., Barnes, Y., Schwander, C. (2009), "Residential property value patterns in London: Space Syntax spatial analysis", In: Koch, D and Marcus, L and Steen, J, (eds.) *Proceedings 7th International Space Syntax Symposium*, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, pp. 15:1-15:12.
- Chiaradia, A. J., Schwander, C., Gil, J. and Friedrich, E. (2008), "Mapping the intangible value of urban layout (i-VALUL): Developing a tool kit for the socio-economic valuation of urban area, for designers and decision makers", Presented at: *9th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, Eindhoven, Netherlands, 2-5 July 2008.
- Conroy Dalton, R. (2003), "The secret is to follow your nose: route path selection and angularity", *Environment and Behavior*, Vol. 35, pp. 107-131.
- Conti, C. e Garofolo, I. (2014), "AA_ArcheologiaAccessibile. La valorizzazione del patrimonio culturale attraverso l'accessibilità ambientale", *Techne*, n.7, pp.140-148.
- Conti, C. e Garofolo, I. (2014), *Progettare accessibile. Esperienze di ricerca e didattica*, Edizioni Pendragon.
- Cutini, V. and Rabino, G. (2012a), "Does accessibility shape land use? Or, does land use shape accessibility? Or do both?", in *Vivere e camminare in città - Mobilità sostenibile e sicurezza stradale/Living and walking in cities - Sustainable mobility and road safety*, EGAF, Forlì.
- Cutini, V. (2012b), "Managing Accessibility. The Configurational Approach to the Inclusive Design of Urban Spaces", *Journal of Civil Engineering and Architecture*, n.4 (Serial No. 53), pp.444-456.
- Dalvi, M.Q., Martin, K.M. (1976), "The measurement of accessibility: some preliminary results", *Transportation*, n.5, pp.17-42.
- Darken, R. P. and Peterson, B. (2004), "Spatial orientation, wayfinding and presentation", in Stanney, K. M. (Ed.), *VE Handbook*, Vol. 28, Lawrence Erlbaum, London.
- De Rocco, P. (1995), "Verde accessibile per la fruizione turistica", in *Il disagio abitativo: handicap e accessibilità*, Atti del Seminario (Riccione, 7-8 ottobre 1993), Regione Emilia-Romagna e Centro Studi Oikos, Bologna, pp. 202-209.
- Dichiarazione di Norcia, "Il Parco è di tutti. Il mondo anche: principi e impegni per la libertà di accesso alla natura e per la sua fruibilità", Disponibile a: <http://www.sibillini.net/primoPiano/eventi/convegnoDisabili/DichiarazioneDiNorcia.htm>, (ultimo accesso novembre 2014).
- Downs, R. M. and Stea, D. (1973), *Maps in minds: reflections on cognitive mapping*, Harper & Row, New York.
- Dreyer, L.C., Hauschild, M.Z., Schierbeck, J. (2006), "A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 11, Issue 2, pp.88-97.
- Dreyer, L. (2006), *Interpretation of the fundamental ILO conventions into business context: background for development of social LCA*, Department of Manufacturing Engineering and Management, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.
- Dreyer, L.C., Hauschild, M.Z., Schierbeck, J. (2010a), "Characterization of social impacts in LCA. Part 1: development of indicators for labour rights", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol.15, Issue 3, pp.247-259.
- Dreyer, L.C., Hauschild, M.Z., Schierbeck, J. (2010b), "Characterisation of social impacts in LCA. Part 2: implementation in six company case studies", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol.15, Issue 4, pp.385-402.
- Fantini, L. (1992), *Progettare la normalità*, Regione Emilia Romagna, Edizioni La Pieve, Forlì.
- Fantini, L. (2011), *Progettare i luoghi senza barriere*, Maggioli Editore.
- Fava, J., Consoli, F., Denson, R., Dickson, K., Mohin, T., Vigon, B. (1993), *A conceptual framework for life-cycle impact assessment. Workshop*

- Report, Society for Environmental Toxicology and Chemistry and SETAC, Foundation for Environmental Education, Inc, Pensacola.
- Freksa, C. (1999), "Spatial aspects of task-specific wayfinding maps", in Gero, J. S. and Tversky B. (Eds.), *Visual and spatial reasoning in design*, university of Sydney: Key Centre of Design Computing and Cognition, Sydney, pp. 15-32.
- Gates, T.J., Noyce, D.A., Bill, A.R. and Van En, N. (2006), "Recommended Walking Speeds for Pedestrian Clearance Timing Based on Pedestrian Characteristics", *TRB 85th Annual Meeting Summary of Major Issues: Conference Recording*.
- Gilli, M. (2010), "Gli indicatori di sostenibilità urbana", *Sociologia Urbana e rurale*, n.92-93.
- Golledge, R., Klatzky, R and Loomis, M. (1996), "Cognitive mapping and wayfinding by adults without vision", in Portugali, J. (Ed.), *The construction of cognitive maps*, Kluwer, Netherlands, pp. 215-246.
- Golledge, R.G. (1999), *Human wayfinding and cognitive maps. Wayfinding Behaviour: Cognitive Mapping and other spatial processes*, The Johns Hopkins University Press: 5-45, Baltimore
- Grießhammer, R., Benoît, C., Dreyer, L.C., Flysjö, A., Manhart, A., Mazijn, B., Méthot, A.L., Weidema, B. (2006), *Feasibility study: integration of social aspects into LCA*, Öko-Institut, Freiburg.
- Hagerstrand, T. (1970), "What about people in regional science?", *Papers of the Regional Science Association*, n. 24.
- Hansen, W.G. (1959), "How accessibility shapes land-use", *Journal of the American Institute of Planners*, n. 25, pp.73-76.
- Haq, S. and Zimring, C. (2003), "Just down the road a piece: the development of topological knowledge of building layouts", *Environment and Behavior*, Vol. 35(1), pp. 132-160.
- Hillier, B. (2007), *Space is the Machine*, Space Syntax, London.
- Hillier, B., & Raford, N. (2010), "Description and Discovery in Socio-spatial Analysis: The Case of Space Syntax", in Walford G. et al. (Eds.), *The Sage Handbook of Measurement*, SAGE, London.
- Hillier, B. and Hanson, J. (1984), *The social logic of space*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hillier, B. and Iida, S. (2005), "Network and psychological effects in urban movement", in Cohn, A. and Mark, D. (Eds.), *Proceedings Spatial information theory: International conference, COSIT 2005*, LNCS, Springer-Verlag, Berlin, pp.475-490.
- Holscher, C. and Brosamle, M. (2007), "Capturing indoor wayfinding strategies and differences in spatial knowledge with Space Syntax", *Proceedings 6th International Space Syntax Symposium, Istanbul*, pp.043:01-12.
- Holscher, C. and Brosamle, M. and Vrachliotis, G. (2012), "Challenges in multilevel wayfinding: a case study with the Space Syntax technique", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 39, pp. 63-82.
- Huang, E., Koster, A. and Borchers, J. (2008), "Overcoming assumptions and uncovering practices: when does the public really look at public displays?", *Pervasive Computing*, pp.228-243.
- Ilaria, G., Palermo, L. et al., (2009), "Age differences in the formation and use of cognitive maps", *Behavioral Brain Research*, Vol. 196(2), pp. 187-191.
- ISO 9999:2002 - codice ISO 12.10.084
- Kim, S., Park, E., Hong, S., Cho, Y. and del Pobal, A. (2011), "Designing digital Signage for better wayfinding performance. New visitors' navigating campus of university", *Interaction Sciences (ICIS), Proceedings of 4th International Conference, Busan, August 16-18, 2011*, pp. 35 - 40.
- Knoblauch, R.L., Martin, T., Nitzburg, P.M. (1996), "Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start Up Time", *Transportation research record*, n.1538, pp.27-38
- Lancerin, L. (a cura di) (2003), *Il verde è di tutti - Schede tecniche per la progettazione e la realizzazione di aree verdi accessibili e fruibili*, disponibile a: www.disabili.com.
- Landré, M. (2009), "Analyzing yachting patterns in the Biesbosch National Park using GIS technology", *Technovation*, n. 29, pp.602-610.
- Lauria, A. (2000), "Il rilievo ambientale. Uno strumento di supporto alle decisioni nei processi di trasformazione degli habitat", *Paesaggio Urbano*, n.1, pp. 16-24.
- Lauria, A., "La comunicatività ambientale", *Paesaggio urbano*, n. 1/2002;
- Lauria, A. (a cura di) (2003), *Persone 'reali' e progettazione dell'ambiente costruito. L'accessibilità come risorsa per la qualità ambientale*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).
- Lauria, A., *Accessibilità (Tecnologia Edilizia)*, Disponibile a: <http://www.wikitecnica.com/accessibilita-tecnologia-edilizia/>, (ultimo accesso novembre 2014).
- Lauria A. (a cura di) (2012), *I Piani per l'Accessibilità*, Gangemi, Firenze.
- Lawton, C.A. (1994), "Gender differences in wayfinding strategies:

- relationship to spatial ability and spatial anxiety", *Sex Role: A Journal of research*, Vol. 30(11/12), pp. 765-779.
- Lawton, C.A. and Kallai, J. (2002), "Gender differences in wayfinding strategies and anxiety about wayfinding: a cross-cultural comparison", *Sex Roles: A Journal of research*, Vol. 49 (9/110), pp. 389-401.
- Lehtonen, M. (2008), "Mainstreaming sustainable development in OECD through indicators and peer reviews", *Sustainable Development*, n.16, pp.241-250.
- Levi Sacerdotti, S., Rosa, A., Mauro, S., Cavallero, M., Brandais, F., Gascia, E., Pollichino, G., Beltramo, S. (2010), "Il progetto di visitor management per lo sviluppo turistico della regione Piemonte: il caso della valle di Susa", XXXI Conferenza Italiana di Scienze Regionali.
- Li, R. and Klippel, A. (2010), "Using Space Syntax to understand knowledge acquisition and wayfinding in indoor environments", *Proceedings 9th IEEE International Conference on Cognitive Informatics*, pp.302-307.
- Lynch, K. (1960), *The image of the city*, MIT Press, Cambridge.
- Maeran, R. (2010), "I parchi naturali: fattori che influenzano il comportamento dei visitatori", in Cavallero, P. e Paglialunga, S. (a cura di), *La psicologia del parco*, Edizioni ETS, Pisa.
- Martincigh, L. (2003), "Attractiveness for pedestrians: a most fickle aspect of urban quality", in the European research PROMPT (New means to PROMote Pedestrian Traffic in cities), walk21 Conference in Portland, disponibile a: http://www.walk21.com/conferences/conference_papers_detail.asp?Paper=312&Conference=Portland. (ultimo accesso novembre 2014).
- Marzi L. (2009), "Piani per l'eliminazione delle barriere architettoniche: esperienze in Toscana", *TEMA*, vol. 2; p. 59-66.
- Matteucci, E. (2000), "Il verde per tutti", *Progettare con il verde*, Vol. 6, Alinea editrice, Firenze.
- Mezzalana, F. (2003), *L'accessibilità, l'esperienza, il parco: la centralità della persona*, Norcia.
- MiBAC - Ministero per i beni e le attività culturali (2008), *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*, GU n. 114 del 16-5-2008 - Suppl. Ordinario n.127.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio (2003), *Parchi per tutti Fruibilità per un'utenza ampliata*. Linee guida per gli enti di gestione dei parchi Nazionali italiani, RePro Stampa, Tivoli, disponibile a www.minambiente.it/sites (ultimo accesso 01.11.14)
- Miller, H.J. (1998), "Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: basic theory and computational procedures", Paper presented at the 37th Annual meeting of the Western Regional Science Association, Monterey, California.
- Minetti, A.E. (2000), "The three modes of terrestrial locomotion", in Nigg, B.M., MacIntosh, B.R., Joachim Mester, J., *Biomechanics and Biology of Movement. Human Kinetics*, pp. 67-78.
- Norris, G. (2006), "Social Impacts in Product Life Cycles - Towards Life Cycle Attribute Assessment", *International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 11, Issue 1, pp.97-104.
- Müller, L. (2010), "Accessible tourism as revealed through studies and practices in Europe", in *Travel without limits: Tourism for all in Europe*, Istituto Italiano per il Turismo per Tutti, pp.232-240, Disponibile a: http://www.isitt.it/file/pdflib/5/viaggiare_senza_limiti_web.pdf, (ultimo accesso novembre 2014).
- Mullick, A. (1993), "Accessibility issues in park design: The national parks", *Landscape and Urban Planning*, Volume 26, Issues 1-4, pp. 25-33.
- Nardin, A., *Le tecniche di assistenza, d'accompagnamento, descrivere e illustrare*, U.I.C. Unione Italiana Ciechi, disponibili a: http://www.parchilazio.it/home~nomepagina-tecnici+id_pp+26+id-63.htm.
- O'Brien, M., Doig, A., Clift, R. (1996), "Social and environmental life cycle assessment (SELCA)", *Int J LCA*, vol.1(4), pp.231-237.
- Omer, I. and Goldblatt, R. (2007), "The implications of inter-visibility between landmarks on wayfinding performance: an investigation using a virtual urban environment", *Computers Environment and Urban Systems*, Vol. 31, pp. 520-534.
- Orellana, D., Bregt, A., Ligtenberg, A. and Wachowitz, M. (2012), "Exploring visitor movement patterns in natural recreational areas", *Tourism Management*, Vol. 33, pp. 672-682.
- Paragahawewa, U., Blackett, P. and Small, B. (2009), *Social Life Cycle Analysis (S-LCA): Some Methodological Issues and Potential Application to Cheese Production in New Zealand*, AgResearch disponibile a http://www.saiplatform.org/uploads/Library/SocialLCA-FinalReport_July2009.pdf (ultimo accesso 20.07.2014).
- Penn, A. (2003), "Space Syntax and Spatial Cognition. Or Why the Axial line?", *Environment and Behaviour*, n.35/1, pp.30-65.
- Penn, A. (2008), "Architectural research", in Knight, A. and Ruddock, L. (Eds), *Advanced Research Methods in the Built Environment*, Wiley-Blackwell, Oxford.
- Peponis, J., Zimring, C. and Choi, Y. K. (1990), "Finding the building in wayfinding", *Environment and Behavior*, Vol. 22(5), pp. 300-320.

- Petti, L., Campanella, P. (2009), "The Social LCA: state of the art of an evolving methodology", The Annals of the "Stefan Cel Mare" University of Suceava. Fascicle of the Faculty of Economics and Public Administration, Vol. 9, No.2 (10), pp.47-56.
- Progetto EU.FOR.ME - Rapporto di ricerca EU.FOR.ME finanziato dalla Commissione Europea, Direzione Generale Istruzione e Cultura, Azioni Congiunte 2005/06.
- Ramirez Sanchez, P.K., Petti, L. (2011), "Social Life Cycle Assessment: Methodological and Implementation Issues", The Annals of the "Stefan Cel Mare" University of Suceava. Fascicle of the Faculty of Economics and Public Administration, Vol. 11, No.1 (13), pp.11-17.
- Regione Lazio (2006), *Il Parco Accogliente. Fruibilità e Accessibilità delle Aree Protette del Lazio*, Quaderni tecnici dei parchi del Lazio, disponibile a: http://arplazio.it/documenti/schede/3352_allegato1.pdf (ultimo accesso ottobre 2014).
- Sedalla, E. K. And Magel, S. G. (1980), "The perception of traversed distance", *Environment and Behavior*, Vol. 12, pp. 65-79.
- Sedalla, E. K. and Staplin, L. J. (1980), "The perception of traversed distance, intersections", *Environment and Behavior*, Vol. 12, pp. 167-182.
- Semboloni, F. (2001), *Teorie e metodi per l'analisi dei sistemi urbani e territoriali*, Firenze University Press, Firenze.
- Setola, N. (2013a), "What was the question? The configurational approach in Architectural Technology research". In: (edited by) Federica Ottone, Monica Rossi, *Theories and experimental design for research in architectural technology*, Firenze University Press, Firenze, pp.459-470.
- Setola, N. (2013b), *Percorsi, flussi e persone nella progettazione ospedaliera. L'analisi configurazionale, teoria e applicazione*, Firenze University Press, Firenze.
- Stähle, A., Marcus, L., & Karlström, A. (2005), "Place Syntax : Geographic accessibility with *axial lines* in GIS", *5th Space Syntax Symposium proceedings*, Delft.
- Steffan, I. T. (a cura di) (2012), *Design for All - Progetto per tutti, metodi strumenti ed applicazioni Vol I*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).
- Solinas, M. (a cura di) (2004), *Accessibilità e fruibilità delle Aree Protette*, Roma.
- Tergan, S.O. (2005), "Digital concept maps for managing knowledge and information", *Knowledge and information visualization*, pp. 185-204.
- Thwaites, K. and Simkins, I.M. (2007), *Experiential Landscape: an approach to people, space and place*, Routledge, Oxon.
- Toccolini A., Fumagalli N., Senes G. (2004), *Progettare i percorsi verdi: manuale per la realizzazione. Manuale per la realizzazione di greenways. Percorsi pedonali - Piste ciclabili - Vie d'acqua - Ferrovie dismesse - Vie equestri - Greenways urbane*, Maggioli, Rimini.
- Tolman, E. (1948), "Cognitive maps in rats and men", *Psychological Review*, Vol. 55, pp. 189-208.
- UNEP SETAC (2013), *The methodological sheets for subcategories in social life cycle assessment (S-LCA) pre-publication version*, disponibile a: http://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2013/11/S-LCA_methodological_sheets_11.11.13.pdf (ultimo accesso 18.07.2014).
- UNEP SETAC (2009), Benoît C., Mazijn, B. (Eds), *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products* disponibile a <http://www.lifecycleinitiative.org> (ultimo accesso 18.07.2014).
- United Nations (2006), *Convention on the Right of Persons with Disabilities*.
- USA Government, *Americans with Disabilities Act Accessibility Guidelines (ADAAG)*, 1998.
- US Forest Service, Washington D.C. (2013), *Outdoor Recreation Accessibility Guidelines. Scoping Requirements, Technical Provisions, and Appendix (FSORAG), e Trails Accessibility Guidelines (FSTAG)*, disponibile a: www.fs.fed.us/recreation/programs/accessibility.
- Valdivia, S., Ugaya, CML, Sonnemann, G., Hildenbrand, J., (2011) (eds) *Towards a life cycle sustainability assessment. making informed choices on products*, Paris.
- Vescovo F. (1996), "Zone archeologiche e accessibilità", *Paesaggio urbano*, n.6, pp. 120-124.
- Vescovo, F. (1995), "Criteri e orientamenti per le aree verdi", *Turismo per tutti*, a. II, pp. 33-39.
- Vescovo, F. (1996), "Aree verdi un nuovo modo di affrontare le fruibilità", *Turismo per tutti*, a. III, n. 12, pp. 13-17.
- Vescovo, F. (1997), "Un nuovo modo per concepire l'accessibilità delle aree verdi", *L'unione & la Voce*, n. 2.
- Vescovo, F. (2000), "La disabilità smentita: i percorsi nell'arte, nel pensiero e nella natura", *Sociologia*, supplemento al n. 1, pp. 24-26.
- Vescovo, F. (2001), "Universal Design: un nuovo modo di pensare il sistema ambientale per l'uomo", *Paesaggio Urbano*, n.1.
- Vitali A. (2010), in *Travel without limits - Tourism for All in Europe*.
- Vogel, D. and Balakrishnan, R (2004), "Interactive public ambient

displays: transitioning from implicit to explicit, public to personal, interaction with multiple users", *Proceedings of the 17th annual ACM symposium on user interface software and technology*, pp. 228-243.

Weidema, B. (2006), "The Integration of Economic and Social Aspects in Life Cycle Impact Assessment", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 11, Issue 1, pp. 89-96.

Weidema, B. (2005), "ISO 14044 also Applies to Social LCA", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol 10, Issue 6, pp.381.

Weisman, J. (1981), "Evaluation of architectural legibility", *Environmental and Behavior*, Vol. 16, pp. 181-204.

WHO (2001), Organizzazione Mondiale della Sanità, ICF - Classificazione internazionale del funzionamento, della salute e disabilità, Erikson, Trento.

WWF Italia (2001), "Le Regioni dei Parchi, primo check-up sulla gestione delle aree protette regionali", allegato alla Rivista *Attenzione (WWF Italia)*, n. 14.

Xia, J., Packer, D. and Dong, C. (2009), "Individual differences and

tourist wayfinding behaviours", *Proceedings of 18th World IMACS/ MODSIM Congress*, July 13-17, 2009, Cairns, Australia, pp. 1272-1278.

Xia, J., Arrowsmith, C., Jackson, M. and Cartwright, W. (2008), "The wayfinding process relationships between decision-making and landmark utility", *Tourism Management*, Vol. 29, pp. 445-457.

Yun, Y.W. and Kim, Y.O. (2007), "The effect of depth and distance in spatial cognition", *Proceedings 6th International Space Syntax Symposium*, Istanbul.

Zeller, J., Doyle, R., Snod, K. (2012), *Accessibility Guidebook for Outdoor Recreation and Trails*, U.S. Department of Agriculture Forest Service Technology & Development, Disponibile a: www.fs.fed.us/recreation/programs/accessibility/pubs/pdfpubs/pdf12232806/pdf12232806Pdpt100pt01.pdf (ultimo accesso novembre 2014).

Zhai, Y. and Baran, P. (2013), "Application of Space Syntax theory in study of urban parks and walking", Kim, Y.O., Park H.T. and Seo, K.W. (Eds), *Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium*, Sejong University, Seoul, pp. 032:01-13.

PARTE II

PART II

Applicazione sperimentale
al caso studio del Parco di MSRM

*Testing of the methodology,
the case study of the Park MSRM*



Il caso studio: Il Parco Naturale di Migliarino San Rossore Massaciuccoli*

Case study: Migliarino San Rossore Massaciuccoli Natural Park

Maria Chiara Torricelli, Luca Marzi

This chapter introduces the part related to the application of methods to a case study: Migliarino San Rossore Massaciuccoli Regional Park in Tuscany.

It is not an application towards the validation of a methodology, but it is an application which was used as a confrontation tool for a real occurrence during the research, formulation of hypothesis, study of the state of the art on the topic, methods which still need to be studied in depth. MSRM Park (Migliarino San Rossore Massaciuccoli) was ideal for this experimental phase, for the importance of its natural, but also historical and cultural heritage, for its position inside the region, for its management and government, and at the same time for its rather small dimension. Chapter 7 presents the Park in brief, on the basis of information supplied by the Entity which manages it and on the basis of a wide available bibliography which has been often promoted by the Park itself. There is also reference to the study conducted for the Guidelines for the Regional and Landscape plan of Tuscany - (Del. C. R. 2 July 2014 n.58) so as to place the park heritage in the regional system.

After recalling all the regulations of the MSRM protected area and its government tools, the Park is presented with its natural heritage and its historical Farms. The value of the environment has been highlighted by the designation of sites inside the Park as Natura 2000 sites and by its position in a MAB UNESCO area. The chapter then presents a theme which deals more with this research that is paths for a use of the Park, in its current network and ways of improvement. Lastly, the topic of urban and infrastructural pressure at the borders of the Park is presented; it make the Park an "under siege" island if no coordination between the policies of protection and the ones for development, in particular of borderline areas will be made.

**Nota autori: nel presente capitolo i paragrafi dal 7.1 al 7.4 sono da attribuire a Maria Chiara Torricelli, mentre i paragrafi 7.5 e 7.6 sono da attribuire a Luca Marzi.*

7.1 Inquadramento legislativo e di governo

Il Parco Naturale di Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli (MSRM) viene istituito con Legge Regionale Toscana n. 61 del 13 dicembre 1979, ed è uno dei primi parchi di istituzione regionale¹. La legge istitutiva definisce territorio ed ambito di competenza e l'ente di gestione del Parco stesso: il Consorzio del Parco Naturale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli, formato dalle rappresentanze delle 7 amministrazioni interessate (5 Comuni e 2 Province). Successivamente (L.R. n. 24 del 16 marzo 1994) la competenza viene affidata dalla Regione all'Ente di Diritto Pubblico denominato Ente-Parco Regionale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli, con autonomo ruolo politico, economico finanziario, di organizzazione dei servizi, di controllo e vigilanza, di pianificazione, promozione ed educazione ambientale, pur mantenendo la Regione un'azione di controllo, e pur prevedendo il coinvolgimento degli Enti territoriali interessati. Per gli Enti Parchi la legge regionale individua il Piano Territoriale (o Piano del Parco) il cui strumento di attuazione è il Piano di gestione. Per ambedue questi strumenti l'ambito territoriale non è solo quello interno al parco, ma comprende oltre il territorio interno anche le aree "contigue" (cfr. par.7.2). La Regione Toscana, pur in osservanza con la normativa nazionale sulle aree protette (Legge 394/1991), ha ritenuto di attribuire a tali strumenti contenuti ampliati in particolare per quanto riguarda la potestà del nulla osta dell'Ente parco, attribuendogli il valore anche di autorizzazione paesaggistica e di autorizzazione per il vincolo idrogeologico². Successivamente il Codice dei Beni Culturali e del

¹ La prima proposta relativa alla realizzazione di una zona protetta nell'area di Migliarino e San Rossore viene formulata nel 1948 dalla Società Botanica Italiana. Nel 1953, l'Accademia dei Lincei riconosce nelle caratteristiche territoriali della zona dei valori di particolare pregio tali da essere tutelati con opportuni strumenti di salvaguardia. La crescente pressione antropica fa sì che, nella prima metà degli anni 60, intervenga Italia Nostra, con una serie di iniziative che produrranno tra l'altro, una commissione di studio per la costituzione del Parco presieduta della provincia di Pisa, e ben due disegni di legge nazionali che miravano alla istituzione del parco. Nel 1976 la Regione Toscana, anche a seguito di un terzo disegno di legge nazionale del 1974, promuove un progetto specifico di parco regionale che includeva anche l'area dei monti pisani. Da questa iniziativa nel 1979, viene istituito il parco di MSRM.

² Gli Enti Parco sono stati pensati ed istituiti come soggetti pubblici complessi cui affidare oltre le competenze proprie anche competenze delegate: Gestione del vincolo paesaggistico, Gestione del vincolo idrogeologico, Gestione della legge regionale sugli alberi monumentali, Gestione delle competenze amministrative regionali in materia di valutazione di impatto ambientale, Gestione delle competenze regionali in attuazione della direttiva habitat e



Fig. 1 e Fig. 2 - Il fiume Morto nella Tenuta di San Rossore

Paesaggio (D.L. 22 gennaio 2004 n.42) ha però sottratto al piano dei parchi la parte paesaggistica (Moschini, 2009, 60). Intanto la Regione Toscana ha concluso l'iter della legge regionale 19 marzo 2015, n.30 "Norme per la conservazione e valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale" relativo a circa il 17% del territorio regionale protetto, che prevede anche norme di semplificazione, efficienza e coordinamento regionale nel governo dei Parchi³.

Il Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di piano paesaggistico della Regione Toscana⁴, nella parte relativa ai beni paesaggistici,

della direttiva uccelli. La Regione ha ritenuto che gli Enti Parchi dovessero avere forti legami con il territorio, per questo non li ha istituiti come enti strumentali della Regione stessa. Cfr. Renzo Moschini, ex Direttore del Parco, risorsa disponibile a: <http://www.parks.it/parco.migliarino.san.rossore/quaderni.del.parco/2003-n1/parchi-regionali.html> (ultimo accesso 26.12.2013).

³ Boll. Uff. Regione Toscana 25 marzo 2015 p. I n. 14.

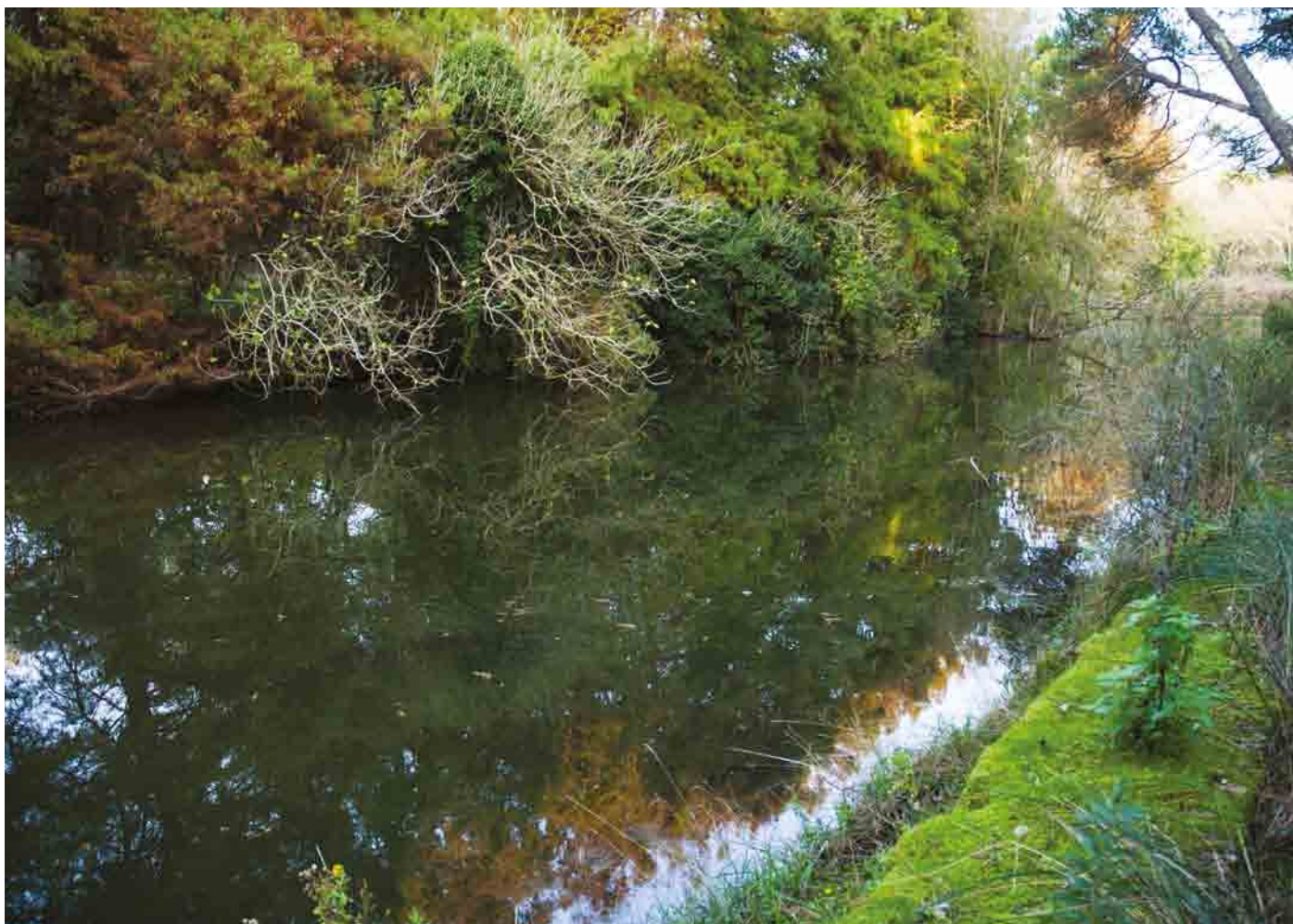
⁴ Il PIT della Regione Toscana, è stato approvato con deliberazione 4 luglio

di cui all'art. 142 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio⁵, contempla i Parchi nonché i territori delle aree contigue con riferimento al Codice, indicando obiettivi, direttive e prescrizioni, e in particolare indica la connessione fra Piano paesaggistico e competenze dell'Ente Parco:

«Articolo 11 - I parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i terri-

2007, n. 72, su Delibera del Consiglio regionale del 27 marzo 2015 n.37, è stata adottata la integrazione del Piano per la disciplina paesaggistica.

⁵ In base all'art. 145 comma 4 del Codice dei BC e P. «Entro il termine stabilito nel piano paesaggistico e comunque non oltre due anni dalla sua approvazione, i comuni, le città metropolitane, le province e gli enti gestori delle aree naturali protette conformano e adeguano gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica alle previsioni dei piani paesaggistici, introducendo, ove necessario, le ulteriori previsioni conformative che, alla luce delle caratteristiche specifiche del territorio, risultino utili ad assicurare l'ottimale salvaguardia dei valori paesaggistici individuati dai piani. I limiti alla proprietà derivanti da tali previsioni non sono oggetto di indennizzo».



tori di protezione esterna⁶ dei parchi (art. 142 c.1, lett. f, Codice) [...] 11.2. Direttive – L'ente parco e gli altri organi istituzionali, ove competenti, provvedono a definire strategie, misure e regole/discipline volte a:

a - Garantire la coerenza delle politiche di gestione dei beni tutelati di cui al presente articolo con la conservazione dei valori, il perseguimento degli obiettivi e il superamento degli elementi di criticità, così come individuati dal Piano Paesaggistico; [...]» (PIT con valenza di piano paesaggistico El. 8B).

Nel sopra citato PIT con valenza di piano paesaggistico il territorio del parco di MSRM è incluso quasi interamente nell'Ambito 08 Piana Livorno-Pisa-Pontedera e per la zona a nord in comune di Viareggio e Massarosa in provincia di Lucca (Lago di Massaciuccoli,

Marina di Torre del Lago) nell'Ambito 02 Versilia e Costa apuana⁷. Il PIT con valenza di piano paesaggistico ha predisposto delle Schede d'Ambito nelle quali sono individuate le invarianti strutturali, le criticità e la disciplina d'uso. Con tali disposizioni e con l'analisi dovrà confrontarsi il Piano del Parco.

Il Piano del parco di MSRM (del. Cons. Reg. 515/89 e successive integrazioni e modifiche)⁸ è stato originariamente redatto sotto il coordinamento di P.L. Cervellati, in esso il territorio soggetto al piano, è articolato in sette ambiti denominati Tenute/Fattorie/Comparti. Ciascuno di questi comprende indistintamente aree interne ed aree contigue. Per ciascun ambito la normativa vigente prevede

⁶ Equivale alla definizione di aree contigue.

⁷ Per i criteri di identificazione degli Ambiti si veda PIT con valenza di piano paesaggistico Relazione Generale p. 14.

⁸ Risorsa disponibile a: <http://www.parcosanrossore.org/amministrazione-trasparente/disposizioni-general/atti-general/piano-territoriale-del-parco> (ultimo accesso 26.12 2013).

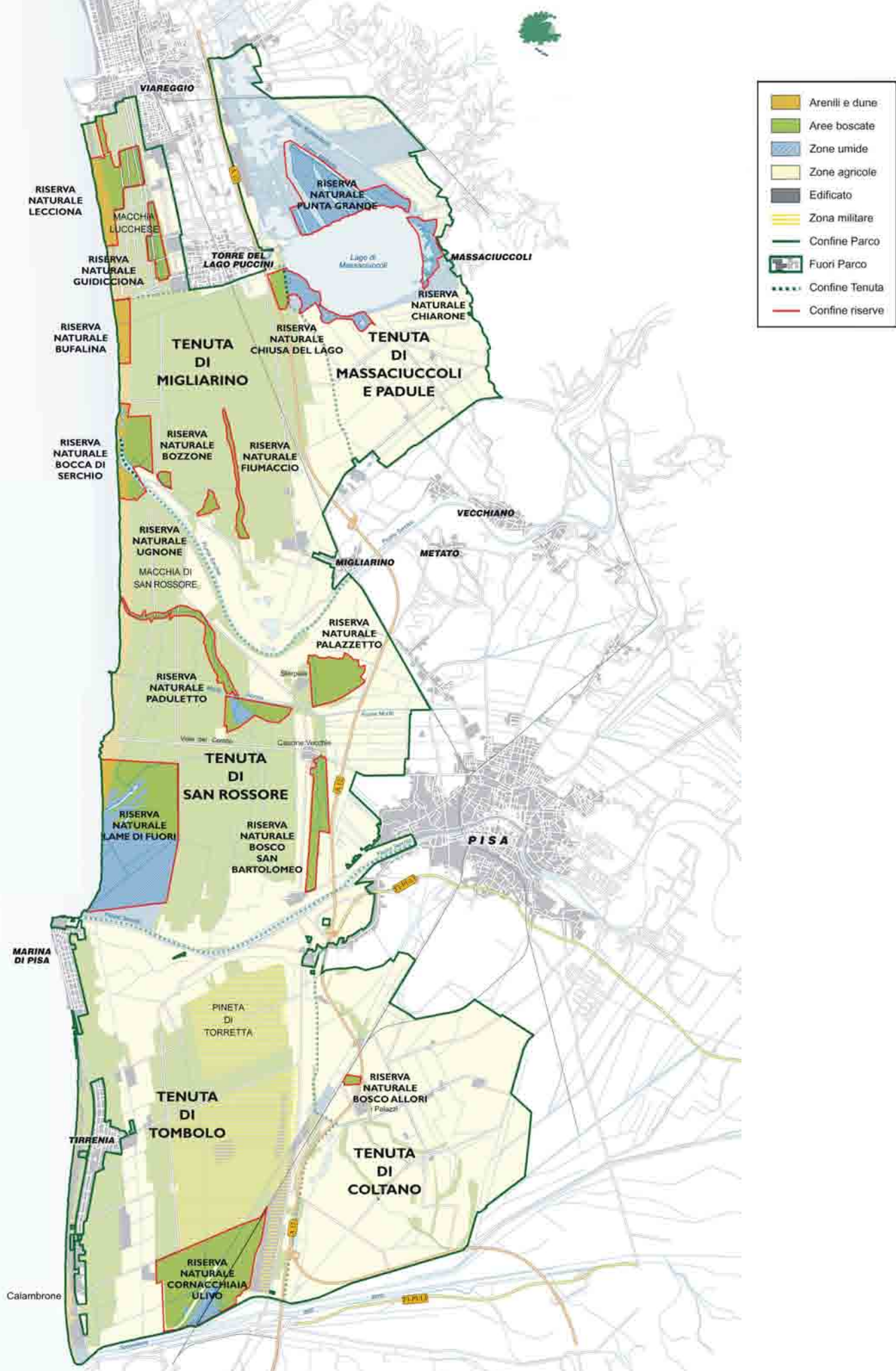




Fig. 3 - Territorio del Parco MSRM: caratteri strutturali, confini e suddivisione in Tenute Fattorie e Riserve [immagine presa da Ente Parco MSRM: <http://www.parcosanrossore.org/conoscere-il-parco/visitare-il-parco/presentazione...>]

uno specifico piano di gestione⁹. Il piano definisce infine il territorio nelle rispettive zone in funzione delle peculiari caratteristiche ambientali morfologiche e naturali e, per ciascuna zona, individua le possibilità d'uso, le modalità di intervento e di conservazione; il piano individua anche tutti i riferimenti strutturali ed infrastrutturali funzionali al parco ed al territorio protetto.

La normativa prevedeva anche un Piano Pluriennale Economico e Sociale per la promozione delle attività compatibili, piano che la nuova legge toscana supera includendone la disciplina nel Piano integrato del Parco. Un caso particolare è la delega all'Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli per la gestione della tenuta di San Rossore, una parte notevole per estensione e per caratteristiche naturalistiche del territorio del parco che è gestito direttamente dall'Ente parco¹⁰.

7.2 Il territorio del Parco

Il Parco MSRM interessa complessivamente cinque comuni: Comune di Pisa, Comune di Vecchiano (PI), Comune di San Giuliano Terme (PI), Viareggio (LU) e Massarosa (LU). Il Parco ha una estensione di 23.000 ettari, di cui 14.200 classificati come area interna e 8.800 come area contigua¹¹. La proprietà del Parco è per il 55% in mano privata (Migliarino e Coltano ad es. sono interamente private), la proprietà dell'Ente Parco è limitata a soli 270 ettari (nella zona di Padule e lungo il Lago di Massaciuccoli), il resto dell'area a proprietà pubblica appartiene alla Regione, e non è interamente

⁹ I piani di gestione sono atti di pianificazione e governo del territorio, a carattere attuativo. I piani di gestione, con validità triennale, hanno l'obiettivo di garantire "un innalzamento progressivo e omogeneo della qualità ambientale". Attraverso la loro definizione di dettaglio, i piani definiscono le politiche di attuazione e gestione del territorio suddiviso in "Tenute" o "Fattorie". Attualmente l'articolazione dei piani è la seguente: il piano di gestione della Tenuta Borbone e Macchia Lucchese, comprendente territori in Comune di Viareggio - il piano di gestione del Padule settentrionale e Lago di Massaciuccoli, comprendente territori nei Comuni di Viareggio e Massarosa - il piano di gestione della Tenuta di Migliarino e Fattoria di Vecchiano, comprendente territori in Comune di Vecchiano - il piano della Tenuta di San Rossore, comprendente territori nei Comuni di San Giuliano T. e Pisa - il piano di gestione delle Tenute di Tombolo e Coltano, comprendente territori in Comune di Pisa.

¹⁰ Legge regionale 19 marzo 2015, n.30. Art. 125.

¹¹ Si tratta delle aree istituite nel 1991 con la L.R. n. 42 la quale modifica la legge istitutiva del Parco. Tali aree denominate dalla L.R. 42/91 «aree esterne funzionalmente connesse» assunono nel 1994, con la L.R. n. 24 (adeguamento alla legge nazionale sulle aree protette) la denominazione di aree contigue. All'interno di tali aree, pur essendo ammessa la caccia, valgono le stesse norme del territorio interno al Parco.

accessibile al pubblico¹². Il parco è suddiviso in sette tenute/fattorie/comparti: Tenuta di Coltano e Castagnolo, Tenuta di Tombolo, Tenuta di San Rossore, Tenuta di Migliarino, Fattoria di Vecchiano, Tenuta Borbone e Macchia Lucchese, Padule Settentrionale e Lago di Massaciuccoli (Fig.1).

7.3 Patrimonio naturale e storico

L'area del parco è prevalentemente composta da boschi, zone umide, arenili e corpi idrici. La percentuale di aree urbanizzate o parzialmente urbanizzate si attesta intorno al 5%. Il Parco è costituito da un territorio di ambienti naturali e seminaturali costieri (ca. 12.500 ettari) e da agro ecosistemi (ca. 9500 ettari). In particolare nella tenuta di Coltano, il territorio presenta contorni fortemente compromessi e comprendenti zone fortemente alterate a livello antropico da un urbanizzato poco o nulla pianificato, ma proteso ad assorbire nuove quote di terreno non urbanizzato.

Si riporta dal Piano Paesaggistico la scheda ambito 08 punto 3.2 *Caratteri ecosistemici del paesaggio*, pp.31-32:

«Valori

Ecosistemi forestali

[...] Le foreste costiere delle Tenute interne al Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli ospitano i boschi di maggiore valore naturalistico dell'ambito rappresentando un vasto nodo primario (Tenute di Migliarino e San Rossore) e secondario (Tenuta del Tombolo) della rete ecologica e risultando in gran parte costituite dal target regionale dei boschi planiziali e palustri e dalle importanti pinete costiere a pino domestico e marittimo. Il valore ecologico di questa area è estremamente rilevante, essendo una delle zone forestali planiziali più importanti dal punto di vista faunistico e floristico a scala regionale. I boschi planiziali rappresentano una importante emergenza naturalistica dell'ambito, in quanto rappresentano habitat sempre più rari e vulnerabili a livello regionale e nazionale. Tali formazioni, caratterizzate da farnia, ontano nero e frassino ossifillo, trovano in particolare nelle lame di San Rossore, del Tombolo e di Migliarino alcuni dei migliori esempi di boschi planiziali della Toscana (già fitocenosi Boschi planiziali di farnia di San Rossore del Repertorio Naturalistico Toscano) [...]

¹² In particolare le aree militari afferenti al Camp Darby e il Centro Interforze Studi per le Applicazioni Militari, CISAM.



Fig. 4 - Il viale che collega le Cascine Vecchie alla villa del Gombo

Ecosistemi palustri e fluviali

[...] sono presenti importanti aree umide con particolare riferimento al territorio interno al Parco regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli, ove si localizzano lame umide interdunali o costiere (di estremo valore le Lame di San Rossore), le aree umide del Paduletto e del Palazzetto lungo il corso del Fiume Morto Vecchio (con importanti habitat e specie vegetali igrofile quali *Hypericum elodes*) e numerose altre in gran parte tutelate dalle riserve del Parco regionale (Fiumaccio, Ugnone, Cornacchiaia, ecc.) [...]

Ecosistemi costieri

[...] Relativamente all'elemento delle coste sabbiose con ecosistemi dunali integri o parzialmente alterati, questo risulta presente in particolare lungo la costa di Migliarino e in parte di quella di San Rossore (con la porzione meridionale interessata da intensi processi di erosione costiera), ove sono presenti importanti sistemi di anteduna, duna mobile e duna fissa con la caratteristica sequenza di habitat psammofili e relative specie vegetali e animali [...]» (Piano Paesaggistico scheda ambito 08 punto 3.2).

Per quanto riguarda il patrimonio storico si riporta di seguito una

sintesi delle notizie storiche che fornisce il Parco sul suo sito¹³ e la identificazione di alcune criticità specifiche, emerse sulla base degli incontri con gli operatori dell'Ente Parco.

Nel territorio della provincia di Pisa, le Tenute ancor oggi presenti nel Parco sono da ricondurre al XV secolo, primi del XVI. Quando la Repubblica pisana cadde sotto il dominio fiorentino, si avviò il passaggio dallo Stato comunale a quello regionale o signorile che cercava, proprio in questa zona, l'accesso al mare e che fondò Livorno. L'appropriazione di terre pisane da parte di grandi famiglie fiorentine favorì una nuova "conduzione" di queste zone. La Tenuta Salviati, le tenute Medicee di San Rossore, Coltano e Castagnolo e le fattorie di Vecchiano, Casabianca e Collesalveti, si affiancano alle proprietà della Mensa Arcivescovile pisana nella Tenuta di Tombolo. Verso la fine del XVII le proprietà granducali erano organizzate in Tenute e/o Fattorie. All'interno del territorio delle tenute venivano svolte principalmente attività quali la produzione del legname, lo sfruttamento delle praterie per il pascolo,

¹³ <http://www.parcosanrossore.org/conoscere-il-parco/storia/accesso> (accessi dicembre 2013 e agosto 2014).

la pesca e la caccia. Le fattorie, al contrario delle tenute, basavano la loro economia sul podere a conduzione mezzadrile. Dopo la seconda metà del '700, sotto il governo di Pietro Leopoldo, le fattorie vengono livellate (divise in piccoli lotti ceduti a chi fosse disposto a coltivarli) o vendute. È questo il caso di Collesalveti e della fattoria di Vecchiano. Diversamente, per le tenute granducali non si assiste alla lottizzazione. Con l'Unità di Italia le proprietà rimaste in mano granducale passarono ai Savoia, dopo la prima guerra mondiale i terreni di Coltano passarono all'Opera Combattenti, e la tenuta fu successivamente bonificata e suddivisa in poderi. Nella provincia di Lucca, l'area a sud del centro di Viareggio caratterizzata da macchia e palude restò fino all'inizio dell'800 suddivisa in proprietà diverse e ad uso pubblico, fino alla formazione, nel 1819, della Tenuta Borbone.

La Macchia Lucchese e Tenuta Borbone

Caratterizzata da una macchia di pino, querce, lecci, ontani, comprende la Villa Borbone di inizio XIX sec. All'interno della macchia la zona di Marina di Torre del Lago è uno dei punti critici del Parco, gli insediamenti balneari nati sulla spiaggia sono nati per lo più in modo spontaneo.

La Tenuta di Massaciuccoli e Padule

Comprende il borgo di Massaciuccoli, una zona archeologica di antiche terme romane, l'Oasi LIPU, il comune di Torre del Lago, La Brilla un opificio ottocentesco per la pilatura e il ricovero del riso. La cosiddetta "lisca" ovvero la zona compresa tra l'autostrada e il Fosso Quindici, nell'area di Lago e Padule di Massaciuccoli è un'una delle zone più compromesse dell'area protetta. In questa zona si è sviluppato in passato una forma di "turismo sociale", a seguito della quale sono nate numerose costruzioni con carattere commerciale/artigianale/turistico. Infine, una criticità puntuale, è la discarica delle Carbonaie, che risale agli anni '60 e si trova in un'area contigua del Parco, tra l'autostrada A12 e il lago.

Il Padule meridionale e la Fattoria di Vecchiano

Dalla fine del XIII secolo nel territorio compreso tra il Serchio e il lago di Massaciuccoli, si evidenzia quella divisione che caratterizzerà la zona fino al primo dopoguerra: da un lato l'area paludosa e dall'altro una fascia lungo il Serchio, larga circa 3 chilometri con insediamenti e colture. Nonostante diversi piani di bonifica la zona resta con questo carattere sostanzialmente fino al 1928 quando fu inserita nei comprensori di bonifica di prima categoria, cui se-

guì, nel 1931, la costituzione del Consorzio di Bonifica e l'inizio della bonifica meccanica. Nel complesso, la bonifica interessò circa 550 ettari nel sotto bacino di Massaciuccoli e circa 1100 ettari nel sottobacino di Vecchiano.

La Tenuta di Migliarino (ex Salviati)

Zona ricca di lecci, querce, farnie, cerri oltreché pini marittimi, è caratterizzata ancor oggi dalla presenza di lame. La tenuta comprende cascinali vari (che risalgono alla metà dell'800) e fossi e canali per limitare la presenza dell'acqua, che risalgono a una serie di opere di bonifica avviate nella prima metà dell'800. Nel 1854 ebbe inizio l'impianto di pino domestico e la relativa suddivisione di tutta la macchia in quadrati delimitati da una fitta rete di passaggi stradali, con l'assetto che possiamo ancora oggi rilevare.

La Tenuta di San Rossore

La Tenuta di San Rossore è la tenuta più grande con una estensione di 4.800 ettari; comprende una fascia dunale, aree a bosco di pini, bosco di caducifoglie, zone agricole, fiumi. Le strutture presenti sono: la villa presidenziale del Gombo (costruita nel 1957-1959 per volere del Presidente della Repubblica Giovanni Gronchi, su progetto dell'Architetto Amedeo Luccichenti, in luogo di un villino edificato nell'800 dai Lorena); Cascine Vecchie (Centro del Parco); Cascine Nuove; Ippodromo (fondato alla metà dell'800 nell'allora tenuta del Re d'Italia). L'impianto viario e l'organizzazione della tenuta, così come oggi appaiono, furono avviati con Pietro Leopoldo e si svilupparono nell'800. San Rossore è stata tenuta presidenziale fino al 1999.

La Tenuta del Tombolo

La Tenuta del Tombolo ospita la Base militare USA di Camp Darby, la Base militare italiana CISAM, l'Area delle Colonie, un'Oasi WWF, centri di ricerca dell'Università di Pisa, Agraria. La presenza della proprietà ecclesiastica in questa zona contribuì a non innescare quelle meccaniche riorganizzative che, soprattutto nel Settecento, caratterizzarono le altre tenute e proprietà dell'area. Quando su questi terreni si inseriranno differenti gestioni, esse si troveranno così ad intervenire, abbastanza liberamente, su un terreno praticamente intatto: ciò provocherà uno sviluppo di iniziative, le quali, sebbene in parte contrastate, renderanno questa zona una delle più complesse da trasformare in parco protetto. A partire dal 1920 fu organizzata la bonifica, che prosciugò gran parte della zona. Dopo la bonifica, durante la quale fu abbattuta una larga fascia



di bosco, furono messi a coltivazione i terreni prosciugati, in particolare quelli della zona meridionale e di Arnovecchio. Infine, con la creazione dell'Ente Tirrenia si dette il via allo sfruttamento intensivo e programmato della costa, con la creazione e lo sviluppo di Tirrenia e Calambrone e delle Colonie. Il Piano di gestione del Parco prevede per le colonie la ristrutturazione, attualmente in corso, con destinazione turistico-residenziale.

La Tenuta di Coltano

La tenuta è situata nel piccolo borgo agricolo di Coltano, nella parte più a sud del Parco, nato dalle grandi opere di bonifica realizzate nel corso degli anni. Interessante è la sua formazione geologica e ricca la sua storia, legata ai Medici, ai Lorena, ai Savoia e a Guglielmo Marconi. All'interno della tenuta di Coltano c'è la Villa Medicea (1587 su progetto di Buontalenti) che oggi è Centro Visite e Centro di Educazione Ambientale del Parco. Altra opera importante, iniziata nella seconda metà del Cinquecento, fu la realizzazione del canale dei Navicelli, parallelo alla via Livornese, percorribile con "navicelli" dal mare o da Livorno fino a Pisa. Nel 1928 cominciarono importanti lavori di bonifica nella zona a conclusione dei quali, il vecchio Fosso dei Navicelli, già abbandonato in quanto non più adatto alla navigazione nel tratto nord dell'idrovora del Ragnaione, fu sostituito con un canale rettilineo e parallelo alla ferrovia Pisa-Livorno. Inizialmente il piano di gestione del Parco prevedeva il riallagamento di alcune aree della tenuta, ma tale piano non è mai stato condiviso dalla Regione e dai Comuni.

7.4 Aree della Rete Natura 2000, Riserve e aree di interesse protezionistico

Il Parco naturale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli rappresenta un consistente patrimonio naturale, paesaggistico, culturale, di particolare interesse sotto il profilo eco sistemico in rapporto alla biodiversità tutelata nel Parco. Esso copre non solo un'ampia fascia della costa toscana che lambisce a sud la città di Livorno fino ad arrivare a nord alle porte della Versilia, ma anche la fascia più interna che giunge ai piedi dei Monti lucchesi, oltre il Lago di Massaciuccoli, e ai confini di due centri abitati quali le città di Pisa e Viareggio.

L'acqua è uno degli elementi dominanti del Parco: stagni, fossati, paludi, canali e lame si alternano ai "tomboli", dune antiche colonizzate da vegetazione di tipo mediterraneo con lecci e pini, alle altre aree di bosco, dove sono presenti gli alberi a foglia caduca tipici delle originarie foreste, fino ad arrivare alla fascia retrodunale, caratterizzata da una vegetazione a macchia con bassi arbusti, e infine alla fascia dunale e alla spiaggia, con la comunità delle piante pioniere che colonizzano le dune.

Il patrimonio faunistico del Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli comprende una consistente presenza di daini e cinghiali insieme ad altri mammiferi quali volpi, istrici, ghiri, tassi e scoiattoli. Ricchissima l'avifauna: il lago di Massaciuccoli è stazione per oltre duecento specie di uccelli stanziali, migratori e nidificanti.

La straordinarietà di ambienti naturali rappresentata dal Parco è



Fig. 5 - Cascine Vecchie

Tab. 1 - Aree dei Siti Natura 2000 compresi nel territorio del Parco di MSRM. [Fonte: Schede Natura 2000 presso i siti del Ministero dell'Ambiente [14] e della Regione Toscana [15]]

	Codice Natura 2000	Estensione (ha)
Selva Pisana	IT5160002	9658,34
Lago e Padule di Massaciuccoli	IT5120021	1908,01
Macchia Lucchese	IT5120016	403,27
Dune Litoranee di Torre del Lago	IT5170001	121,74
Totale		12091,36

stata riconosciuta da numerosi sistemi di “certificazione” e normative di protezione della natura Internazionali, Europei¹⁴. In particolare all'interno del Parco sono ubicati i siti della Rete Natura 2000 (SIC).

All'interno del Parco sono identificati, con riferimento alla direttiva 92/43/CEE e succ. mod., i Siti d'Importanza Comunitaria (SIC) (Tab. 1). La parte settentrionale del Parco, ha avuto nel 2013 il riconoscimento di zona umida di importanza internazionale ai sensi della convenzione RAMSAR. Sempre in questa area, il Bacino del Massaciuccoli è classificato come Zona Vulnerabile ai Nitrati (Delibera del Consiglio Regionale n.172/2006), territori dove vengono scaricati direttamente o indirettamente composti azotati di origine agricola o zootecnica in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali tipi di scarichi. Inoltre nell'area del Parco il Piano Paesaggistico della regione Toscana in fase di approvazione individua corridoi ecologici fluviali da ricostituire e direttrici di connettività ai fini della tutela degli ecosistemi e della biodiversità (PIT a valenza paesaggistica pp. 36;64 e sg.).

Nel territorio del Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli sono presenti due riserve gestite dal Comitato WWF Oasi Litorale Pisano: Il Bosco della Cornacchiaia e le Dune di Tirrenia. Si trovano entrambe nella parte meridionale del Parco, la Tenuta del Tombolo, e si tratta di due ambienti caratteristici della costa dell'alta Toscana: nel primo caso il bosco di pianura nei suoi vari aspetti, nel secondo le dune con le specie psammofile e la macchia arbustiva di tipo mediterraneo. Si tratta di due siti interessanti sia dal punto di vista botanico che faunistico.

In convenzione con l'Ente Parco, la LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli) gestisce la Riserva Naturale del Chiarone: un'area di 60 et-

tari di palude, situata a ridosso delle colline di Massarosa, a cui si accede dal paese di Massaciuccoli.

Il Parco è riserva MAB-UNESCO (*Man and the Biosphere*)¹⁵, denominata Area MAB Selva Pisana, la riserva comprende attualmente tutta l'area interna e contigua del Parco, e inoltre i centri urbani di Tirrenia, Marina di Pisa e Calambrone, e una fascia a mare dalla foce dell'Arno fino a Marina di Levante a Viareggio. L'estensione ai centri urbani risponde ai criteri di conservazione e sviluppo sostenibile del programma MAB-UNESCO la cui finalità è quella di associare la conservazione dell'ecosistema e della sua biodiversità all'utilizzo sostenibile delle risorse naturali a beneficio delle comunità locali. Seguendo i criteri individuati per la designazione delle aree MAB i territori sono zonizzati in modo appropriato in base agli obiettivi e alle funzioni svolte distinguendo *Core Areas*, *Buffer Areas*, *Transition Areas*. In particolare le zone denominate “zone di transizione” (ma non solo) sono suscettibili di estensione nelle zone più esterne, per un sempre maggiore coinvolgimento degli attori economici in processi di sviluppo sostenibile del territorio. L'area MAB al 2007 comprende (Loreti, 2009) le aree di cui alla Tab. 2 così caratterizzate¹⁶:

- la zona centrale (*Core area*), nella quale l'obiettivo principale è la conservazione degli ecosistemi ed è prevista solo la ricerca scientifica, comprende tutte le Riserve naturali istituite dell'Ente Parco;
- le zone tampone (*Buffer zone*), che rafforzano l'azione protettiva delle vicine zone centrali. Vi si sperimentano metodi di gestione delle risorse rispettosi dei processi naturali, si pro-

¹⁴ Fonte <http://www.parcosanrossore.org/print/ente-parco/funzioni-delegate/designazioni> (ultimo accesso dicembre 2013).

¹⁵ Area riconosciuta come “Riserva della Biosfera” dal 2004, riconoscimento emesso dalle Nazioni Unite alle aree di grande valore degli ecosistemi per le popolazioni umane attraverso il programma MAB.

¹⁶ Fonte <http://www.parcosanrossore.org/conoscere-il-parco/cartografia> (ultimo accesso agosto 2014).



Fig. 6 e Fig. 7 - Percorsi lungo le zone umide del parco

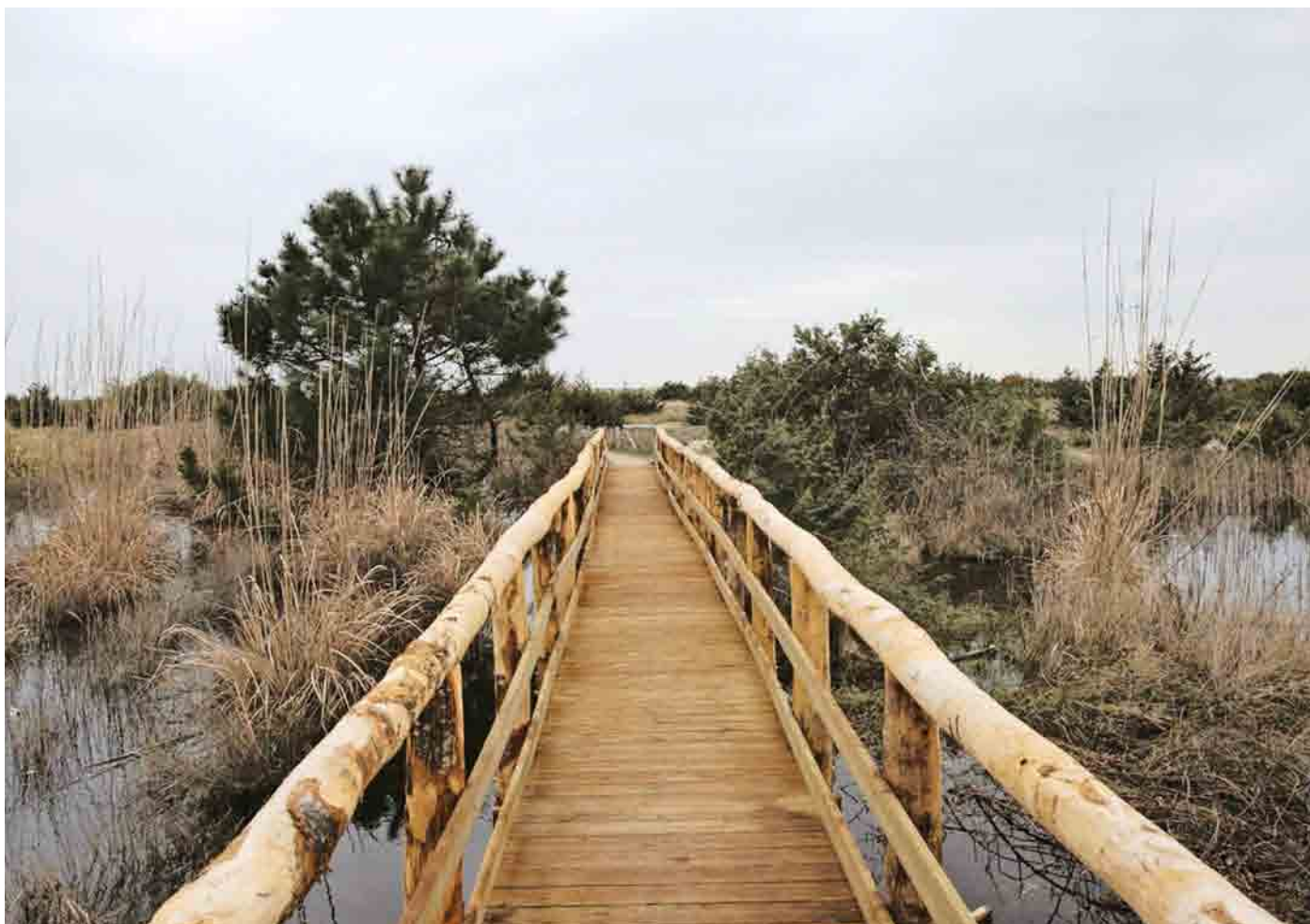
muove la ricerca scientifica e sperimentale, l'educazione ambientale ed il turismo sostenibile. Sono zone tampone tutte le zone naturali e seminaturali del Parco: le aree boscate, il lago e i corpi idrici, le zone umide e le paludi, gli arenili e le dune;

- le zone di transizione esterne (*Transition area*), dove si svolgono attività economiche per il miglioramento del benessere delle comunità locali. Sono quindi presenti insediamenti abitativi, industriali, attività agricole ed industriali. Lo sviluppo e la gestione delle risorse naturali deve comunque essere rispettoso dell'ambiente. Sono aree di transizione i centri abitati di Marina di Pisa, Tirrenia e Calambrone, le zone agricole ed industriali, gli insediamenti turistici, oltre una fascia marina fino a 6 metri di profondità.

Nella candidatura MAB-UNESCO della Selva Pisana, fu data particolare evidenza a: caratteristiche e molteplicità degli habitat presenti, ricchezza e significatività della diversità biologica

presente, importanza dell'area della riserva per lo sviluppo sostenibile di un'area vasta, dinamiche in atto per svolgere le tre funzioni nelle zone della riserva, organizzazione amministrativa e gestionale con un ruolo dell'Ente Parco come ente preposto alla implementazione della riserva. In questa occasione l'Ente Parco MSRM ha sviluppato una valutazione del territorio utilizzando il metodo *Ecological Footprint* e *Biocapacità* a supporto della candidatura (Iacoponi, 2003).

Attualmente sono avanzate proposte di sottomissione di ampliamento dell'area, fra le quali una prima (2007) prevedeva di comprendere a sud un'area collinare nel comune di Collesalveti e di Livorno, l'area delle riserve marine delle Secche della Meloria e a nord-est i Monti Pisani nel comune di San Giuliano Terme, che già partecipa alla riserva per la parte più occidentale del suo territorio. Una seconda ipotesi di ampliamento (2012) intende estendere il territorio MAB alle seguenti aree:



- Area Marina Protetta denominata Secche della Meloria¹⁷. È l'area antistante il litorale livornese e pisano e si estende per una superficie di circa 40 kmq. È stata istituita nel 2009 e l'ente gestore è il Parco MSRM;
- La Piana di Guasticce (frazione del comune di Collesalveti, provincia di Livorno) che comprende due aree di Padule disgiunte, di Suese e del Biscottino;
- Piana di Cascina, in provincia di Pisa;
- Piana di Collesalveti, in provincia di Livorno;
- Monti Pisani, che si estendono in parte in territorio Lucchese¹⁸;
- Piana di Asciano, nel comune di San Giuliano Terme (PI);
- Padule del Bientina, comune di Fucecchio, provincia di Firenze;

¹⁷ Fonte <http://www.parks.it/amp.secche.meloria/index.php> (ultimo accesso agosto 2014).

¹⁸ Fonte <http://www.montipisani.com/index.php/link-web> (ultimo accesso agosto 2014).

- Colline Cerbaie, nel comune di Castelfranco di Sotto (PI), che comprende la Riserva Naturale Statale di Montefalcone.

Le aree citate sono tutte caratterizzate dalla presenza di aree di interesse naturalistico (Rete Natura 2000), che entrerebbero a far parte della MAB Selva Pisana come zone tampone, e da aree agricole che invece diventerebbero zone di transizione. La proposta di ampliamento dell'area MAB è motivata dal superamento dell'interpretazione di area protetta come sistema ambientale autonomo, e dalla necessità di porre attenzione alla compatibilità fra conservazione e sviluppo, tutela del patrimonio della biodiversità e impatto dello sviluppo, promuovendo la programmazione e pianificazione coordinata fra gli enti competenti sul territorio e attraverso il contributo di istituzioni di ricerca e la partecipazione degli abitanti coinvolti.

Infine si deve citare che il Parco di MSRM è stato insignito del Diploma Europeo delle Aree Protette, una forma di certificazione



Fig. 8 - L'inizio del percorso didattico Sabrina Bulleri

Tab. 2 - Le aree MAB UNESCO nel Parco MSRM.
[Fonte sito MAB UNESCO]

pagine seguenti

Fig.8 e Fig.9 - Percorsi della Tenuta Borbone

	Area (ha)
Core area(s)	2.457,30
Buffer zone(s)	10.257,50
Transition area(s)	11.691 (di cui marine: 934)
Totale	24.405,19

del Parco e dell'Ente gestore rilasciata dal Consiglio d'Europa che attesta, con un meccanismo di controllo degli obiettivi gestionali nel tempo, la qualità e l'importanza degli ecosistemi e della loro gestione. Tra le caratteristiche principali individuate nel testo della risoluzione vengono citati i valori naturali, in particolare la compresenza di vegetazione boreale e mediterranea, di foreste umide relitte, di un lago circondato da palude e di dune costiere di grande interesse; i valori paesaggistici, come le grandi tenute storiche, le rive intatte e le ampie foreste; i valori culturali, con numerose testimonianze storiche come le prime tracce che risalgono al neolitico, la basilica di San Piero a Grado dell'XI secolo, le tenute e fattorie istituite tra il XVI e il XVIII secolo. Nel Marzo 2010 il Gruppo di Specialisti del Consiglio d'Europa ha rinnovato per altri dieci anni il Diploma Europeo all'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli.

7.5 Il patrimonio naturale e i percorsi della fruizione

Il Parco di MSRM costituisce un patrimonio naturale e storico all'interno del quale molti itinerari permettono la conoscenza e la fruizione del territorio, senza creare impatto sul contesto ecologico e consentendo di valorizzare il parco.

Il lavoro presentato in questo volume sul Parco MSRM può essere considerato un approfondimento locale di quel "corridoio paesistico di costa" identificato nel citato studio per il Piano Paesaggistico della Toscana, proponendo l'analisi ambientale del percorso in battello sul Canale dei Navicelli (cap.8), l'analisi della connettività ecologica nell'area vasta del Parco (cap.9), l'analisi dell'accessibilità della rete dei percorsi interni al Parco (cap.10).

I percorsi del parco e il modo di accedervi costituiscono quella fruizione "lenta del paesaggio regionale" di cui parla lo studio per il Piano Paesaggistico della Toscana. I corridoi fluviali del Serchio e dell'Arno, i tratti delle ferrovie secondarie in funzione o dismesse (Pisa-Tirrenia-Livorno), il canale dei Navicelli nella rete

delle via d'acqua rappresentano nello schema strategico del Piano itinerari secondari di progetti di paesaggio che «integrino la valenza di connessione ecologica con quella fruitiva» e realizzino l'obiettivo di un'accessibilità a favore di «una frequentazione in modo diffuso e libero (autonomo)» (PIT con valenza di piano paesaggistico)¹⁹.

La rete della pedonalità interna al Parco ricalca la rete dei sentieri e delle strade storiche ed ha delle cesure per mancanza di ponti sia sul Serchio che sull'Arno, salvo quelli sul confine del parco, per cui risulta divisa funzionalmente in tre settori. I percorsi pedonali e ciclabili costituiscono la rete dell'accessibilità per attività di svago e tempo libero, e non è consentito uscire dalla sentieristica segnata e dalle piste. Le regole relative alle modalità di fruizione del Parco sono di competenza dell'Ente Parco, il regolamento disciplina l'esercizio delle attività consentite all'interno del territorio protetto, fra le quali appunto l'accessibilità del territorio attraverso percorsi e strutture idonee²⁰. Al di fuori della viabilità carrabile è vietato il transito a motore, ad eccezione di piccoli mezzi per il trasporto di singoli portatori di handicap motorio o mezzi per l'attività agricola e selvicolturale. Speciali regole sono stabilite per i percorsi ippici all'interno del parco e sull'arenile.

Le modalità di accesso e di visita ai territori del Parco sono diversificate, alcune zone sono di libero accesso (la Tenuta Borbone e Macchia Lucchese, il Lago e il padule di Massaciuccoli, la bonifica di Vecchiano, parte della Tenuta di Migliarino, la Tenuta di Tombolo e quella di Coltano), in altre è possibile accedere solo con appositi permessi e fruibili solo in determinati giorni (come

¹⁹ Cfr. PIT con valenza di piano paesaggistico della regione Toscana in corso di approvazione, All. 3 Progetto di fruizione lenta del paesaggio, e in particolare Tav.1 Schema strategico.

²⁰ Cfr. Nuovo Regolamento approvato con Delibera del C.D. n.98/2008, Art. 33-34-35-36.



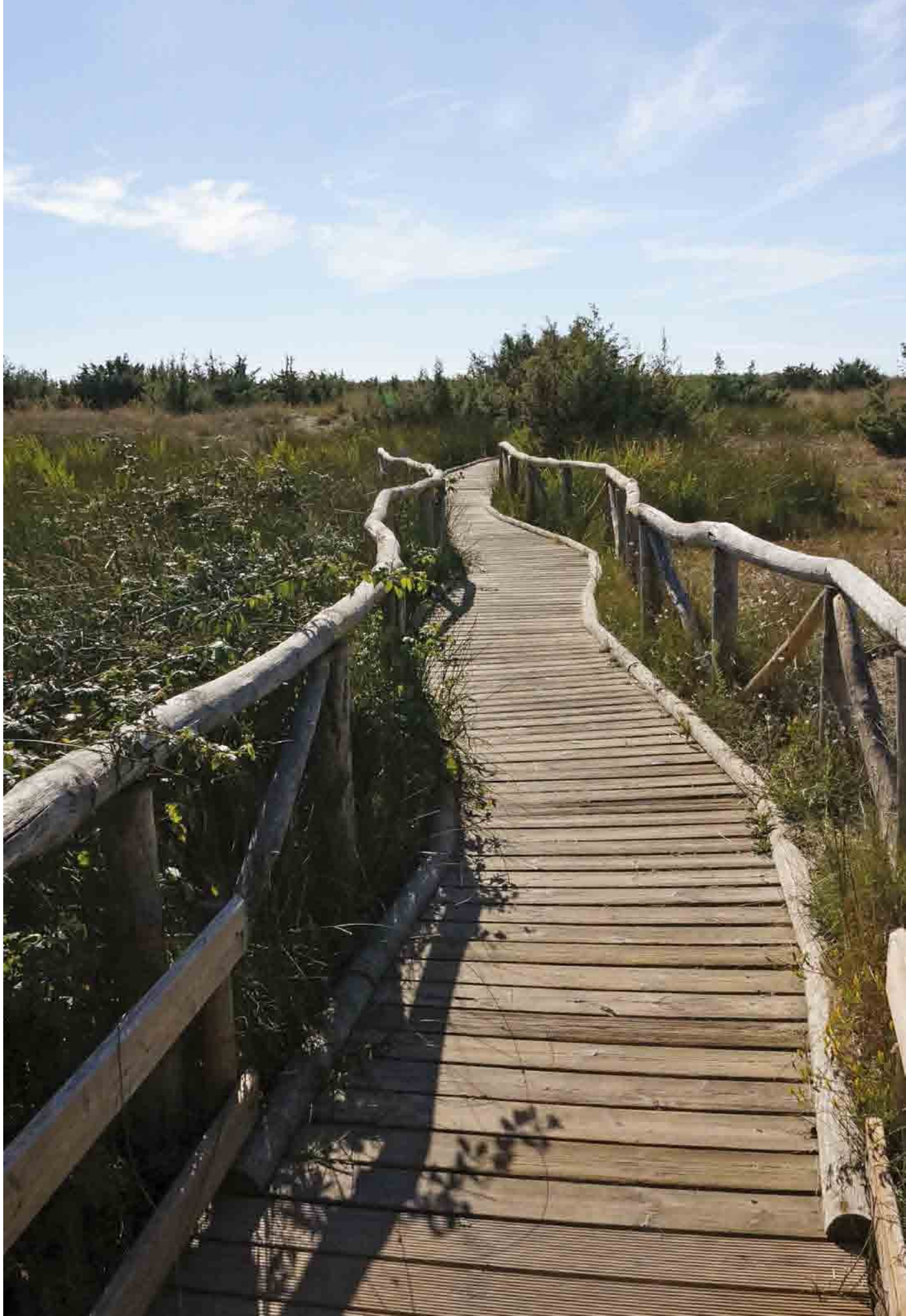
nel caso della Tenuta di San Rossore) o accessibili con accompagnamento di guide specifiche (come nella Tenuta di Migliarino). L'accesso all'arenile è solo pedonale, salvo quanto ammesso per i portatori di handicap motorio, alcune zone di riserva sono totalmente interdette e in particolare non è consentita la frequentazione della fascia dunale e delle aree di rimboschimento; la spiaggia della Tenuta di San Rossore è accessibile solo in forma guidata. Una zona di bagni e spazi attrezzati è presente fra Marina di Torre del Lago e Marina di Vecchiano, dove l'accesso è consentito attraverso percorsi segnalati.

L'Ente Parco ha intenzione di migliorare la fruizione del parco creando una rete di centri visita e potenziando la rete dei percorsi, in particolare nella tenuta di San Rossore e con l'obiettivo di rendere visitabile l'area protetta anche secondo percorsi pedonali e ciclabili che lo attraversino interamente da nord a sud. Centri visite sono ubicati a nord sul viale dei Tigli nella Tenuta Borbone, e a "La Brilla" tra Massaciuccoli e Massarosa, a sud all'interno della tenuta di Coltano nella Villa Medicea, al centro del parco a Cascine Vecchie nella tenuta di San Rossore, e in località La Sterpaia nel Centro di equitazione naturale "Equitiamo".

Tra le attività intraprese nell'ultimo decennio relative allo sviluppo delle caratteristiche naturali, ambientali e storiche, in funzio-

ne dell'uso sociale sono da ricordare la realizzazione di una serie di iniziative che, a partire dal 2003 anno europeo dedicato alla disabilità, sono state realizzate dall'ente Parco, per promuovere l'accessibilità del proprio patrimonio territoriale. Nello specifico sono state realizzate residenze sociali alla Piaggereta, strutture a servizio delle attività di ippoterapia, nell'ala ovest del complesso della Sterpaia, e una serie di percorsi didattici attrezzati, definiti per essere fruiti anche da persone disabili. I percorsi, realizzati con progetti differenziati ed in ambienti naturali diversi, quali sistemi dunali, aree palustri e zone boschive, fanno parte di un progetto generale che mira a realizzare sia interventi di gestione naturalistica che strutture di fruizione, quali camminamenti e osservatori, laboratori didattici, centri di informazione e documentazione:

Il percorso dei 3 Pini, un intervento di riqualificazione naturalistico ambientale per una superficie interessata di circa 41.500 mq, realizzato nel 2003 e concluso nel 2010 si trova in una posizione di cerniera tra le ultime propaggini della città ed i territori aperti naturali e seminaturali del Parco quali la campagna ed i vasti boschi di pineta e macchia mediterranea. Il percorso, che presenta lievi dislivelli, è accessibile su prenotazione e visitabile con il solo ausilio di una guida.





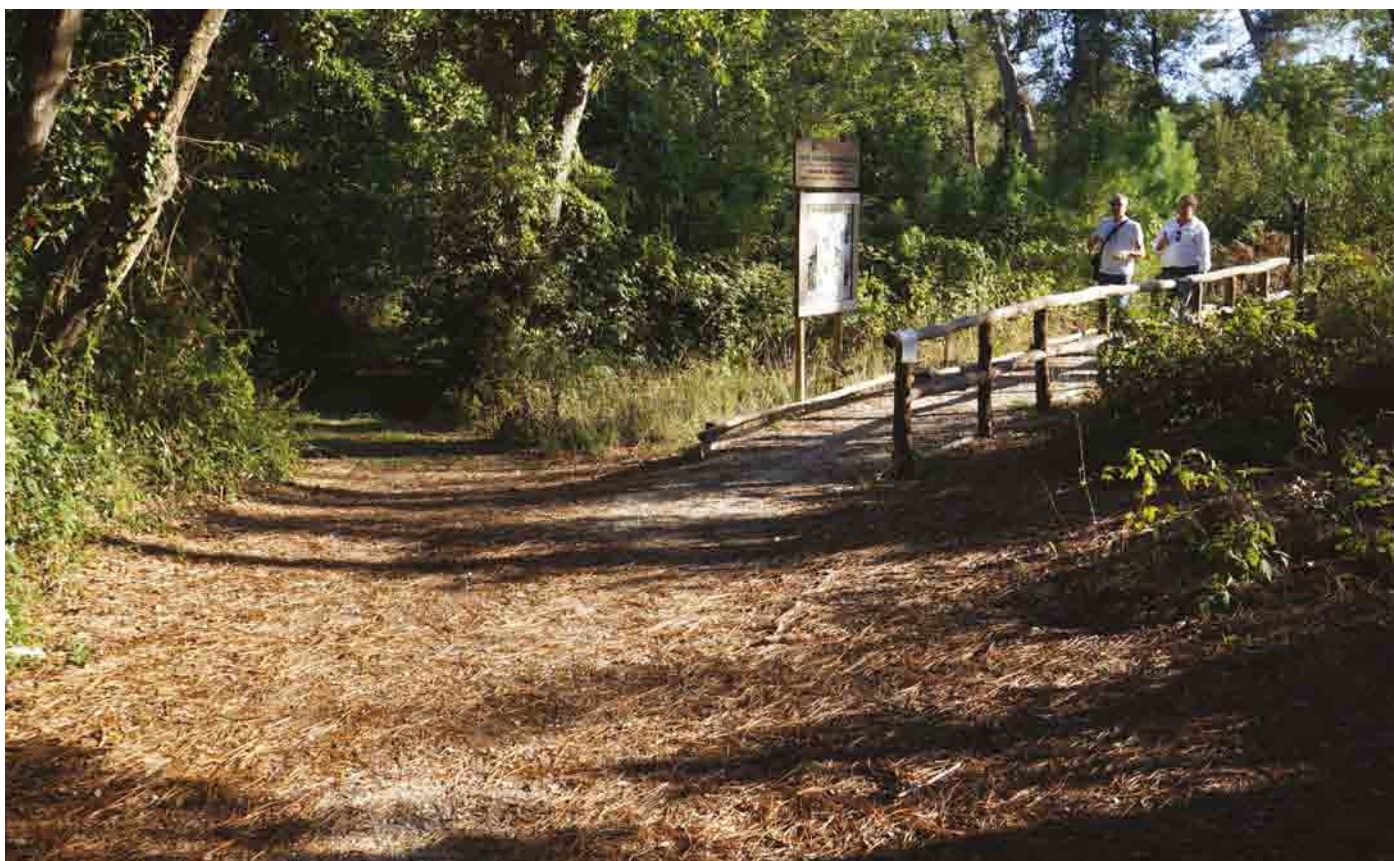


Fig. 11 - Percorsi attrezzati a terra e in quota

L'itinerario Sabrina Bulleri²¹ che si svolge su un terreno sostanzialmente in piano, la cui morfologia evidenzia rilievi dunali e aree depresse, consente di osservare microambienti diversificati nelle componenti viventi, come la fauna che stanziava nella riserva del Paduletto, e non viventi, come il bosco di specie igrofile, il bosco misto di specie mesofite e il bosco tipico delle dune. Posto lungo l'asse viario del Gombo, è raggiungibile o tramite un percorso protetto lungo circa 2 km che diparte dall'area di sosta di Cascine Nuove, o da un'area di parcheggio non attrezzata, posta all'inizio dell'anello. Realizzato nel 2006 è accessibile liberamente solo in alcuni giorni della settimana.

L'itinerario detto del Fiume Morto che si snoda attraverso la ca-

ratteristica pineta di San Rossore, fino a raggiungere il cordone dunale della fascia litorale. Data la particolare natura del luogo, il percorso medesimo presenta, nell'ultimo tratto, dislivelli di quota piuttosto significativi. In quest'area le dune raggiungono un'altezza variabile fino a 8-10 m, che viene raggiunta con un percorso sopraelevato in legno. Il percorso è accessibile solo su richiesta e si raggiunge tramite una strada carrabile, accessibile dall'ingresso principale della tenuta di San Rossore, che si conclude all'inizio dell'itinerario.

Il percorso della tenuta Borbone, inaugurato nel 2008 si trova all'interno della riserva naturale della Lecciana. Il tragitto ha una lunghezza di circa 1,5 km, e parte dal complesso architettonico della Villa Borbone per raggiungere la battigia del mare, "tagliando" trasversalmente la Macchia Lucchese, i boschi a mesoigrofilo con pini, ed attraversa, su sistemazioni a "palafitta" una vasta area

²¹ Nome dato in ricordo di una sportiva di fama internazionale disabile ex dipendente dell'ente parco.

umida depressa. Superata la zona forestale, il percorso prosegue nell'area retro-dunale, parzialmente allagata, fino a raggiungere la zona degli arenili. Il sentiero è quotidianamente utilizzato da molti turisti e cittadini che accedono alla spiaggia libera compresa tra Viareggio e Torre del Lago.

Il percorso tematico della Riserva del Chiarone si articola in una porzione del Lago di Massaciuccoli nel quale è presente una riserva della LIPU. Il progetto del 2005, concluso nel 2007, ha definito un percorso ad anello, in parte su palafitte, che permette l'osservazione delle zone palustri anche tramite l'utilizzo di speciali "capanni" in grado di ospitare persone su sedia a ruota. Il percorso è accessibile tramite visita guidata.

A questa serie di sentieri con caratteristiche didattiche, ovvero corredati da una segnaletica di orientamento e di spiegazione che illustra il visitatore sulle rilevanze ambientali che si presentano lungo il percorso, recentemente è stata aggiunta una serie di camminamenti attrezzati di collegamento tra i sentieri retro-dunali e gli arenili. Questi percorsi, finanziati in parte dal progetto Life, hanno l'obiettivo di diminuire il peso antropico sui sistemi dunali, facendo passare i visitatori lungo sentieri che consentano un facile utilizzo a tutti in modo tale che la percolazione pedonale sia concentrata in parti del territorio circoscritte.

7.6 La pressione urbana e infrastrutturale

"Sotto Assedio" è il titolo che Giulio Ielardi ha dato al primo capitolo del suo libro "Viaggio nella Toscana dei parchi", dedicato al Parco di MSRM (Ielardi, 2008).

«Via Aurelia. Autostrada A12 Livorno-Genova. Ferrovia Genova-Pisa. Porti di Viareggio a nord e di Livorno a sud. Urbanizzazione di Torre del Lago che si incunea entro i confini, separando il lago dalla costa. Le due basi militari di Camp-Darby (USA) e Cisam, più altre secondarie. Centri balneari di Tirrenia e Marina di Pisa. E lo stesso capoluogo, la splendida icona dell'Italia dell'arte, che incombe e preme lungo l'asse dell'Arno. Centinaia di migliaia di persone che vivono, lavorano, si spostano nell'area» (Ielardi, 2008:11).

Il parco confina nell'entroterra con zone caratterizzate da forti «dinamiche di trasformazione e artificializzazione» e da importanti corridoi infrastrutturali, alcuni dei quali lo attraversano a sud: le pianure alluvionali dell'asse Pontedera-Pisa e Pontedera-Livorno e



Fig. 12 - La passerella attrezzata per la vista delle dune

la zona di Guasticce, caratterizzate da aree urbanizzate commerciali e produttive; gli assi della SS Aurelia, dell'autostrada A12, della ferrovia PI-LI lungo il Canale dei Navicelli.

«La presenza di densi corridoi infrastrutturali costituisce un elemento attrattivo per nuovi processi di urbanizzazione e consumo di suolo, particolarmente significativi se realizzati nell'ambito di aree di interesse naturalistico, ad es. lungo il Canale dei Navicelli. (PIT con valore di piano paesaggistico Regione Toscana, 2015 Ambito 08 p.30)».



Fig. 13 - Fronte principale del complesso di Sterpaia

Alla pressione dall'entroterra si associano i fenomeni di urbanizzazione ed elevato carico turistico sulla costa tra Calambrone e Marina di Pisa.

«Il sistema insediativo costiero che si sviluppa tra L'Arno e Livorno, inizialmente caratterizzato solo dalle colonie fasciste degli inizi del Novecento, si è consolidato nelle forme idonee alla ricezione di un turismo di massa, che hanno profondamente e irreversibilmente modificato il sistema ambientale costiero (ibidem)».

Marina di Pisa, Tirrenia e Calambrone sono fuori dai confini del parco ma all'interno della riserva MAB-UNESCO e sono interessate da progetti di riqualificazione edilizia e nuove destinazioni d'uso residenziali e turistiche.

Attività agricola intensiva e urbanizzazione determinano una pressione ambientale sul suolo e sulle acque del Parco (in particolare sulle zone umide delle Lame e nel Lago di Massaciuccoli) con processi di eutrofizzazione. A questi si aggiungono i processi erosivi delle coste e il cuneo salino che minaccia la vegetazione.

Fra i progetti avviati quello della piattaforma logistica costiera,

sulla base di numerosi accordi fra gli Enti territoriali e per alcuni aspetti con la partecipazione dell'Ente Parco, prevede la navigabilità dello Scolmatore d'Arno, del canale Navicelli, le industrie nautiche sulla darsena Pisana e il raddoppio del parcheggio del Faldo (uno scalo merci associato all'interporto di Guasticce nella Piana di Collesalveti).

L'aumento della pressione esercitata dagli insediamenti industriali ed energetici lungo il canale Navicelli in corrispondenza della Darsena dovrebbe essere controllato dalla costituzione in questa zona di una APEA (Area Produttiva Ecologicamente Attrezzata) che promuove e gestisce azioni volte a limitare l'impatto ambientale, locale e globale di tali trasformazioni (cfr. cap.8).

Tuttavia il problema della pressione ambientale nella zona del Parco è più ampio e grave. Nelle informazioni sulla Toscana contenute sul sito dell'IRPET (Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana) relativamente a Ambiente e Territorio²² si documen-

²² Fonte http://www.irpet.it/index.php?page=infotoscana_ambienteeterritorio [ultimo accesso settembre 2014].



ta come, in relazione alle attività industriali e agli insediamenti urbani, la zona del parco presenti alte concentrazioni di CO₂ e sia sottoposta, a causa dei contigui centri di Pisa e Livorno e di importanti arterie di traffico, agli inquinanti da traffico: monossido di carbonio, benzene, piombo, polveri fini e composti organici volatili. Per quanto riguarda direttamente la biodiversità, il documento redatto nel 2011 dalla Regione Toscana per la preparazione del Piano di Azione Regionale 2012-2020 per la conservazione della biodiversità in Toscana identifica le principali pressioni e le azioni da intraprendere e, per quanto di interesse dell'area del Parco, si citano le pressioni dovute ai processi di artificializzazione e frammenta-

zione degli ambiti costieri dunosi, alla emissione dei gas a effetto serra, alla eutrofizzazione delle acque delle zone umide e del lago di Massaciuccoli ai processi di interrimento.

Per concludere, se la qualità del territorio con le sue infrastrutture e insediamenti urbani e produttivi è una condizione per la qualità eco sistemica, e se la compatibilità fra questa e le emergenze territoriali-economiche è una condizione per la sostenibilità dello sviluppo, un'area come quella del Parco Naturale di MSRM, incastonata fra zone urbanizzate, zone produttive e importanti reti infrastrutturali rappresenta un caso esemplare allo studio del quale i capitoli che seguono hanno inteso portare un contributo.

Bibliografia

- AA. VV. (2009), *Un parco accessibile, percorsi e strutture per tutti nel Parco Naturale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli*, ETS, Pisa.
- Agonigi, S., (a cura di) (2009), *Il canale dei Navicelli. Storia della via d'acqua fra Pisa e Livorno*, Pacini editore, Pisa.
- Gambino, R., Talamo, D., Thomasset, F., (a cura di) (2008), *Parchi d'Europa, Verso una politica europea per le aree protette*, ETS, Pisa.
- Iacoponi, L. (2003), *Ambiente, società e sviluppo. L'impronta ecologica localizzata delle «bioregioni» toscana, costa e area vasta di Livorno, Pisa, Lucca*, ETS, Pisa.
- Ielardi, G. (2008), *Viaggio nella Toscana dei parchi*, ETS, Pisa.
- Loreti, F. (2009), *La Selva Pisana Riserva della biosfera dell'UNESCO*, I Georgofili Quaderni 2007-VII Sezione Centro Ovest, supplemento a "I georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili" anno 2007-serie VIII-vol.4, Giovane Holden Edizioni, Viareggio.
- Maltinti, G. (a cura di) (2009), *Elementi per la conoscenza del territorio toscano - Rapporto 2009*. ed. IRPET Regione Toscana, disponibile a: http://www.irpet.it/storage/pubblicazioneallegato/235_Rapporto%20territorio.pdf (ultimo accesso settembre 2014).
- Moschini, R. (2009), *La crisi dei parchi e il governo del territorio*, ETS, Pisa.
- Paglialunga, S., (2009), "Trent'anni di parco, un bilancio territoriale istituzionale", *Locus rivista di cultura del territorio*, n. 12-13, pp. 12-30.
- Pasqualetti, R., (a cura di) (2007), *Natura e Architettura. Opere e progetti dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli*, numero monografico di Architetture città e territorio, Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli, Pisa.
- Pelosini, A. e Lini, A. (2008), *Il lago di Massaciuccoli e le terre umide*, Edizioni Caleidoscopio, Varese.
- Regione Toscana (2014), *Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico Relazione generale*, disponibile a: <http://www.regione.toscana.it/-/piano-di-indirizzo-territoriale-con-valenza-di-piano-paesaggistico> (ultimo accesso settembre 2014).
- Regione Toscana (2014), *Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico Scheda di ambito 8 Piana Livorno Pisa Pontedera*, disponibile a: <http://www.regione.toscana.it/-/piano-di-indirizzo-territoriale-con-valenza-di-piano-paesaggistico> (ultimo accesso settembre 2014).
- Regione Toscana, *Piano d'azione regionale 2012-2020 per la conservazione della biodiversità in Toscana, sintesi documento ufficiale*, disponibile a: http://www.projectcorem.eu/it/Community/Notizie/Download/Sintesi_Piano17x24k_biodiversita_toscana_terrestre.pdf (ultimo accesso settembre 2014).





Analisi e valutazione ambientale di un'area al margine del Parco

Environmental assessment and analysis of an area on the edge of the Park

Caterina Gargari

Navicelli is a tertiary site located along the navigable Navicelli Channel, in Pisa. The area is strategically located between the international airport, the commercial and touristic harbour in Livorno, the A12 highway and the historical city centre of Pisa. Along its layout, the Navicelli channel also passes through the Natural park of Migliarino and S. Rossore, that sprawls its borders both on the right and the left banks. The recent city plan to re-open the original entrance to the main river Arno called Incile at Porta a Mare, offers a chance to project a new touristic route from the Livorno harbour to the Pisa city centre, along the Navicelli channel, by a photovoltaic boat. Cruise tourists that seasonally arrive to Pisa by bus, train or car, can choose a more relaxing, naturalistic and environmental friendly way to move to the city, discovering beauties of the natural Park of San Rossore along the ride and enjoying a different point of view. This is the aim of the Navicelli Consortium spa, responsible for planning and management of the Navicelli site and recently promoter of several project related to energy saving and sustainability. This study investigates the environmental assessment, based on a LCA approach, of several touristic route from the Livorno harbour to the city of Pisa, compared to the most innovative one, based on PV river boats. Results of the present work could support local authorities and Navicelli design team to make more conscious and sustainable choices.

8.1 Il caso studio: l'area del canale dei Navicelli ai margini del Parco MSRM

L'area oggetto di studio è costituita dal canale dei Navicelli, dall'area produttiva ad esso adiacente a nord-est, e dall'area all'interno del Parco Naturale, verso le tenute di Coltano e Tombolo, che il canale attraversa nel suo tratto più a sud.

L'area a destinazione produttiva è denominata nel R.U. del comune di Pisa "Navicelli - Area cantieristica" 1 e fa parte della Utoe (Unità territoriale organica elementare) denominata "Area Sud Porta a Mare" nel Piano Strutturale, sempre del comune di Pisa.

L'area della Utoe "Sud Porta a Mare" è racchiusa tra la zona dell'aeroporto di Pisa Galileo Galilei (la pista di decollo corre quasi parallela al canale dei Navicelli), la superstrada FI-PI-LI (con uscita all'altezza dell'incrocio con la SS1 Aurelia in corrispondenza della Darsena pisana) e la ferrovia PI-LI, incluso il tratto di collegamento con la stazione aeroportuale. Dal punto di vista funzionale, l'area si è caratterizzata nel tempo per la presenza di due importati poli produttivi: lo stabilimento della Saint Gobain e della Regge (poi Piaggio), nella zona di Porta a Mare all'imbocco del tratto interrato del canale dei Navicelli e i cantieri navali della Darsena pisana.

Nell'area, lungo la sponda Ovest del canale, si attesta il confine del Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli, che poi il canale attraversa più in basso (Fig. 1 - All'interno della Riserva MAB-UNESCO e ai margini del Parco l'area oggetto di studio si sviluppa lungo il canale dei Navicelli nella zona produttiva a nord-est del canale e nel parco di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli).

Il canale dei Navicelli, in epoca rinascimentale, garantiva al Granducato di Firenze il collegamento lungo l'Arno al porto commerciale di Livorno. Progettato e realizzato durante il regno di Cosimo I de' Medici, fra il 1541 e il 1575, seguendo un percorso più volte modificato fra la attuale porta a Mare di Pisa e la Fortezza Vecchia di Livorno, viene profondamente trasformato con opere di rettificazione, ampliamento, potenziamento delle darsene e deviazione verso la zona industriale a Livorno. Sempre in quel periodo furono realizzati tre ponti girevoli: due stradali nella frazione di Tombolo e nell'area portuale livornese e uno ferroviario tra Livorno e Calambrone, interessato dal traffico della ferrovia Pisa-Tirrenia-Livorno.

¹ R.U. Comune di Pisa Scheda-norma per le aree di trasformazione soggette a piano attuativo, scheda n.26.1.

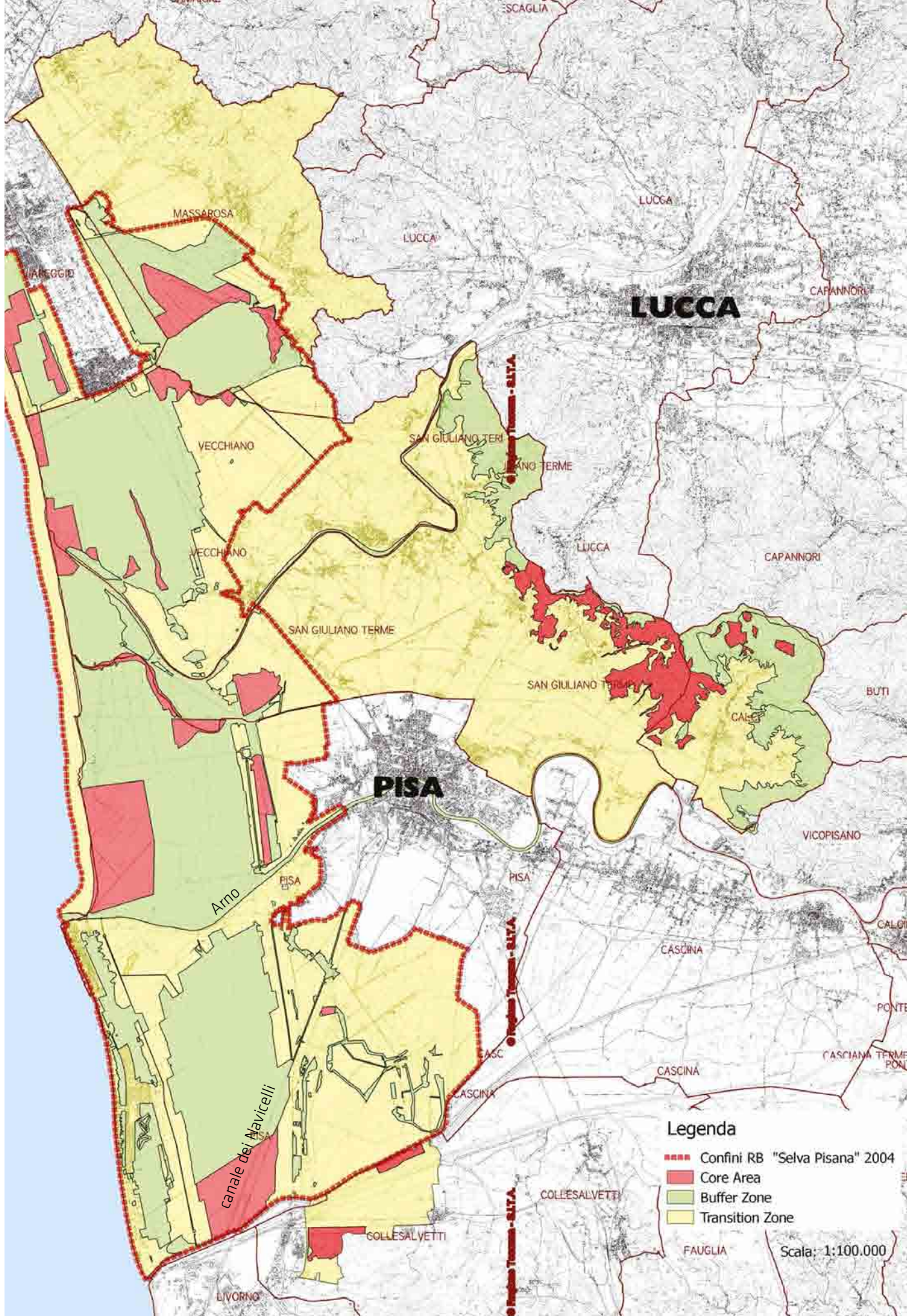
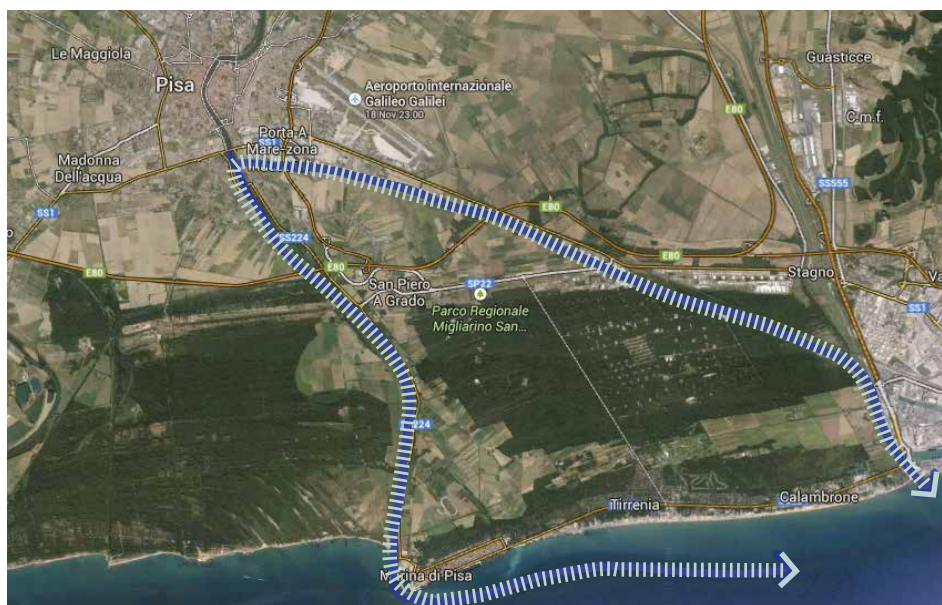




Fig. 1 - All'interno della Riserva MAB-UNESCO e ai margini del Parco l'area oggetto di studio si sviluppa lungo il canale dei Navicelli nella zona produttiva a nord-est del canale e nel parco di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli



Fig.2 - L'ipotesi di percorso del battello fluviale lungo il canale dei Navicelli e il fiume Arno dopo la completa apertura del collegamento dell'Incile e verso il porto di Livorno



Con la realizzazione negli anni sessanta del canale Scolmatore dell'Arno, i Navicelli trovano una nuova foce in quest'ultimo, prima di entrare nel porto vero e proprio, mentre a Pisa si progetta la costruzione di un nuovo Incile.

Attualmente il canale è gestito, sotto la sorveglianza da parte dell'Ufficio dei fiumi e fossi, dalla società pubblica Navicelli S.p.A., che cura la logistica degli insediamenti industriali presenti nell'area e lo sviluppo del canale stesso.

Progetto Canale dei Navicelli

Il canale dei Navicelli, che collega la Darsena Toscana del Porto di Livorno alla Darsena Pisana, ha una lunghezza di 17.000 mt, una larghezza di 31,60 mt e una profondità di 3,50 mt, in una zona perfettamente infrastrutturata e operativa. Nel Novembre 2011, la Navicelli SpA ha supervisionato la firma dell'accordo tra OLT Offshore LNG Toscana, Provincia e Comune di Pisa per la apertura del tratto interrato dell'Incile, allo sbocco in Arno del Canale. L'intervento di riapertura dell'Incile, si inserisce in un quadro più ampio di riqualificazione territoriale avviato dalla Provincia e dal Comune di Pisa e che riguarda l'area vasta dei Navicelli.

Il completo recupero del tratto pisano "storico" dei Navicelli rende nuovamente possibile la navigazione per le imbarcazioni (anche da diporto) provenienti dal fiume e attuabile il progetto di istituire un servizio di battelli turistici.

A conclusione dei lavori, il canale dei Navicelli consentirà il collegamento diretto tra il porto di Livorno, la Darsena Pisana e quindi la città di Pisa, e il nuovo porto turistico di Boccardarno (Marina di Pisa). Connettendo il fiume Arno con il Canale, si renderà tutta l'area dei Navicelli un crocevia per unità da diporto che potranno usufruire di servizi nautici (es. refit & repair) ed incrementerà sensibilmente l'utilizzo della Darsena Pisana anche come approdo turistico per la nautica da diporto (Fig.2).

L'area produttiva Navicelli e l'area APEA

L'area produttiva dei Navicelli posta a cavallo della s.g.c. Firenze-Pisa-Livorno, è destinata ad attività di tipo cantieristico e attività complementari. La darsena si affaccia con le sue strutture direttamente sul canale dei Navicelli ed è funzionalmente connessa ad esso. Successivamente il Regolamento Urbanistico di Pisa ha previsto in questa area anche una GSV (Grande Superficie di Vendita) destinata a IKEA

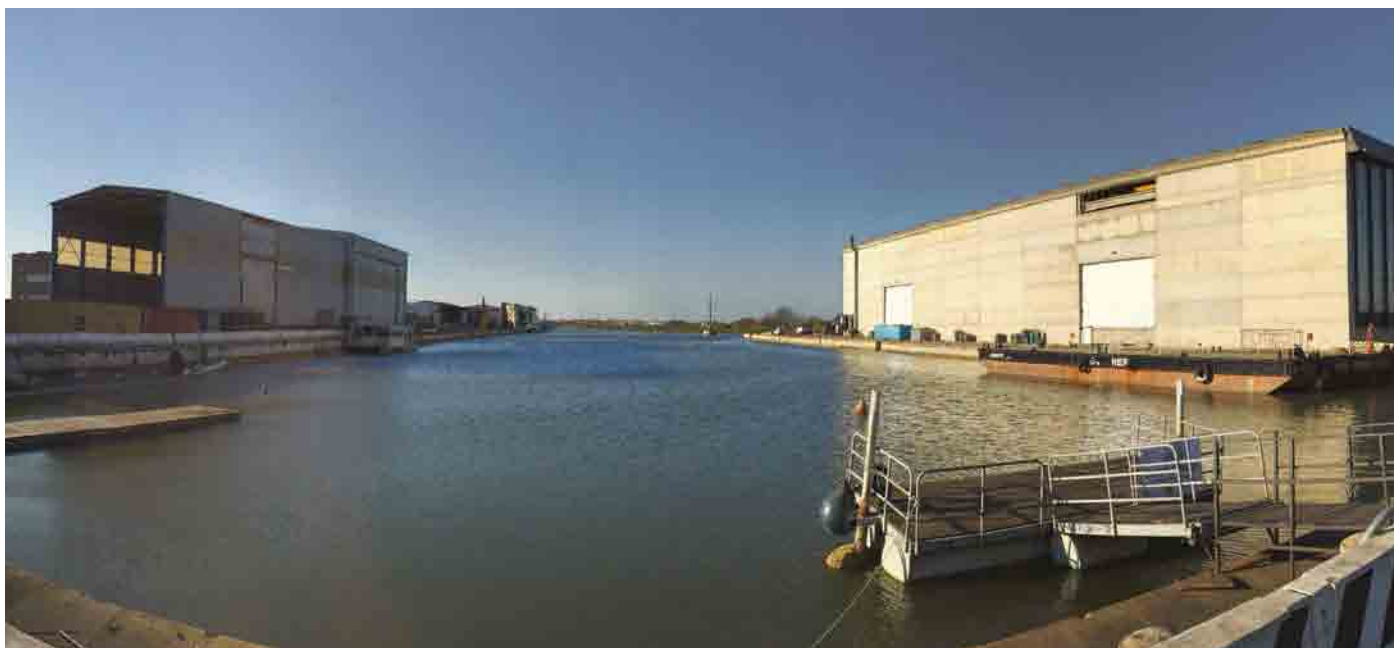


Fig. 3 - I cantieri navali all'interno della darsena pisana

Store². L'area per insediamenti per la cantieristica da diporto e attività complementari, compresa la variante per GSV, è stata considerata non assoggettabile a VAS, VIA sulla base di relazioni di verifica di assoggettabilità³ e non assoggettabile a valutazione di Incidenza ecologica, in rapporto ai Siti della Rete Natura 2000, rilevato l'intenso livello di antropizzazione della zona, sia verso ovest (canale Navicelli e Darsena pisana) che verso sud (depuratore comunale Pisa sud e impianto idro-voce Navicelli + vasca espansione), e verso est (aeroporto militare e civile Galilei), oltre alla presenza di due importanti infrastrutture viarie e ferroviarie contigue (statale Aurelia e linea FFSS Pisa-Livorno). Questa area produttiva, adiacente al canale dei Navicelli, ha visto nascere, in questi ultimi anni, una forte concentrazione di aziende nel

settore della cantieristica navale, la cui principale attività è la produzione di imbarcazioni/navi da diporto in acciaio di lunghezza oltre i 40 mt. e imbarcazioni da diporto in resina fra 25 e 60 mt. allestite e motorizzate. In generale, lungo tutto il canale dei Navicelli sono localizzati circa 23 unità aziendali per un totale di 350 lavoratori ed impiegati diretti, oltre 700 tecnici e lavoratori operanti in loco, per un giro d'affari complessivo di 120 milioni di euro circa. In questi ultimi anni lo sviluppo previsto dell'area è stato fortemente condizionato dalla crisi, infatti non tutti gli insediamenti che avrebbero dovuto localizzarsi sono giunti a conclusione, ed alcuni storici cantieri con brand di fama internazionale hanno dovuto effettuare una drastica riduzione del personale, se non addirittura dichiarare fallimento.⁴ Nonostante ciò, l'Area produttiva dei Navicelli ha continuato a svilupparsi e modernizzarsi in conseguenza di due fattori principali: il tra-

² Cfr. "Piano particolareggiato del Parco Urbano di Porta a Mare e della scheda-norma 26.1; variante parziale di distribuzione e destinazione", http://www.comune.pisa.it/uploads/2013_06_6_11_46_11.pdf

³ Cfr. Comune di Pisa "Piano particolareggiato del parco urbano di porta a mare e dell'area per insediamenti per la cantieristica da diporto ed attività complementari" Studio preliminare verifica assoggettabilità a V.A.S. a cura di Soc. Sviluppo Navicelli 2011 web: http://www.comune.pisa.it/uploads/2013_06_6_10_48_47.pdf

⁴ I dati riferiti all'area produttiva dei Navicelli sono stati forniti in data 30/07/2013 dalla Società Navicelli di Pisa, nelle persone di Dott. Nicola d'Andrea, Ing. Silvia Leon, Dott. Piero Pagliaro, Dott. Marco Sammataro con la supervisione di Ing. G. Caridi.

Tab. 1 - Aree localizzate dell'area produttiva cantieristica navale dei Navicelli, Sviluppo Navicelli SpA

AREE LOCALIZZATE	SUPERFICIE (mq)	DESTINAZIONE D'USO
Consorzio Darsena Pisana	56.000	Cantieristica, Logistica
Consorzio "I Navicelli"	70.000	Cantieristica, Complementare, Servizi connessi, Commerciale
Sviluppo Navicelli SpA	460.000	Cantieristica, Complementare, Direzionale, Commerciale compreso GSV

sferimento di alcuni importanti cantieri viareggini che hanno spostato parte della loro produzione da Viareggio al Canale dei Navicelli; la presenza della Società Navicelli di Pisa⁵ che ha realizzato nuove infrastrutture e promosso l'istituzione di un'area APEA (Area Produttiva Ecologicamente Attrezzata)⁶, favorendo la nascita di un polo tecnologico, ambientale ed economico.

La superficie complessiva disponibile per attività di tipo produttivo, commerciale (compreso la GSV), logistico, direzionale è pari a circa 600.000 mq., in Fig. 3, Tab. 1 il dettaglio delle aree localizzate esistenti ed in fase di sviluppo.

Oltre allo sviluppo della cantieristica navale, nell'area dei Navicelli sono presenti due impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabile: il Parco fotovoltaico di Pisa con una potenza di 3.700 MWp, una produzione annua oltre i 5.000.000 kWh, una superficie lorda di 85.000 mq e netta di 25.000 mq; il Parco fotovoltaico Sviluppo Navicelli con una potenza di 993,6 kWp, una produzione annua di 1.320.000 kWh, una superficie lorda di 35.000 mq e netta di 7.300 mq.

L'area della Darsena Pisana rappresenta il cuore da cui è partito l'intero piano di sviluppo delle aree localizzate nei pressi del Canale dei Navicelli, essa è stata riconosciuta come area APEA (Area produttiva ecologicamente attrezzata) secondo la normativa della Regione Toscana (Regione Toscana 2011).

L'obiettivo dell'APEA Navicelli è quello di coniugare la sostenibilità dello sviluppo produttivo con la possibilità di migliorare la competitività

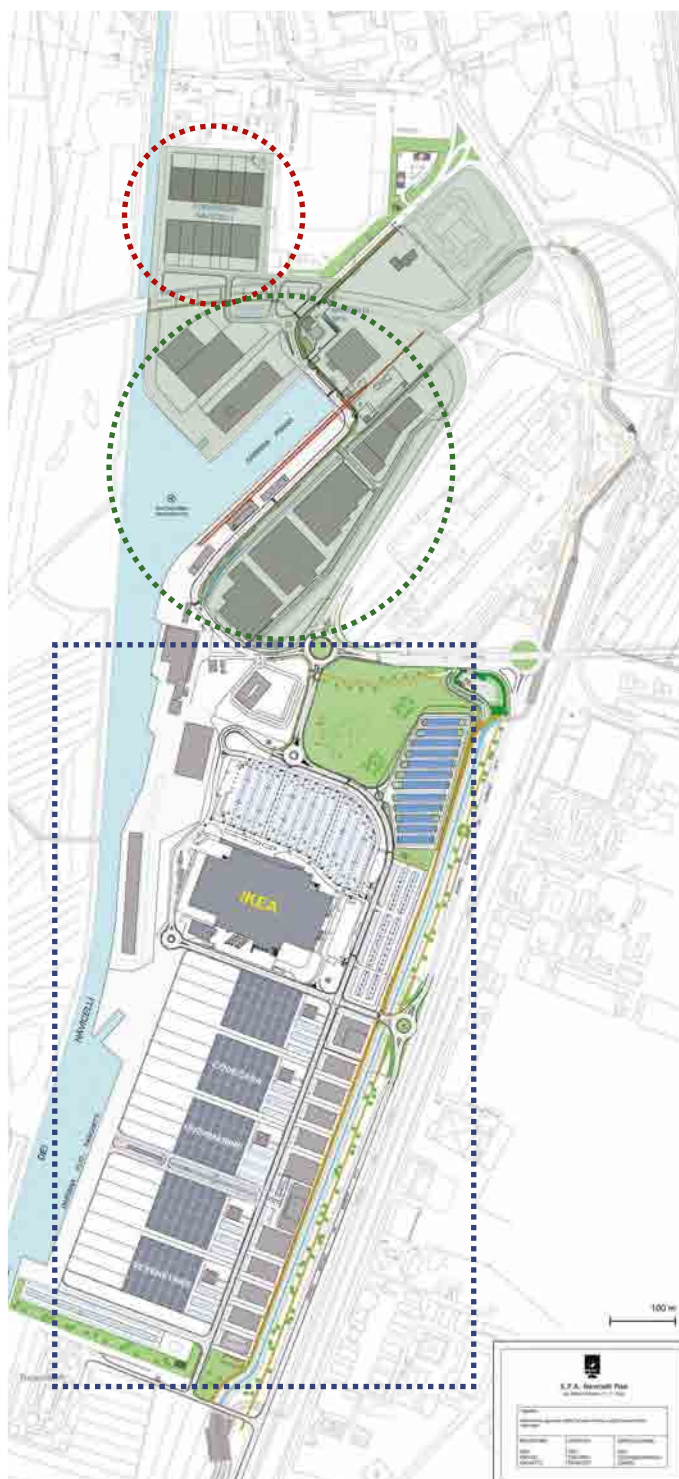
delle imprese, promuovendo iniziative progettuali per la realizzazione di infrastrutture comuni e condivise al fine di ridurre l'impatto ambientale. In particolare gli interventi realizzati ed in previsione all'interno dell'area APEA sono:

- Riorganizzazione della sede stradale con separazione delle utenze deboli dal traffico veicolare e definizione di aree per il posizionamento dei rifiuti differenziati prodotti;
- Realizzazione di un efficiente impianto di illuminazione pubblica mediante tecnologia LED ed alimentato tramite pannelli fotovoltaici;
- Realizzazione di una installazione eolica costituita da una turbina di potenza nominale pari a 10 kW;
- Realizzazione di una pensilina adibita a parcheggio per automobili in cui è integrato un impianto fotovoltaico con una potenza nominale di circa 19,8 kWp;
- Realizzazione di impianti di mitigazione del rumore con pannelli fotovoltaici completamente integrati per la produzione di energia elettrica a servizio dell'illuminazione pubblica;
- Installazione presso tutti gli operatori economici insediati nell'area di un software in grado di razionalizzare l'utilizzo dei pc;
- Adeguamento e completamento dei tratti mancanti dell'attuale sistema fognario;
- Realizzazione di impianti elettrici, idrici e antincendio a servizio degli impianti a servizio delle imbarcazioni da diporto all'interno della Darsena Pisana;
- Completamento della pista ciclabile lungo tutti gli assi viari all'interno della Darsena;
- Ripristino del raccordo ferroviario di penetrazione all'interno dell'area;
- Allestimento di un'area di logistica;
- Implementazione di un Sistema di monitoraggio e controllo dei consumi energetici nell'area demaniale e nella propria sede della Spa Navicelli.

⁵ La SpA Navicelli di Pisa è stata costituita nell'anno 1982 a maggioranza pubblica. Il 31 gennaio 2008, la compagine societaria è stata modificata a capitale interamente pubblico, suddivisa in maniera paritetica (33.33 %) tra il Comune di Pisa, la Provincia di Pisa e la Camera di Commercio, Industria ed Artigianato di Pisa, operante in regime di "in house providing" dal Comune di Pisa.

⁶ Le APEA sono state coniate, a livello nazionale, dall'art. 26 del decreto legislativo n. 112 del 1998, noto come decreto Bassanini, il quale conferisce alle Regioni il compito di emanare proprie leggi che disciplinino le APEA e disciplinino "altresì le forme di gestione unitaria delle infrastrutture e dei servizi delle aree ecologicamente attrezzate da parte di soggetti pubblici o privati".

Fig. 4 - Aree localizzate dell'area produttiva cantieristica navale dei Navicelli. perimetro APEA: all'interno dell'area produttiva Navicelli in corrispondenza della la Darsena Pisana. Cerchio rosso Sviluppo Navicelli Spa, cerchio verde Darsena Pisana, rettangolo blu Consorzio Navicelli



8.2 Perimetrazione dell'applicazione, obiettivi e scopo dell'analisi E-LCA

Oggetto della analisi è l'area produttiva dei Navicelli e il canale dei Navicelli con le aree del Parco ad esso contigue. Le competenze di pianificazione e di governo appartengono al Comune di Pisa e all'Ente Parco di Migliarino San Rossore e Massaciuccoli, la competenza di gestione per la zona del Parco è sempre dell'Ente Parco, mentre la Navicelli SpA ha affidata la gestione del territorio circoscritto dell'Area APEA nella Darsena Pisana e del Canale navigabile dei Navicelli per l'intero suo sviluppo.

Su questa area l'applicazione del metodo E-LCA territoriale proposto al cap.4 ha condotto alla definizione del quadro delle Funzioni di uso territoriali, una delle quali è stata selezionata per sviluppare un'analisi di impatto. La Funzione territoriale selezionata riguarda la fornitura di servizi per attività turistico-ricreative lungo il Canale dei Navicelli, con la realizzazione di un servizio di navigazione turistica su battello per la percorrenza di un tragitto da Livorno a Pisa. Per tale funzione è stata condotta un'analisi di impatto sulle modalità attuali di erogazione del servizio, un confronto con altri servizi forniti per lo stesso tipo di viaggio, un confronto con una ipotesi di riprogettazione del servizio. Questa analisi ha un valore in sé in rapporto alla funzione considerata e alla prestazione di servizio fornita, confrontabile con riferimento ad un equivalente funzionale di altro servizio, invece, ai fini dell'analisi E-LCA del territorio oggetto di studio tale analisi dovrà confluire in corrispondenti analisi E-LCA delle diverse Funzioni Territoriali identificate e permettere di analizzare l'impatto ambientale del territorio nel suo complesso, come sopra perimetrato, secondo gli scenari di piano che ne governano la sua vita e le sue trasformazioni.

L'obiettivo di una analisi ambientale secondo la metodologia E-LCA a scala territoriale è infatti quello di fornire informazioni rilevanti circa gli impatti ambientali potenziali legati ai diversi scenari di programmazione, fornendo ai pianificatori, ai *decision-maker* e ai portatori di interesse, le informazioni utili per valutare l'efficacia sotto il profilo ambientale delle ricadute oggettive di scelte programmatiche alternative.

L'approccio scelto, come esplicitato nei Capitoli 3 e 4, fa riferimento alle Funzioni d'uso del territorio, LUF (*Land Use Function*) secondo le otto tipologie di Funzioni territoriali identificate alla Tab. 2 del cap. 3 e alla Tab. 1 del cap.4

Per la valutazione dell'impatto ambientale dell'area in esame sono

state identificate quindi le Funzioni di uso del territorio distinguendo fra Funzioni connesse a processi produttivi, a processi di uso e di consumi, a processi insediativi e trasformativi, per ogni LUF, sono stati identificati gli indicatori di prestazioni e di trasformazioni (*drivers*), ai quali riferirsi per la determinazione dell'Equivalente funzionale territoriale, e gli indicatori di pressione ambientali (*pressure*) allo stato attuale e di progetto sulla base dei quali elaborare un inventario dei carichi ambientali da sottoporre successivamente a Analisi di Impatto LCIA.

L'area oggetto di studio, si compone delle fasce di territorio lungo il canale dei Navicelli interne ai confini del Parco e di un'area a vocazione prettamente industriale, porzione della APEA Navicelli. L'area presenta anche un'offerta di servizi turistici e per lo svago per favorire una mobilità sostenibile lungo le vie d'acqua, attraverso la istituzione di un servizio di battello fluviale secondo il progetto esposto al paragrafo 8.1 e attualmente limitato lungo il Canale dei Navicelli, dall'ingresso al Parco di San Rossore in località Tombolo fino alla Darsena Pisana.

Nell'economia del presente lavoro, dopo la identificazione delle LUF – Funzioni di uso – del territorio in esame, la raccolta di dati di inventario e l'analisi di impatto è stata limitata alla Funzione rappresentata dal "Servizio battello fluviale" identificata all'interno della LUF 3 "offerta di servizi sul posto per attività ricettive". In rapporto a questa funzione l'obiettivo dell'analisi E-LCA è in specifico quello di supportare il soggetto gestore Navicelli SpA nella progettazione di un modello sostenibile di trasporto verso la città di Pisa per il turisti in approdo al porto di Livorno.

Il quadro programmatico al quale si è fatto riferimento per l'area oggetto di studio è costituito dai seguenti documenti:

- Progetto APEA Navicelli 2020;
- Piano Strutturale dell'Area Pisana;
- Piano Particolareggiato area Vasta del Canale dei Navicelli SN 26.1;
- Piano territoriale parco Migliarino S. Rossore;
- Piani di gestione Tenute di Tombolo e Coltano;
- Progetto Velaviva Comune di Pisa;
- Progetto PIUSS 2015 percorsi Turistici;
- Piano regolatore dello Sport;
- Yacting lab formazione e marketing;
- Smart Grids Navicelli;
- Piano energetico Provincia di Pisa;
- Piano provinciale di gestione dei rifiuti;

- Progetto Strategico "Rete dei Porti turistici per la Sostenibilità Ambientale" Sottoprogetto A "Sostenibilità ambientale e nautica sociale Area A: realizzazione di un porto a secco all'interno della Darsena Pisana Area B. realizzazione di un porto a secco lungo il canale nell'area del parco urbano di Porta a Mare PU 23.2;
- Studio degli effetti indotti dal nuovo punto vendita IKEA sul sistema di mobilità urbana;
- Progetto E.R.A. (Ecosostenibilità e Riquilificazione Ambientale) Navicelli 2012.

8.3 Confini dell'analisi e responsabilità territoriali

In base alla metodologia proposta al cap.3 e 4, i confini dell'analisi E-LCA territoriale sono geograficamente definiti in rapporto alla responsabilità di governo, di piano e di programmazione dell'area.

L'area è compresa come detto al par. 8.1 in parte nel Piano Strutturale e nel R.U. del comune di Pisa, e in parte nel Piano del Parco Naturale di Migliarino San Rossore Massaciuccoli.

Il soggetto gestore dell'area compresa nel Parco è l'Ente Parco.

Il Soggetto Gestore dell'area APEA NAVICELLI e del canale dei Navicelli è la Navicelli SpA di Pisa, cui è anche demandato il ruolo di:

- Programmazione, progettazione, esecuzione e manutenzione (ordinaria e straordinaria) di opere di qualsiasi natura nella zona Portuale e nell'area del Canale dei Navicelli;
- Esecuzione di opere di manutenzione, dragaggio ed escavazione dei fondali del canale dei Navicelli;
- Movimentazione dei Ponti Mobili di Tombolo e Calambrone;
- Coordinamento e controllo della navigazione, delle manovre, dei vari e degli alaggi per le imbarcazioni/navi da diporto all'interno del Porto Pisano e lungo il Canale dei Navicelli;
- Gestione della logistica e mobilità all'interno dell'area;
- Attività amministrative sul patrimonio demaniale dell'area e ad attività di ricerca, trasferimento tecnologico e formazione.

8.4 Le Funzioni territoriali nell'area e l'Equivalente funzionale territoriale

Per l'area oggetto di valutazione si è proceduto quindi ad identificare, secondo i criteri di cui alla Tab. 2 del cap.3 e alla Tab. 1 del cap.4, le LUF (Funzioni di uso del territorio) presenti al momento dell'analisi o previste dai piani programmatici di trasformazione. Come si può vedere dalla Tab2. non sono presenti nell'area analizzata significa-

Area produttiva e commerciale dei Navicelli e Canale dei Navicelli

A. Funzioni	B. Servizi offerti, dotazioni e risorse	C. Indicatori per la determinazione dell'Equivalente Funzionale	D. Fasi del ciclo di vita in un E-LCA	E. Indicatori di pressione ambientale
<p align="center">Fornitura di prodotti e servizi industriali</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Attività industriale: cantieristica navale, produzione di imbarcazioni/navi da diporto in acciaio di lunghezza oltre m.40 e imbarcazioni da diporto in resina fra m.25 e m.60 allestite e motorizzate. - Attività Logistica - Attività complementari - Circa 23 unità aziendali per un totale di 350 lavoratori ed impiegati diretti, oltre 700 tecnici e lavoratori operanti in loco, volume annuo d'affari complessivo di 120 milioni di euro c.a. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ton. di produzione/anno, con riferimento a tipo di imbarcazione da diporto - N. Unità aziendali - Volume di affari annuo - N. di addetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Processi a monte (off-site) e processi di produzione (on site), indicazioni aggiuntive su processi di fine vita dei prodotti industriali (off site) con riferimento alla Unità Funzionale di prodotto 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso del suolo, superficie aree produttive/ volume di affari annuo o n. di addetti - Ton. rifiuti industriali prodotti anno/ volume di affari annuo o n. di addetti - Livello di rumore medio sulle 24 ore per unità aziendale media - Consumo di acqua annuo/ volume di affari annuo o n. di addetti - Indicatori LCI, dalla culla ai cancelli, con informazioni aggiuntive sul fine vita, riferiti alla Unità Funzionale imbarcazione da diporto
<p align="center">Fornitura di prodotti e servizi commerciali</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Attività commerciale GSV IKEA Store 20.000 mq destinati alla vendita e 12.000 mq magazzino e servizi. - 350 posti di lavoro c.a. 	<ul style="list-style-type: none"> - N. di utenti/anno - Volume di affari annuo - N. di addetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Processi di erogazione dei servizi commerciali (vendita, magazzino, servizi alle persone) con riferimento alla Unità Funzionale di servizio 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso del suolo, superficie area commerciale/ volume di affari annuo o n. di addetti - Ton. rifiuti servizi commerciali prodotti anno/ volume di affari annuo o n. di addetti - Livello di rumore medio sulle 24 ore - Consumo di acqua annuo/ volume di affari annuo o n. di addetti - Indicatori LCI dalla culla ai cancelli con informazioni aggiuntive sul fine vita riferiti alla Unità Funzionale di servizio commerciale
<p align="center">Offerta di servizi sul posto per attività ricreative</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Attività turistiche nell'area legate al progetto gite in Battello sul Canale dei Navicelli - n. corse effettuate/anno - n. di utenti/anno - mq spiaggia accessibile - mq aree verdi pubbliche - km piste ciclabili - km percorsi attrezzati pedonali 	<ul style="list-style-type: none"> - km percorso/utente - km*utente - Volume di affari annuo - N. di addetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Processi di uso e di gestione del servizio di navigazione in battello con riferimento a Unità funzionale di servizio 	<ul style="list-style-type: none"> - Ton. rifiuti servizio turistico prodotti anno/ n.di turisti - Livello di rumore medio su tempo percorso medio - Indicatori di pressione del trasporto fluviale/ [km/utente] (CO2, Polveri fini, VOC, NOx, emissioni in acqua e nel suolo, Energia da FENR e da FER)
<p align="center">Dotazione di insediamenti e infrastrutture per attività produttive, commerciali e di servizio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Edifici industriali cantieristica - Edifici commerciali 15.000 mq - Edifici GSV 32.000 mq - Rete fognaria - Rete elettrica - Rete idrica - Rete antincendio - Impianto di trattamento e smaltimento delle acque reflue dalle imbarcazioni 	<ul style="list-style-type: none"> - SU o Sc a destinazione industriale - SU o Sc a destinazione commerciale - Sviluppo Rete fognaria - Sviluppo Rete elettrica - Sviluppo Rete idrica - Sviluppo Rete antincendio - Capacità Impianto di trattamento e smaltimento delle acque reflue dalle imbarcazioni 	<ul style="list-style-type: none"> - Processi di produzione (off-site), processi di costruzione (on-site), processi di gestione e manutenzione, processi di fine vita degli edifici industriali (Design Service Life 50 aa.), degli edifici commerciali GSV (Design Service Life 25 aa.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Indicatori LCI per tipologie insediamenti industriali e commerciali - dalla culla alla tomba



Tab. 2 - Identificazione delle LUF [Funzioni di Uso del Territorio] dell'area oggetto di analisi: area produttiva Navicelli e canale dei Navicelli, prestazioni/dotazioni/risorse delle LUF, fasi del ciclo di vita da analizzare in una E-LCA territoriale e fattori di pressione ambientale per la costruzione del LCI [Life Cycle Inventory]

<p>LUF6</p> <p>Dotazione di infrastrutture di trasporto via terra, via canale e darsena reti e servizi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Rete stradale grande viabilità, Raccordi Aurelia e Fi-Pi-Li - Rete viaria interna all'area - Superficie a parcheggio 520 mq - Rete ferroviaria Darsena Pisana - Servizio autobus (un solo punto fermata) - Progetto People moover - Accesso n. auto e scooter - Trasporto merci in arrivo e in partenza su gomma, su ferrovia, su idrovía - Banchine Sup. 45.000 mq c.a su due darsene 	<ul style="list-style-type: none"> - Sviluppo rete stradale raccordi grande viabilità e rete stradale interna - Superficie a parcheggio - Sviluppo pista ciclabile - Sviluppo rete ferroviaria - N. di addetti per modalità trasporto (pubblico, autovettura, scooter) - Superficie banchina darsena - Capienza n. di imbarcazioni 	<ul style="list-style-type: none"> - Processi di produzione (off-site), processi di costruzione (on-site), processi di gestione e manutenzione, processi di fine vita della rete viaria, ferroviaria e della idrovía (Design Service Life 50 aa.) - Processi gestione trasporto persone e merci 	<ul style="list-style-type: none"> - Pressione da uso del suolo a destinazione infrastrutturale - Indicatori LCI infrastrutture viarie e servizi trasporto intero ciclo di vita - Indicatori LCI infrastrutture ferroviarie e trasporto intero ciclo di vita - Indicatori LCI infrastrutture portuali intero ciclo di vita - Livelli di rumore per infrastrutture extra urbane - Indicatori di modifica del paesaggio
<p>LUF7</p> <p>Disponibilità di Risorse Naturali Abiotiche</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Caratteristiche del corpo idrico - Assetto idrogeologico - Assenza di rischio idraulico - Sistema di drenaggio superficiale dell'area - Qualità dell'aria - Irradianza solare - Energia prodotta da Fotovoltaico oltre 6.000.000 kWh/anno - Progetti attivi di tutela dell'assetto idrico e idrogeologico - Progetti attivi sfruttamento FER 	<ul style="list-style-type: none"> - Indicatori qualità suolo sottosuolo e assetto idrogeologico - Giudizio di qualità dell'acqua e dell'aria dati ARPAT - Irradianza solare al suolo W/mq - Irradiazione solare anno Wh/mq - Energia da FER prodotta kWh/anno - Superficie complessiva dell'area 	<ul style="list-style-type: none"> - Processi di produzione (off-site), processi di costruzione (on-site), processi di gestione e manutenzione, processi di fine vita (Design Service Life 25 aa.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pressione sul corpo idrico e assetto idrogeologico - Pressione da uso del suolo per impianti FER - LCI infrastrutture FER intero ciclo di vita - Indicatori livelli di rumore impianti FER - Indicatori di modifica del paesaggio
<p>LUF8</p> <p>Disponibilità di Risorse Biotiche</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aree protette, Aree Rete Natura 2000 e riserve naturali - Aree verdi lungo il Canale dei Navicelli - Reti ecologiche - Indicatori specie Rete Natura 2000 - Pescosità del canale dei Navicelli - Progetti attivi di tutela del patrimonio naturale 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie delle aree protette e riserve naturali - N. di Specie Rete Natura 2000 - Superfici aree verdi al di fuori delle aree protette - Indice di pescosità del canale dei Navicelli 	<ul style="list-style-type: none"> - Processi di produzione (off-site), processi di costruzione (on-site), processi di gestione e manutenzione, processi di fine vita di infrastrutture del Parco e lungo il canale - Processi di gestione e manutenzione del Parco - Processi di gestione e manutenzione del Verde 	<ul style="list-style-type: none"> - Indicatori di trasformazione degli habitat - Apporti fluviali - Scarichi a mare - Apporti diffusi costieri - Apporti sedimento - Frammentazione reti ecologiche - Livelli di minaccia strutturale e funzionale per specie animale e vegetale - Diffusione di specie alloctone animali e vegetali - Catture - Indicatori di modifica del paesaggio

tive funzioni di produzione primaria e residenziali con i relativi servizi. Per ogni LUF nella Tab.2 vengono identificati i servizi offerti, le dotazioni e le risorse (colonna B), con i relativi indicatori descrittivi (colonna C), utilizzabili per la determinazione dell'Equivalente Funzionale della singola LUF e del territorio, le fasi del ciclo di vita da considerare nella valutazione E-LCA (colonna D), e gli indicatori di pressione ambientale (colonna E).

Come si può leggere nella tabella alla colonna B, i servizi, le dotazioni e le risorse dell'area in esame sono in molti casi solo enunciati, mentre in alcuni casi sono quantitativamente descritti. Tale differenza dipende dallo stato delle conoscenze sull'area disponibili nella ricerca. I dati descrittivi e quantitativi riportati sono stati forniti in data 30/07/2013 dalla Società Navicelli di Pisa, come contributo alla ricerca da parte di: Dott. Nicola d'Andretta, Ing. Silvia Leon, Dott. Piero Pagliaro, Dott. Marco Sammataro, con la supervisione di Ing. G. Caridi.

Gli indicatori descrittivi delle prestazioni o risorse di ogni LUF servono a quantificare la prestazione offerta o la risorsa disponibile, al fine di definire un Equivalente Funzionale Territoriale al quale ricondurre gli indicatori di pressione e poi di impatto. Ai fini di una comparazione con altri territori tali indicatori devono essere normalizzati assumendo una unità di riferimento. Loiseau et al. (2014), ad esempio, utilizzano quale unità di normalizzazione il "contributo procapite", nell'analisi di un'area composta da 14 municipalità e circa 120.000 abitanti; in un'area di estensione limitata e specificamente destinata ad attività produttive il parametro di normalizzazione potrebbe essere il fatturato medio per unità di impresa o un indicatore medio di produttività rapportato agli addetti.

In base a quanto riportato nella Tab.2 colonna C e muovendo dalla definizione data di EFT -Equivalente Funzionale Territoriale- al cap.3 paragrafo 3.1, per l'area in esame EFT può essere definito come di seguito riportato.

EFT Equivalente funzionale territorio dell' Area produttiva Navicelli e canale dei Navicelli:

1.500 c.a addetti in totale per attività cantieristica navale da diporto, attività commerciali e servizi ricreativi

200.000 milioni c.a di affari annuo totale delle imprese sul territorio
2.500 (attuale) - 60.000 (progetto) presenze turistiche sul territorio,
45 c.a compresenze imbarcazioni

500.000 sup. coperta edifici attività produttive

50.000 sup. coperta edifici attività commerciali

520 mq parcheggi,

40.000mq di banchine distribuite lungo due darsene presenti lungo il canale

1 binario ferroviario su banchina di Darsena, lato sud, vari raccordi stradali e autostradali

17 km (attuale) Lunghezza idrovia canale Navicelli

6.000.000 kWh/anno di Energia da FER prodotta in situ.

8.5 Sviluppo del E-LCA per la funzione Servizi per attività ricreative: gite in battello sul canale Navicelli

La LUF 3 "servizio battello fluviale" è stata identificata, nell'economia della presente ricerca, come particolarmente [...] significativa per l'area in rapporto alla valorizzazione della risorsa Parco Naturale, dal momento che sono presenti e in corso di attuazione piani di trasformazione e miglioramento dei servizi offerti.

Per questa funzione è stata condotta una valutazione di impatto ambientale secondo la metodologia Life Cycle, adottando quale Equivalente funzionale della LUF, al quale rapportare i carichi ambientali, il parametro [km] riferito a un percorso A/R calcolato su base annua in relazione al numero di percorsi effettuati dal battello lungo il canale, e considerando le fasi del ciclo di vita relative ai processi di uso e di gestione del servizio di navigazione in battello.

La metodologia seguita è quella generale illustrata al capitolo 4, di seguito specificata nell'applicazione al caso studio.

8.5.1 Dati relativi al turismo da crociera nell'area pisana

Il turismo da crociera rappresenta una voce rilevante ed in costante crescita del flusso turistico della città di Pisa. L'Osservatorio Turistico di Livorno⁷ ha stimato che dal 1997 al 2009, data dell'ultimo censimento, i flussi turistici legati alle navi da crociera sono cresciuti del 400% assestandosi attorno al 1.000.000 di presenze nel 2012 (precisamente 1.037.849). Di questi, solo un 20% si ferma in città mentre il

⁷ I dati dell'osservatorio Turistico di Livorno sono disponibili sul sito dell'Osservatorio all'indirizzo <http://www.provincia.livorno.it/economia/turismo/ossturistico2/sub.htm>

Tab. 3 - Flusso turistico verso la città di Pisa, anno 2012 [dati concessi dalla Società PortoLivorno 2000, indagine interna]



Tab. 4 - Servizio Gite in battello lungo i Navicelli, situazione attuale

TIPOLOGIA DEL SERVIZIO	TOTALE PASSEGGERI	PISA STIMATO	PERCENTUALE su TOT	
Totale passeggeri crocieristi 2012	1.000.000		100%	
Passeggeri che rimangono a bordo	100.000		10%	
Escursioni Ufficiali via FF.SS. Firenze	37.200		4%	64%
Totale passeggeri in escursione ufficiale con bus	500.000		50%	
di cui solo Pisa (stimato da rilevazione)		160.860	16%	
Bus Indipendenti Firenze	74.400		7%	
Taxi/Ncc Locali Pisa - Firenze	34.875		3%	36%
di cui solo Pisa (stimato da rilevazione)		11.220	1%	
Passeggeri che scendono in città con SHUTTLE BUS	250.000		25%	
DI CUI Autolinea Low Cost Livorno-Pisa	25.000	25.000	3%	
DI CUI Altre Escursioni da Livorno Centro (CitySight Seeing - Battello Fossi)-FF.SS.	20.000		2%	
Totale su Pisa		197.080	19.71%	

	A. Funzioni	B. Servizi offerti	Indicatore di funzione
LUF3	Offerta di servizi sul posto per attività ricreative	Attività turistiche nell'area legate al progetto gite in Battello sul Canale dei Navicelli	150/giorno
		n. di utenti/giorno	2.500/anno (4 mesi)
		n. di utenti/anno	
		n. corse effettuate/anno	35/anno (4 mesi)

resto sfrutta le offerte turistiche per tour di 1 o 2 giornate per visitare la costa della Toscana e le città d'arte. Pisa, data anche la vicinanza al porto, è tra le mete privilegiate.

La maggior parte dei turisti che scelgono Pisa per la gita giornaliera, raggiunge la città per mezzo di pullman turistici, una quota parte (20%) preferisce invece organizzarsi autonomamente con una macchina a noleggio. I tour operator ufficiali non rendono disponibili i dati sulle escursioni che sono commercialmente sensibili. La città di Pisa ha da tempo chiuso gli uffici dell'APT e l'agenzia PisaMO attualmente responsabile di tutti i servizi di mobilità pubblica nell'area urbana, non ha condotto indagini statistiche mirate su questo tipo di flussi turistici.

Gli unici dati disponibili sono quindi quelli rilevati dalla società PortoLivorno 2000, che gestisce il terminal crociere al porto di Livorno, durante una indagine condotta nel 2012 su 4 grandi navi.

Durante i mesi estivi, con una media di 53 attracchi mensili, corrispondenti a circa 100.000 passeggeri, si stima un numero di crocieristi che si spostano su Pisa di circa 16.000 unità al mese.

Considerando che in media, ogni giorno attraccano al terminal 2 navi, il bacino potenziale di utenza del battello dei Navicelli in servizio dal porto di Livorno alla città di Pisa potrebbe essere di circa 500 unità/giorno.

Gli attracchi avvengono solitamente durante le prime ore del mattino per ripartire in tarda serata in modo che i crocieristi possano avere

	CO ₂ totale	Polveri fini		Composti organici volatili	Ossidi di azoto
	gCO ₂ /km	mgPM _{2,5} /km	mgPM ₁₀ /km	mgN ₂ O/km	mgNOx/km
Auto alimentata a gasolio di media cilindrata	159.5	55	30.9	191.7	329.6
Auto alimentata a benzina di media cilindrata	203.8	69.2	30.8	237.2	243.3
Autobus Granturismo	50.1	24.5	17.6	60.9	468.6
Bus locale	100.3	51.3	40.7	131.8	1012.0
Ferrovia regionale	9.7	27.9	4.6	6.0	33.4
Battello	119.2	55.8	48.3	225.3	1829.7

Tab.5 - Fattori di emissione utilizzati con un carico medio del mezzo di trasporto - Fonte Ecolcalcolatore FFS [Centro svizzero per gli inventari ecologici Ecoinvent c/o EMPA Lerchenfeldstr. 5, 9014 San Gallo info@ecoinvent.org - Settembre 2010]

	gCO ₂ /passaggero	mgPM _{2,5} /passaggero	mgPM ₁₀ /passaggero	mgN ₂ O/passaggero	gNOx/passaggero
Auto alimentata a gasolio di media cilindrata	2658.33	916.67	515.00	3195.00	5493.33
Auto alimentata a benzina di media cilindrata	3396.67	1153.33	513.33	3953.33	4055.00
Autobus Granturismo	34.79	17.01	12.22	42.29	325.42

Tab.6 - Indicatori di pressione calcolati per passeggero sulla tratta andata/ritorno Li-Pi Aurelia o A12 pari a km ~50 [3 passeggeri/auto - 72 passeggeri/autobus]

a disposizione l'intera giornata per le visite o il relax a bordo. Il successo del progetto per un battello lungo i Navicelli può dipendere infatti dalla sua "vendibilità" soprattutto nei confronti dei tour operator ufficiali delle linee da crociera.

Il progetto dovrebbe quindi prevedere la programmazione di almeno due corse verso la città di Pisa con partenza nelle prime ore della mattinata organizzate con battelli in grado di trasportare, tenendo conto delle limitazioni tecniche derivate dalla struttura e conformazione del canale, un massimo di 100 persone.

8.5.2 Il Servizio battello canale dei Navicelli: situazione attuale e dati di inventario

Il Servizio fluviale lungo il canale dei Navicelli deve in primis assicurare un collegamento rapido tra il porto di Livorno e il centro storico di Pisa e al contempo integrarsi con il sistema degli accessi e dei percorsi di visita del Parco di Migliarino e San Rossore e nello specifico con il sistema di accessibilità alla Tenuta di Tombolo che il canale attraversa in toto.

Il canale dei Navicelli, oggi classificato idrovia, è largo 31,60 metri ed

ha un pescaggio di 3,50 metri (calcolato mediomare), per cui possono navigare natanti fluviomarittimi con stazza fino a 1.200 tonnellate, lunghezza massima di 90 metri, pescaggio fino a 2,60 metri e velocità non superiore a 6 nodi.

La Navicelli SpA ha attivato nel 2013 un progetto di collaborazione con alcune società private del settore turistico per la promozione e l'organizzazione di gite in battello lungo il canale dei Navicelli, dalla casa di Tombolo (in prossimità del ponte mobile che collega l'Aurelia a Tirrenia) alla Darsena Pisana, a servizio dei croceristi che raggiungono la Toscana attraverso il porto di Livorno.

Il servizio attualmente attivo ha cadenza settimanale (tutti i lunedì), è garantito nei mesi di novembre, dicembre, gennaio e marzo e ha l'obiettivo di offrire la possibilità di navigare il canale dei Navicelli, a bordo di un caratteristico battello, con la possibilità di osservare uno scorcio paesaggistico tipico, di osservare i cantieri navali presenti lungo la sponda ed essere informati sulla storia del canale. I croceristi sono accompagnati in autobus dal porto di Livorno a Tombolo, da qui imbarcano su un battello turistico navigando per circa un'ora, accompagnati da una guida autorizzata, fino alla Dar-

	gCO ₂ / passeggero	mgPM _{2,5} / passeggero	mgPM ₁₀ / passeggero	mgN ₂ O/ passeggero	gNO _x / passeggero
Bus locale	129.55	66.26	52.57	170.24	1307.17
	gCO ₂ / passeggero	mgPM _{2,5} / passeggero	mgPM ₁₀ / passeggero	mgN ₂ O/ passeggero	gNO _x / passeggero
Ferrovia regionale	1.91	5.48	0.90	1.18	6.56
	gCO ₂ / passeggero	mgPM _{2,5} / passeggero	mgPM ₁₀ / passeggero	mgN ₂ O/ passeggero	gNO _x / passeggero
Battello motore Diesel	47.43	22.85	18.23	73.80	586.28

Tab. 7 - Indicatori di pressione calcolati per passeggero sulla tratta andata/ritorno LI-PI km ~75 [media di 60 passeggeri sui 90 posti disponibili per la tratta extraurbana; 40 passeggeri sui 70 posti disponibili per la tratta urbana]

Tab. 8 - Indicatori di pressione calcolati per passeggero sulla tratta FS andata/ritorno Livorno Centrale-Pisa centrale [media di 70 passeggeri sugli 84 posti disponibili per carrozza, con un numero medio di 8 carrozze; 40 passeggeri sui 70 posti disponibili per la tratta urbana]

Tab. 9 - Indicatori di pressione calcolati per passeggero sulla tratta andata/ritorno Livorno Porto-Tombolo-Darsena Pisana-Parcheggio Scambiatore [media di 75 passeggeri sui 100 posti disponibili per battello] e tratte su bus

sena Pisana dove un trenino turistico li attende per il trasferimento sui Lungarni fino a piazza dei Miracoli. Dalla Darsena Pisana, al rientro, un autobus li riporta al Porto di Livorno.

Il battello attualmente in forza lungo il canale ha le seguenti caratteristiche:

- dimensioni: lunghezza 15,20 metri - larghezza 4,36 metri - immersione a pieno carico 0,40 cm;
- alimentazione: gasolio;
- pot. motore: 2991 cilindrata - 4 tempi - 5 cilindri;
- consumo: 30 litri l'ora alla max velocità e a pieno carico;
- portata: 6,22 tonnellate;
- N. passeggeri: 78 + 2 (equipaggio).

L'obiettivo del piano di sviluppo proposto dalla Navicelli SpA all'interno del progetto APEA 2020 è di rafforzare il servizio del battello fino ad offrire una reale e consistente alternativa ai mezzi di trasporto oggi disponibili per raggiungere la città di Pisa dalla banchina del porto di Livorno dove attraccano le grandi navi da crociera.

Quattro sono al momento le modalità a disposizione dei crocieristi per raggiungere la città di Pisa:

- in autobus direttamente dal porto di Livorno;
- in treno dalla stazione centrale di Livorno alla stazione centrale di Pisa;
- in auto a noleggio;
- attraverso il battello fluviale.

Di queste modalità è possibile valutare la qualità ambientale espressa attraverso gli indicatori di pressione relativi alle emissioni inquinanti in aria e al consumo di combustibile primario (dati di inventario).

In termini generali, la disciplina relativa alle emissioni, (che si riferisce agli inquinanti "classici" e non alle emissioni di CO₂) prevede disposizioni specifiche per i diversi inquinanti, con valori ammessi diversificati a seconda della categoria del veicolo ai sensi della classificazione attraverso prescrizioni riguardanti i quantitativi in massa dei seguenti inquinanti:

- CO (monossido di carbonio);
- HC (idrocarburi incombusti);
- NO_x (ossidi di azoto);
- PM (materiale particolato).

Il tratto stradale che collega le due città (Porto di Livorno, scalo crociera - Pisa, Piazza dei Miracoli - parcheggio scambiatore Via Pietrasantina) è di circa 25 km lungo la strada statale Aurelia n.1 e di 30 km lungo l'autostrada A12 Genova-Livorno. Il tempo di percorrenza medio è di circa 35 minuti.

Il servizio extraurbano della CPT Compagnia Pisana Trasporti (Tab.7) offre una linea dedicata lungo la tratta Pisa-Livorno con partenza dalla stazione FS di Livorno e arrivo alla stazione FS di Pisa passando per Tirrenia e Marina di Pisa. Il tratto è di 35 km con un tempo di percorrenza medio di 50 min. Gli impatti considerano anche la tratta in autobus urbano dal Porto Mediceo di Livorno alla Stazione Centrale FS (2.6km - 25 min)

Le FS Ferrovie dello Stato (Tab.8) collegano direttamente la Stazione centrale di Livorno alla Stazione Centrale di Pisa lungo la direttrice Roma Termini. Il tratto è di 20 km con un tempo di percorrenza medio di 15 min (40 complessivi se considerata la tratta urbana verso la stazione FS)

Tab.10 - Indicatori di pressione relativi al servizio combinato bus-battello-bus offerto dalla Navicelli SpA per Gite lungo il canale dei Navicelli al momento della valutazione calcolati per passeggero nella tratta A/R Livorno Porto-Tombolo-Darsena Pisana-Parcheeggio Scambiatore [2013]



Tab. 11 - Confronto degli indicatori di pressione calcolati per passeggero sulla tratta A/R Livorno Pisa nelle diverse alternative di viaggio esaminate

A. Funzioni	B. Indicatore di pressione	
LUF3 Offerta di servizi sul posto per attività ricreative gite in Battello sul Canale dei Navicelli situazione attuale	CO ₂ totale/passeggero	47.43 gCO ₂
	Polveri fini/passeggero	22.85 mgPM _{2,5}
		18.23 mgPM ₁₀
	Composti organici volatili/passeggero	73.80 mgN ₂ O
	Ossidi di azoto/passeggero	586.28 mgNOx
	Tempi di percorrenza	125 min

	CO ₂ totale	Polveri fini		Composti organici volatili	Ossidi di azoto	Tempi di percorrenza
	gCO ₂ /passeggero	mgPM _{2,5} /passeggero	mgPM ₁₀ /passeggero	mgN ₂ O/passeggero	gNOx/passeggero	min
Auto a benzina di media cilindrata	3396.67	1153.33	513.33	3953.33	4055.00	35
Auto a gasolio di media cilindrata	2658.33	916.67	515.00	3195.00	5493.33	35
Bus locale	129.55	66.26	52.57	170.24	1307.17	50
Battello Navicelli (stato attuale)	47.43	22.85	18.23	73.80	586.28	125
Autobus Granturismo	34.79	17.01	12.22	42.29	325.42	40
Ferrovia regionale	1.91	5.48	0.90	1.18	6.56	40

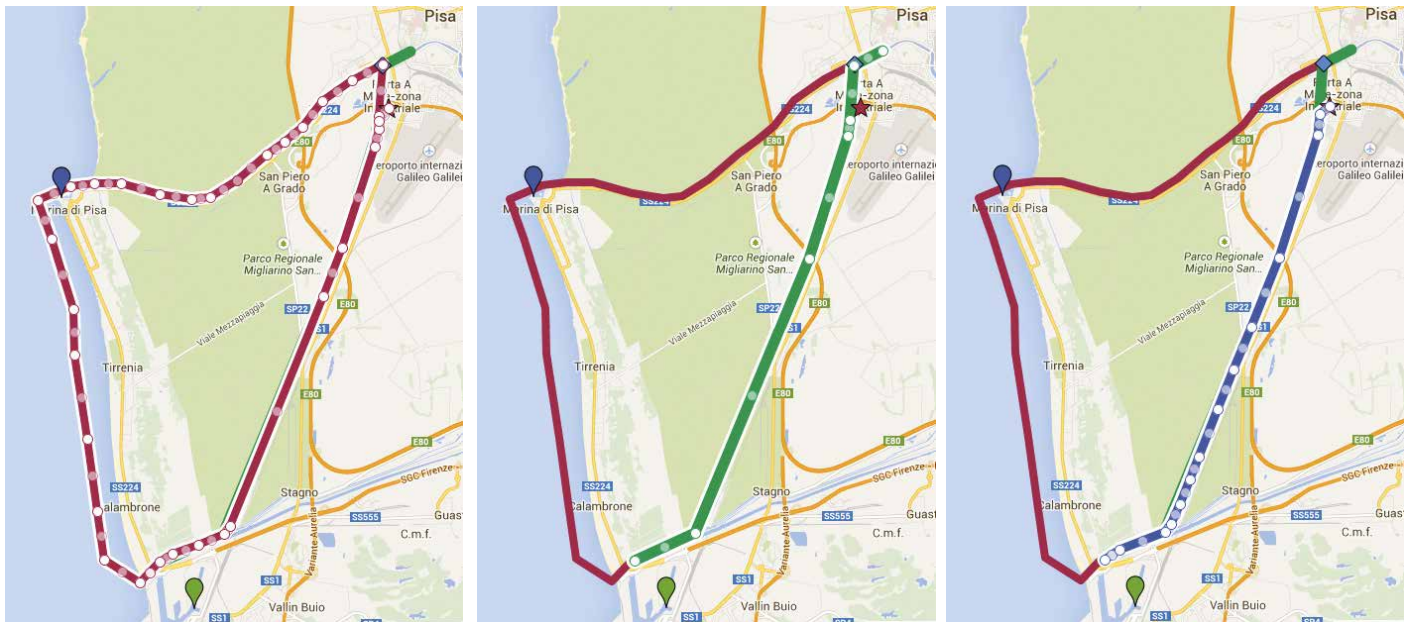
La Navicelli SPA offre attualmente un servizio combinato bus-battello-bus come sopra descritto. La tratta complessiva del percorso combinato è di circa 30 km con un tempo di percorrenza (per il solo tratto di andata, dal momento che il rientro è previsto con servizio autobus) di circa 125 min. (60 min per il solo tratto in battello-Tab.9) Gli indicatori di pressione riportati in Tab. 10 descrivono le condizioni di qualità delle varie componenti ambientali significative durante la fase d'uso del servizio di mobilità in Battello lungo il Canale dei Navicelli, così come oggi configurato e offerto dalla Navicelli SpA. Il servizio attuale del sistema combinato offerto dalla Navicelli SpA, ancorché valido dal punto di vista degli impatti ambientali, poiché prossimi a quelli del più diffuso autobus granturismo (Tab. 11), sconta un tempo di percorrenza molto superiore e la difficoltà logistica dell'intermodalità di un servizio che, seppur fornito e organizzato da una unica compagnia, conta 3 diversi mezzi di trasporto (autobus-battello-trenino) per coprire un tratto di appena 30 km.

8.5.3 Il progetto per un battello elettrico sul canale dei Navicelli: dati di inventario

Nell'ottica del rispetto delle specificità e della qualità ambientale dell'area del Parco e all'interno di un programma generale volto alla minimizzazione degli impatti ambientali legati alla presenza e all'attività umana anche ai margini dell'area protetta, il progetto si propone l'obiettivo di analizzare l'incidenza ambientale di questo servizio e degli altri eventualmente alternativi, e di individuare una proposta sostenibile per l'abbattimento degli impatti legati al trasporto dei croceristi verso la città di Pisa.

In relazione anche all'orientamento energetico dell'area produttiva Navicelli, con l'area APEA collocata in testata al canale, in corrispondenza della Darsena Pisana che dovrebbe funzionare quale approdo intermedio e rimessaggio dei battelli fluviali, la scelta più ovvia è ricaduta sui battelli turistici per il trasporto passeggeri alimentati ad energia elettrica prodotta da pannelli fotovoltaici.

Fig.5 - Ipotesi di tre percorsi turistici del battello in servizio al canale dei Navicelli: a sinistra a) Darsena Pisana-Tombolo, così come oggi; al centro b) Cittadella-Darsena Pisana, Tombolo, a destra c) il circuito completo Cittadella-Bocca d'Arno-Tombolo-Darsena Pisana



Tab. 12 - Indicatori di trasformazione del servizio gite in Battello sui Navicelli

	A. Funzioni	B. Servizi offerti	Indicatore di trasformazione
LUF3	<p>Offerta di servizi sul posto per attività ricreative gite in Battello sul Canale dei Navicelli ipotesi di progetto</p>	<p>incremento numero di corse del battello fluviale</p> <p>incremento n. utenti del battello fluviale</p> <p>Incremento km navigabili lungo il canale</p>	<p>+ 300/anno</p> <p>+ 200/giorno + 30.000/anno (6 mesi/anno)</p> <p>2 km</p>

Si tratta di battelli in grado di trasportare dalle 50 alle 150 persone, a seconda delle dimensioni del mezzo, alimentati direttamente da un campo solare fotovoltaico generalmente installato sulla copertura del battello stesso. La superficie fotovoltaica è in grado di assicurare una autonomia di crociera di circa 8 h: con una velocità di crociera di circa 5-6 nodi/ora, i battelli solari sono in grado, in autonomia, di coprire una distanza di circa 60-80km. Considerando il solo sviluppo del canale dei Navicelli (17 km), un battello sarebbe quindi in grado di eseguire 3-4 corse singole in autonomia in assenza di radiazione solare.

Tre sono i percorsi interessanti dal punto di vista turistico nei riguardi del centro storico di Pisa (Cittadella) e del Parco di MSR (Fig. 5)⁸:

- collegamento Darsena Pisana - Tombolo lungo il canale dei Navicelli a servizio navetta per i crocieristi. Lunghezza del tratto 14,5 km ingresso parco Tombolo;
- collegamento Cittadella - Darsena Pisana - Tombolo per crociere lungo il fiume e accesso al parco di Migliarino e San Rossore dall'ingresso di Tombolo. Lunghezza percorso 17 km;
- Circuito Darsena Pisana - Cittadella - Bocca d'Arno - Navicelli - Darsena Pisana con soste alle porte del parco di Migliarino e San Rossore di Cascine Vecchie. Lunghezza percorso 40.5 km.

I battelli ad energia solare sono quindi in grado di coprire agevolmente tutte e tre le distanze anche in totale autonomia.

L'alimentazione elettrica diretta dal campo fotovoltaico installato in coperta, consente un completo abbattimento delle emissioni inquinanti in aria e in acqua nonché una riduzione significativa dell'impatto

⁸ Un quarto percorso possibile collega la Darsena Pisana al Porto di Livorno via mare. Lunghezza tratto 30 km.



Fig. 6 - Esempi di battelli turistici per il trasporto di passeggeri, alimentati con campo fotovoltaico

acustico, in sintonia con l'obiettivo generale del progetto di garantire la massima fruibilità dell'area del parco di Migliarino-San Rossore-Mas-saciuccoli, limitando al massimo l'impatto negativo sull'equilibrio e la qualità dell'ecosistema naturale.

Di seguito, alcuni tra i più moderni esemplari di battelli turistici per il trasporto di passeggeri alimentati con campo fotovoltaico, disponibili sul mercato europeo e adeguati alle dimensioni del canale Navicelli, con capacità passeggeri 60-75 passeggeri (Fig. 6).

Canones del Jucar (drassanes dalmau): battello turistico lunghezza 15.80 mt, larghezza 4.60 mt, pescaggio 1.20 mt, capacità 60 passeggeri motori elettrici alimentati da pannelli fotovoltaici <http://www.dalma-shipyard.com/en/66506/ships/Passenger-Boats/Capacity-for-less-than-100-persons/nones-del-jucar>.

Aquabus C60 (grove boats): catamarano turistico lunghezza 14.00 mt, larghezza 6.85 mt, pescaggio 1.00 mt, peso a pieno carico 14 ton, potenza elettrica installata 2x8 kW, campo fotovoltaico 20 m², velocità di crociera 5-6 nodi, autonomia 8h, capacità 60-75 passeggeri, motori elettrici alimentati da pannelli fotovoltaici <http://www.grove-boats.com/en/electric-boats/aquabus-c60>.

Sv Anton 360 cat (Tema): catamarano turistico lunghezza 15.00 mt, larghezza 5.00 mt, potenza elettrica installata 2x6 kW, velocità di crociera 4 nodi, autonomia 6h, capacità 60 passeggeri, motori elettrici alimentati da pannelli fotovoltaici con possibilità di ricarica in porto <http://www.tema.hr/storage/pdf/TEMA-EcoBoat-Sv-Anton>.

E' ovvio che tale proposta diventerà assai più allettante nel momento in cui, con l'apertura dell'ingresso in Arno dell'Incile, il tratto navigabile si estenderà fino alla Cittadella, ossia al centro storico della Città di Pisa, rendendo di fatto inutile l'ultimo tratto su ruote del percorso verso piazza dei Miracoli. E' su questa ipotesi (Fig. 5b) che è stato calcolato l'impatto di un sistema alternativo di mobilità con battello fotovoltaico lungo il canale dei Navicelli.

E' da sottolineare che per i battelli elettrici non esistono studi approfonditi sulle emissioni in aria e che le considerazioni possibili sono di natura generale.

I motori elettrici per definizione non rilasciano CO₂ nell'ambiente, se non durante la fase di ricarica, che generalmente avviene tramite energia elettrica tradizionale fornita dalla rete, alla quale è associata una quota parte di emissioni di CO₂ legate alla sua produzione e distribuzione. Nel caso del battello elettrico qui considerato, al contrario, l'energia di propulsione è fornita direttamente dal campo fotovoltaico installato in

Tab. 13 - Indicatori di pressione calcolati per passeggero A/R, in battello con F.V. sulla tratta Cittadella - Darsena pisana - Tombolo (media di 75 passeggeri sui 75 posti - disponibili per battello) con autobus granturismo sulla tratta Livorno Tombolo

Tab. 14 - Indicatori di pressione espressi per utente relativi al servizio gite in Battello sul Canale dei Navicelli con battello alimentato da F.V. Tratte come in Tab. 13

Servizio con battello elettrico F.V. su tratta Cittadella-Darsena-Tombolo	CO ₂ totale	Polveri fini		Composti organici volatili	Ossidi di azoto	Tempi di percorrenza
	gCO ₂	mgPM _{2,5}	mgPM ₁₀	mgN ₂ O	gNO _x	min
emissioni per passeggero	4.68	2.29	1.64	5.68	43.74	100

	A. Funzioni	B. Indicatori di pressione	
LUF3	Offerta di servizi sul posto per attività ricreative gite in Battello sul Canale dei Navicelli con battello alimentato da F.V sulla tratta Cittadella-Darsena- Tombolo km 34 A/R]	CO ₂ totale/passeggero	4.68 gCO ₂
		Polveri fini per passeggero	2.29 mgPM _{2,5}
			1.64 mgPM ₁₀
		Composti organici volatili per passeggero	5.68 mgN ₂ O
		Ossidi di azoto per passeggero	43.74 mgNO _x
		tempi di percorrenza	100 min
		Emissioni in acqua	--
		Emissioni nel suolo	--
Consumo di Energia da FER ¹ per passeggero	0,93kW		

¹ Considerando un battello con installati 16 kW, la produzione mensile media di Energia elettrica è di 2.730kWh nel mese di luglio e 419 kWh nel mese di gennaio

copertura: si tratta quindi di un combustibile 100% da fonti rinnovabili. Le polveri fini (piombo, solfati, particolato organico) sono il risultato della combustione interna dei motori a scoppio. Il motore elettrico non produce emissione di polveri sottili.

Gli ossidi di azoto (NO, NO₂ e NO_x) si formano anch'essi quasi esclusivamente nella camera di combustione. Il motore elettrico non produce quindi emissioni di NO_x.

La pressione ambientale di un sistema di mobilità basato sull'impiego di un battello elettrico lungo il canale, può riassumersi quindi come nelle Tabelle 13 e 14.

8.6 Gli impatti ambientali. Confronto situazione attuale e situazione di progetto

Le emissioni in aria, le emissioni in acqua e nel suolo e il consumo di combustibile costituiscono gli indicatori di pressione raccolti nell'inventario LCI necessari per la valutazione dell'impatto ambientale della funzione "Battello Navicelli" prevista tra i servizi offerti dalla LUF 3.

A partire da tali indicatori, attraverso il metodo LCA IMPACT WORLD+ è possibile caratterizzare l'impatto ambientale del servizio, espresso attraverso indicatori di impatto ambientale, significativi a diverse scale di analisi (vedi cap. 4).

La Tabella 15 riporta l'analisi LCA per il servizio Battello elettrico autoalimentato da campo fotovoltaico condotta per l'Equivalent Funzionale [km/passeggero] ed espressa attraverso indicatori a scala locale relativi all'uso del suolo, alla tossicità dell'ecosistema e al consumo di acqua.

La Tabella 16 riporta l'analisi LCA per il servizio Battello elettrico autoalimentato da campo Fotovoltaico condotta per l'Equivalent Funzionale: km/utente ed espressa attraverso indicatori a scala globale relativi al riscaldamento globale, il consumo di energia e di risorse fossili, la riduzione dello strato di ozono.

Tali impatti, possono essere confrontati con quelli causati dall'attuale sistema combinato di trasporto (Autobus+ Battello a motore diesel) per valutare l'aumento o diminuzione di pressione sull'ambiente causato dalle scelte di piano.

La Tabella 17 riporta a confronto gli impatti ambientali dei due modelli di trasporto, calcolati per km/utente.

8.7 Interpretazione e Valutazione

Nell'applicazione della metodologia LCA alla valutazione dei vantaggi ambientali derivanti dalla programmazione e progettazione di tracciati di viabilità ordinaria e alternativa e dalla scelta di sistemi di

Tab.15 - Servizio Battello elettrico sul canale dei Navicelli con battello autoalimentato da campo FV [scenari b] indicatori di impatto a scala locale riferiti a km/utente. Metodo Impact indicators Midpoint [IMPACT WORLD+] - Local scale -



Tab.16 - Servizio Battello elettrico sul canale dei Navicelli con battello autoalimentato da campo FV indicatori di impatto a scala globale riferiti a km/utente. Metodo Impact indicators Midpoint [IMPACT WORLD+] - Global scale -



Fig. 7 - Grafici degli impatti ambientali dei due sistemi di mobilità a confronto. Impatti ambientali calcolati a km/utente, situazione attuale con Autobus+battello a motore Diesel e ipotesi di progetto

Categoria d'impatto	Unità	motore FV Elettrico
Occupazione del suolo	ha.yr arable	1.94E-12
Uso di acqua	m ³ deprived	1.17E-06
Acidificazione del terreno	kg SO ₂ eq	1.01E-04
Eutrofizzazione dell'acqua	kg PO ₄ -eq	2.19E-08
Eutrofizzazione marina	kg N eq	2.81E-07

Categoria d'impatto	Unità	motore FV Elettrico
Riscaldamento globale	kg CO ₂ eq	1.38E-02
Consumo di energia fossile	MJ deprived	1.85E-016
Consumo di risorse minerali	kg deprived	6.77E-06
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC _{-11e}	2.59E-11

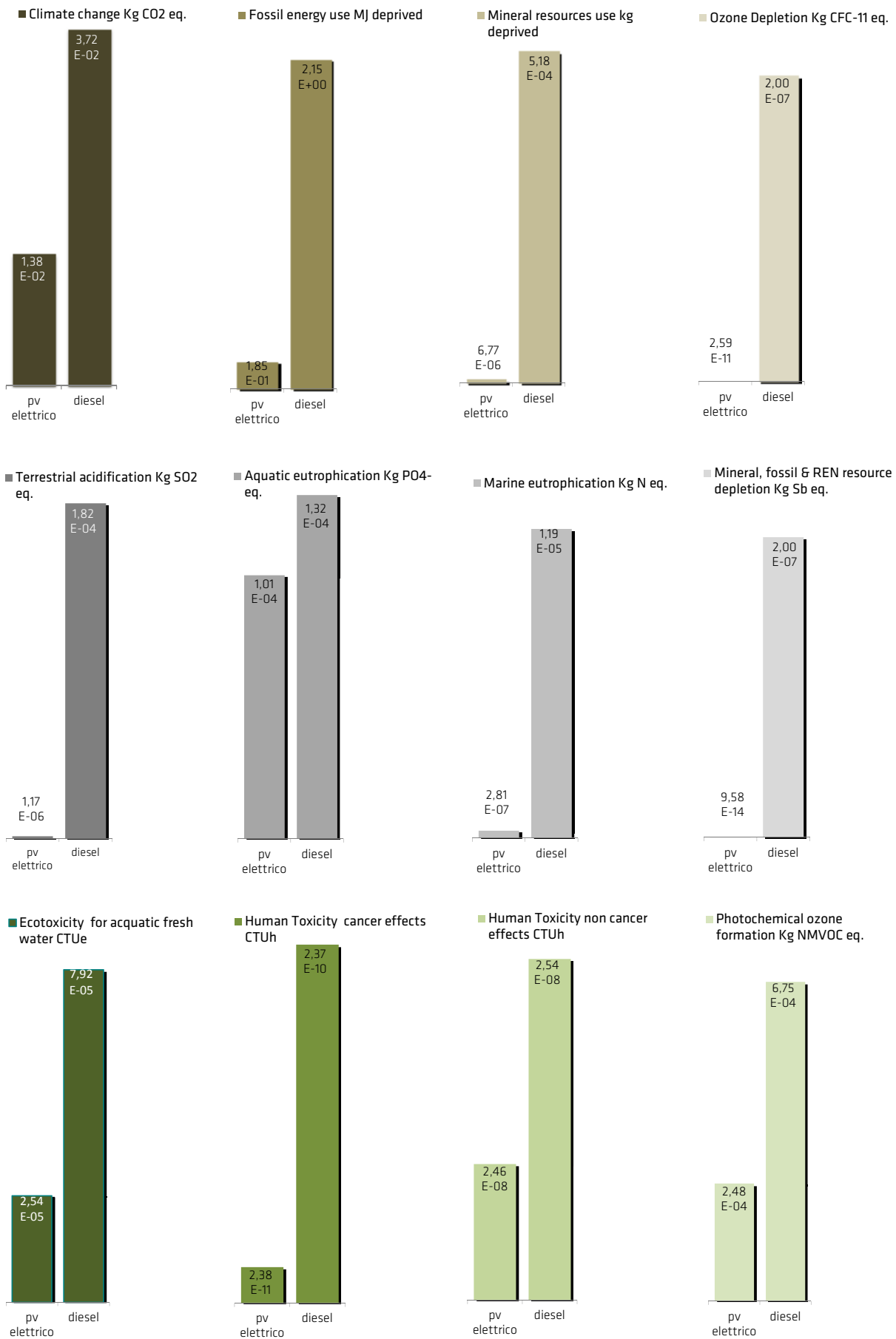
Categoria d'impatto	Unità	motore Diesel	motore FV Elettrico
Occupazione del suolo, biodiversità	ha.yr arable	1.52E-09	1.94E-12
Uso di acqua	m ³ deprived	1.82E-04	1.17E-06
Acidificazione del terreno	kg SO ₂ eq	1.32E-04	1.01E-04
Eutrofizzazione dell'acqua	kg PO ₄ -eq	3.97E-07	2.19E-08
Eutrofizzazione marina	kg N eq	1.19E-05	2.81E-07
Riscaldamento globale	kg CO ₂ eq	3.72E-02	1.38E-02
Consumo di energia fossile	MJ deprived	2.15E+00	1.85E-01
Consumo di risorse minerali	kg deprived	5.18E-04	6.77E-06
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC _{-11e}	2.00E-07	2.59E-11

Tab.17 - Analisi a confronto degli impatti ambientali (calcolati a km/passeggero su percorso A/R) del Servizio Battello sul canale dei Navicelli situazione attuale con Autobus+battello a motore Diesel e ipotesi di progetto tragitto b di Fig. 5 con battello a motore Elettrico da PV. Per il motore Diesel è stato utilizzato il dato relativo al consumo (30lt/h) reale del battello esistente, per il motore elettrico è stata stimata una produzione media annua di energia elettrica da fotovoltaico 45.9kwh, calcolata attraverso il Photovoltaic Geographical Information System sviluppato da JRC. Metodo Impact indicators Midpoint [IMPACT WORLD+] - Global scale - Local scale

trasporto convenzionali, ibridi o elettrici, grande importanza è rivestita dalla specificità dei dati raccolti durante la analisi di inventario. Mentre i dati medi generici possono essere utili per confrontare modelli generici di trasporto, questi stessi risultano meno significativi nell'orientare le decisioni di pianificazione locale che si basano sulla comprensione esatta delle conseguenze e delle modalità con cui, in

prospettiva, le nuove infrastrutture influenzeranno il traffico, la vita della comunità e l'assetto ambientale dell'area.

In tema di trasporti, è da considerarsi poi che i vantaggi ambientali ottenuti nella fase di uso, devono essere considerati in termini di tempo di ritorno dell'impatto ambientale causato dalla realizzazione di tali infrastrutture. La georeferenziazione degli impatti e delle emissioni, nel caso specifico della valutazione di impatto di un sistema di mobilità, è altrettanto importante in una politica di pianificazione del territorio, quanto l'intensità di tali impatti ed emissioni: ciononostante, l'approccio LCA generalmente aggrega i risultati della caratterizzazione in categorie di impatto piuttosto che per fonte o provenienza. L'approccio preposto da Chester et. all (2013) si muove in questa direzione fornendo risultati espressi a scala locale e globale, associati ad un periodo di payback.



La mappatura geografica degli impatti causati dalle emissioni relative al ciclo di vita del sistema di trasporto è legata alla distribuzione degli inquinanti in aria. La combinazione dei risultati di una valutazione LCA con modelli di mappatura territoriale delle emissioni costituisce una delle più attuali linee di sviluppo della ricerca sul tema della geografizzazione degli indicatori di impatto ambientale, purtroppo ancora lontana dall'aver trovato una armonizzazione e condivisione internazionale di metodologie, in grado di fornire informazioni specifiche per luogo e popolazione sugli impatti rilevanti di qualità dell'aria, biodiversità, salute umana (Eckelman2013).

Tutto ciò premesso, le valutazioni condotte, seppur parziali, hanno dimostrato come la soluzione progettuale proposta, offra la possibilità di sfruttare una risorsa naturale del territorio per valorizzare la rilevanza e qualità paesaggistica del tratto di canale dei Navicelli che attraversa il Parco di Migliarino e S. Rossore offrendo ai turisti la possibilità di un percorso alternativo di tipo naturalistico verso la città di Pisa. La soluzione progettuale proposta consente di ottenere significativi vantaggi dal punto di vista di abbattimento degli impatti ambientali, del trasporto passeggeri, nel rispetto della biodiversità che caratterizza le aree del Parco di San Rossore lungo il canale dei Navicelli.

Una analisi di dettaglio, dovrebbe prendere in considerazione i costi ambientali legati alla progettazione/costruzione delle eventuali infrastrutture, nonché, in una stima della durata di vita dei mezzi di trasporto individuati, dei costi ambientali relativi alla manutenzione e, a fine vita, allo smaltimento delle attrezzature e dei motori.

Bibliografia

- Chester, M., Pincetl, S., Elizabeth, Z., Eisenstein, W. and Matute, J. (2013), "Infrastructure and automobile shifts: positioning transit to reduce life-cycle environmental impacts for urban sustainability goals", *Environ. Res. Lett.* 8 015041.
- Eckelman, M.J. (2013), "Life cycle assessment in support of sustainable transportation", *Environ. Res. Lett.* 8 021004.
- Loiseau, E., Roux, P., Junqua, G., Maurel, P., Bellon-Maurel, V. (2014), "Implementation of an adapted LCA framework to environmental assessment of a territory: Important learning points from a French Mediterranean case study", *Journal of Cleaner Production* DOI :10.16/j.jclepro 2014 .05.059.
- Regione Toscana (2011), *L'applicazione della disciplina toscana sulle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate: metodologia e casi studio*, Volume 1, Gli elementi fondamentali del nuovo modello insediativo, Volume 2, Guida alle soluzioni che soddisfano i criteri prestazionali APEA, Realizzazione e stampa Centro stampa Giunta Regione Toscana.





Indicatori di frammentazione ambientale nel Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli

Environmental fragmentation indicators in the Migliarino San Rossore Massaciuccoli Park

Francesco Monacci, Alessandra Sani, Lorenzo Mini

The landscape fragmentation due to urban development, transport infrastructure and intensive agriculture is a threat to the conservation of biodiversity.

The paper attempts to quantify the level of fragmentation of the landscape through the implementation of some indicators to support urban planning and decision-making. The proposed method can be used both in the monitoring of the transformations of the land-cover and land-use and for the development of territorial scenarios and vision.

The study, modifying some indicators present in the literature, focus on the development of indicators to measure the barrier effect caused by the shape of the urbanized areas.

The method was applied to the San Rossore Park and in six municipalities in the Plain of Pisa, one of the more urbanized areas of Tuscany.

The results show a relatively high degree of fragmentation of the landscape and the "island effect" of the the park, surrounded along much of its perimeter, from areas not suitable for the ecological connection.

9.1 Il contesto della sperimentazione

Gli indicatori di frammentazione e connessione proposti nel Capitolo 5 di questo stesso volume sono stati testati nel territorio del Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli e nelle aree limitrofe al parco stesso (Fig. 1).

La scelta di ampliare la sperimentazione al di fuori dei limiti amministrativi dell'area protetta, fino a comprendere l'intero territorio dei comuni di Vecchiano, San Giuliano Terme, Pisa e Cascina, risiede nel fatto che buona parte degli ecosistemi naturali conservati all'interno del Parco sono fortemente minacciati da processi di insularizzazione. In altre parole il consumo di nuovo suolo per scopi insediativi e infrastrutturali nelle aree esterne al parco, assieme alle pratiche agricole di tipo intensivo, che avvengono in larga parte della Pianura di Pisa, tendono sempre più ad indebolire gli scambi ed i movimenti tra le specie animali e vegetali con l'esterno e di conseguenza ad indebolire la biodiversità.

Per questa ragione gli indicatori di frammentazione e connessione sono misurati per l'area del Parco e per un territorio contermini più ampio.

Nei territori esterni al Parco sono stati poi inclusi anche i comuni di Calci e Vicopisano, in virtù del fatto che, a partire da 2008, questi comuni hanno intrapreso un processo di pianificazione che ha portato alla redazione del Piano Strategico dell'area Pisana e che, nei prossimi anni, vedrà molto probabilmente la nascita di un Piano Strutturale Coordinato.

Quest'occasione rappresenta, pertanto, un momento importante per impostare una serie di strategie coordinate di scala vasta sulla biodiversità dell'intero territorio della Pianura di Pisa.

9.2 La Rete Ecologica della Provincia di Pisa

La sperimentazione di un sistema di indicatori di biodiversità, utili a valutare la sostenibilità degli assetti insediativi in aree sensibili da un punto di vista naturalistico, si è concentrata in particolare modo sul tema della connettività ecologica; questo fenomeno, come abbiamo visto è ritenuto dalla letteratura scientifica uno dei temi cardine nella conservazione della biodiversità e come una delle principali minacce indotte dalle pressioni antropiche.

Questa parte della ricerca si è potuta avvalere della disponibilità di alcuni studi e ricerche relative alla costruzione della Rete Ecologica della Provincia di Pisa (Monacci *et. al.*, 2012; Monacci *et. al.*, 2013),

rispetto ai quali è stato sviluppato un sistema di indicatori in grado di misurare lo stato della connettività, i livelli di frammentazione e, di conseguenza, l'efficienza della rete stessa.

L'esperienza della Rete Ecologica della Provincia di Pisa si colloca all'interno del processo di revisione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), per quanto attiene alla disciplina del territorio rurale (Del. C.P. n. 44/ 2011); il piano vigente, infatti, approvato nel 2006, conteneva alcune elaborazioni volte a una prima individuazione cartografica di aree ed elementi d'interesse per la connettività ecologica. L'aumento del livello delle conoscenze naturalistiche, assieme ad un mutato quadro normativo e all'esigenza di dare maggiore risalto alle strategie di conservazione della biodiversità e a quelle di riduzione del consumo di suolo, hanno spinto l'Amministrazione Provinciale a rivedere anche la parte del piano che affrontava questi aspetti.

L'aggiornamento del PTCP si è reso possibile anche grazie agli esiti del Progetto Transfrontaliero ZoomGest "Zone umide: sistemi gestionali per integrare le attività antropiche e la tutela della natura", a cui la provincia ha partecipato nel periodo 2009-2012.

9.2.1 Il modello di rete adottato

Nel panorama italiano le esperienze di costruzione di reti ecologiche trovano spazio in molti contesti pianificatori (piani paesaggistici regionali, piani dei parchi, piani territoriali di coordinamento provinciale e piani urbanistici comunali); ne emerge un quadro di forte sperimentazione dovuto sia ai riferimenti legislativi differenziati nelle varie regioni, sia a presupposti teorici differenti (Guccione and Schilleci, 2010). In Toscana, una specifica legge sulla biodiversità (L.R. 56/2000) riconosce le aree di collegamento ecologico funzionale quali strumenti di primaria importanza per la conservazione della fauna e della flora, assegnando agli strumenti di governo del territorio di livello regionale e provinciale il compito di individuare tali unità e di predisporre idonee forme di gestione. Il progetto della rete ecologica della Provincia di Pisa ha adottato un modello di rete definibile come «rete per la conservazione della biodiversità» (Malcevski, 2010). La rete, o meglio le reti relative a ciascuna tipologia ambientale, si pongono come obiettivo quello della conservazione degli elementi naturalistici, non necessariamente coincidenti con il sistema delle aree protette e con i siti della Rete Natura 2000. In questo tipo di approccio, la struttura

della rete ecologica prevede: una serie di aree centrali o nodi ad alto valore di biodiversità, dove vengono mantenute popolazioni sostenibili (*core areas*); nuclei di connessione che pur non presentando caratteristiche tali da farli assurgere al ruolo di nodi svolgono un ruolo di connessione importante (*stepping stones*); matrici di connessione, ovvero aree di notevole superficie, che pur presentando condizioni di frammentazione alta e assetto strutturale non idoneo garantiscono un buon livello di connessione ecologica.

9.2.2 I materiali utilizzati

Per la realizzazione della rete ecologica, mancando elaborazioni specifiche sul valore naturalistico del territorio provinciale e, in particolare, non essendo disponibile una cartografia della vegetazione e degli habitat presenti su tutto il contesto indagato, è stata scelta, come riferimento di base omogeneo per tutto il territorio, la cartografia tematica di uso del suolo, elaborata dal Consorzio LaMMA alla scala 1: 10.000 per conto della Regione Toscana, attraverso fotointerpretazione di foto aeree del 2007. Tale archivio adotta un sistema di classificazione tipo *Corine Land Cover* fino al terzo livello, mentre per il quarto livello sono state create apposite voci di legenda.

Per meglio estrapolare le unità eco-sistemiche delle reti, la carta di uso del suolo è stata modificata attraverso alcune elaborazioni originali:

- fotointerpretazione su foto aeree AGEA 2010, al fine di dettagliare maggiormente le aree aperte e gli affioramenti rocciosi, per i quali si è proceduto anche alla consultazione della nuovo *continuum* geologico regionale in scala 1: 10.000;
- integrazioni sulle zone umide scaturite dal progetto ZoomGest (revisione delle voci di legenda e delle geometrie);
- creazione di un nuovo livello di legenda per i boschi di latifoglie igrofilo planiziali, attraverso fotointerpretazione e consultazione dei contributi esistenti in letteratura.

Il processo d'individuazione delle varie unità funzionali delle reti ecologiche ha optato per una metodologia quanto più possibile coerente con la Del. G.R 1148/2002, che specifica le modalità tecniche di costruzione delle reti ecologiche previste dalla L.R. 56/2000 all'art. 10, con il manuale redatto da APAT e INU (2003) e con le più recenti esperienze di costruzione di reti ecologiche all'interno di strumenti di pianificazione.



Fig. 1 - Inquadramento geografico dell'area di sperimentazione per gli indicatori di frammentazione ambientale proposti; in arancio il territorio del Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, in rosso i confini amministrativi dei comuni considerati



9.2.3 **Individuazione delle tipologie ambientali di collegamento**

Attenendosi a quanto previsto dalla Del. G.R. 1144/2002, l'attenzione della ricerca è stata rivolta a tre principali tipi di aree di collegamento ecologico, la cui individuazione è scaturita da un processo di sintesi e accorpamento delle categorie elencate nella delibera stessa: la rete dei boschi, che comprende le reti dei boschi maturi e delle aree boscate con funzioni di collegamento citate nella delibera; la rete delle aree aperte, che contiene la rete delle praterie e delle radure, la rete dei corridoi aperti tra dorsali e fondovalle e rete dei muretti a secco riportate nella delibera; la rete delle zone umide, che include la rete delle zone umide, la rete delle pozze e delle altre piccole raccolte d'acqua a cielo aperto, indicate nella delibera.

9.2.4 **Specie focali**

Tra i diversi *taxa* presenti in Provincia di Pisa, la scelta delle specie focali (Lambeck, 1997) è caduta principalmente sugli uccelli e, in secondo luogo, su anfibi e rettili. La scelta di studiare la distribuzione spaziale degli uccelli e di utilizzarli come "strumenti" per la comprensione degli ecosistemi, deriva da due ordini di conside-

razioni. La prima riguarda il fatto che gli uccelli costituiscono una componente fondamentale di tutti i sistemi terrestri e sono anche ottimi indicatori delle caratteristiche di integrità e complessità dell'ambiente ove si rinvergono (Furness and Greenwood, 1991). La seconda considerazione discende dalle conoscenze sull'avifauna della provincia che indicano un popolamento ornitico molto ricco e diversificato.

Le specie sono state scelte in base alle indicazioni contenute nella D.G.R.T. 1148/2002, nella L.R. 56/2000, nel Piano di Azione Regionale per la Conservazione della Biodiversità in Toscana, in corso di ultimazione, e alla consultazione della documentazione scientifica in merito. Per la rete dei boschi sono state individuate le seguenti specie: *Certhia brachydactyla*, *Dendrocopos major*, *Sitta europaea*, *Turdus philomelos* (uccelli); *Rana italica*, *Salamandrina terdigitata* (anfibi); *Martes martes*, *Eliomys quercinus*, *Muscardinus avellanarius* (mammiferi). Per la rete delle aree aperte (agroecosistemi): *Bufo viridis* (anfibi); *Alauda arvensis*, *Circaetus gallicus*, *Circus pygargus*, *Emberiza hortulana*, *Falco tinnunculus*, *Lanius collurio*, *Lanius senator*, *Lullula arborea*, *Caprimulgus europaeus*, *Anthus campestris* (uccelli). Per la rete delle aree aperte (aree rocciose): *Falco peregrin-*



Fig.2 - Rete zone umide: ambiti con presenza di specie focali. In alto a sinistra presenza di specie focali secondo l'archivio RE.NA.TO; in alto a destra segnalazioni secondo i dati del Progetto Mito2000, dell'Osservatorio Naturalistico della Provincia di Pisa e del progetto ZoomGest; in basso a sinistra i dati degli archivi precedenti sono riportati su una griglia esagonale di presenza/assenza; in basso a destra zone umide ed ambienti palustri con segnalazioni di specie focali

nus, *Monticola solitarius*, *Monticola saxatilis*, *Oenanthe oenanthe* (uccelli). Per la rete delle zone umide: *Locustella luscinioides* (pesci), *Circus aeruginosus* (uccelli), *Bufo viridis*, *Hyla intermedia*, *Emys orbicularis*, *Triturus carnifex*, *Rana dalmatina* (anfibi).

9.2.5 Individuazione delle unità funzionali delle reti ecologiche

Per ciascuna tipologia ambientale (rete dei boschi, delle aree aperte, delle zone umide) la ricerca si è impegnata nel definire i nodi primari e secondari delle reti, i nuclei e le matrici di connessione. Per l'individuazione dei nodi (*core areas*) delle singole reti, il gruppo di lavoro ha optato per un doppio percorso di riconoscimento: uno in base all'identificazione di ambiti in cui fossero presenti segnalazioni circa le specie focali scelte per ciascuna tipologia ambientale (valore reale) e un secondo in base alla potenziale idoneità (*habitat suitability*) di certe aree ad ospitare una o più specie focali, sempre relativamente ad ogni tipologia ambientale (Boitani *et al.*, 2002).

Per l'analisi del valore reale sono stati utilizzati i seguenti archivi di segnalazioni: Repertorio Naturalistico Toscano (RE.NA.TO.); Progetto Mito 2000; Osservatorio Naturalistico della Provincia di Pisa; dati raccolti all'interno del Progetto ZoomGest da parte del Museo di Storia Naturale e del Territorio dell'Università di Pisa e posizionati geograficamente dal gruppo di lavoro sulle reti ecologiche.

Come prima operazione si è provveduto ad estrarre tutte le segnalazioni relative alle specie guida prescelte e a eliminare, dalle informazioni provenienti dall'archivio RE.NA.TO., tutte quelle con areale troppo ampio (poligoni coincidenti a interi territori comunali e poligoni con superficie maggiore di 1500 mq).

Per omogeneizzare le segnalazioni di specie focali provenienti dai vari database si è scelto, poi, di riportare le informazioni su una griglia vettoriale di forma esagonale con area della cella pari a 100 ettari di lato, in cui ogni unità elementare riporta la presenza/assenza di segnalazioni. La dimensione dell'area della cella pari a 100 ettari, dopo una serie di tentativi nei vari settori geografici del territorio provinciale, è stata giudicata quella più idonea rispetto ad una serie di considerazioni: in prima battuta si è dimostrata efficace sia quale soglia sufficiente per descriver i principali *home range* delle specie focali considerate; in seconda battuta tale so-

glia è stata giudicata idonea per i dati di uso del suolo utilizzati nei successivi passaggi metodologici ed, infine, questo valore appare adatto per descrivere le varie unità funzionali delle reti alla scala provinciale.

Le informazioni sulla presenza di segnalazioni di specie focali sono state successivamente attribuite, tramite operazioni di *overlay mapping*, alle classi di uso del suolo riferibili ad ogni tipologia ambientale, in modo da riportare l'informazione su una cartografia tematica di maggiore dettaglio e topologicamente coerente con la Carta Tecnica Regionale (Fig. 2).

Infine, attraverso tecniche e metodologie tipiche dell'Ecologia del Paesaggio (Farina, 2001), si è proceduto a una valutazione della dimensione strutturale dell'ecomosaico, in modo da tenere in considerazione la forma e la dimensione delle patch che compongono i nodi della rete ecologica (Bernetti and Chirici, 2005; Barbati and Chirici, 2009; Monacci *et al.*, 2012).

Per l'analisi dell'idoneità potenziale si è proceduto ad attribuire ai poligoni di uso del suolo dei punteggi di idoneità: sulla base di esperienze condotte a livello nazionale (Boitani *et al.*, 2002), si è misurato quanto ciascuna specie focale predilige come sito di alimentazione e riproduzione una determinata classe di uso del suolo. Tale valutazione è stata condotta su una scala di valori tra 0 (non idoneo) e 3 (alta idoneità).

Una volta riclassificato il tematismo di uso del suolo rispetto all'idoneità potenziale di tutte le specie focali scelte, si è provveduto alla formulazione di un giudizio sintetico, attraverso il calcolo della media d'idoneità fra tutte le specie relative a ciascuna tipologia ambientale (Fig. 3).

Successivamente sono stati estratti tutti quei poligoni di uso del suolo con punteggio medio alto (maggiore o uguali a 2,8, in una scala da 0 a 3), incrementando di un valore pari al 10% tutti quei poligoni che ricadevano all'interno di Aree Protette, di siti della Rete Natura 2000 e in territori del Patrimonio Agricolo Forestale Regionale. Un'ulteriore operazione, analoga a quella condotta per l'identificazione del valore reale, è stata infine condotta per tenere in considerazione la dimensione strutturale della rete ecologica, ovvero l'estensione, la forma e il conseguente livello di frammentazione spaziale dei possibili nodi della rete.

Una volta terminate le operazioni descritte si è proceduto alla sovrapposizione dei tematismi relativi ai nodi provenienti dall'analisi

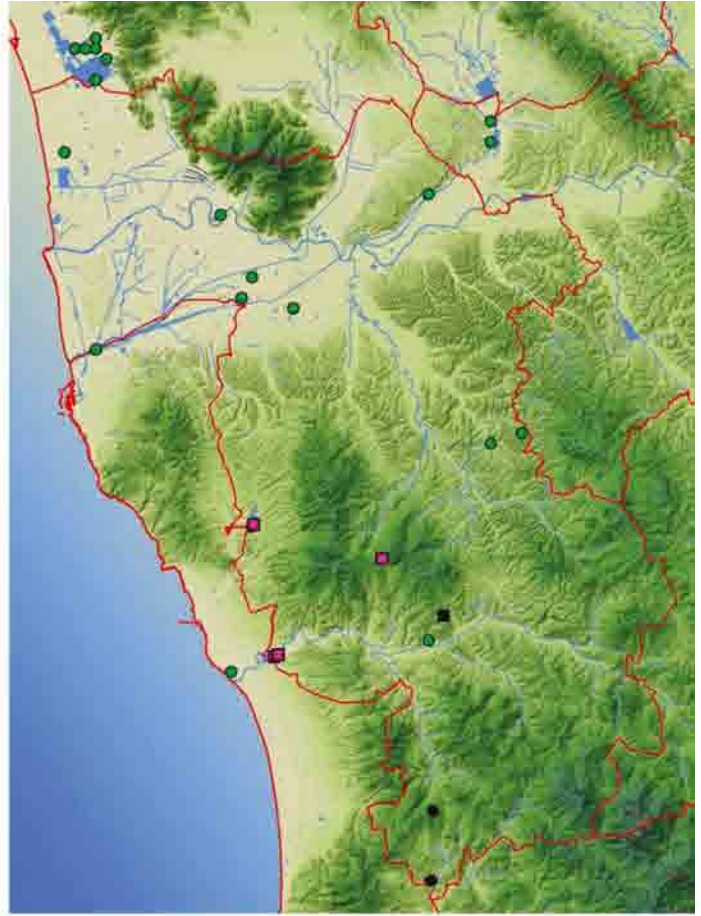
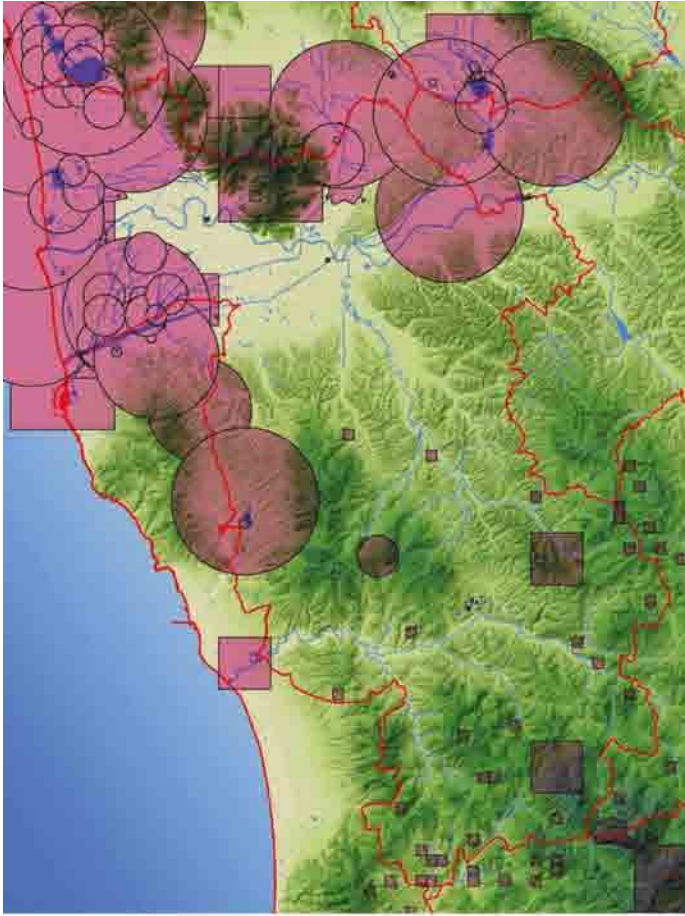




Fig. 3 - Rete zone umide: idoneità potenziale del territorio. A sinistra idoneità potenziale delle tipologie di uso del suolo rispetto alla specie *Rana dalmatina*; a destra idoneità potenziale complessiva per le specie focali delle zone umide

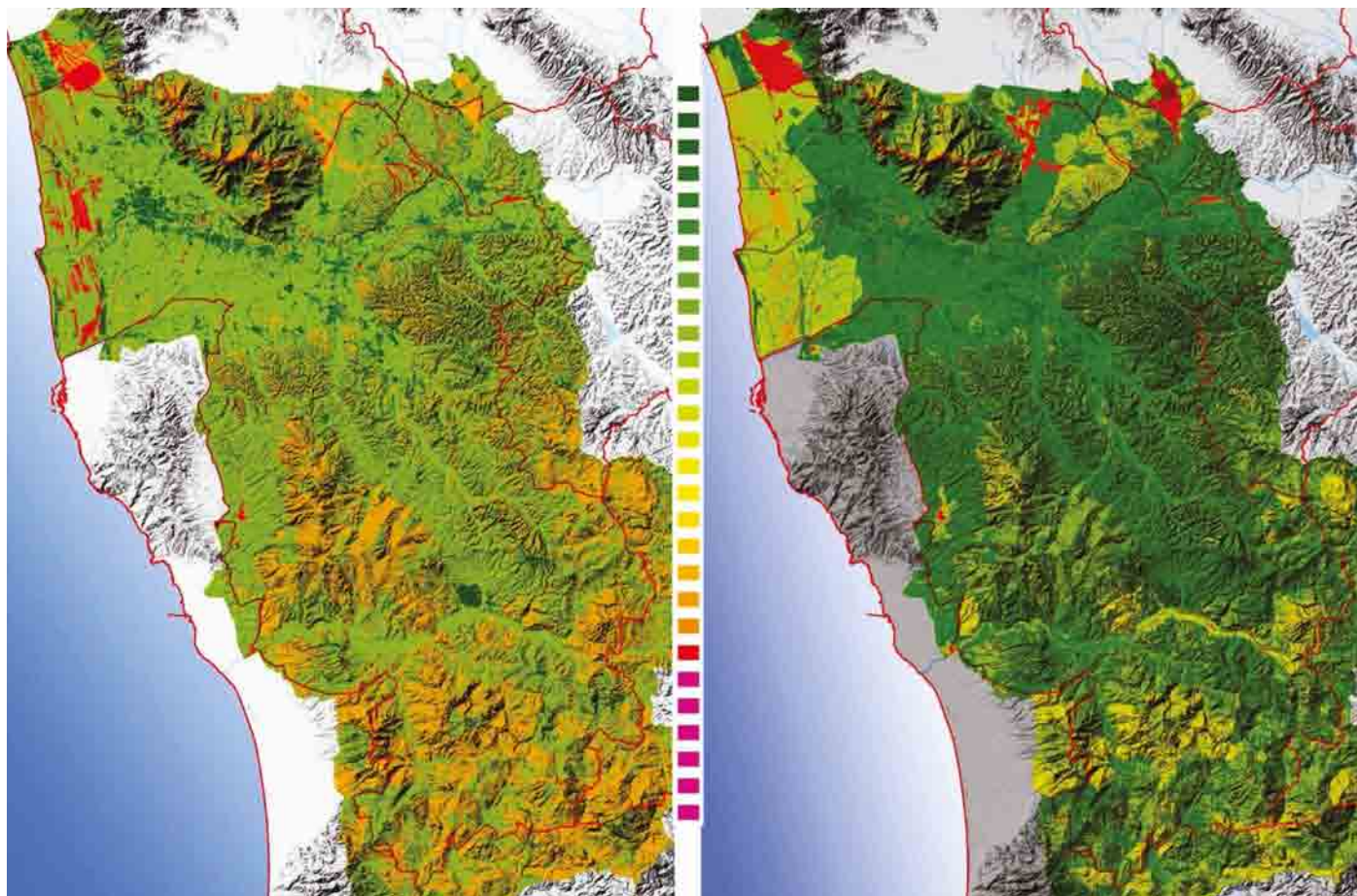


Fig. 4 - Estratto della carta di sintesi delle reti ecologiche della Provincia di Pisa nell'area del Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli. Nei toni del verde le unità funzionali della rete dei boschi, in quelli del rosso le unità delle aree aperte - ambienti rocciosi e aree calanchive - in quelli del blu le unità delle zone umide. Il giallo chiaro e quello acceso identificano, rispettivamente, le matrici agro-sistemiche (territorio rurale) a bassa ed alta connettività ecologica; le piccole aree blu con buffer azzurro le stepping stones della rete delle zone umide

sul valore reale e a quelli emersi dallo studio sull'idoneità potenziale. Le *core areas* individuate, limitatamente alla rete dei boschi, sono state gerarchizzate in primarie e secondarie, a seconda che ricadessero all'interno di Aree Protette, siti della Rete Natura 2000, istituti faunistici con divieto di caccia o del Patrimonio Agricolo Forestale Regionale; questa condizione è stata giudicata un buon parametro per una valutazione speditiva del grado di disturbo a carico delle funzioni ecologiche dell'unità funzionale, quali ad esempio l'esercizio venatorio, la gestione selvicolturale, le fonti di disturbo di origine antropica o la presenza in aree limitrofe di agricoltura di tipo intensivo.

Per l'individuazione dei nuclei di connessione delle singole reti (*stepping stones*) si è proceduto in maniera analoga a quanto av-

venuto per i nodi, integrando i risultati delle analisi con specifiche informazioni desumibili da indagini di dettaglio condotte sul campo. Infine sono state individuate, attraverso opportune *query* sulla copertura del suolo modificata, le matrici di connessione di ciascuna rete ecologica. Relativamente a queste unità funzionali è stata posta particolare attenzione alla rete delle aree aperte, dove la matrice agroecosistemica è stata suddivisa in primaria o secondaria a seconda del valore di biodiversità presente; tale giudizio è formulato sulla base della presenza di segnalazioni di specie focali relative a questa tipologia di rete (in particolare l'ornitofauna); sulla base della presenza di istituti di protezione; e su alcune operazioni di fotointerpretazione volte a individuare tutte quelle aree contraddistinte da ex paesaggi agrari di impianto tradizionale con presenza di siepi, boschetti, filari e sistemazioni di versante.

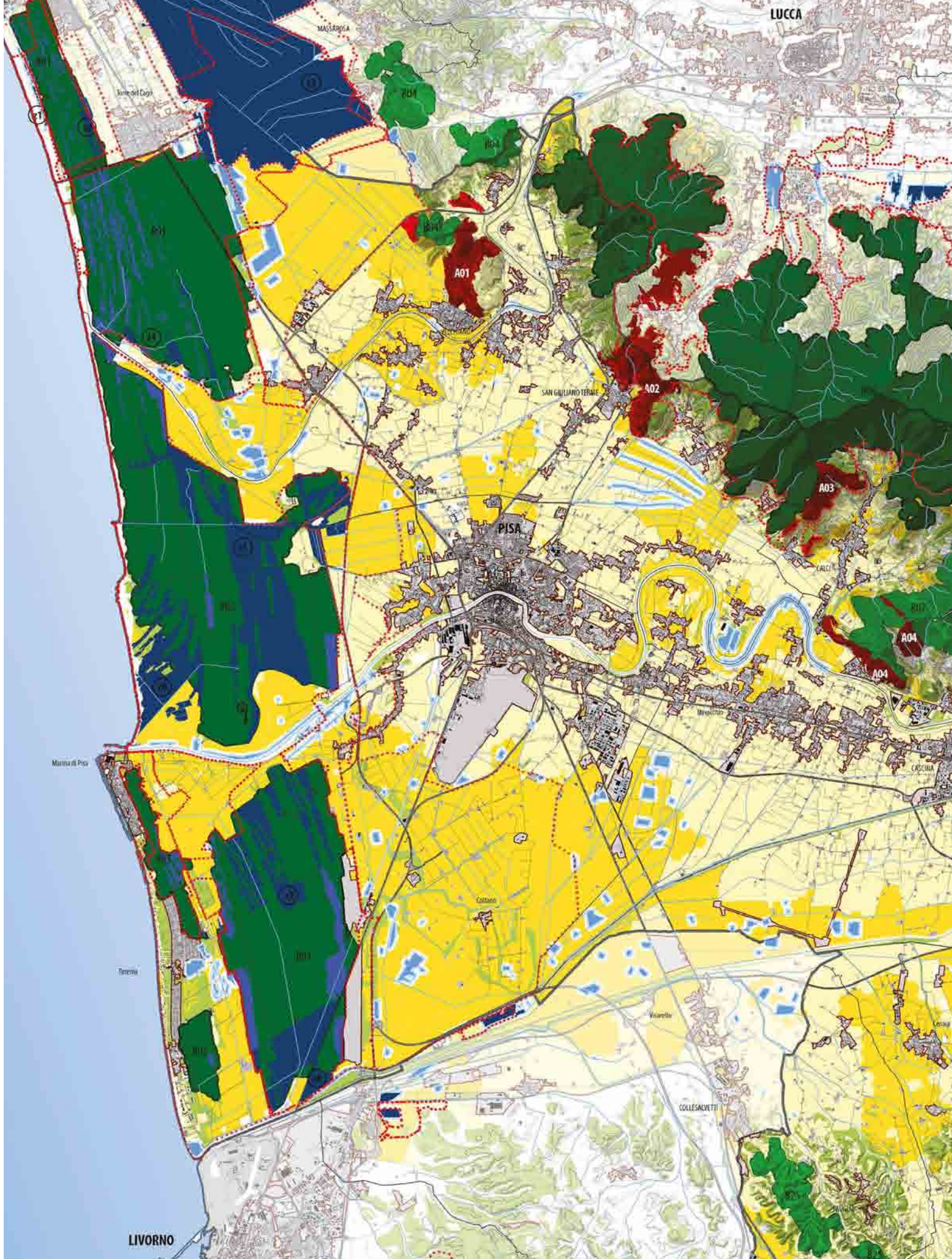






Fig. 5 - Territori urbanizzati di tipo continuo con funzione di barriera ecologica, in tre aree della pianura di Pisa ai margini del Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli: in alto l'area produttiva di Ospedaletto (Pisa), lungo la SS 206; al centro l'area produttiva in loc. Mortellini (Pisa); in basso l'insediamento lineare de La Vettola (Pisa). In verde rigato il territorio del Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli

Comune	Barr 1 (km)	Barr 2 (km)	Barr 3 (km)	Area (km ²)	Perimetro (km)	N	N/A	If
CALCI	25,8	12,2	85,8	25,1	21,9	158,0	6,3	5581,8
CASCINA	189,9	12,0	329,3	78,7	48,7	729,0	9,3	103266,0
PISA	420,5	35,7	414,7	185,5	65,4	1344,0	7,2	227346,9
SAN GIULIANO TERME	220,4	33,2	350,8	92,0	76,0	755,0	8,2	169577,7
VECCHIANO	96,2	17,4	90,6	67,5	42,7	213,0	3,2	15349,4
VICOPIANO	40,0	13,4	123,3	26,9	31,1	302,0	11,2	20597,3

Tab. 1 - Indice di frammentazione del territorio rurale (If) nei sei comuni analizzati. Barr 1 corrisponde alle infrastrutture con potere di occlusione massimo (1), Barr 2 a quelle con valore medio (0,5) e Barr 3 a quelle con valore minimo (0,1)

Il processo metodologico esposto ha portato alla costruzione di tre singole reti ecologiche (boschi, aree aperte, zone umide), per le quali sono state costruite altrettante cartografie.

Le singole reti ecologiche sono state in seguito messe a sistema tra di loro al fine di ottenere un unico elaborato cartografico sintetico che è confluito tra i documenti della revisione del PTCP (Fig. 4).

9.3 Biodiversità, frammentazione ambientale, connettività ecologica

L'analisi della letteratura, ed in particolare lo studio dei lavori relativi alla formulazione di strumenti di misura della frammentazione ambientale del territorio, ha permesso di mettere a punto un indice di frammentazione, specificando quelli proposti da SEBI 2010 alla scala locale e adattandoli alla disponibilità di tematismi di maggior dettaglio sia geometrico che tematico.

9.3.1 Indici e indicatori di frammentazione

Per la misura della frammentazione ambientale si è deciso di proporre un indicatore in grado di misurare in quanti frammenti il territorio è diviso dall'urbanizzato di tipo continuo e dalle infrastrutture; l'indice, che sostanzialmente è di tipo strutturale, è pesato sul grado di disturbo che ciascuna barriera induce all'intorno (Cfr. paragrafo 5.6 in questo stesso volume).

L'indice di frammentazione del territorio rurale (If) è misurato rispetto alla seguente formula:

$$If = \sum_i (L_i * o_i) * [N/A] * p$$

dove:

L_i = lunghezza della barriera i -esima nell'unità territoriale espressa in km (sia infrastrutture che urbanizzato compatto);

– o_i = fattore di occlusione ambientale assegnato ad ogni categoria di barriera ($o = 1$ per autostrade, ferrovie, limite dell'urbanizzato compatto;

$o = 0.5$ per le strade ad elevato traffico quali statali, regionali, provinciali; $o = 0.1$ per le strade comunali e i percorsi campestri);

– N = numero di parti in cui l'unità territoriale viene divisa dall'insieme delle barriere;

– A = superficie dell'unità territoriale in kmq;

– p = perimetro dell'unità territoriale in km.

L'elemento originale dell'indice, che riprende quello proposto da Romano and Paolinelli, 2007, è l'introduzione del concetto di continuità dei tessuti urbanizzati, al fine di riconoscere quelle aree edificate che effettivamente svolgono un ruolo di barriera ecologica. Tramite strumenti GIS, quindi, sono stati riconosciuti tutti quei territori urbanizzati dotati di continuità dei lotti edificati, impostando un raggio di ricerca pari a 250 metri ed eliminando, all'interno del territorio urbanizzato, tutti quegli spazi ineditati minori di 10000 metri quadrati di superficie. Le aree urbanizzate che non soddisfacevano tale requisito sono state assimilate al territorio rurale, in virtù del fatto che il loro disturbo non è stato considerato sufficiente per costituire una vera e propria barriera ecologica.

Per quanto riguarda l'unità territoriale di riferimento l'indice di frammentazione del territorio rurale è stato misurato alla scala comunale e rispetto ad una griglia formata da esagoni di area pari ad un chilometro quadrato.

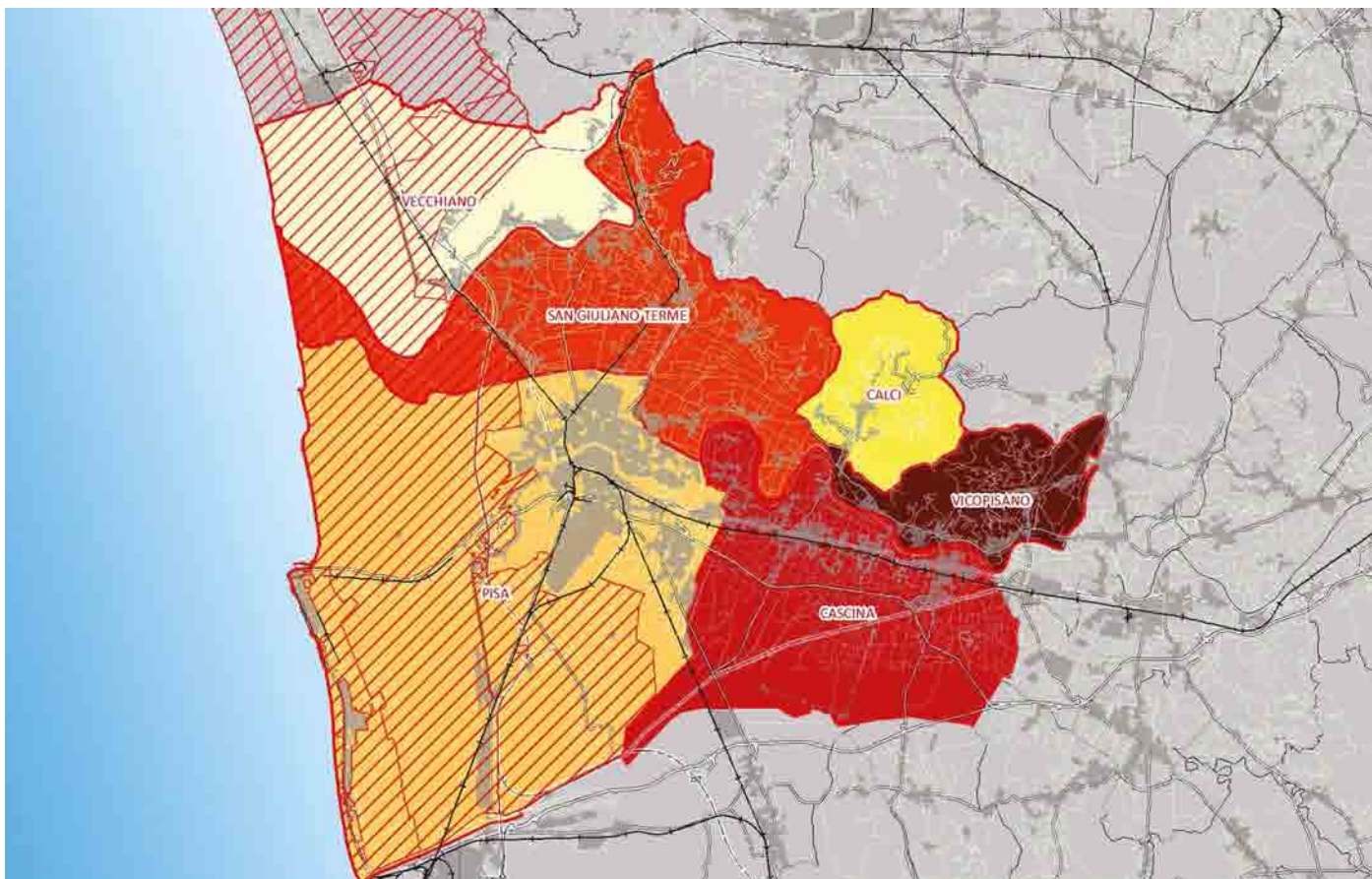


Fig. 6 - Rappresentazione dell'indice di frammentazione del territorio rurale (I_f) calcolato a livello comunale



Fig. 7 - Rappresentazione cartografica del rapporto N/A calcolato a livello comunale nei sei comuni analizzati

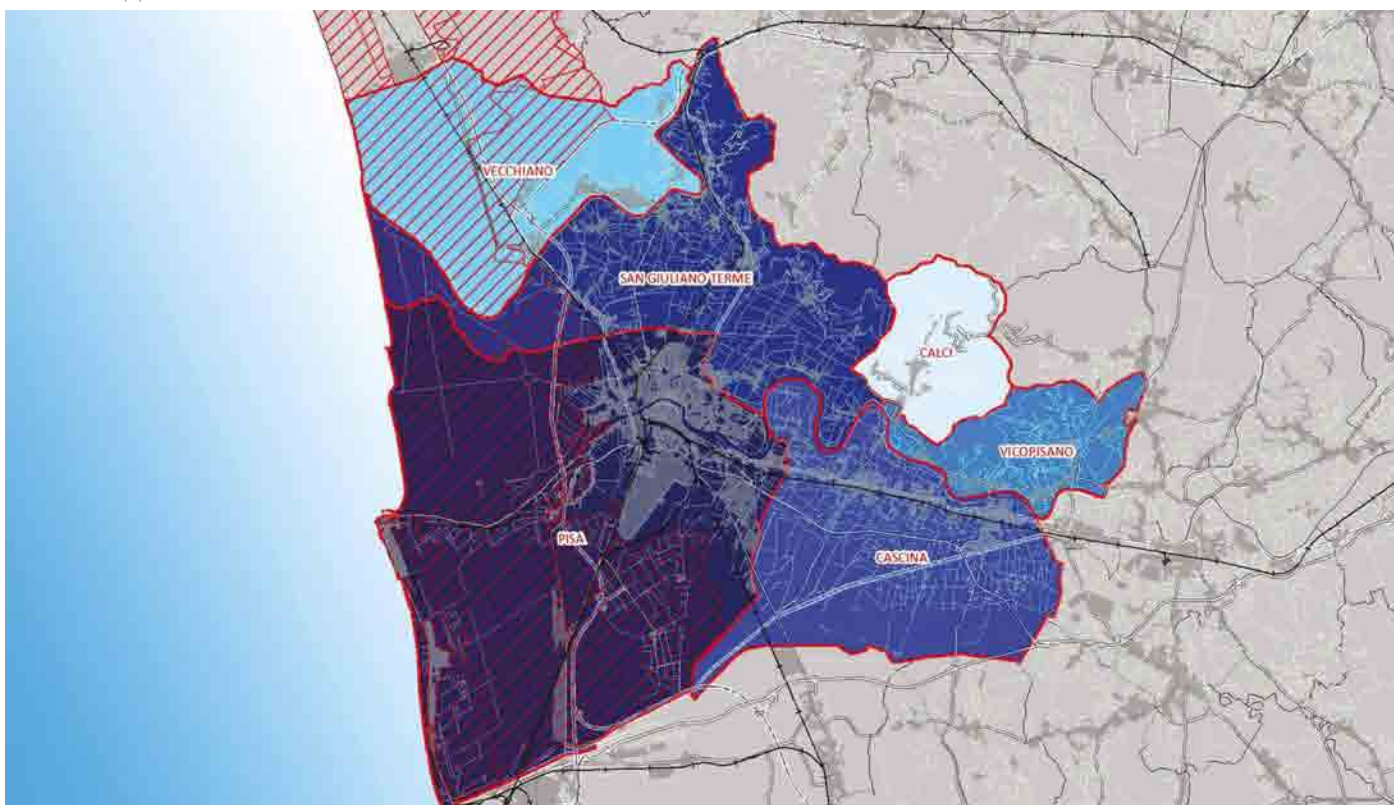
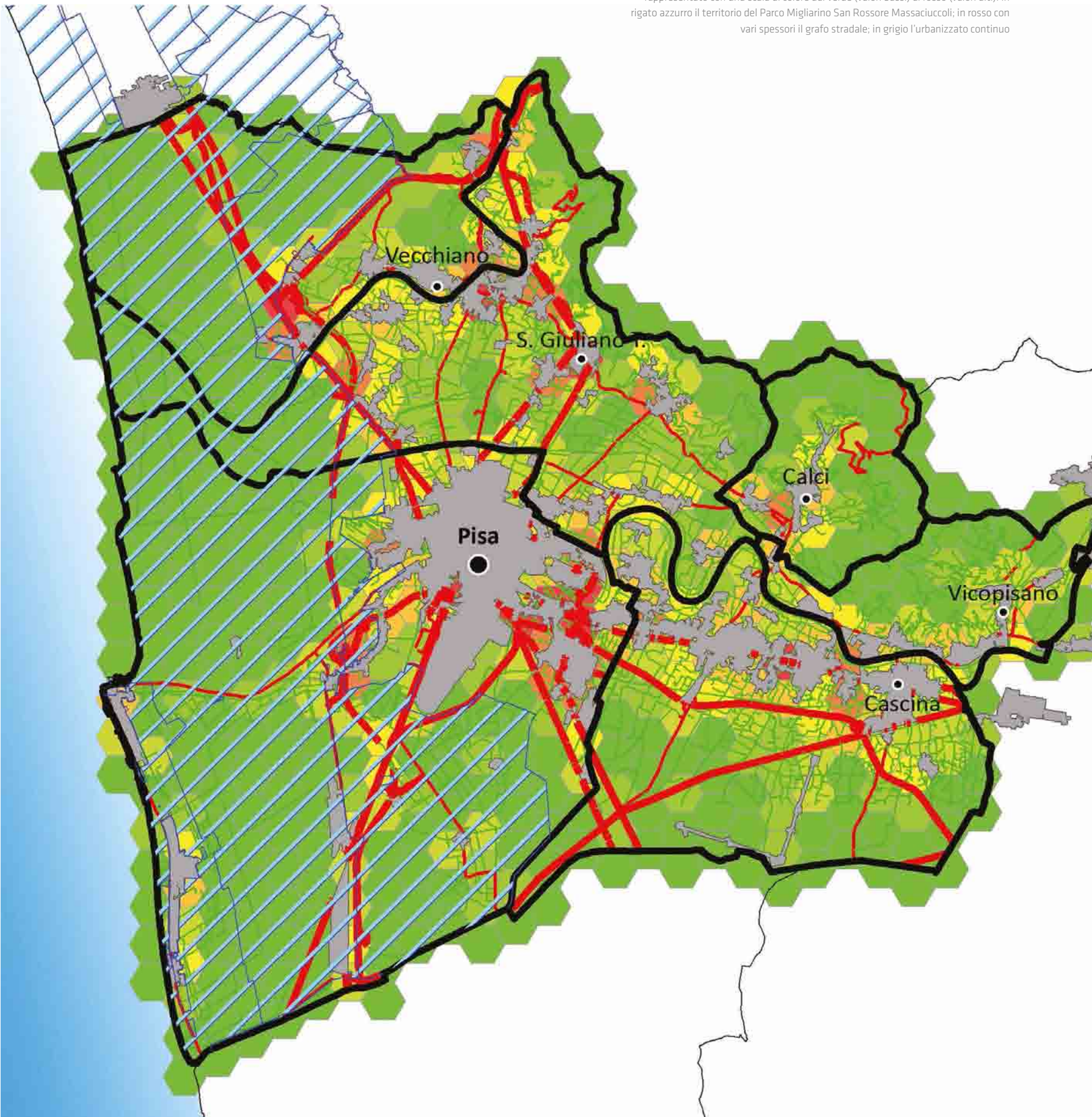


Fig. 8 - Indice di frammentazione del territorio rurale (If) calcolato rispetto ad una griglia esagonale con cella di superficie pari a 1 chilometro quadrato. L'indice è rappresentato con una scala di colore dal verde (valori bassi) al rosso (valori alti). In rigato azzurro il territorio del Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli; in rosso con vari spessori il grafo stradale; in grigio l'urbanizzato continuo



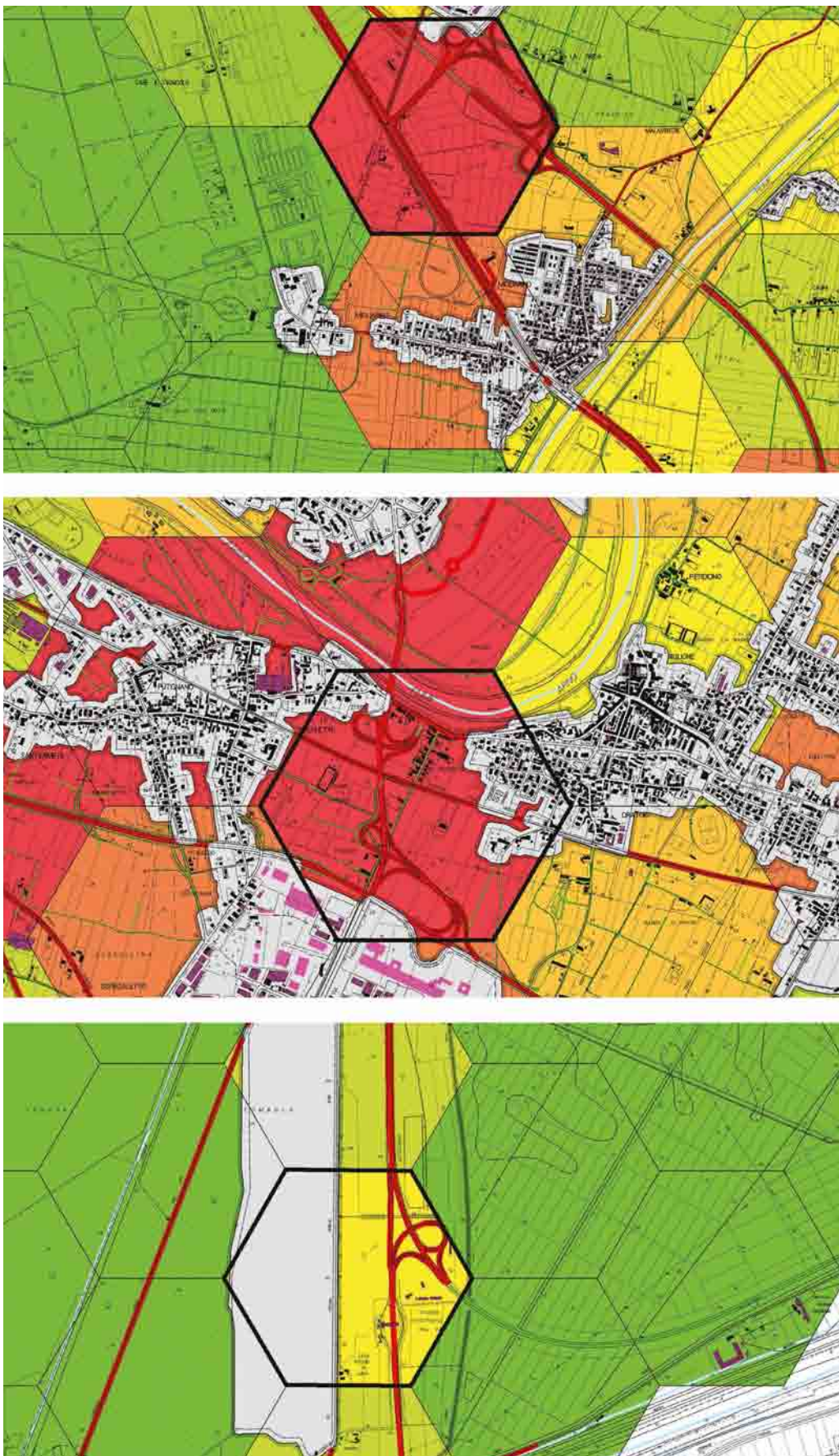
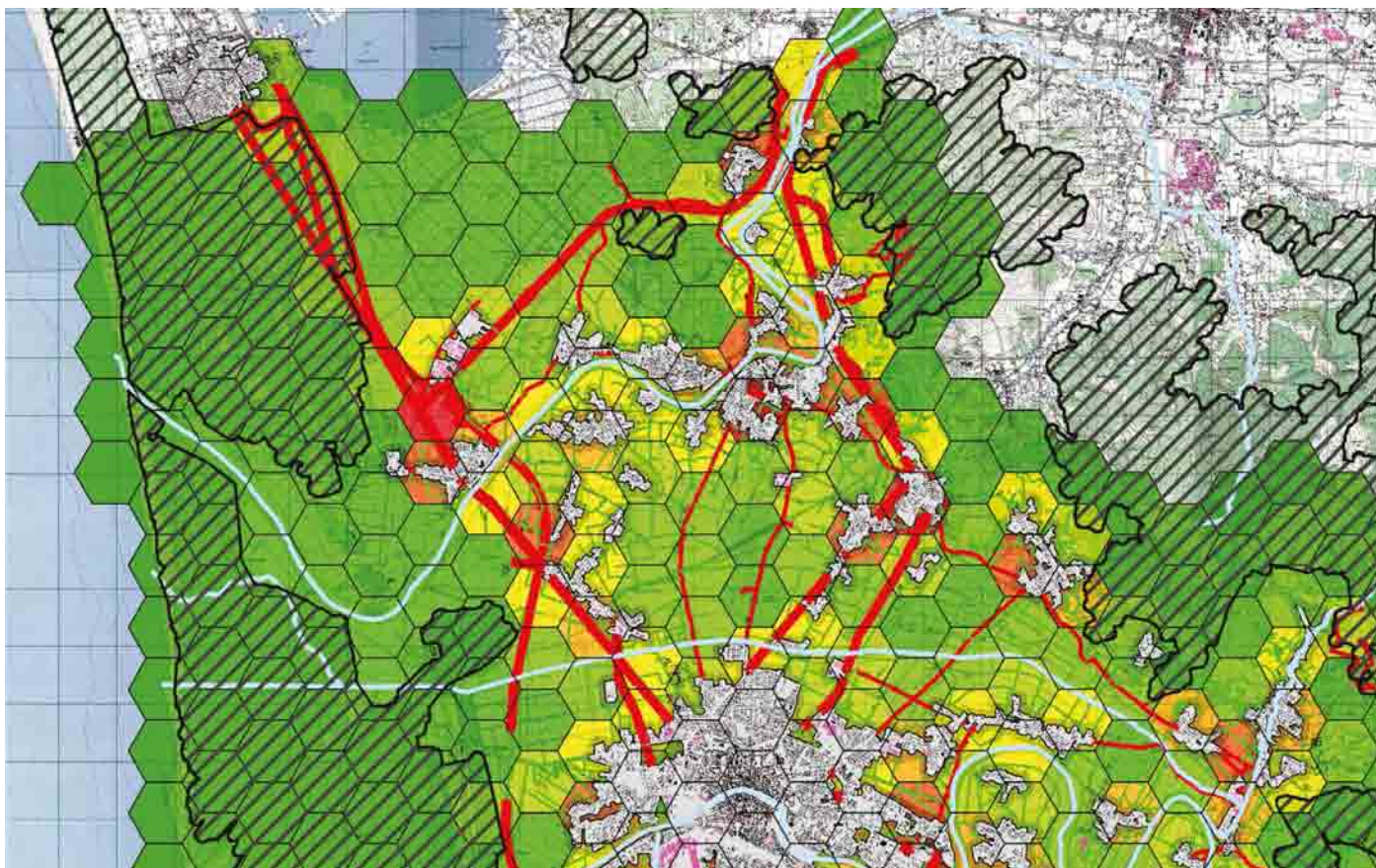


Fig. 9 - Indice di frammentazione del territorio rurale (If) calcolato rispetto ad una griglia esagonale con cella di superficie pari a 1 chilometro quadrato. L'indice è rappresentato con una scala di colore dal verde (valori bassi) al rosso (valori alti); nelle cartografie compaiono anche le barriere ecologiche costituite da infrastrutture e aree urbanizzate continue. In alto è mostrata l'area intorno alla frazione di Migliarino nel comune di Vecchiano; al centro un'area periurbana della città di Pisa tra le frazioni di Putignano e Riglione; in basso un'area tra le Tenute di Tomolo e Coltano a est del canale Navicelli tra la SS1 e la E80

Fig. 10 - Indice di frammentazione del territorio rurale (If) e nodi della rete ecologica dei boschi (in rigato)



9.4 La frammentazione nei comuni dell'Area Pisana

L'indice If è stato misurato per i comuni dell'Area Pisana: Vecchiano, Pisa, San Giuliano Terme, Cascina, Calci e Vicopisano.

Le Tab. 1 e la Fig. 6 mostrano come il comune con il maggior numero di frammenti per estensione del territorio comunale (N/A), sia quello di Vicopisano, seguito da quelli di Cascina e San Giuliano Terme.

Rispetto all'indice di frammentazione (If), che rispetto al rapporto N/A tiene conto anche della tipologia di barriera, il comune con il maggior valore è dato da quello di Pisa, seguito da quelli di San Giuliano e Cascina. Questo fatto è ampiamente giustificato dal fatto che il territorio di questi comuni è attraversato da molte infrastrutture con un notevole coefficiente di occlusione (Tab.1 e Fig.7).

9.5 La frammentazione ambientale del territorio rurale

Rispetto a quanto emerso nel paragrafo precedente il dato sulla frammentazione può essere illustrato ad un livello di dettaglio maggiore, adottando, quale unità di rilevazione, una griglia esagonale con una cella di superficie pari ad un chilometro quadrato. Con una procedura analoga a quella utilizzata per il calcolo di If a livello comunale è possibile misurare, per ciascun esagono, sia il rapporto tra il numero di frammenti e la superficie della cella, che l'indice di frammentazione del territorio rurale.

L'indice (Fig. 8) mostra chiaramente come i territori a maggior grado di frammentazione siano quelli periurbani dove il margine urbano "frammenta" l'unità di rilevazione in molte patch con fattori di occlusione alti.

Il territorio del Parco, secondo l'indice (If) appare poco frammen-

tato, eccezion fatta per alcune aree costiere nella Tenuta di Tombolo e per l'ambito compreso tra l'aeroporto e lo Scolmatore dell'Arno.

Valori alti di frammentazione si registrano, però, in diversi contesti di margine del Parco: questo aspetto è, ad esempio, ben visibile nelle due immagini di Fig. 9.

Quella in alto mostra l'area attorno al centro abitato di Migliarino dove i valori alti di frammentazione rendono difficile la connessione ecologica tra le aree ad ovest e quelle a est del tracciato autostradale. L'immagine in basso illustra, invece, un caso di frammentazione lungo la Via Aurelia nell'area di contatto tra la Tenuta di Tombolo e quella di Coltano: in questo caso l'area militare di Camp Darby e l'autostrada producono valori di frammentazione piuttosto alti, ostacolando gli scambi tra le due tenute.

Gli esempi citati, al pari di molte altre situazioni di questo tipo presenti nella Pianura Pisana, offrono un quadro della frammentazione abbastanza preoccupante, in quanto le matrici agro-eco-sistemiche, che dovrebbero supportare gli scambi e i movimenti tra le aree naturali del Parco e quelle limitrofe (Monte Pisano, Bientina, Cerbaie), appaiono, invece, piuttosto frammentate.

Un'utile valutazione, può essere svolta confrontando i valori dell'indice If con la cartografia delle unità funzionali delle reti ecologiche; sovrapponendo la carta dell'indice di frammentazione con i nodi della rete dei boschi (Fig. 10) è possibile ipotizzare le principali direzioni di collegamento tra i nodi stessi.

Tale comparazione mostra abbastanza chiaramente l'effetto "isola" in cui si ritrova il territorio del Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli, circondato lungo gran parte del suo perimetro orientale da aree molto frammentate e poco idonee alla connessione con gli altri nodi della rete.

Bibliografia

- Barbati, A., Chirici, G. (2009), Analisi della struttura spaziale e pianificazione del paesaggio agro-forestale: prospettive d'integrazione, Ciancio, O. (Ed.), *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura*, pp. 954-959.
- Bernetti, I., Chirici, G., (2005), "La rete ecologica del Circondario Empolese-Val d'Elsa: analisi e strumenti di gestione", *Atti della IX Conferenza nazionale ASITA*, pp. 333-338.
- Boitani, L., Corsi, F., Falcucci, A., Marzetti, I., Masi, I., Montemagiori, A., Ottaviani, D., Reggiani, G., Rondinini, C. (2002), *Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani*, Università di Roma La Sapienza, Roma.
- Farina, A. (2001), *Ecologia del Paesaggio*, UTET, Torino.
- Furness, R. W., Greenwood J. J. D. (1993), *Birds as monitors of environmental change*, Chapman & Hall, London.
- Guccione, M., Schilleci, F. (2010), *Le reti ecologiche nella pianificazione territoriale ordinaria. Primo censimento nazionale degli strumenti a scala locale*, Rapporti 116/2010, ISPRA, Roma.
- Lambeck, R. J. (1997), "Focal Species: a multi-species umbrella for nature conservation", *Conservation Biology*, Vol. 11, No. 4, pp. 849-856.
- Malcevski, S., (2010), *Reti ecologiche polivalenti. Infrastrutture e servizi ecosistemici per il governo del territorio*, Il Verde Editoriale, Milano.
- Monacci, F., Cavalli, S., Mini L., Panicucci, A., Sani, A. (2012), "Verso una biodiversità diffusa: la rete ecologica della Provincia di Pisa", *Atti della XVI Conferenza Asita*, pp. 979-986.
- Monacci, F., Cavalli, S., Mini L., Panicucci, A., Sani, A. (2013), "La rete ecologica della Provincia di Pisa", *Reticula*, Vol. 3, pp. 6-9.





bici bike

2 SAN GIULIANO TERME



www.bicibike.com

Prenditi la tua bici

Prenditi la tua bici

Analisi e valutazione sociale. Accessibilità ambientale-configurazionale del parco*

Social analysis and assessment. Configuration and environmental accessibility of the Park for the users

Luca Marzi, Nicoletta Setola

This chapter focus on the analysis of accessibility to the paths' network of Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli in Tuscany as it was methodologically proposed in the chapter 6. The accessibility analysis allows to highlight the integration of paths networks, how people reach the node of services, how different users can walk, and then enjoy, the park.

The method employed considers the mapping of paths in a GIS platform, the configurational analysis of the spatial model of the paths network, the check of accessibility for impaired users.

The spatial analysis shown the degree of local and global accessibility of paths, the degree of potential accessibility of linkages among the different areas of the park, and the degree of intelligibility of park spatial system. The check of accessibility was carried out in selected paths by a group composed by different impaired users categories that validated the surveys of architectural barriers carried out by experts technicians. The survey sheets produced were used to create a map of performance accessibility of paths in the MSRM Park.

The previous analyses merge into a map representing an indicator of environmental accessibility useful to monitor the level of accessibility and propose strategies in the Management Plan of the Park to improve the accessibility of paths network.

10.1 Le aree di indagine e la rete dei percorsi

Le tenute che compongono il Parco Naturale di Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli (MSRM), presentano una condizione di *accessibilità geografica* e di *raggiungibilità* (Cfr. cap.6 Fig.4) differenziata a seconda della composizione di tre fattori principali: la condizione territoriale (conformazione fisico-geografica), gestionale (condizione organizzativa), e quella relativa alla natura della proprietà (titolo di appartenenza).

Come descritto nel capitolo 7 paragrafi 7.3-7.5, la conformazione fisica del Parco si presenta con un'articolazione sostanzialmente complanare: le tenute della Macchia Lucchese, Migliarino, San Rossore si affacciano sulla costa Tirrenica "Versiliana-Pisana" con un litorale parzialmente attrezzato. Mentre le tenute di Tombolo (che confina con l'area di Marina di Pisa e di Tirrenia) e la tenuta a nord del parco della Macchia Lucchese, che confina con il comune di Viareggio e Torre del Lago, costituiscono le zone dove sono presenti litorali fortemente infrastrutturati. Le tenute di Coltano e del Padule di Massaciuccoli, non presentano un accesso diretto al mare, come la tenuta del Padule Meridionale che contorna interamente il Lago di Massaciuccoli.

Analizzando il network di percorsi dell'area del parco, possiamo constatare la presenza di tre principali fasce territoriali, composte a nord dalle tenute della Macchia Lucchese, di Migliarino e di Massaciuccoli, al centro dalla tenuta di San Rossore e a sud dalle tenute di Tombolo e Coltano. Le tre fasce sono definite dai due maggiori fiumi che attraversano il territorio del parco, l'Arno e il Serchio.

I corsi d'acqua sono superati da un sistema di ponti, prettamente carrabili, principalmente in corrispondenza dei sistemi viari ad alta intensità di traffico veicolare, la SS1 Strada Statale Aurelia e la A12 Autostrada Genova-Rosignano. Tali percorsi, insieme a parti della linea ferroviaria che collega Viareggio a Livorno, di fatto rappresentano una seconda barriera rispetto al sistema dei percorsi costituiti da strade locali o da itinerari ciclopedonali¹, ovvero da quella tipologia di percorsi utilizzati dagli utenti che mirano a frui-

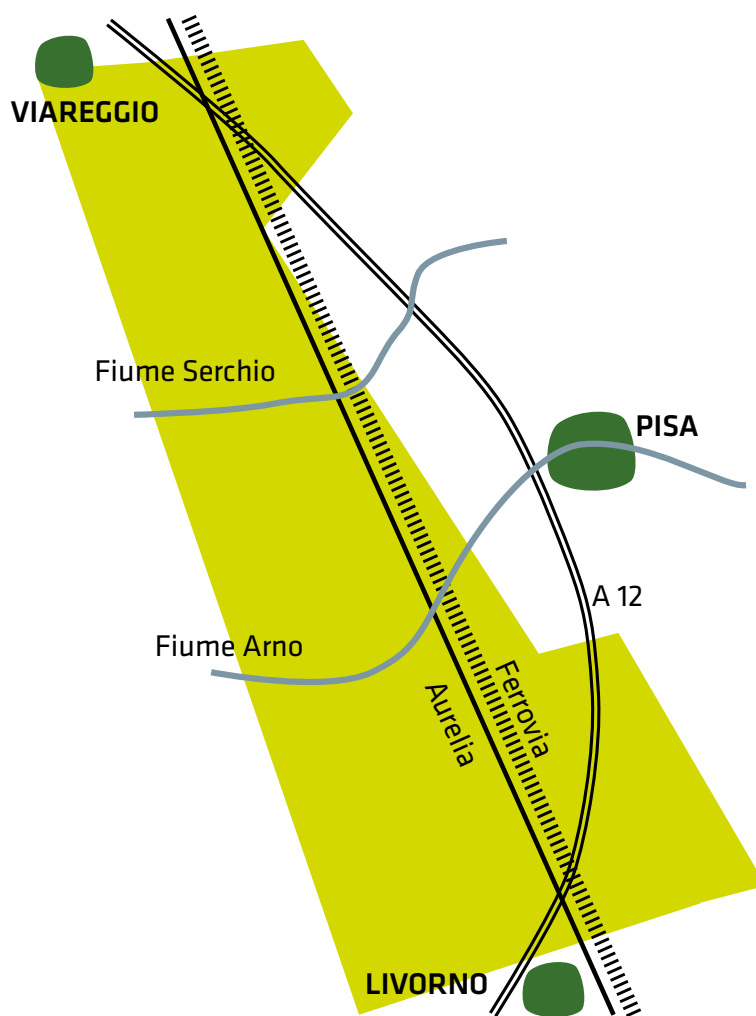
¹ La classificazione così come proposta dall'Art. 2 - Definizione e classificazione delle strade. "Nuovo codice della strada", Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni.

*Nota autori: Il presente capitolo è frutto del lavoro comune dei due autori. Tuttavia i paragrafi 10.1; 10.2; 10.3; 10.4 e le relative immagini (eccetto Fig. 6) sono da attribuire a Luca Marzi, i paragrafi 10.5 e 10.6 e le relative immagini sono da attribuire a Nicoletta Setola.



Fig. 1 - Mappa del parco MSRM con le sue tenute
[Immagine tratta da: Conoscere il Parco - <http://www.parcosanrossore.org/conoscere-il-parco>]

Fig. 2 - Le barriere fisiche del parco MSRM quali i percorsi fluviali principali e le strade di grande circolazione



re delle componenti ambientali-storiche e paesaggistiche presenti nel complesso del MSRM. Per conoscere a fondo questa condizione territoriale, in prima istanza è stato definito un modello geografico su base GIS che riporta l'intera rete dei percorsi, e le aree di utilizzo del territorio.

I percorsi (segmenti) sono stati classificati sulla base della tipologia delle strade, la tipologia del sedime e degli usuali fruitori. Come anticipato nel cap.7 paragrafo 7.5 la fruizione delle zone omogenee è regolamentata dai piani di gestione che specificano la disciplina territoriale in funzione delle peculiari caratteristiche ambientali e morfologiche della porzione di territorio di loro interesse. Tra queste, le modalità di fruizione del territorio, ovvero la possibilità di accedervi in maniera più o meno regolamentata. A tal fine, nel modello geografico di riferimento, sono stati catalogati i percorsi che attraversano zone con accesso carrabile e pedonale libero o re-

gimentato, ovvero quei luoghi nei quali è necessario un processo di previa autorizzazione per poter fruire del territorio.

Relativamente alla classificazione delle aree (zone) il modello riporta i sistemi territoriali omogenei (identificando le aree boschive, i palustri, le zone a radure, le zone dunali, i litorali, etc.), e le aree omogenee per tipologia gestionale (le tenute, le cascate e le riserve naturali²). Come accennato, oltre il 60% del territorio del parco è di proprietà privata, ed in alcune di queste aree esistono condizioni di inaccessibilità completa o parziale dovuta anche a sistemi di regimentazione degli accessi (recinzioni, cancelli, etc.).

² All'interno del parco sono state individuate 16 riserve naturali: R.N. Lecciona, R.N. Guidiccione, R.N. Punta Grande, R.N. Chiarore, R.N. Chiuso del Lago, R.N. Bufalina, R.N. Fiumaccio, R.N. Ugnone, R.N. Bozzone, R.N. Bocca di Serchio, R.N. Palazzetto, R.N. Paduletto, R.N. Lama di Fuori, R.N. Bosco San Bartolomeo, R.N. Bosco degli Allori, R.N. Cornacchiaia Ulivo.

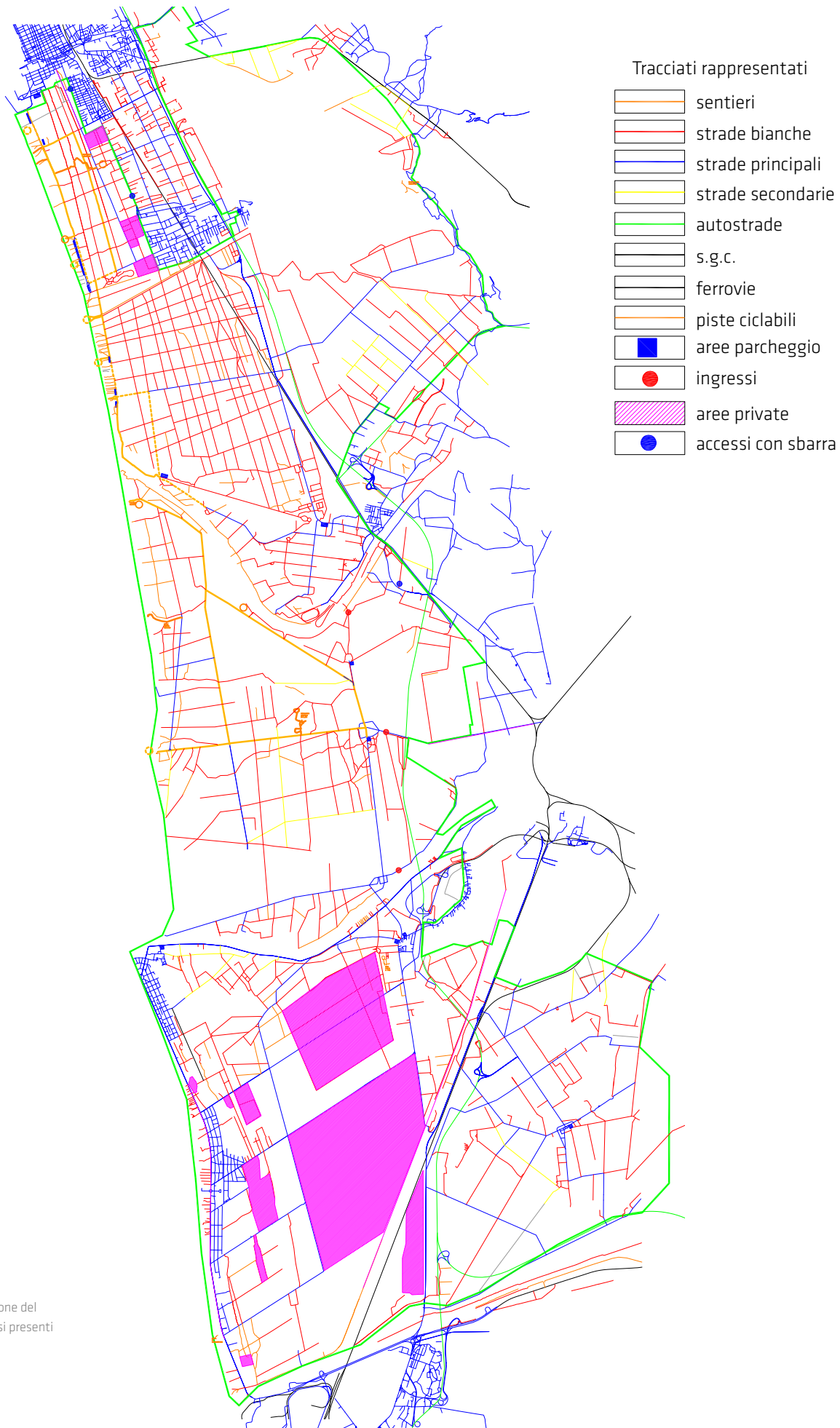


Fig. 3 - Identificazione del network dei percorsi presenti nell'area del parco

Fig. 4 - Metodologia per la classificazione dei percorsi in uso nei piani di gestione del Parco (a) e nelle analisi di accessibilità prestazionale e configurazionale (b)



Fig. 5 - Il modello geografico di riferimento, con la classificazione dei percorsi e la rete dei servizi e delle funzioni principali

Inoltre sono presenti “enclavi”, per lo più di natura militare, nelle quali è preclusa qualsiasi forma di accesso. Queste zone interessano principalmente la tenuta di Tombolo. Nel modello geografico della rete dei percorsi queste zone sono state classificate come percorsi inaccessibili, cioè percorsi chiusi.

Inoltre sono stati riportati i sistemi degli accessi (*gate*), i sistemi delle rilevanze territoriali (*landmark*), i confini amministrativi e le aree di parcheggio.

Complessivamente il sistema dei percorsi che abbiamo modellato contiene quasi 1240 km di sistemi viari (modellati in circa 8.000 segmenti), di cui interni ai confini del parco 810 km (per circa 4.500 segmenti).

10.2 La rete analizzata, nodalità interne e poli d'interesse

Da questa prima elaborazione, realizzata sulla scorta dei supporti cartografici reperiti presso le amministrazioni regionali e dell'ente parco, è stata elaborata una seconda classificazione dei percorsi, necessaria a verificare il “network pedonale” oggetto della verifica dell'accessibilità. Eseguendo una verifica puntuale della reale condizione d'uso, attraverso un rilievo sul luogo e l'analisi delle aeree fotogrammetrie sono stati catalogati i percorsi in 4 macro categorie:

- i percorsi principali, per lo più esclusivamente carrabili (a volte affiancati da sentieri vicinali pedonali o ciclo/pedonali) che ricollegano le nodalità del parco alla rete dei percorsi esterni;

- i percorsi minori, catalogati sulla base delle zone ambientali di cui fanno parte, assimilabili ai sentieri turistici o escursionistici³, ovvero a quella tipologia di itinerari privi di difficoltà tecniche ed adatte ad una fruizione di tipo turistica. In questi percorsi la viabilità veicolare è praticamente assente, e comunque regolamentata per quantità e modi di utilizzo tanto da risultare ininfluente nei confronti dell'utenza pedonale;
- i sentieri esclusivamente pedonali, che attraversano aree nelle quali il traffico veicolare è assente o limitato, per alcune parti, alle sole attività di controllo e/o manutenzione. Di questa categoria fanno parte i percorsi con funzioni anche di carattere turistico-escursionistico, nei quali le difficoltà di fruizione sono ridotte, e i sentieri tematici attrezzati, ovvero quegli itinerari a tema specifico (prevalentemente di tipo naturalistico) con scopo didattico formativo, attrezzati con apposita tabellatura e punti predisposti per l'osservazione, adatti anche alle esigenze di persone disabili;
- la quarta categoria comprende tutti i percorsi non raggiungibili, inaccessibili o comunque di cui la fruizione è completamente interdetta ad utenze non espressamente autorizzate.

Alla mappatura dei percorsi è stata sovrapposta quella delle funzioni e dei servizi con valenza turistico recettiva. Questi “blocchi di servizi” rappresentano i poli attrattori del sistema, le mete dei fruitori, ovvero i luoghi dai quali usualmente partono e/o arrivano gli utenti per fruire del territorio.

³ Si veda la classificazione del Club Alpino Italiano (CAI) relativa alla tipologia dei sentieri e dei percorsi escursionistici.



SISTEMA_PEDONALE - PERCORSO

STRADE CARRABILI PRINCIPALI

- Asse_principale (strada di Accesso)
- via_principale extra parco
- via_principale parco

VIABILITA MINORE

- campestre sterrata
- forestale sterrata

VIABILITA PEDONALE

- Sentieri
- percorsi didattico-naturalistici
- percorsi accessibili

ALTRO

- Privati chiusi
- Altri percorsi non censiti
- Confini
- Cancelli di Accesso

SERVIZI e FUNZIONI

- Parcheggio Pubblici -Esterni
- Parcheggio Pubblici -Posti Riservati
- Litorale Attrezzato
- Campeggio
- Centro Visite
- Centro Museale
- Itinerario Accessibile
- Itinerario Naturalistico
- Edifici Polifunzionali
- Foresteria
- Albergo - Ostello
- Cinema - Teatro
- Stazioni Ferroviarie
- Impianti Sportivi
- Ippodromo
- Centro Ippico
- Golf
- Ristorante - Ristoro
- Agriturismo
- Uffici ente Parco
- Punto Vendita
- Edifici Religiosi
- Servizi Igienici Accessibili
- Atracco Nautico
- Biblioteca
- Struttura Sanitaria
- Polizia

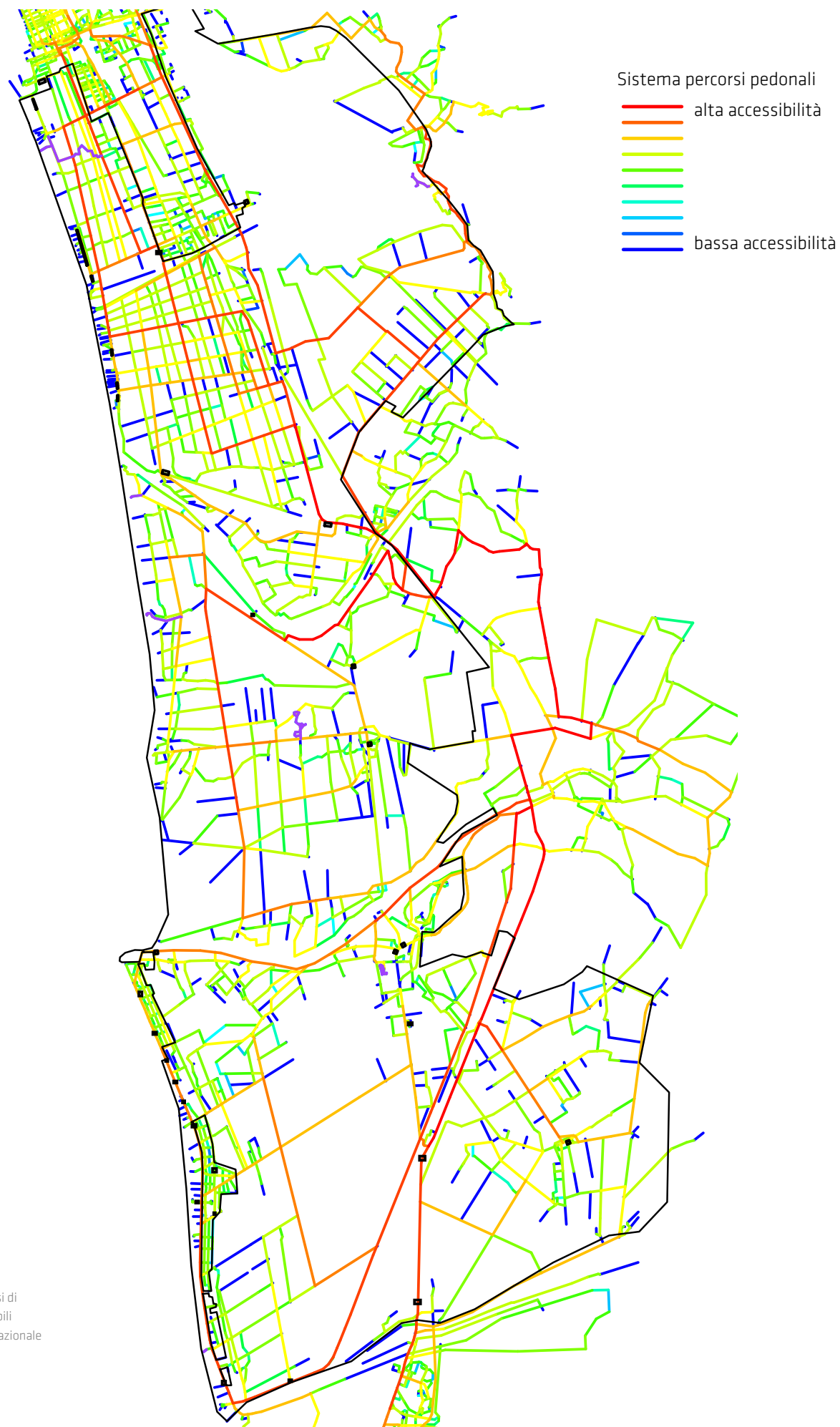
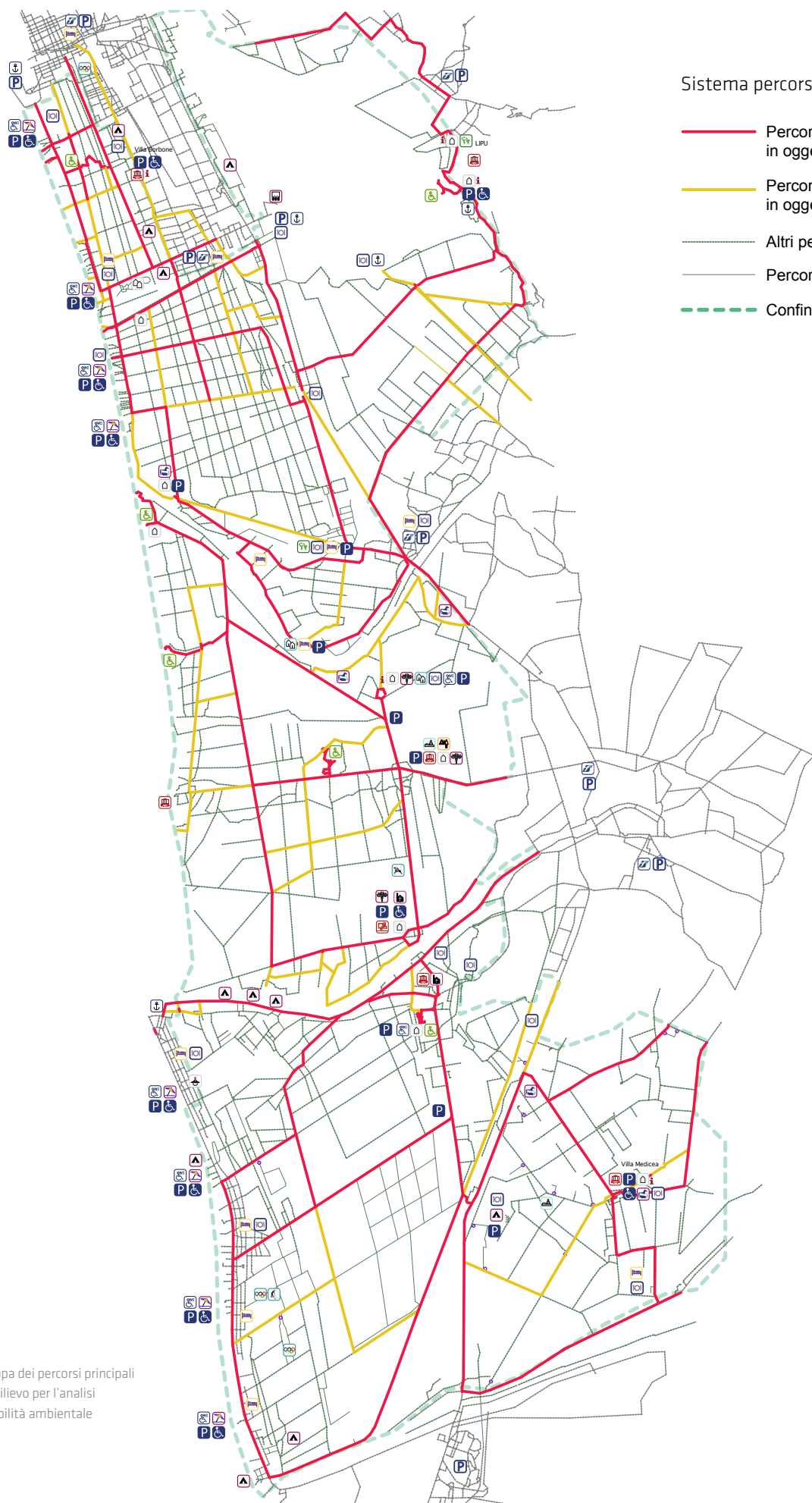


Fig. 6 - Mappa dei percorsi di collegamento più accessibili secondo l'analisi configurazionale



Sistema percorsi pedonali

- Percorsi pedonali principali in oggetto di rilievo
- Percorsi pedonali secondari in oggetto di rilievo
- Altri percorsi non rilevati
- Percorsi Privati
- - - - - Confini

Fig. 7 - Mappa dei percorsi principali oggetto di rilievo per l'analisi dell'accessibilità ambientale

Tab. 1 - Schema di sequenza di un piano tipo di superamento delle barriere architettoniche, in grassetto le fasi in cui la ricerca ha sviluppato le metodologie e gli strumenti

Fase I - azioni di predisposizione	
1	> Azioni organizzative
2.1	> Raccolta materiale cartografico
2.2	Raccolta materiale strutture
3	> Elaborazione materiale cartografico
4	Scelta delle strutture da rilevare
5	Predisposizione al rilievo
Fase II - rilievo sperimentale degli itinerari	
1	Rilievo di massima delle strutture e dei percorsi
2.1	> Rilievo dei percorsi
2.2	Rilievo delle strutture interessate
3	Verifica stato lavori e redazione dei dati
Fase III - integrazione delle informazioni	
1	Integrazioni
2.1	Verifica del rilievo ambientale
2.2	> Classificazione delle condizioni rilevate
3	> Predisposizione della pianta accessibilità
Fase IV - valutazione dell'accessibilità	
1.1	Valutazione stato delle strutture
1.2	> Valutazione stato del connettivo
2	Redazione della pianta dell'accessibilità
Fase V - redazione del piano	
1.1	Rapporti interventi
1.2	Valutazione rapporto costo-beneficio
2.1	> Programma degli interventi
3	Pubblicazione dei dati

Il modello di network dei percorsi proposto si rifà allo schema di approccio all'analisi dell'accessibilità di un sistema circoscritto (Cfr. cap. 6 par. 6.3 Unità di riferimento, funzioni territoriali e modelli di analisi dell'accessibilità ambientale), nel quale si analizza il sistema ambientale per suddivisione degli elementi che lo compongono, verificando sia la condizione di accessibilità interna che quella esterna al sistema, e analizzando la raggiungibilità del sistema stesso.

Nel nostro caso il network proposto è stato sottoposto ad un'analisi configurazionale dei livelli di integrazione dei percorsi dal

punto di vista topologico rispetto alla mappatura dei servizi intesi come nodalità e spazi attrezzati (Fig. 6). La mappa descrive una classificazione dei principali assi viari, potenzialmente utilizzabili da "utenti generici" che fruiscono del territorio aldilà della sua conformazione. Da questa analisi, è stata eseguita la scelta del gruppo dei percorsi principali (carrabili e pedonali) oggetto di verifica dell'accessibilità ambientale (Fig. 7).

Le elaborazioni effettuate, rispetto ad un canonico modello di piano per il superamento dell'accessibilità definito per fasi se-

quenziali, si collocano nella prima fase di reperimento ed elaborazione del materiale di riferimento per la redazione del piano (ed in particolare nella definizione dei supporti cartografici), nella seconda fase di rilievo relativa all'analisi dei pre-requisiti di accessibilità e nella fase di rilevazione dell'accessibilità dei percorsi di collegamento tra le nodalità strutturali (edifici e funzioni) che forniscono servizi all'utenza. Da un'analisi dei principali casi studio di pianificazione dell'accessibilità dei sistemi parchi, nella presente esperienza viene eluso il rilievo delle strutture e dei servizi, ovvero non sono stati affrontati in maniera specifica i temi dell'analisi delle condizioni degli edifici, dei loro sistemi di fruizione e dei loro supporti di comunicazione dell'accessibilità, così come espressamente richiesto dalle linee guida ministeriali più volte citate.

10.3 Analisi accessibilità ambientale – Aspetti pre-stazionali

Nella definizione di un piano dell'accessibilità la fase di rilievo e di analisi è evidentemente il momento cruciale della sua realizzazione. Definire un quadro affidabile, omogeneo e facilmente leggibile delle condizioni ambientali del patrimonio territoriale di riferimento è essenziale per coinvolgere e far dialogare tutti quei referenti che partecipano alla progettazione, alla gestione e al controllo di tutti gli elementi che concorrono alla valutazione dell'accessibilità. Per tale ragione, in questa delicata fase, è preferibile affiancare ai tecnici rappresentanti esperti delle differenti condizioni di disabilità. Nella ricerca il rilievo ambientale ha previsto una specifica azione di auditing (osservazione) realizzata con il gruppo, formato sia da validatori, ovvero da persone afferenti alle categorie di utenza paradigmatiche prese in considerazione, sia da rilevatori, ovvero da personale tecnico che ha raccolto i dati nella fase di rilievo e li ha sistematizzati nella successiva fase di riorganizzazione delle informazioni⁴. Nello specifico il gruppo di

lavoro ha analizzato il quadro esigenziale (così come descritto nel cap.6 paragrafo 6.8) dei seguenti profili di utenza:

- le persone che usano carrozzine a trazione manuale, ovvero ausili puramente meccanici, che non prevedono cioè l'utilizzo di motori o batterie. La carrozzella manuale è la soluzione adatta a chi non presenta particolari limitazioni motorie agli arti superiori. In particolare, nella fase di osservazione e raccolta dei dati, sono state utilizzate carrozzine con telai leggeri (minori di 14kg) corredate da ruote con battistrada dentato;
- le persone che utilizzano le carrozzine a trazione elettrica, ed in particolare carrozzine per uso esterno afferenti alla tipologia B⁵, ovvero non di tipo off-road ma in grado comunque di superare piccoli dislivelli e pendenze comprese nel 10%. Con un peso di circa 70-90 Kg e di una autonomia di circa 20 km;
- le persone cieche accompagnate⁶ ovvero quelle che utilizzano un mediatore ambientale come guida sia per le attività di movimento che per l'interazione con oggetti e servizi;
- le persone cieche che usano il bastone lungo secondo le indicazioni della scuola di orientamento e mobilità, ed in particolare secondo le tecniche di "strisciata e di battura", così come indicate dagli istruttori di orientamento e mobilità.

Rispetto alle variegate tipologie di utenze possibili⁷ la scelta eseguita presenta necessariamente delle limitazioni. Il quadro esigenziale di riferimento, seppur contenente le connotazioni delle utenze tipo relative alle condizioni di disagio fisico e sensoriale, non tiene conto di tutta quella serie di condizioni di disabilità che

categorie di utenze: persone su sedia a ruote a trazione manuale, persona su sedia a ruota con trazione elettrica, persona non vedente che utilizza il bastone lungo, persona non vedente accompagnata, persona non vedente con cane guida. Il gruppo di esperti ha coadiuvato i tecnici in tutte le fasi del lavoro, in particolare nelle fasi di rilevazione, verifica dei dati e nella fase di valutazione e di indicazione delle possibili azioni migliorative.

⁵ Si veda la classificazione delle carrozzine elettroniche in base al loro uso: "uso interno", "uso interno ed esterno" e "uso interno e esterno con performance particolari" (ISO 9999:2002 - codice ISO 12.10.084).

⁶ Per una più dettagliata analisi delle tecniche di assistenza per persone cieche si veda: Le tecniche di assistenza, d'accompagnamento, descrivere e illustrare, di Ada Nardin, U.I.C. Unione Italiana Ciechi, disponibile a: http://www.parchilazio.it/home-nomepagina-tecnici+id_pp-26+id-63.htm.

⁷ Alla fase di rilievo hanno partecipato anche persone cieche che utilizzano il cane guida ed ipovedenti, tali classi di utenza non sono state considerate nel quadro della valutazione dell'accessibilità, ma la loro esperienza e le loro indicazioni hanno comunque concorso nella definizione del quadro esigenziale dei profili di utenza sopra descritti.

⁴ La fase di rilievo è stata realizzata nell'ambito del progetto di formazione "Senza Barriere 3" (si veda la sezione crediti e ringraziamenti). Il gruppo di lavoro afferente al progetto è stato composto da tecnici (ingegneri architetti e geometri, liberi professionisti e afferenti alle PA), da un gruppo di utenti esperti afferenti alle associazioni di disabili e dal personale del parco che ha seguito l'evoluzione dei sopralluoghi fornendo, oltre ad una consulenza tecnica, l'apparato documentario e l'appoggio logistico. Il gruppo ha rappresentato le seguenti

fanno riferimento ai disagi comportamentali, psichici, alimentari e relativi alla comunicazione. In particolare, nel presente studio non si sono verificate le necessità delle persone sorde che necessitano di particolari attenzioni progettuali in grado di attenuare le condizioni di deficit nella fase di interazione (comunicazione) tra l'ambiente e la persona. Lo stesso gruppo di rilievo messo in campo per la ricerca, pur afferente ad una associazione che raggruppa più condizioni di disabilità, ha preferito non esprimersi sulle valutazioni di accessibilità per le persone sorde, anche e soprattutto in considerazione dei problemi relativi alla sicurezza d'uso. Si ritiene comunque che l'apporto della metodologia e dei relativi strumenti messi a punto sia stato funzionale all'obiettivo principale della ricerca, ovvero strutturare un sistema di valutazione integrato dell'accessibilità della rete dei percorsi del parco verificando principalmente il grado di percorribilità degli stessi. Ovvero della capacità di essere fruibili in sicurezza, garantendo all'utente la possibilità di vivere appieno le differenti componenti ambientali del territorio.

Il rilievo ambientale ha riguardato nello specifico sia i percorsi attrezzati del parco di MSRM che capi campione dei percorsi di connessione tra le nodalità (assi principali e sistema dei sentieri). Il rilievo è stato eseguito con una serie di sopralluoghi mirati, eseguiti in condizioni meteorologiche omogenee⁸. Il gruppo di rilievo è stato organizzato in tre gruppi operativi: il primo ha affiancato i validatori raccogliendo le loro indicazioni ed eseguendo riprese video e fotografie necessarie a corredare le schede di rilievo; il secondo gruppo ha misurato le componenti dei percorsi, compresa lo sviluppo lineare ed altimetrico con l'ausilio di sistemi GPS; il terzo gruppo ha riempito le schede di rilevazione, riportando schemi grafici delle opportune soluzioni alle criticità rilevate, discusse ed analizzate, in un secondo momento, con i validatori stessi.

Una volta definito l'ambito territoriale di rilievo sono stati realizzati dei supporti (schede) per la raccolta dei dati. Queste schede,

⁸ Il rilievo dello stato di fatto è stato effettuato nel periodo compreso tra il settembre 2012 e il gennaio 2014. Il gruppo di rilievo è stato composto da tecnici afferenti al corso di aggiornamento "Senza barriere 3", promosso dalla provincia di Lucca e coordinato dall'Agenzia formativa SO.GE.SA. Alle fasi di rilievo hanno partecipato i validatori afferenti al FAND - Federazione nazionale tra le associazioni dei disabili sez. prov.le di Lucca (anmic, anmil, ensi, uici, unms).

(tipo A e Tipo B) desunte da un'analisi dello stato dell'arte relative a studi sull'accessibilità dei parchi⁹ sono state organizzate su tre macro aree. La prima che riguarda la tipologia dell'utenza osservata con l'analisi del comportamento di fruizione dei tratti di percorsi rilevati, l'analisi delle soste, dei tempi parziali e dei tempi totali di fruizione. Il rilievo è stato eseguito con l'ausilio di dispositivi GPS con i quali sono stati tracciati i movimenti planimetrici ed altimetrici compiuti dai rilevatori. La seconda sezione della scheda riguarda l'analisi degli spazi "percorribili" ovvero di tutte quelle componenti che interessano prettamente i tracciati pedonali, con la raccolta delle tipologie geometriche dei parametri dimensionali e qualitativi quali: tipologia della pavimentazione, sistemi di superamento dei dislivelli, metodi per la realizzazione di percorsi sospesi o in quota, i passaggi obbligati (cancelli e strettoie), i metodi di realizzazione delle paratie e degli eventuali corrimano, i sistemi di riconoscimento dei sedimi pedonali, con particolare attenzione alle esigenze delle persone non vedenti (linee e punti di riferimento naturali o artificiali). La terza parte riguarda l'analisi dei servizi ed attrezzature realizzati, in particolare sono stati censiti sia gli arredi più o meno comuni (quali sedute, tavoli, eventuali servizi igienici) che quelle aree specialistiche prettamente legate all'attività di osservazione della fauna e vegetazione presenti lungo i percorsi naturalistici, come i capanni per il birdwatching, i punti panoramici etc. Una sezione particolare, della terza parte, ha riguardato l'analisi dei sistemi di segnaletica ed informazione, specialmente di quelli dedicati alle persone cieche, con i sistemi in Brail e le mappe tattili per il riconoscimento dei luoghi o degli oggetti. La scheda, accanto ad una planimetria del percorso accompagnata dalle sezioni tipo, riporta i codici articolati per classi ambientali.

⁹ In particolare si menzionano: Progetto per incrementare la fruizione dei parchi nazionali a fasce di cittadini deboli, di A. Nesi e F. Bagnato, Edizioni Gangemi 2005; Lancerin L. (a cura di), Il verde è di tutti - Schede tecniche per la progettazione e la realizzazione di aree verdi accessibili e fruibili, www.Disabili.com; Outdoor Recreation Accessibility Guidelines. Scoping Requirements, Technical Provisions, and Appendix (FSORAG), e Trails Accessibility Guidelines (FSTAG), a cura dell'US Forest Service, Washington, D.C. 2013, disponibili a: www.fs.fed.us/recreation/programs/accessibility; Accessibility Guidebook for Outdoor Recreation and Trails, a cura di U.S.Department of Agriculture Forest Service Technology & Development, Di J. Zeller, R. Doyle, K. Snodgrass 2012, disponibile a: www.fs.fed.us/recreation/programs/accessibility/pubs/pdfpubs/pdf12232806/pdf12232806Pdpi100pt01.pdf



Fig.8 - Fasi del rilievo

Ogni rilievo è stato commentato (scheda Tipo B) segnalando, per ogni tratto di percorso analizzato, i punti di forza o di debolezza delle soluzioni tecniche utilizzate, allegando i rilievi metrici, fotografici e le riprese video con i commenti degli esperti disabili. Le schede, riorganizzate e riassunte in una fase successiva al rilievo, sono state così un luogo di raccolta di una analisi di carattere “post-occupazionale” riportando, a conclusione, la casistica rilevata, ordinata e standardizzata in modo da poter essere confrontata ed analizzata nella successiva fase di valutazione. Affiancata alle schede di rilievo è stata definita una *check list* di verifica contenente le specifiche tecniche relative a: sistema delle nodalità dei trasporti (parcheggi, fermate, mezzi pubblici etc), tipologia dei percorsi (larghezze, pendenze, tipologia della

pavimentazione, riconoscibilità del sedime, sezioni territoriali) presenza di ostacoli, presenza di facilitazioni ed ostacoli (arredi, attrezzature, etc), tipologia della segnaletica (sinottica, direzionale, didattica, divieti, etc). La lista di controllo è formulata attraverso una serie di domande che assumono la connotazione di analisi dei requisiti di accessibilità e sicurezza riferiti alle principali disposizioni normative. Tali domande corrispondono all'esistenza o meno di barriere fisiche e/o percettive. La lista è costruita come sistema aperto, nella sezione “considerazioni” sono inserite tutte le indicazioni scaturite dal team di lavoro, ovvero quelle informazioni integrative alle normative che il gruppo di rilievo ha ritenuto importante sottolineare anche per dare fondamento alla fase di valutazione dell'accessibilità.

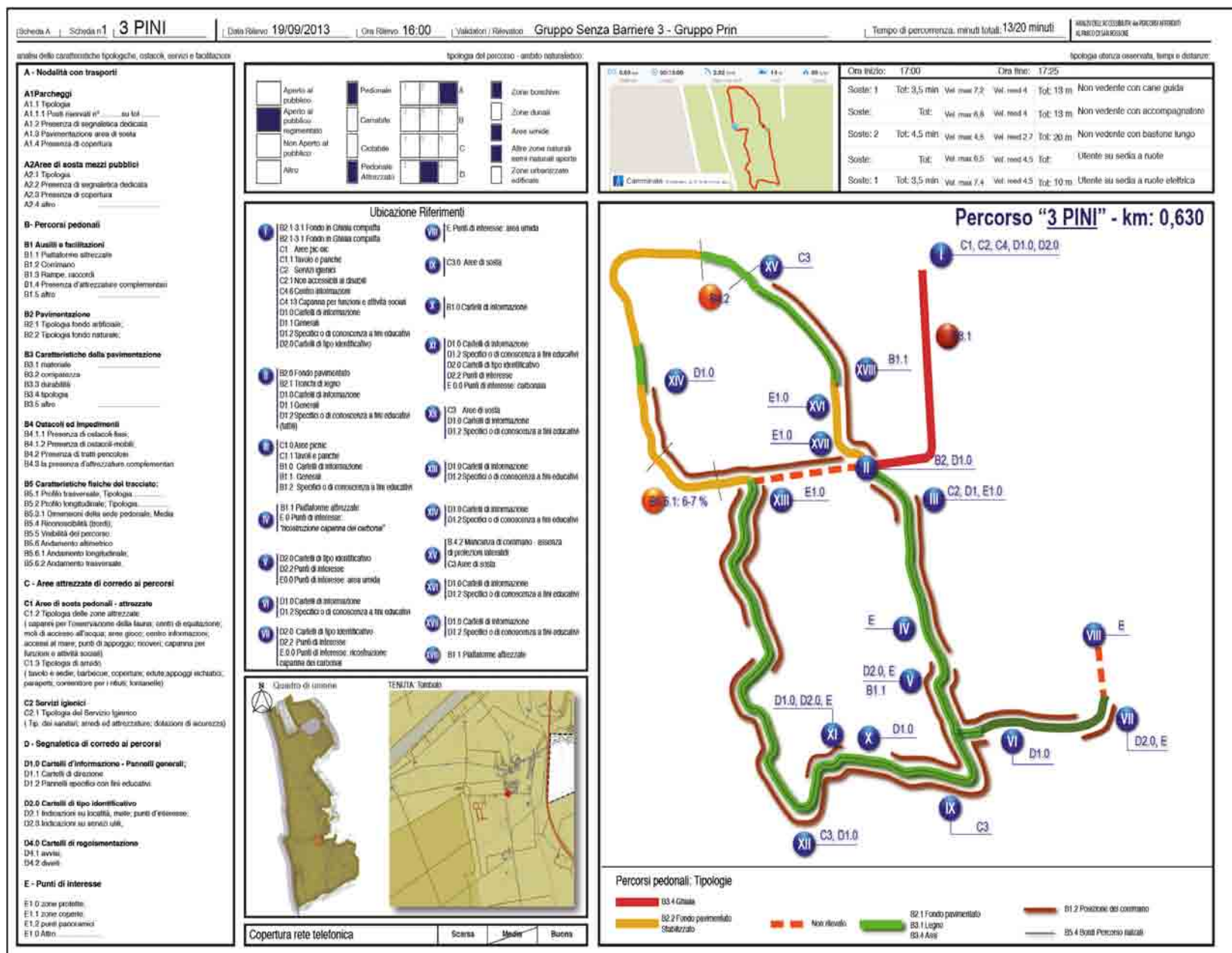
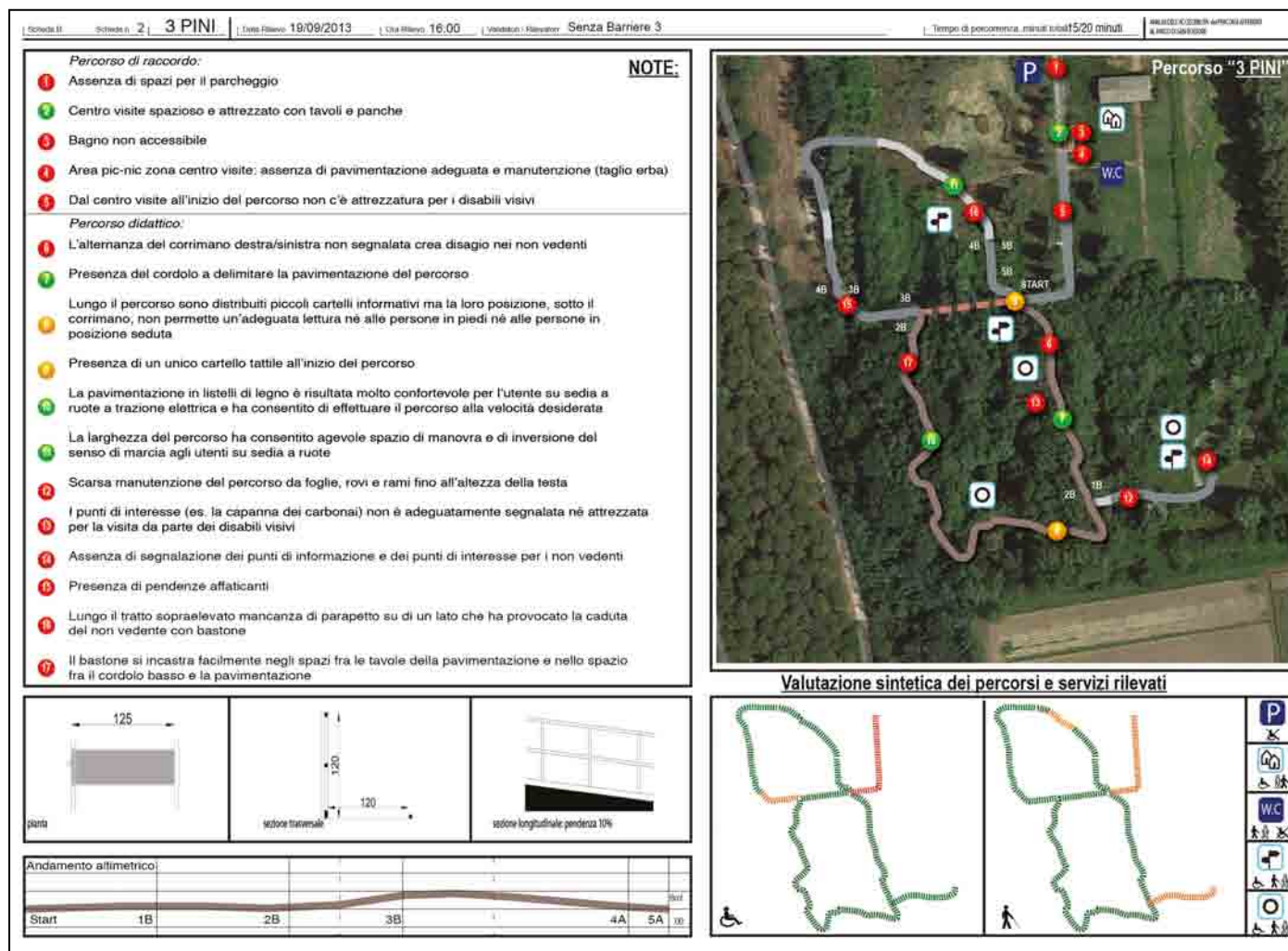


Fig. 9 - Scheda di rilievo A. Sezione della scheda che comprende l'insieme delle specifiche tipologiche relative alle unità ambientali del percorso prese in esame. La tipologia dei percorsi, le caratteristiche topografiche, i tempi di fruizione e l'elenco delle caratteristiche tecnologiche relative a: percorsi, servizi - aree attrezzate, parcheggi, segnaletica- punti di interesse, ostacoli e facilitazioni

Fig. 10 - Scheda di rilievo B. Sezione della scheda che raccoglie le note di rilievo con le "considerazioni/ errori comuni e buone prassi" (piano di gestione). In tal senso vengono proposte, a titolo di suggerimento, possibili soluzioni tecniche, per indicare particolari strategie di superamento o attenuazione dei conflitti rilevati. La scheda contiene la valutazione sinottica dei percorsi per le persone cieche che usano il bastone e le persone su sedia a ruote a trazione manuale



10.4 Analisi accessibilità ambientale - La fase di valutazione prestazionale

A conclusione del processi di rilievo sono stati valutati i gradi di accessibilità della rete dei percorsi rilevati. L'attività di valutazione conclusiva, con la realizzazione delle così dette mappe dell'accessibilità (Fig. 13-14), è necessaria per ricostruire un quadro sinottico delle condizioni ambientali. Le mappe, pur rappresentando una decisione soggettiva fornita dal gruppo di lavoro che esprime i propri giudizi al di là delle indicazioni normative, sono utili per avere una fotografia dello stato di fatto in grado di riassumere, semplicemente

e velocemente la mappatura delle condizioni di accessibilità, in modo tale da agevolare le fasi di monitoraggio (aggiornamento) e di intervento (attività di progettazione e manutenzione).

Come accennato nella definizione dei gradi di accessibilità (vedi cap.6 par.6.1 e 6.2), considerando la barriera architettonica come prodotto del connubio persona-ambiente, è stata introdotta la figura del "mediatore ambientale". Il mediatore ambientale è l'accompagnatore, ovvero colui che assiste l'utente in base alla propria condizione psico-fisica affiancando la persona nella fruizione del parco, ed agevolandola nei



Fig.11 – Schede di rilievo, estratti dalle schede dei percorsi (dall'alto verso il basso) Dune di Fiume Morto Vecchio, Lecciona, Sabrina Bulleri.



Fig.12 – Diversi sedimi dei percorsi del parco



momenti nei quali esistono condizioni di difficoltà¹⁰. Nella classificazione del grado di accessibilità proposta, la figura del mediatore ambientale assume una connotazione diversa in base al suo ruolo. In particolare può essere un aiutante in grado di far superare condizioni di inaccessibilità circoscritte, o divenire un *caregiver*, assolutamente necessario per la fruibilità del percorso anche, ma non solo, per le condizioni di conflitto diffuse dell'ambiente. L'accompagnatore assume un valore differente a seconda delle tipologie delle persone alle quali presta aiuto. Nel caso delle persone su sedia a ruote usualmente è un operatore capace di manovrare gli ausili in modo da garantire l'incolumità dell'assistito. In particolare agisce nelle fasi di superamento di piccoli dislivelli, di zone di manovra difficoltose e nella fasi di accesso ai servizi e facilitazioni. Nel caso delle persone cieche, ed in particolare di quelle che non utilizzano ausili per la mobilità, l'accompagnatore è una persona specificatamente addestrata in grado di guidare l'utente, mediante il proprio comportamento, nel contesto ambientale nel quale si trova. Mentre nel caso di persone sorde, il mediatore ambientale è una persona specificatamente formata a conoscere le forme di comunicazione quali il linguaggio dei segni. Riassumendo è stata valutata la

necessità di avere, per ognuno dei profili esigenziali, l'ausilio, più o meno circoscritto, di un soggetto in grado di agevolare il rapporto tra la persona e l'unità ambiente con la quale si confronta.

Con il fine di definire un supporto confrontabile anche con i sistemi di analisi dell'accessibilità configurazionale (cfr. par. 10.5), attraverso una sovrapposizione dei dati ed un processo di riduzione del grado di accessibilità (condizioni più sfavorevoli), è stata definita una mappa dell'accessibilità congiunta (Fig. 15) che indicasse le valutazioni integrate sia per le persone cieche che per le persone su sedia a ruote. La mappa contiene evidentemente un maggior grado di discrezionalità rispetto alle analisi separate per tipologia d'utenza. Sarà comunque possibile verificare in modo puntuale le condizioni ambientali specifiche eseguendo una lettura a ritroso della documentazione di rilievo e valutazione, ritrovando così per ogni singolo elemento (percorso) il quadro oggettivo dei singoli fattori.

10.5 Analisi accessibilità ambientale - Aspetti configurazionali

L'analisi configurazionale è stata applicata al modello geografico che rappresenta il network dei percorsi pedonali del Parco di MSRM e delle aree limitrofe (Fig. 16). Da questo tipo di analisi sono state ricavate diverse mappe in cui è possibile leggere risultati riguardanti il grado di accessibilità spaziale dell'utenza pedonale sull'intera area del parco; il grado di accessibilità spaziale pedonale del network dei percorsi ad una scala locale; la posizione dei percorsi accessibili per una utenza debole nel network dei percorsi; la collocazione dei parcheggi, delle aree attrezzate, dei percorsi didattici e dei punti di accesso al parco rispetto al network dei percorsi.

¹⁰ L'introduzione del mediatore ambientale, nei metodi di verifica della fruibilità dei percorsi e dei servizi, è necessaria per due aspetti fondamentali. Il primo che riguarda la modalità usuale di fruizione di un ambiente come un percorso in un parco naturale, che di fatto avviene in gruppi di persone anche e soprattutto per le possibilità di rischio intrinseco che si possono incontrare durante la sua fruizione. La seconda è relativa alla raggiungibilità dei percorsi, che usualmente avviene attraverso un nodo scambiatore raggiungibile con un mezzo di trasporto privato. Le stesse linee guida del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio (2003) Parchi per tutti. Fruibilità per un'utenza ampliata, nelle direttive da attuare per rendere fruibili le strutture e i percorsi presenti nei territori, raccomandano agli organismi di gestione di parchi nazionali, di «garantire la possibilità di pervenire con il proprio veicolo e di poter parcheggiare nelle vicinanze dell'area di interesse».

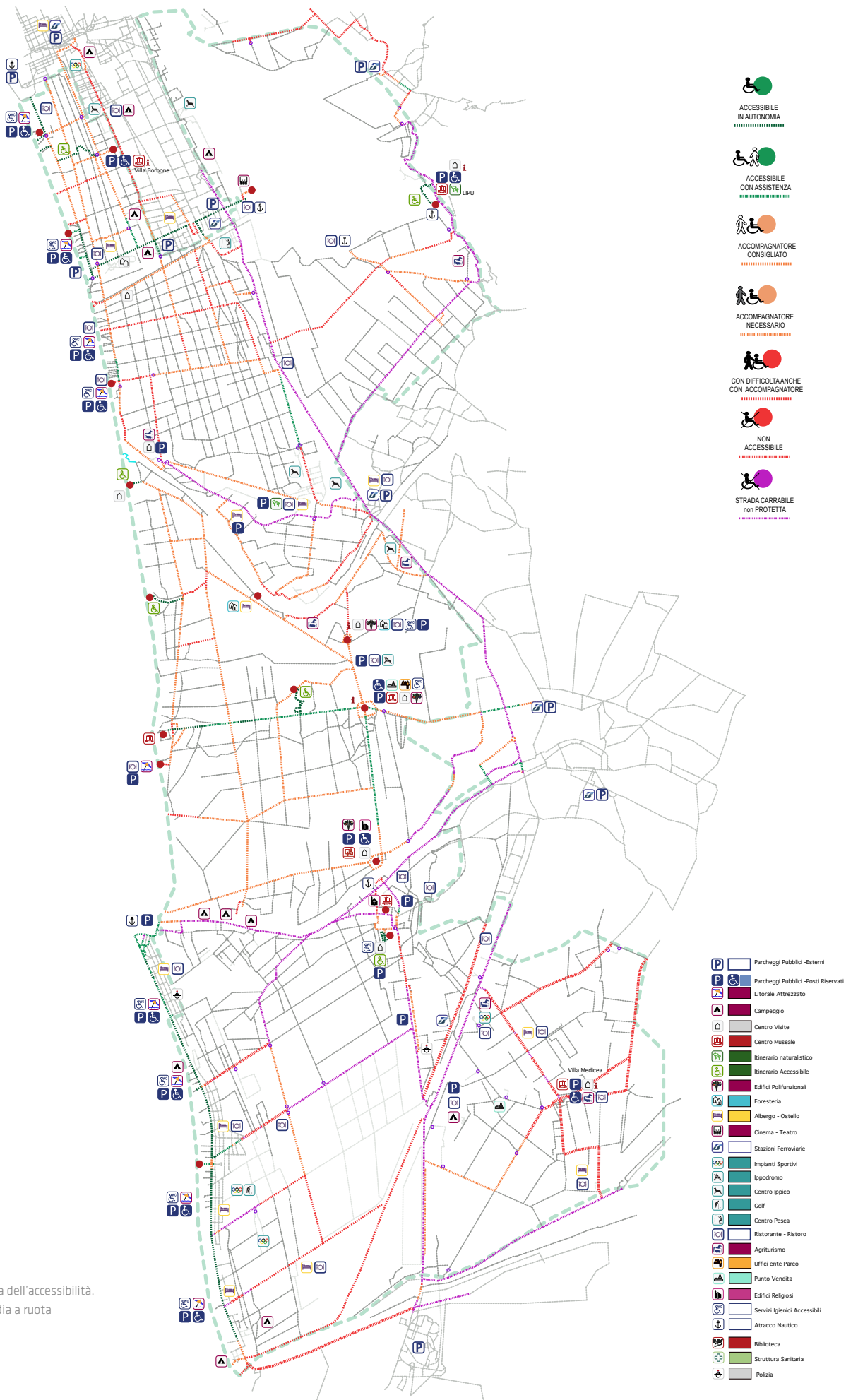


Fig. 13 - Mappa dell'accessibilità. Persona su sedia a ruota

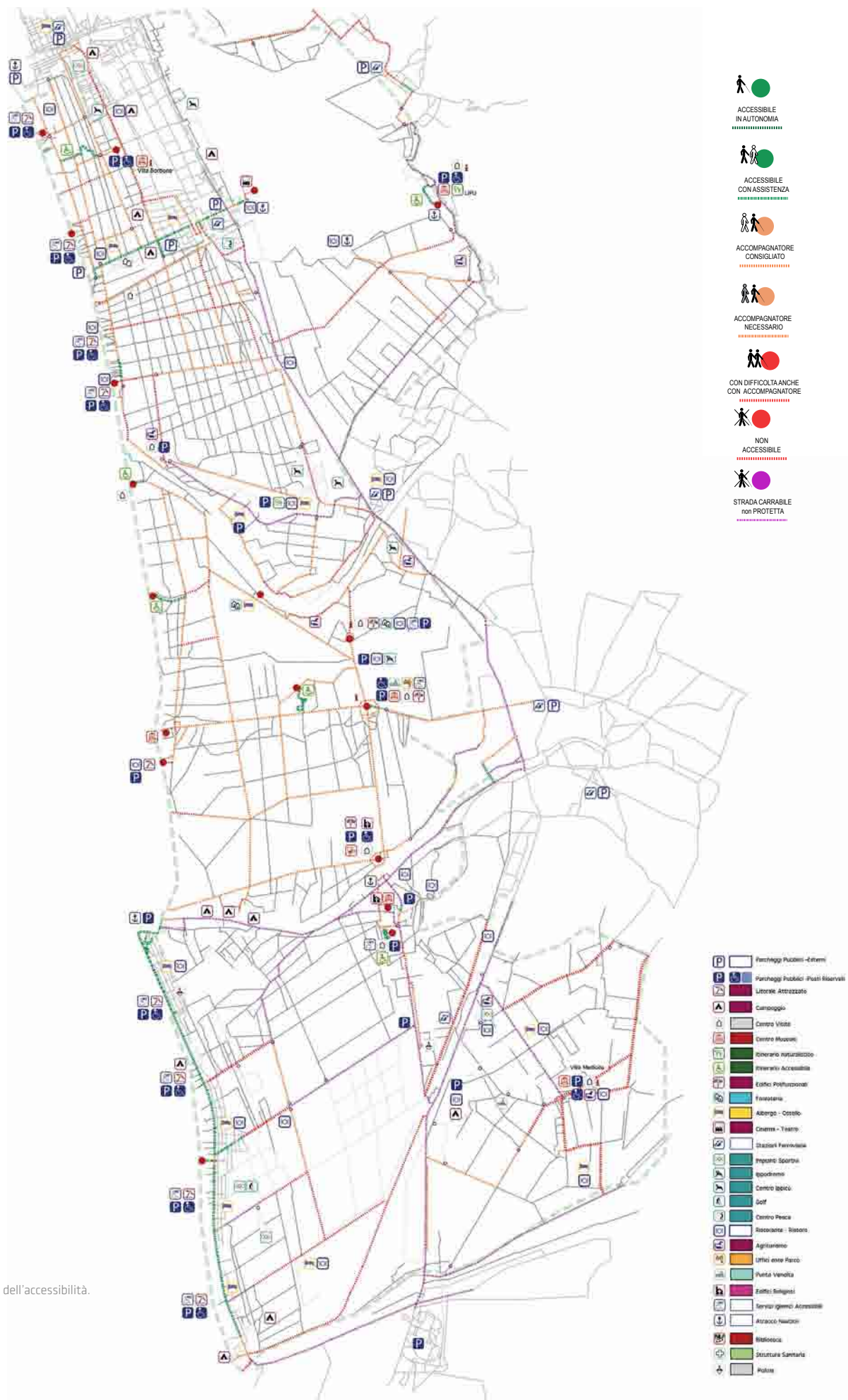


Fig. 14 - Mappe dell'accessibilità.
Persona cieca

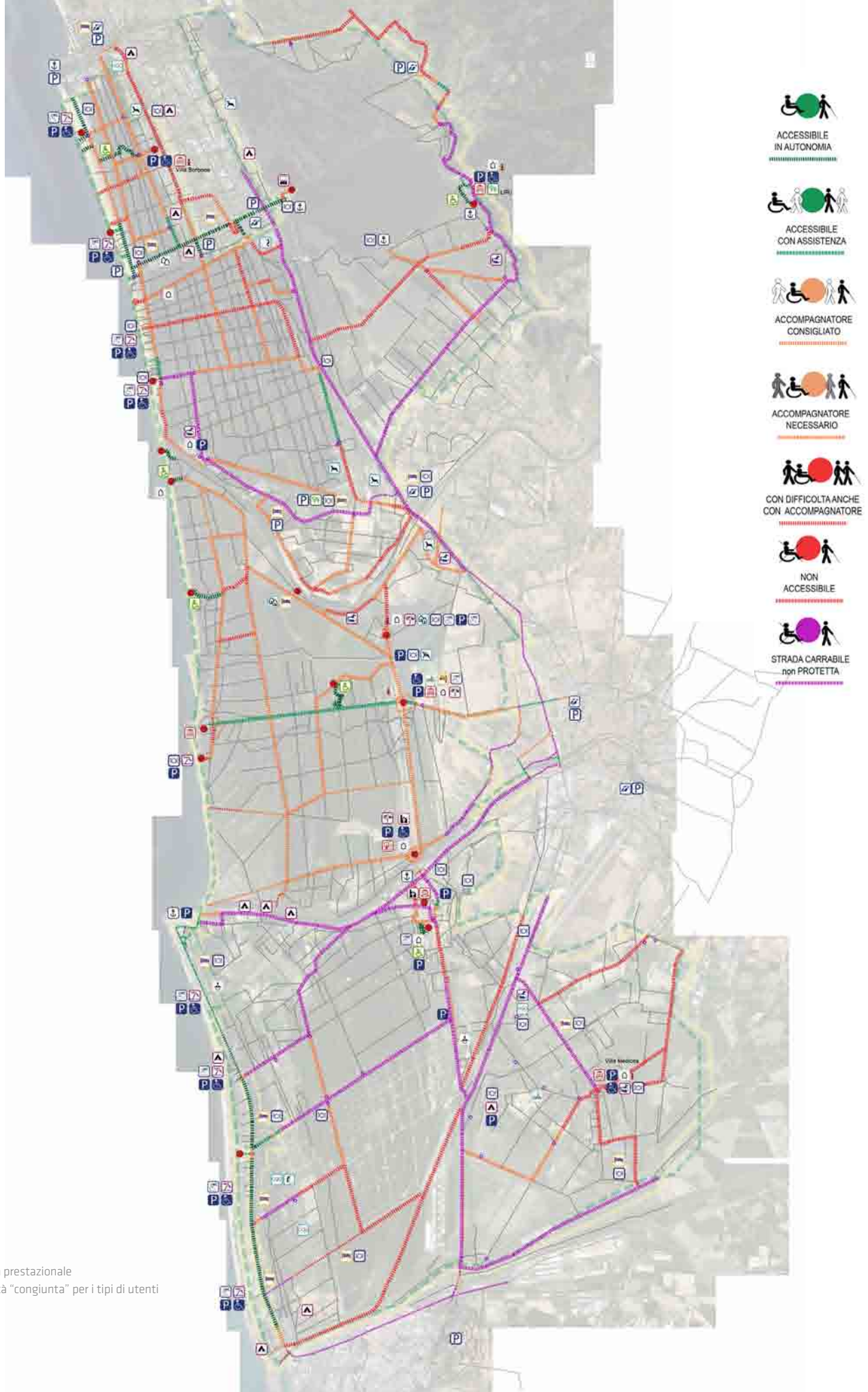


Fig.15 - Mappa prestazionale dell'accessibilità "congiunta" per i tipi di utenti

Le mappe che seguono mostrano diversi livelli di fruibilità del parco. Alcune mappe (Fig. 17a-17b-18) aiutano nella comprensione della struttura del network dei percorsi del parco e mostrano il grado di accessibilità configurazionale ai servizi del parco, altre (Fig. 20-21-22-23) mettono in evidenza la fruibilità del parco da parte di specifiche utenze.

Grado di accessibilità globale e locale dei percorsi (Fig. 17a e 17b)

La mappa di Fig. 17a mostra il grado di accessibilità spaziale del network dei percorsi del parco attraverso una scala di valori rappresentata dai colori. In rosso, valore più alto, vediamo l'*integration core* di tutto il sistema, cioè l'insieme dei percorsi più facilmente raggiungibili da tutti gli altri percorsi del sistema. Tale *core* è costituito dall'asse dell'Aurelia (SS1) lungo i confini del parco, dai percorsi che gravitano intorno ad esso e dalla rete di percorsi della Tenuta di Migliarino. Tale asse dell'Aurelia è anche l'unica cerniera di collegamento tra l'area della tenuta di Migliarino e l'area della tenuta di San Rossore. La mappa mostra come la Tenuta di San Rossore, di Tombolo e di Coltano più a sud siano in una posizione più segregata rispetto all'intero sistema dei percorsi preso in esame che ha il suo *core* nella zona nord del parco. La mappa mette in evidenza una non unitarietà del sistema dei percorsi del parco che è diviso in 3 aree senza collegamenti interni tra un'area e un'altra.

La mappa 17b mostra invece i cluster dei percorsi più integrati a livello locale in tutto il sistema, cioè considerando una distanza topologica di 3 *step*: questo tipo di analisi mette in evidenza quei gruppi di percorsi nel sistema che hanno una forte integrazione considerando un'area *buffer* nelle proprie vicinanze. Nel parco di MSRM non sono molti, essi sono riconducibili principalmente a due cluster: gli assi principali (est-ovest e nord-sud) della tenuta di San Rossore e l'asse est-ovest della Tenuta di Migliarino.

Nella prima i percorsi immediatamente vicini hanno un valore basso perché sono tortuosi e il cluster è quindi formato solo dai due assi, mentre nella seconda i percorsi immediatamente vicini, che hanno una maglia più strutturata, fanno anch'essi parte del cluster. Questo grado di integrazione locale è associabile ad una condizione di buon orientamento e accessibilità una volta giunti nelle due zone interessate.

Grado di accessibilità dei collegamenti (Fig. 18)

La mappa in Fig. 18 mostra in rosso i collegamenti più accessibili che uniscono le diverse zone del parco. Questo è un tipo di accessibilità che rispecchia i movimenti 'attraverso' più che quelli 'verso' come abbiamo visto precedentemente nel livello di integrazione del parco (Fig. 17a). Il parametro utilizzato in questa rappresentazione è la *Choice* globale del sistema. Emergono alcuni collegamenti evidenti come, a sud, il percorso che costeggia il canale dei Navicelli, la strada costiera su Tirrenia, le strade che costeggiano il fiume Arno che creano insieme un percorso anulare. Il collegamento con la Tenuta di San Rossore avviene invece solo fuori dal parco in prossimità di Pisa. Per quanto riguarda il collegamento della tenuta di San Rossore con la tenuta Borbone i collegamenti più accessibili sono quelli che si svolgono sul confine del parco e comprendono un pezzo di via Aurelia.

Tale mappa è stata utilizzata per scegliere i percorsi principali e per verificare su di essi l'accessibilità ambientale. I percorsi più integrati sono quelli più potenzialmente accessibili dall'utenza e quindi quelli che esigono una verifica delle condizioni ambientali più urgente.

Grado di accessibilità ai percorsi attrezzati anche per utenze deboli

Sempre nella mappa di Fig. 18 sono messi in evidenza in nero, sopra le proprietà configurazionali, i parcheggi e i percorsi attrezzati recentemente ristrutturati dall'Ente Parco: Percorso "Sabrina Bulleri", Percorso della "Lecciona", Sentiero dei Tre Pini, Riserva Naturale del Chiarone, dune di Fiume Morto Vecchio. Possiamo valutare in questo modo la loro posizione rispetto alle nodalità dei trasporti e i loro collegamenti con il resto del sistema dei percorsi.

Grado di comprensibilità del parco

C'è un indicatore che deriva dalle misure configurazionali chiamato "Intelligibilità", che ha a che fare con la comprensione di un sistema e quindi con la facilità di orientamento nel muoversi in esso. Esso indica quanto un sistema di spazi o di percorsi è comprensibile perché possiede una buona relazione tra ciò che è leggibile localmente e ciò che lo è a livello globale. Tale indicatore deriva infatti dalla correlazione tra i parametri del-

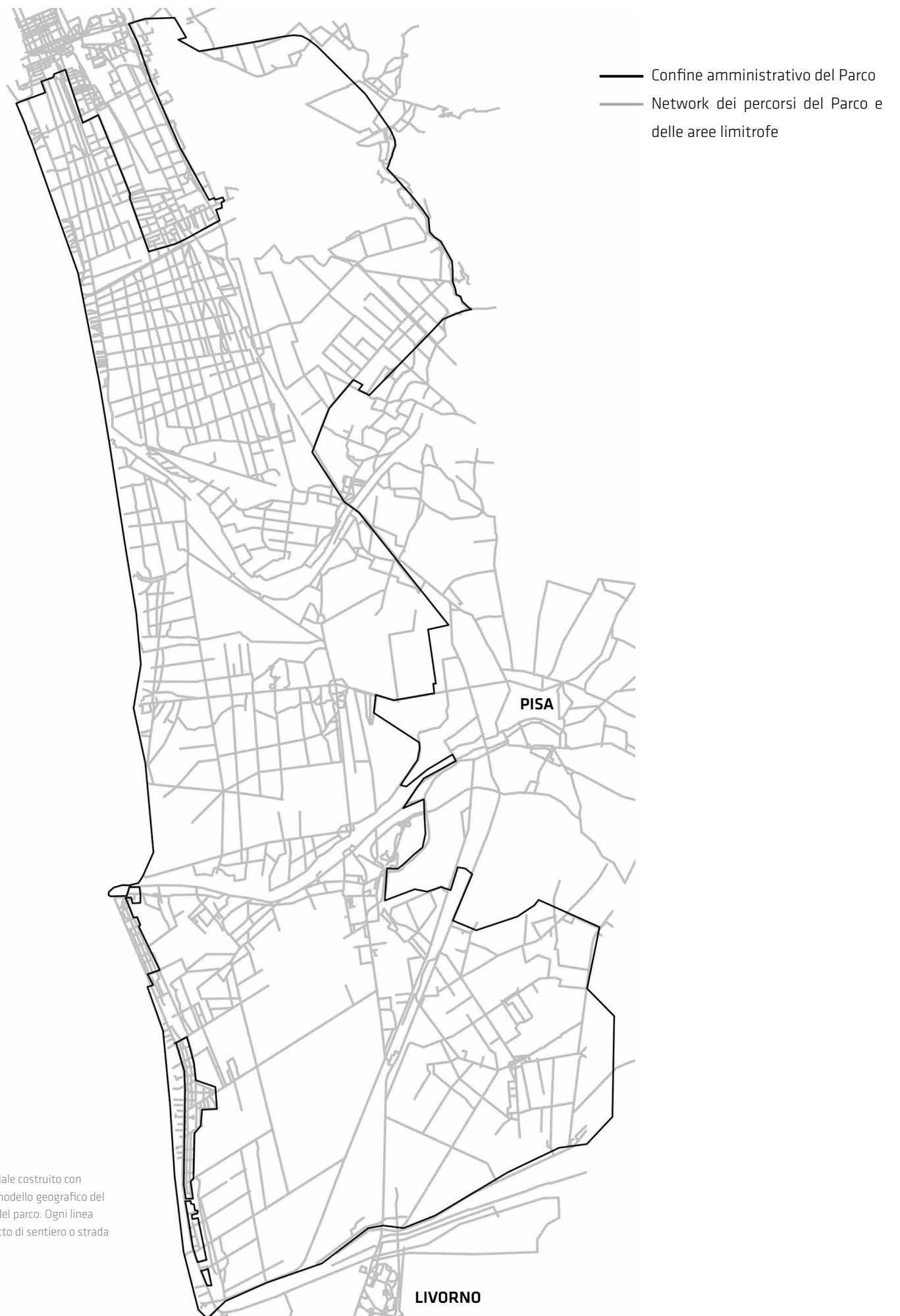


Fig.16 - Modello spaziale costruito con tecnica axial line sul modello geografico del network dei percorsi del parco. Ogni linea corrisponde ad un tratto di sentiero o strada

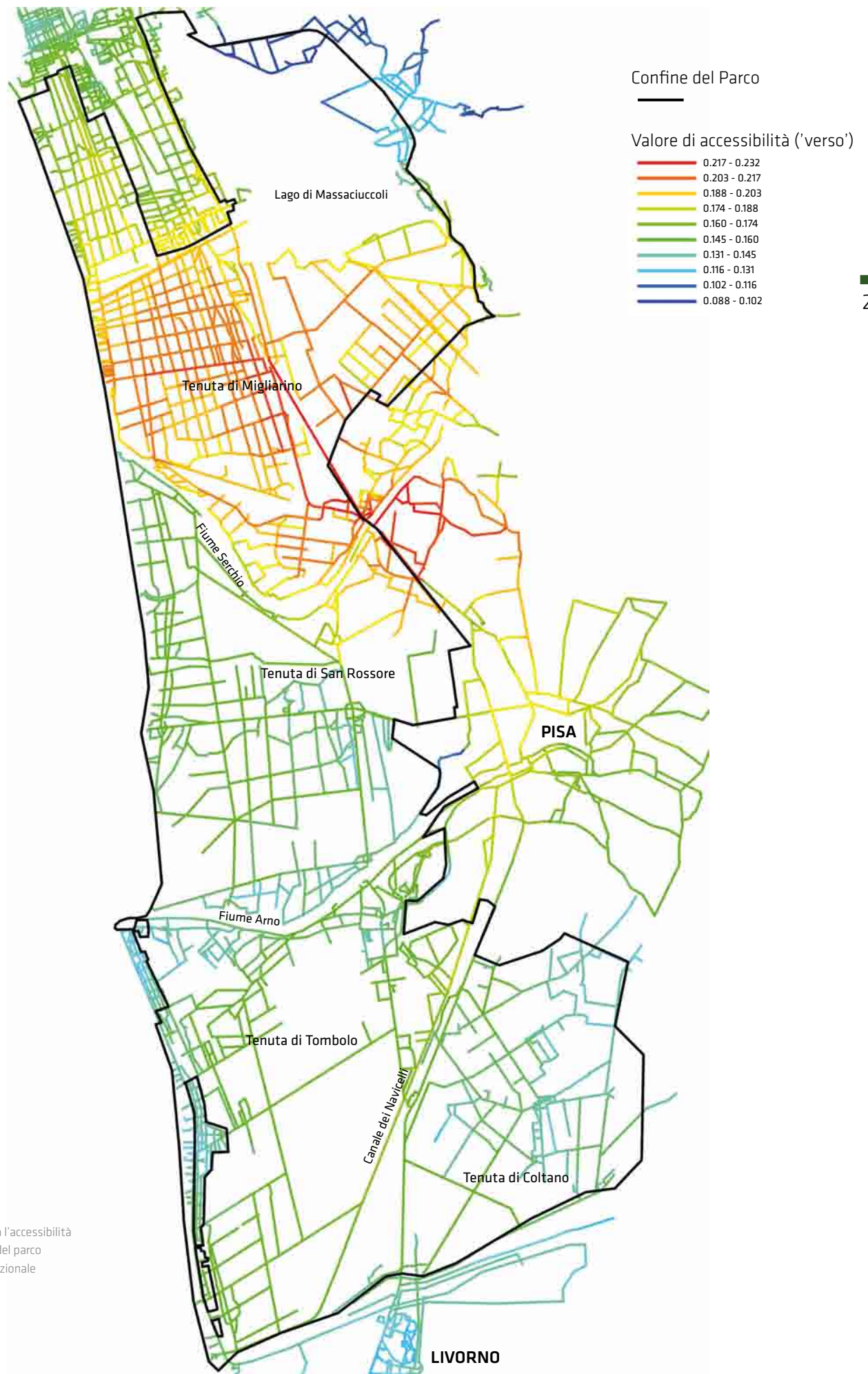


Fig.17a - Mappa che rappresenta l'accessibilità globale del sistema dei percorsi del parco effettuata con l'analisi configurazionale [axial analysis - Integration]

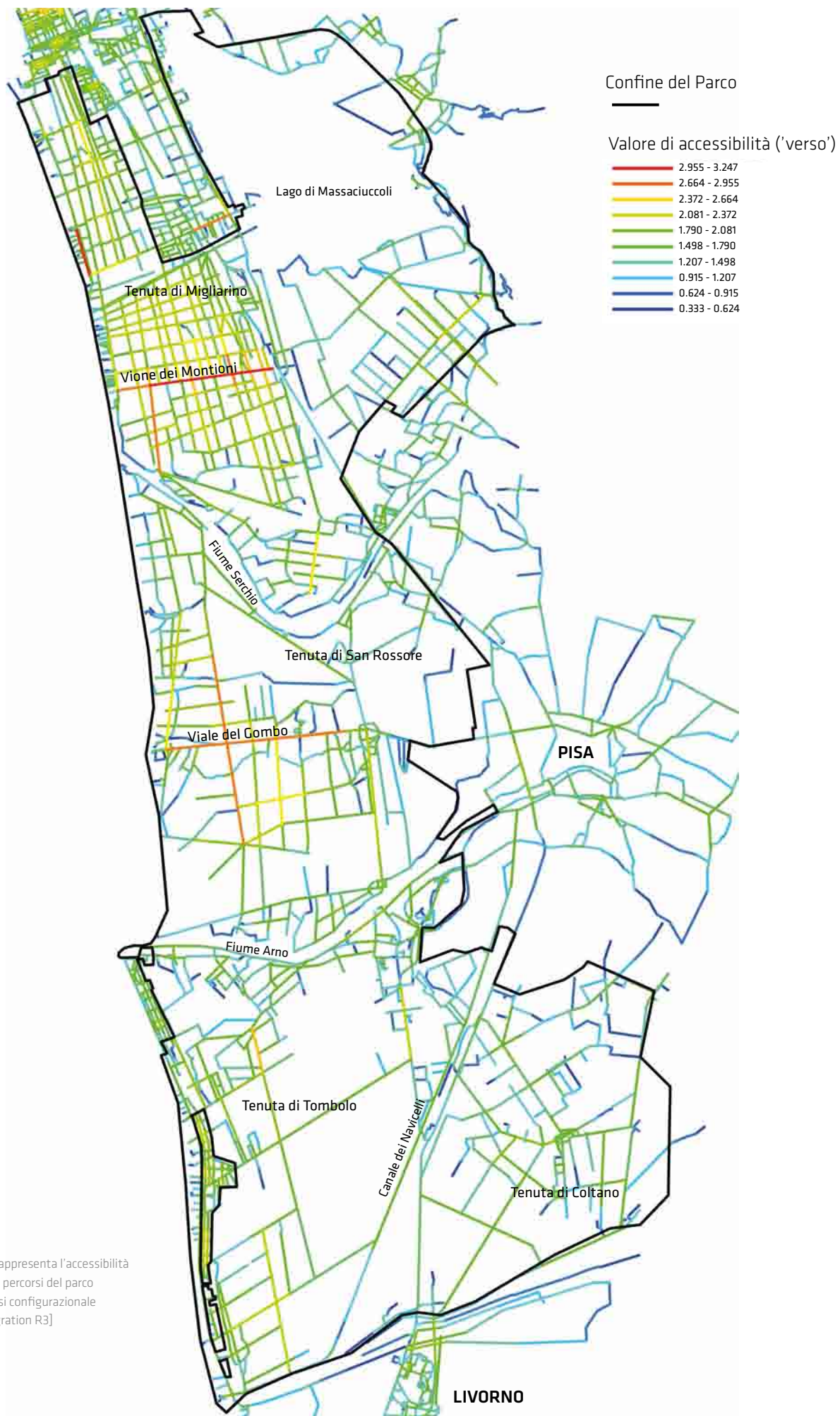


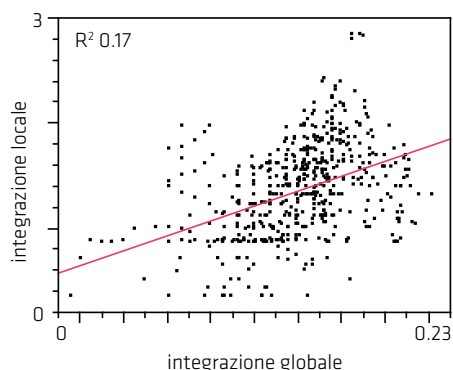
Fig.17b - Mappa che rappresenta l'accessibilità locale del sistema dei percorsi del parco effettuata con l'analisi configurazionale [axial analysis - Integration R3]



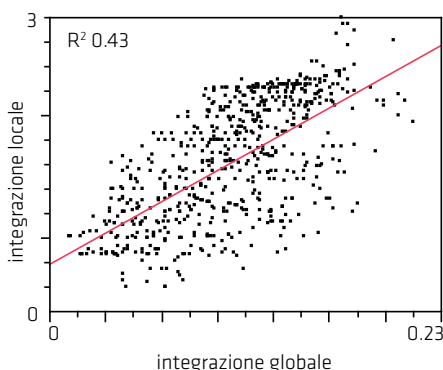
Fig.18 - Mappa che i collegamenti più accessibili del sistema dei percorsi del parco effettuata con l'analisi configurazionale [segment analysis - Choice Rn]

Fig. 19 - Diagrammi di regressione che forniscono indicazioni sulla intelligibilità dei percorsi per le tre tenute del parco

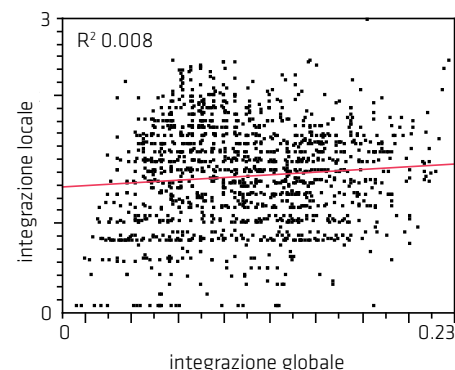
a - Tenuta San Rossore



b - Tenuta Migliarino



c - Tenuta Tombolo e Coltano



l'“integrazione locale” e “integrazione globale”. Più tale correlazione si avvicina a 1, più l'utente è capace di rendersi conto di come è fatto il sistema nella sua interezza pur essendo in una posizione locale.

Attraverso i diagrammi di correlazione vediamo come il sistema dei percorsi pedonali del parco di MSRM sia un sistema poco intellegibile nella sua interezza ($R=0.05$). Una volta scomposto in subsistemi secondo il criterio dei confini "geografici" è leggibile in parte (Fig. 19): infatti l'area nord, comprendente la tenuta di Migliarino, Borbone e Padule settentrionale e meridionale, ha una propria struttura intellegibile ($R=0.43$); l'area centrale comprendente la tenuta di San Rossore ha ancora una intellegibilità molto bassa ($R=0.17$), mentre l'area sud comprendente la Tenuta di Tombolo e Coltano risulta ancora totalmente inintellegibile ($R=0.08$). Se si ricavano ulteriori subsistemi a seconda della maglia dei percorsi interni ad ogni Tenuta abbiamo in alcune zone una intellegibilità, anche se ancora bassa, rispettivamente nel *core* della Tenuta di San Rossore ($R=0.26$) e nel *core* della tenuta di Migliarino ($R=0.45$).

Fruibilità del parco dai parcheggi (Fig. 20-21-22-23)

Queste mappe inquadrano la funzionalità dei parcheggi/nodalità rispetto alla loro collocazione ed alla velocità di percorrenza degli utenti e quindi al tempo impiegato per fruire del parco.

Nella mappa di Fig. 20 possiamo leggere il livello di fruibilità del parco per un utente che va alla velocità di circa 0.70m/sec e che

vuole trascorrere mezza giornata camminando nel parco. Sono stati individuati come punti di origine i parcheggi e da tali origini è stato calcolato lungo i percorsi un raggio di circa 3800m che individua l'area percorribile con una velocità di 0.70m/sec in 3 ore circa (vedi Tab. 7 del cap.6). Tale area corrisponde a 7.5 km di cammino comprese pause in tutte le direzioni, considerando di essere alla fine della mezza giornata nuovamente al parcheggio in cui si è lasciata l'auto. Tale velocità è quella assimilabile al passo di un non vedente con accompagnatore, una persona anziana o un bambino, considerando il territorio in condizione ottimale, cioè nella sua accessibilità totale. Dalla mappa emerge quali siano le zone progressivamente più lontane (colore marrone chiaro) fino ad arrivare a quelle non raggiungibili (in grigio). Tale calcolo tiene conto della distanza ma anche della topologia dei percorsi, cioè dei loro cambi di direzione. Sempre in questa mappa possiamo vedere i percorsi attrezzati e la loro raggiungibilità in metri dalle nodalità dei parcheggi. In colore viola la posizione dei percorsi attrezzati.

Nella mappa di Fig. 21 possiamo leggere il livello di fruibilità del parco per un utente che va alla velocità di 1,05m/sec (vedi Tab. 6 del cap.6). Tale velocità è assimilabile a quella di un escursionista tipo che vuole fare trekking nel parco. Sono stati individuati come punti di origine i parcheggi e da tali origini è stato calcolato lungo i percorsi un raggio di circa 5.750m che individua l'area percorribile con un tempo di esposizione di mezza giornata (circa 11.3 km). Dalla mappa emerge come vi siano ancora alcune zone non raggiungibili (colore grigio) all'interno del parco.

Se pensiamo ad una utenza come quella degli escursionisti esperti che hanno un passo abbastanza sostenuto vediamo nella mappa in Fig. 22 come le aree del parco esplorabili nell'arco di una mezza giornata siano la quasi totalità. In questo caso il raggio calcolato lungo i percorsi è di circa 7.150m derivante da una velocità media di 1,30m/sec (vedi Tab. 6 del cap.6). Il totale dei km che si possono percorrere, considerato il ritorno al punto di partenza, sono circa 14.

Nella mappa in Fig. 23 possiamo leggere il livello di fruibilità del parco per un utente che va alla velocità media di 0,81m/sec che vuole trascorrere mezza giornata in giro nel parco. Tale velocità è valida anche per un utente che si muove su sedia a ruote manuale (vedi Tab. 7 del cap.6). Sono stati individuati come punti di origine i parcheggi e da tali origini è stato calcolato lungo i percorsi un raggio di circa 4400m che corrisponde all'area che si può percorrere in mezza giornata considerando di tornare al punto di partenza (circa 8.8 km). L'area in prossimità del lago di Massaciuccoli rimane non raggiungibile così come una parte della Tenuta di Migliarino.

10.6 Il grado di accessibilità ambientale

La mappa in Fig. 25 rappresenta il prodotto dell'integrazione tra gli indicatori di accessibilità configurazionale (Fig. 18) dell'accessibilità prestazionale ambientale (Fig. 24) secondo la elaborazione di un "indicatore integrato di accessibilità" come definito al cap.6 par. 6.14, che abbiamo chiamato "Grado di accessibilità ambientale". La mappa rappresenta i percorsi più accessibili (in rosso, arancione e giallo) in quanto percorsi potenzialmente più accessibili all'utenza perché costituiscono in sé un buon collegamento a tutti gli altri percorsi della rete e in quanto percorsi privi, o quasi, di barriere fisiche che possono rallentare la percorrenza ad una utenza debole.

Mentre i percorsi in blu, azzurro e verde sono quei percorsi potenzialmente più accessibili al pubblico perché costituiscono in sé un buon collegamento, ma presentano degli impedimenti fisici nella loro percorrenza.

Su questo secondo tipo di percorsi occorre intervenire per migliorarne l'accessibilità ambientale, in vista anche delle zone del parco raggiungibili da una utenza debole rappresentate dai percorsi colorati in Fig. 20 e Fig. 23.

10.7 Suggerimenti per il piano di gestione e azioni correttive proposte

Con la legge Quadro n.394 del 6 dicembre 1991, il Ministero dell'ambiente prevede che gli strumenti di gestione del patrimonio naturale¹¹ siano disciplinati attraverso il regolamento del parco e il piano del parco. Come visto nel cap.6 par.6.7, gli strumenti pianificatori nell'organizzazione generale del territorio devono prevedere: il sistema dei vincoli, il sistema delle attrezzature e dei servizi per la gestione e la funzione sociale del parco (musei, centri di visite, uffici informativi, aree di campeggio), i sistemi di accessibilità veicolare e pedonale con particolare riguardo ai percorsi, accessi e strutture riservati ai disabili, ai portatori di handicap e agli anziani.

La valutazione dell'accessibilità dei percorsi – che possiamo definire come parte del piano delle conoscenze¹² – ha perseguito come primo obiettivo la definizione della condizione ambientale oggettiva attraverso una puntuale raccolta di tutte le informazioni relative alla condizione dei tratti rilevati, per definire, in seconda battuta, i criteri e le metodologie più corrette (programma di attività) a rendere attuabile la fase della così detta "conservazione programmata"¹³ del territorio. Il programma di conservazione-manutenzione programmata è un «metodo con il quale, attraverso un piano prestabilito fondato su previsioni, procedure di controllo e dati di archivio» (Cecchi e Gasparoli, 2010) si possono instradare le attività di prevenzione, protezione e manutenzione dell'ambiente.

Relativamente al caso studio, lo strumento di dettaglio con il quale viene attuato il piano del parco per ogni singola tenuta è il Piano di Gestione (P.d.G.)¹⁴. Il P.d.G. attraverso le Norme Tecniche di Attuazio-

¹¹ Legge quadro sulle aree protette. Si veda anche Legge 8 ottobre 1997, n. 344 "Disposizioni per lo sviluppo e la qualificazione degli interventi e dell'occupazione in campo ambientale".

¹² Si veda F. Bagnato, A. Nesi, Progetto per incrementare la fruizione dei parchi naturali a fasce di cittadini deboli, pp. 123-151.

¹³ Così come definita dal Consiglio Superiore dei Beni Culturali e Paesaggistici.

¹⁴ Così come specificamente previsti dalla parte terza "modalità e soggetti di intervento e di controllo" delle norme del Piano del Parco (approvate con Delibera Consiglio Regionale della Toscana 515/1989), Art. 11, il quale testualmente recita: «il piano territoriale (del parco) si attua mediante piani di gestione, definiti ed approvati con le procedure [...] in riferimento al quadro conoscitivo, previsionale e normativo definito dal piano territoriale. Il piano di gestione, secondo una scansione di norma triennale, opera in senso equilibratore dei flussi delle risorse economiche mobilitabili e compensa al suo interno, attraverso il piano finanziario, le propensioni all'intervento al fine di garantire un innalzamento progressivo e omogeneo della qualità ambientale».

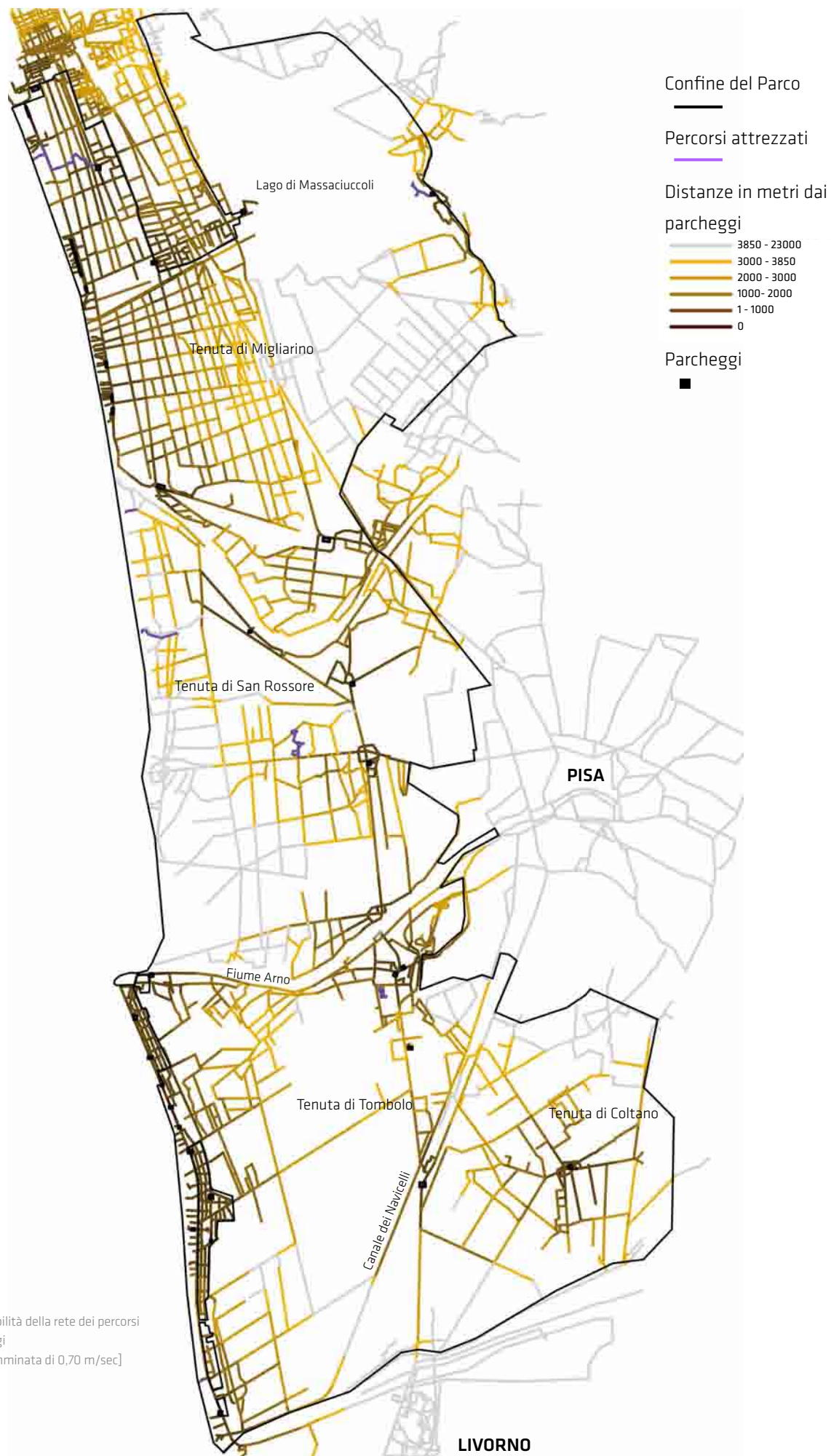


Fig. 20 - Mappa della fruibilità della rete dei percorsi dalle nodalità dei parcheggi [utente con velocità di camminata di 0,70 m/sec]

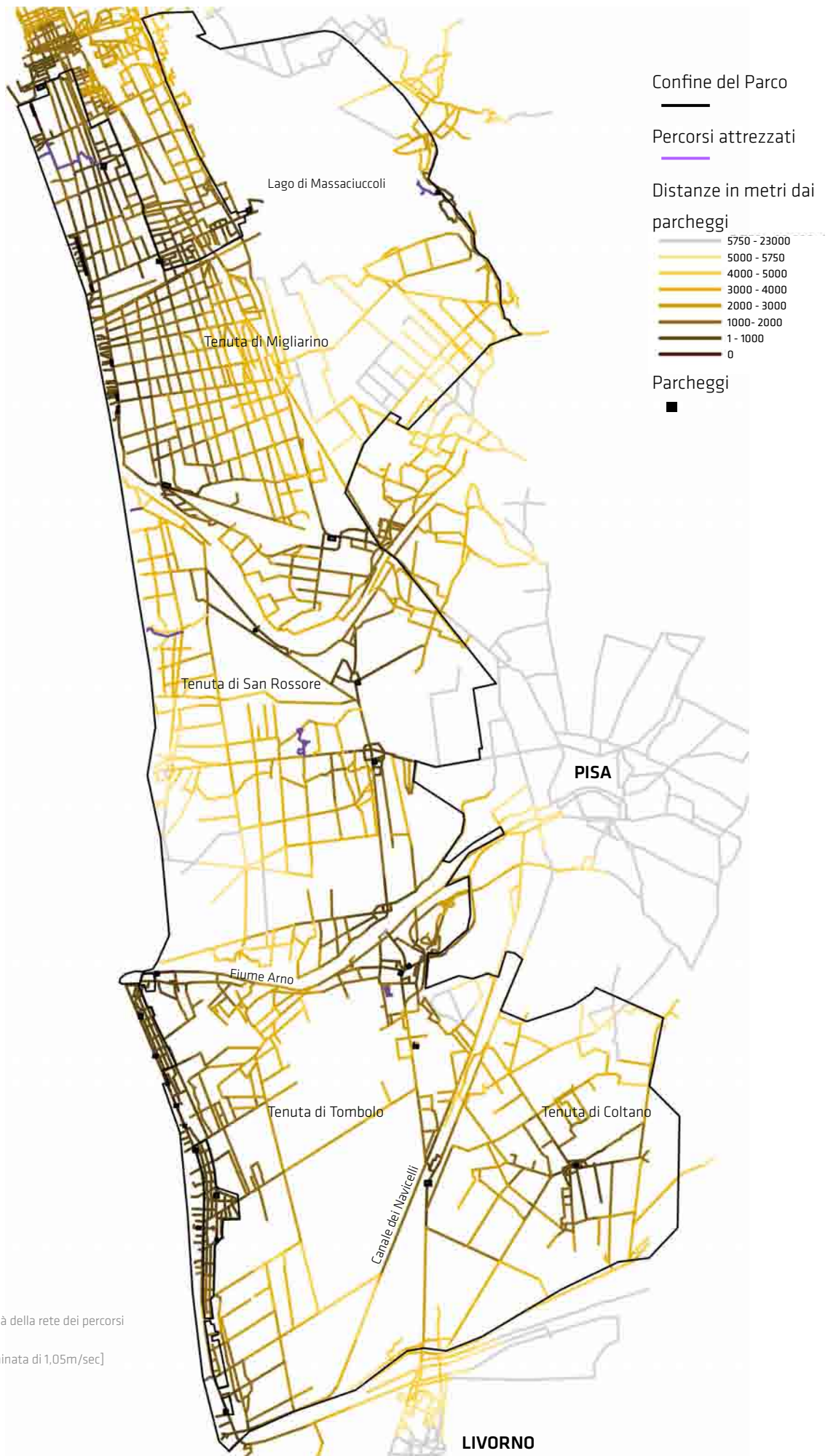


Fig. 21 - Mappa della fruibilità della rete dei percorsi dalle nodalità dei parcheggi [utente con velocità di camminata di 1,05m/sec]

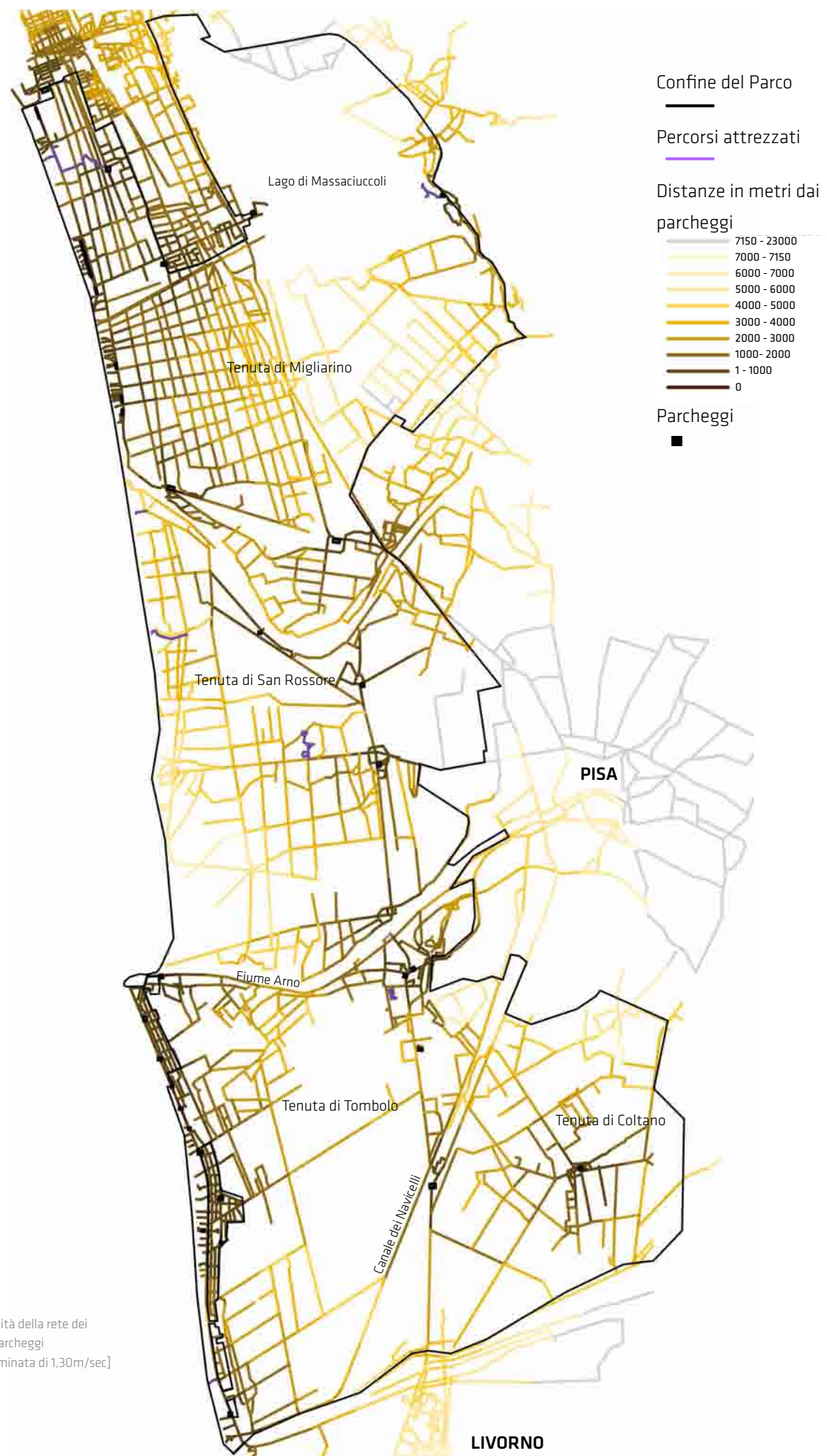


Fig. 22 - Mappa della fruibilità della rete dei percorsi dalle nodalità dei parcheggi [utente con velocità di camminata di 1,30m/sec]



Fig. 23 - Mappa della fruibilità della rete dei percorsi dalle nodalità dei parcheggi [utente con velocità di camminata di 0,81m/sec]



Fig. 24 - Mappa del rilievo ambientale dei percorsi selezionati. I valori in legenda rappresentano una normalizzazione dei valori derivanti dalla mappa sinottica dell'accessibilità prestazionale ambientale [Fig. 15]

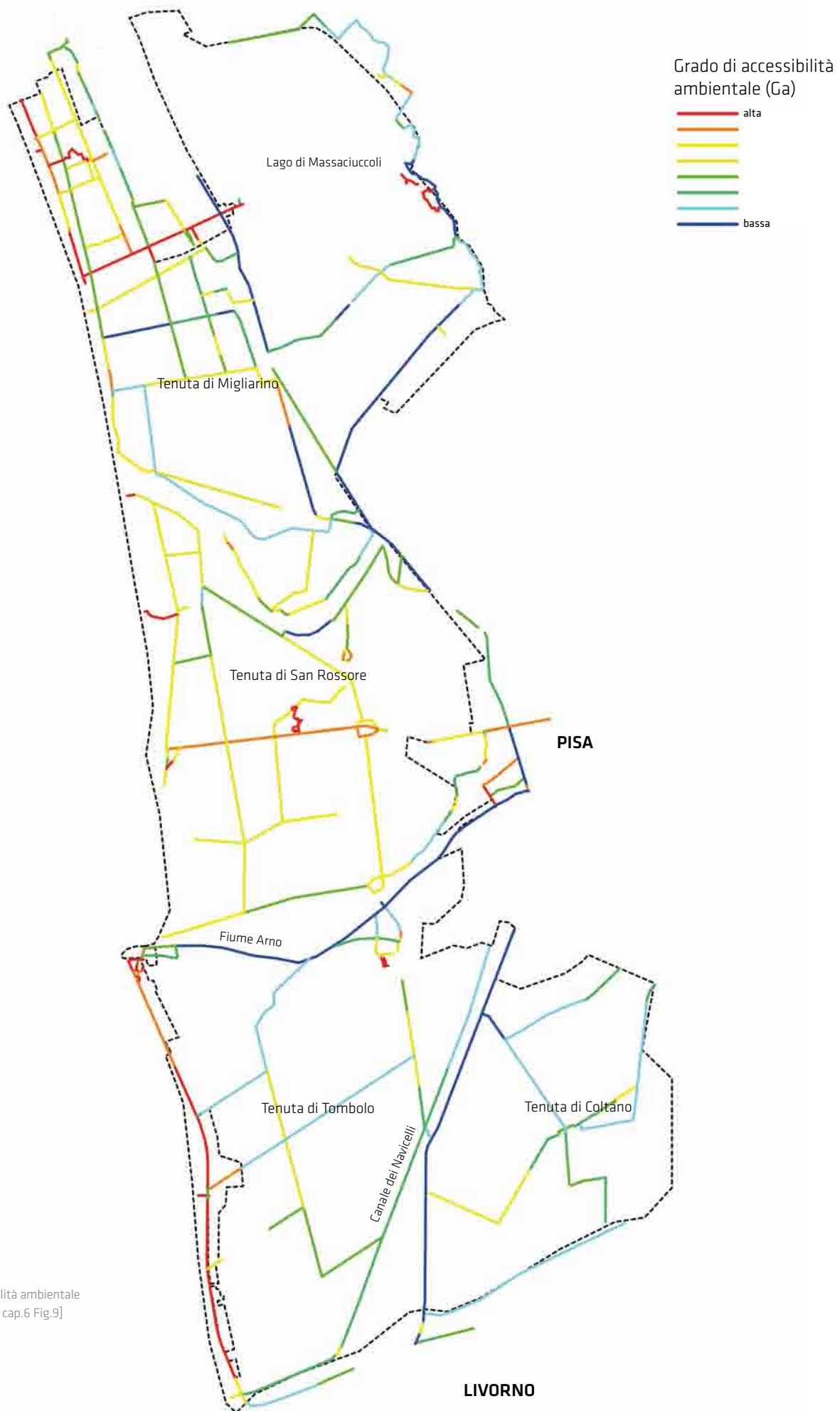


Fig. 25 - Mappa dell'accessibilità ambientale relativa all'indicatore Ga [vedi cap.6 Fig.9]

Fig. 26 - Esempio di integrazione della mappa dell'accessibilità ambientale [Fig. 25] con il piano di gestione della Tenuta Borbone



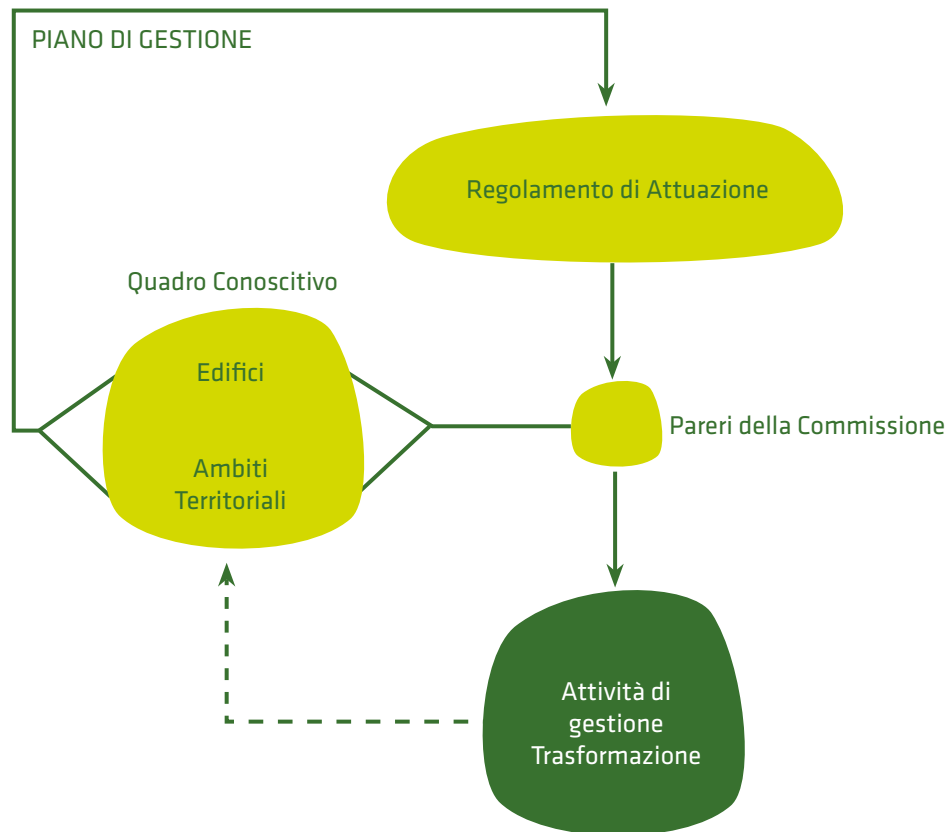
ne (N.T.A.), disciplina tutti gli aspetti del territorio in funzione delle peculiari caratteristiche ambientali e morfologiche delle unità territoriali di afferenza. Le N.T.A., relativamente alle modalità di attuazione degli interventi, prevedono la regolamentazione degli interventi di manutenzione, che costituiscono «il complesso delle attività e degli interventi destinati al controllo delle condizioni del bene culturale e al mantenimento dell'integrità, dell'efficienza funzionale e dell'identità del bene e delle sue parti» (D.L. 42/2004)¹⁵. Il P.d.G. è articolato in una serie di documenti che vanno dalla schedatura, sia delle zone con conformazione ambientale omogenea che degli edifici ed in particolare quelli che agiscono in autorità di concessione, alla regolamentazione delle attività possibili di trasformazione e manutenzione territoriale.

¹⁵ Si veda Art. 29 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 - "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 45 del 24 febbraio 2004.

Il piano si attua attraverso una serie di interventi sia a carico dell'ente parco che dei privati, attraverso le "domande" soggette a parere preventivo delle commissioni di gestione del parco.

Su questo supporto di controllo territoriale, dalle analisi proposte sia dalla valutazione dell'accessibilità prestazionale ambientale che configurazionale, è stata redatta una mappa della gestione programmata dell'accessibilità, pensata come elemento di supporto al P.d.G. e alle N.T.A. La mappa riporta due tipologie di informazioni, le priorità d'intervento e le priorità di controllo e verifica. Le priorità d'intervento sono valutate sulla base della necessità di innalzare il grado di accessibilità dei percorsi in base sia alla raggiungibilità (integrazione) delle rilevanzze ambientali del territorio (percorsi attrezzati, luoghi di interesse, etc) sia sulla base della rete dei tempi di fruizione. Per fare un esempio, esistono percorsi con alto grado di accessibilità, ma difficilmente raggiungibili, a causa sia delle connotazioni fisiche del percorso di connessione sia dei tempi ai quali

Fig. 27 – Integrazione con il Piano di gestione della tenuta Borbone



gli utenti sono esposti rispetto alle nodalità del sistema dei parcheggi (o delle aree di sosta dei mezzi pubblici).

L'esempio in Fig. 26 indica come prioritari gli interventi necessari ad alzare il grado di accessibilità di questi percorsi di collegamento e/o la necessità di definire nuove nodalità di accesso al perimetro del parco in modo tale da rendere più facilmente raggiungibili quei percorsi "virtuosi". Inoltre, sempre come frutto della fase di analisi critica della condizione d'uso rilevata, viene proposta una scala prioritaria relativa all'attività di controllo e manutenzione.

Tali valutazioni sono state eseguite sulla base delle caratteristiche dei tratti rilevati, relativamente alla tipologia dei sedimi dei percorsi (fondi e pavimentazioni naturali ed artificiali), degli ausili e facilitazioni (i corrimano, le aree di sosta, etc.) e alle caratteristiche ambientali della zona (zone boschive, zone umide, etc). Un'altra indicazione riguarda la segnaletica: nella mappa sono riportati i luoghi nei quali è stato reputato necessario introdurre apparati di segnaletica in

modo da accrescere il grado di comprensione del territorio. L'ultima nota riguarda alcuni servizi e facilitazioni, come le aree di sosta e i sistemi di ricarica elettrica degli ausili, che possono essere integrati nell'ambiente in modo da accrescere il livello di accessibilità ed usabilità dei percorsi.

Tali indicazioni, definite di progetto, esprimano le principali aspettative del gruppo che ha redatto la mappa dell'accessibilità ad integrazione del P.d.G.

La mappa in Fig. 26 ha un puro valore indicativo, riporta una necessità espressa per gradi, non intende indicare soluzioni progettuali ma ha l'obiettivo di indicare i luoghi dove sono espresse maggiori criticità in rapporto alla potenzialità del territorio. Sarà compito del gestore-progettista decidere, anche sulla scorta del piano conoscitivo di riferimento, le soluzioni e i modi con i quali intervenire operativamente, potendosi sempre e comunque confrontare con i dati e le conoscenze espresse nella fase di analisi e valutazione.

Bibliografia

- AA.VV. (2004), *Natura per tutti - suggerimenti di visita anche per persone con disabilità*, Istituto Geografico de Agostini, Novara.
- Agonigi, S., (a cura di) (2009), *Il canale dei Navicelli. Storia della via d'acqua fra Pisa e Livorno*, Pacini editore, Pisa.
- Almeras, B.G., Heath, D. (2006), *Natura Accessibile*, Parco Nazionale dei Monti Sibillini e Istituto Pangea.
- Assoverde (Associazione italiana costruttori del verde) (2000), *Il Verde. Elementi di progettazione, realizzazione, manutenzione, sicurezza*, ed. Moderna, Bologna.
- Bagnato, F. e Nesi A. (2005), *Progetto per incrementare la fruizione dei parchi naturali a fasce di cittadini deboli*, Gangemi editore.
- Cecchi, R. e Gasparoli, P. (2010), *Prevenzione e manutenzione per i beni culturali edificati, attività ispettive per la manutenzione programmata*, Alinea Editrice.
- CTS Regione Lazio (2004), *Parchi senza barriere. Guida alle aree protette del Lazio*, Roma.
- Di Sivo, M., Schiavone, M., Tambasco, E. (2005), *Barriere architettoniche. Guida al progetto di accessibilità e sicurezza dell'ambiente costruito*, Alinea editrice.
- De Rocco, P. (1996), "Verde accessibile: esperienze di accessibilità nel verde urbano e territoriale", in CERPA Italia (a cura di) *Progettare la normalità corso sulle problematiche tecnico legislative inerenti all'abbattimento delle barriere architettoniche. Documenti*, Ferrara.
- Gambino, R., Talamo, D., Thomasset, F., (a cura di) (2008), *Parchi d'Europa, Verso una politica europea per le aree protette*, ETS, Pisa.
- Hillier, B. (2007), *Space is the Machine*, Space Syntax, London.
- Hillier, WRG., Yang, T., Turner A. (2012), "Normalising least angle choice in Depthmap-and how it opens up new perspectives on the global and local analysis of city space", *Journal of Space Syntax*, n.3 (2), pp.155-193.
- Iacoponi, L. (2003), *Ambiente, società e sviluppo. L'impronta ecologica localizzata delle «bioregioni» toscana, costa e area vasta di Livorno, Pisa, Lucca*, ETS, Pisa.
- Ielardi, G. (2008), *Viaggio nella Toscana dei parchi*, ETS, Pisa.
- Loreti, F. (2009), *La Selva Pisana Riserva della biosfera dell'UNESCO*, I Georgofili Quaderni 2007-VII Sezione Centro Ovest, supplemento a "I georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili" anno 2007-serie VIII-vol.4, Giovane Holden Edizioni, Viareggio.
- Maltinti, G. (a cura di) (2009), *Elementi per la conoscenza del territorio toscano - Rapporto 2009*. ed. IRPET Regione Toscana, disponibile a: http://www.irpet.it/storage/pubblicazioneallegato/235_Rapporto%20territorio.pdf (ultimo accesso settembre 2014).
- Matteucci, E. (a cura di) (2000), *Il verde per tutti*, Collana *Progettare con il verde*, Mariella Zoppi et al. n°6, Ed. Alinea, Firenze.
- Moschini, R. (2009), *La crisi dei parchi e il governo del territorio*, ETS, Pisa.
- National Park Service (2000), *Accessibility for visitors with disabilities in National Park Service programs and services*, USA.
- Pasqualetti, R., (a cura di) (2007), *Natura e Architettura. Opere e progetti dell'Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli*, numero monografico di Architetture città e territorio, Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli, Pisa.
- Pelosini, A. e Lini, A. (2008), *Il lago di Massaciuccoli e le terre umide*, Edizioni Caleidoscopio, Varese.
- Penn, A. (2003), "Space Syntax and Spatial Cognition. Or Why the Axial Line?", *Environment and Behaviour*, n.35/1, pp.30-65.
- Solinas, M. (a cura di) (2004), *Accessibilità e fruibilità delle Aree Protette*, Roma.
- Regione Toscana (2014), *Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico Relazione generale*, disponibile a: <http://www.regione.toscana.it/-/piano-di-indirizzo-territoriale-con-valenza-di-piano-paesaggistico> (ultimo accesso settembre 2014).
- Regione Toscana (2014), *Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico Scheda di ambito 8 Piana Livorno Pisa Pontedera*, disponibile a: <http://www.regione.toscana.it/-/piano-di-indirizzo-territoriale-con-valenza-di-piano-paesaggistico> (ultimo accesso settembre 2014).
- Regione Toscana, *Piano d'azione regionale 2012-2020 per la conservazione della biodiversità in Toscana, sintesi documento ufficiale*, disponibile a: http://www.projectcorem.eu/it/Community/Notizie/Download/Sintesi_Piano17x24k_biodiversita_toscana_terrestre.pdf (ultimo accesso settembre 2014).
- Turner, A. (2004), *Depthmap 4: a researcher's handbook*, Bartlett School of Graduate Studies, University College London: London, UK.
- WWF Italia (2001), "Le Regioni dei Parchi, primo check-up sulla gestione delle aree protette regionali", allegato alla Rivista *Attenzione* (WWF Italia), n. 14.





Biografie degli autori

Sabrina Borgianni

Architetto, PhD in Tecnologia dell'Architettura (2012), svolge attività di ricerca presso il Dipartimento di Architettura (Università di Firenze) su temi di housing, qualità e recupero dello spazio urbano, e sull'impatto che la configurazione dello spazio ha sulla qualità sociale di edifici e ambiente urbano.

Caterina Gargari

Architetto, PhD in Tecnologia dell'Architettura, svolge attività di ricerca presso il Dipartimento di Architettura (Università di Firenze), è membro esperto nel GdL UNI Sostenibilità edilizia, e nel CEN 350 sostenibilità nelle costruzioni, è esperta di analisi e valutazioni LCA.

Luca Marzi

Architetto, PhD in Tecnologia dell'Architettura (2011), è ricercatore presso il dipartimento DIDA (Università di Firenze). Ha svolto esperienze nel campo della pianificazione dell'accessibilità e del superamento delle barriere architettoniche.

Francesco Monacci

Architetto, PhD in Economia, Pianificazione Forestale e Scienze del Legno, dal 2009 è docente a contratto di Architettura del Paesaggio presso l'Università di Pisa. Svolge attività professionale e di ricerca nel campo dell'analisi e pianificazione paesaggistica e ambientale.

Lorenzo Mini

Dottore Forestale dal 2006. Svolge la propria attività professionale nel campo della pianificazione assestamentale, progettazione selvicolturale, analisi e valutazione ambientale di piani e progetti.

Francesca Reale

Architetto, PhD in Tecnologia dell'Architettura (2011), svolge attività di ricerca presso il Laboratorio di LCA ed Ecodesign (ENEA). Si occupa di metodi e strumenti per la valutazione di impatto ambientale con approccio ciclo di vita.

Alessandra Sani

Laureata in Scienze Naturali, libero professionista svolge attività di monitoraggio, studio e analisi sulle componenti floristiche e vegetazionali, nell'ambito di procedure valutative e di pianificazione del territorio con particolare attenzione alle aree protette. Collabora con l'Orto Botanico di Lucca.

Nicoletta Setola

Architetto, PhD in Tecnologia dell'architettura (2009), svolge attività di ricerca presso il Dipartimento di Architettura DIDA (Università di Firenze) su temi di edilizia socio-sanitaria. Si occupa di metodi e strumenti di supporto alla progettazione di percorsi e flussi in contesti complessi.

Maria Chiara Torricelli

Professore ordinario di Tecnologia dell'Architettura all'Università di Firenze. Ha coordinato ricerche e pubblicato nel campo della progettazione per l'edilizia sociale, delle tecnologie dell'architettura e della sostenibilità ambientale e sociale nell'ambiente costruito.

Alessandra Zamagni

Dottorato in Life Cycle Sustainability Analysis (LCSA) (2012), e' presidente di Ecoinnovazione srl, spin-off ENEA sui temi della green economy e svolge attività di ricerca presso il laboratorio LCA ed Eco progettazione di ENEA sui temi di LCSA, social LCA, consequential LCA; banche dati di LCA ed environmental footprints.



La protezione dell'ambiente, la tutela delle risorse ecologiche e naturali, la valorizzazione sostenibile degli spazi urbani e rurali rappresentano per le società del terzo millennio degli incontestabili paradigmi etici e delle ineludibili realtà con le quali confrontarsi. Alla tutela ambientale si sono affiancati obiettivi più ampi, connessi alla fruizione dei contesti territoriali, in un'ottica di conservazione attiva, e si sono modificate le strategie di intervento in funzione della valorizzazione di risorse e contesti, nonché dello sviluppo delle specificità del territorio stesso. L'analisi di sostenibilità, come strumento per monitorare, reinterpretare, sviluppare e valorizzare un territorio, e in particolare il suo patrimonio naturale, è il tema di questo libro che riporta i risultati di una ricerca condotta da un gruppo interdisciplinare che ha condiviso l'approccio Life Cycle.

L'approccio del Ciclo di Vita – che si sta evolvendo verso una metodologia in grado di recepire la dimensione locale oltre a quella globale, la scala macro e meso oltre a quella del prodotto, la dimensione sociale oltre a quella ambientale ed economica – può essere appropriato e praticabile nell'analisi di sostenibilità di un territorio? A questa domanda, in particolare circoscritta ad aspetti ambientali, di biodiversità e di accessibilità ambientale-spaziale, il libro intende dare una risposta sia sul piano teorico, sia con l'applicazione ad un caso studio: il territorio in cui è inserito il Parco regionale di Migliarino San Rossore Massaciuccoli in Toscana. Il libro fornisce un quadro delle fasi di analisi e degli indicatori che le supportano e ne documenta l'applicazione a diverse scale nel contesto del Parco.

Maria Chiara Torricelli è professore ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze, dove coordina un gruppo di ricerca che si occupa di analisi spaziali e di sostenibilità ambientale e sociale nell'ambiente costruito. È componente del Centro di Ricerca Interuniversitario Tesis, è stata membro esperto del Comitato tecnico del CEN (Comitato Europeo Normazione) TC 350 "Sustainability of Construction Works", del Gruppo di Lavoro dell'UNI Commissione "Sostenibilità del processo edilizio, dei prodotti e dei sistemi edilizi"; è membro esperto del Gruppo tecnico di Itaca (Istituto per l'innovazione e la trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale) per la definizione di ecolabel per edifici sostenibili.