

# I GEORGOFILI

Quaderni  
2007 - VII  
Sezione Centro Ovest



## LA SELVA PISANA

Riserva della Biosfera dell'UNESCO

*PISA*  
*16 Maggio 2007*



Giovane Holden Edizioni



# I GEORGOFILI

Quaderni  
2007 - VII  
Sezione Centro Ovest



## LA SELVA PISANA Riserva della Biosfera dell'UNESCO

*PISA*  
*16 Maggio 2007*

---



*Giovane Holden Edizioni*

A cura di Filiberto Loreti.

Volume pubblicato con il contributo finanziario di:

- Regione Toscana
- Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli

REGIONE  
TOSCANA



Ente Parco Regionale  
Migliarino San Rossore  
Massaciuccoli

Copyright © 2009  
Accademia dei Georgofili  
Firenze  
<http://www.georgofili.it>

Responsabile redazionale: dott. Paolo Nanni

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a "I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili"  
Anno 2007 - Serie VIII - Vol. 4 (183° dall'inizio)

Grafica e impaginazione:  
**Giovane Holden Edizioni**  
Via Rosmini, 22  
55049 - Viareggio (LU)  
Tel./Fax: 0584/963517  
E-mail: [holden@giovaneholden.it](mailto:holden@giovaneholden.it)  
[www.giovaneholden.it](http://www.giovaneholden.it)

I edizione ottobre 2009  
ISBN: 978-88-95214-81-8

## INDICE

### **Filiberto Loreti**

Presentazione.....pag. 5

### **Luciano Iacoponi**

La riserva della biosfera Selva Pisana  
di fronte alle sfide dello sviluppo sostenibile..... pag. 9

### **Paolo Emilio Tomei**

La Biodiversità vegetale della Selva Pisana e territori contermini....pag. 47

### **Enrico Bonari**

Il ruolo della Ricerca nel territorio della Selva Pisana..... pag. 53

### **Giacomo Lorenzini**

Il ruolo del Centro Interdipartimentale  
di Ricerche Agro-Ambientali “Enrico Avanzi”  
dell’Università di Pisa nell’ambito della Selva Pisana..... pag. 69

### **Sergio Paglialunga**

Conclusioni.....pag. 75



**FILIBERTO LORETI\***

## **Presentazione**

L'attribuzione al Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli della qualifica di Riserva della Biosfera con il nome di "Selva Pisana" da parte dell'Unesco, ufficializzata a Pisa l'11 febbraio 2006, ha coronato un'iniziativa che, partita dal Centro Avanzi, è stata pienamente condivisa dagli organi del Parco e, cosa ancora più importante, dalla Comunità del Parco, allargata ad alcuni territori vicini.

La Selva Pisana è l'ottava riserva della biosfera italiana e fa parte delle 482 riserve della biosfera istituite dall'Unesco secondo il programma MAB (*Man And the Biosphere*), che sono diffuse in tutti i continenti su circa 500 milioni di ettari, la metà e oltre delle superfici protette in varie forme nel mondo.

Fra le varie forme di protezione ambientale dei territori la riserva della biosfera si caratterizza perché tenta di trovare un equilibrio fra conservazione delle risorse naturali e sviluppo delle comunità locali.

Il parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli interessa (fra aree protette e aree contigue) una superficie di circa 24 mila ettari, di cui 17 mila nei comuni di Pisa, San Giuliano e Vecchiano e 7 mila nei comuni di Viareggio e Massarosa.

Con la protezione dei tratti mare prospicienti il territorio del Parco e con l'inclusione dei centri abitati di Marina di Pisa, Tirrenia e Calambrone, soluzioni entrambe proposte dal comitato MAB dell'UNESCO (e accolte dalla comunità del Parco), la riserva della biosfera Selva Pisana non soltanto protegge, controlla e gestisce un'area terrestre e marina superiore a quella dal Parco, soprattutto per quanto attiene il comune di Pisa, ma deve anche confrontarsi con tematiche di difesa e gestione dell'ambiente naturale e di sviluppo sostenibile molto più ampie di quelle finora affrontate, facendo un salto qualitativo da una visione meramente conservativa a una visione conservativa ed evolutiva (protettiva e di sviluppo).

---

\* Prof. Filiberto Loreti - Presidente della Sezione Centro-Ovest dell'Accademia dei Georgofili.

Il riconoscimento del parco come riserva della biosfera è tutt'altro che onorifico perché il parco ha dovuto migliorare la zonizzazione e in futuro dovrà coinvolgere la società per programmare lo sviluppo sostenibile e per qualificare l'educazione e la ricerca ambientale.

Si è dovuto procedere al miglioramento della zonizzazione perché, dopo la revisione dei principi delle riserve della biosfera compiuta al congresso di Siviglia del 1985, una riserva deve essere suddivisa in tre zone: *core zone* (zona di protezione integrale della natura); *buffer zone* (zona tampone, di protezione naturale e di attività non invasive come l'educazione e il monitoraggio ambientale); *transiction zone* (zona di cooperazione sociale e di sviluppo sostenibile).

I temi che questa giornata di studio deve affrontare, per chiarire la portata della novità della Riserva della biosfera Selva Pisana rispetto al Parco, sono soprattutto due: l'educazione e la ricerca ambientale e lo sviluppo sostenibile del territorio del parco e delle aree adiacenti.

Sul primo dei due temi i ricercatori dell'università di Pisa sono coinvolti in prima persona, anche se sono auspicabili più vaste collaborazioni con altre università anche straniere, in primo luogo per la vicinanza e in secondo luogo perché l'università di Pisa ha nel Centro Avanzi un presidio sul territorio di enorme, anche se misconosciuto, valore: non soltanto, come si pensa, per i ricercatori di Agraria e di Veterinaria, ma anche per quelli delle altre scienze applicate (ingegneria), delle scienze naturali (che tra l'altro cogestiscono con Agraria il corso di laurea in scienze e tecnologie per l'ambiente), delle scienze sociali, ecc.

Tuttavia, oggi possiamo affermare che, parlando di educazione e di ricerca ambientale, le scienze agrarie sono in prima linea anche per la conservazione della biodiversità agraria, modificata dall'uomo ma non meno importante per l'uomo e per la natura.

Nel Centro Avanzi esiste un vigneto e un uliveto di piante madri che raccolgono le varietà autoctone selezionate in Toscana; un allevamento di bovini di razza Mucca Pisana, che era in via di estinzione; essenze forestali autoctone - quelle che hanno dato il nome di "Selva" alla riserva - o introdotte per particolari produzioni come il pino domestico.

Nel campo della ricerca nel Centro Avanzi si sperimentano sistemi colturali alternativi, colture biologiche; piante erbacee, arbustive e arboree per produrre energia rinnovabile da biomasse vegetali; ecc. ecc..

Lo scoglio più difficile da superare per la Selva Pisana è uno sviluppo sostenibile che sia condiviso dalle comunità e dai governi locali, dalle imprese,



dalle associazioni scientifiche, ecc...

Basta un elenco dei temi del dibattito in corso per capire la rilevanza del problema: il porto turistico di Marina di Pisa, l'erosione della costa; il rigassificatore *off-shore* posto in mare al largo di Calambrone il cui gasdotto attraverserà le aree marine protette della Meloria e del Santuario dei cetacei; la navigabilità dello Scolmatore dell'Arno; l'inquinamento dell'Arno; i danni degli aerosol marini sulla vegetazione costiera; la bonifica idraulica; la salinizzazione della falda freatica; la piattaforma logistica costiera; le aree a vicolo militare (Camp Darby e CISAM), ecc.

Pertanto la complessità di gestione della Riserva della Biosfera "Selva Pisana" è stata affrontata con una serie di relazioni attraverso l'apposita giornata di studio organizzata dalla Sezione Centro-Ovest dell'Accademia dei Georgofili, tenuta presso la villa del Gombo (ex villa del Presidente della Repubblica) nel cuore del Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli.



LUCIANO IACOPONI\*

## La riserva della biosfera Selva Pisana di fronte alle sfide dello sviluppo sostenibile

### Premessa

La relazione tratterà in particolare tre aspetti fra i molti degni di attenzione, riguardo alla riserva della biosfera Selva Pisana, cioè:

1. la sostenibilità dello sviluppo in un'ottica globale e locale;
2. le difficoltà e le opportunità della riserva della biosfera rispetto al parco;
3. la complessità della costruzione e dell'interazione dei network sociali e naturali in una riserva della biosfera.

### 1. Sostenibilità dello sviluppo in un'ottica globale e locale

#### 1.1. Gli scenari del *global warming*

La mia relazione «*Il centro Avanzi tra passato e futuro*»<sup>1</sup> iniziava con questa frase: «Nell'antichità il territorio della Tenuta di Tombolo non esisteva. Nel 1.000 a. C. «[...] tutta l'area dell'attuale Tenuta di Tombolo doveva essere ricoperta dal mare, la cui linea di riva si attestava alla Gronda dei Lupi e al Campolungo» (Dall'Antonia e Mazzanti, 2001).» e così finiva: «Se il *global warming* non si arresterà e, con lo scioglimento dei ghiacciai delle calotte polari provocherà l'innalzamento dei mari, le terre di Tombolo, così faticosamente conquistate dal mare per la grande perizia politica e tecnica dei nostri antenati, saranno di nuovo sommerse, tornando alla situazione dell'anno 1000 a. C. La Tombolo sommersa sarebbe il monumento alle nostre diatribe accademiche e alla nostra scarsa percezione delle grandi possibilità e dei grandi rischi che ci riserverà il futuro». Era una previsione esagerata: per ritornare all'anno 1000 a.C. il mare dovrebbe alzarsi di 3-4 m. (vedi elaborazioni su foto dei satelliti NASA). Dopo la mia relazione, i *mass media* hanno preso però a parlare dell'aumento del livello dei mari, come conseguenza del *global warming*, e dei rischi che in tal caso correrebbero le popolazioni che vivono nelle

\* Prof. Luciano Iacoponi - Facoltà di Agraria Università degli studi di Pisa.

<sup>1</sup> «Il centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa», Felici Editore, 2006.

zone costiere, in particolare sulle rive del Mediterraneo.

Se il livello del mare si elevasse di un metro sul livello attuale, si riproporrebbe a Tombolo la situazione del XVIII secolo, quando erano presenti ampie zone paludose, la ricomparsa delle quali metterebbe in crisi le attività agricole, industriali e logistiche, o richiederebbe nuovi onerosi interventi di bonifica. L'assetto definitivo del territorio di Tombolo, liberato dalle acque stagnanti, si ebbe nella prima metà del secolo XX con la bonifica per sollevamento idraulico, resa possibile dalla costruzione del Nuovo Canale dei Navicelli al posto dell'antico e omonimo Fosso: il definitivo risanamento idraulico della Pianura Pisana meridionale mise in moto, prima della seconda guerra mondiale, l'agricoltura (Tenuta di Tombolo), il turismo (Ente Tirrenia) e l'industria del cinema (Pisorno) e, nel secondo dopoguerra, l'apertura delle basi militari di Camp Darby e del Camen, oggi Cisam. Sempre nel secondo dopoguerra Fosso Reale è stato adibito a Scolmatore dell'Arno, la cui navigabilità, almeno nel tratto terminale, favorirebbe la "piattaforma logistica costiera", cioè l'insieme di strutture e di servizi per il trasporto di merci e di passeggeri nel porto di Livorno, nell'aeroporto di Pisa, nell'interporto di Guasticce, nelle reti ferroviaria ed autostradale e nel Canale dei Navicelli<sup>2</sup>: il raccordo del Canale dei Navicelli all'Arno (tramite il cosiddetto "incile", rimasto incompiuto per cause belliche) favorirà la cantieristica della nautica da diporto, già presente sulle rive del Navicelli con industrie di altro tipo (Siemens, Heat & Gas, ecc.). Industria, logistica, turismo marino e nautica da diporto sono il cuore pulsante dell'economia della zona di sviluppo (*transiction zone*) dell'area meridionale della Selva Pisana, confinante con la *core zone* dell'Ulivo, sottoposta a stretta protezione ambientale. La complessità della Selva Pisana obbliga a passare da visioni prevalentemente protettive (parco) a visioni insieme protettive e di sviluppo (riserva della biosfera), per realizzare le quali si devono connettere le "reti" economiche industriali-logistiche e/o agro-silvo-pastorali, le "reti" sociali e le "reti" naturali. Il paventato aumento di un metro del livello del mare

---

<sup>2</sup> La piattaforma logistica costiera forse potrebbe convivere con la ricomparsa dell'acqua nel territorio di Tombolo, perché nel Medioevo la Repubblica Pisana disponeva di un sistema intermodale ante litteram nel "sinus Pisanus", in connessione con gli approdi marini, prima di San Piero a Grado e poi di Porto Pisano. Scrive infatti Pierotti: «Va dato [...] merito a Ranieri Fiaschi di avere inteso che il vero "portus Pisanus" era il *sinus* stesso e proprio in questo consisteva la sua eccezionalità. [...] Per le funzioni e le dimensioni che [l'intera area portuale] aveva, usando il linguaggio di oggi, potremmo definirla una vasto sistema intermodale. Cosa straordinaria è che le funzioni antiche [...] esistono tuttora: un porto, un aeroporto, un nodo autostradale, uno ferroviario, un sistema di acque interne [...]» (Pierotti, 2005).

avrebbe effetti negativi sulle popolazioni di Pisa e Livorno: forse i centri urbani si salverebbero, ma il loro sviluppo sarebbe compromesso dalla scomparsa di “reti” (per essi) vitali.

Gli scenari del *global warming* sono studiati dall’IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): le previsioni dell’innalzamento dei mari sono state pubblicate da UNEP-WMO del 1992. Sulle previsioni delle variazioni del clima, con esiti più o meno catastrofici, le opinioni degli scienziati non sono unanimi e da più parti si avanza il sospetto che l’allarme sul *global warming* nasconda motivi politici di varia natura. Franco Battaglia, docente di biochimica ambientale dell’università di Modena, sostiene che l’origine antropica del *global warming* sia “falsificabile”, in senso popperiano, dalle queste constatazioni:

1. il *global warming* è iniziato nel 1750, ben prima della rivoluzione industriale;
2. il *global warming* è continuato fino al 1940 ed è cessato nei 35 anni seguenti, in pieno boom demografico e industriale;
3. il *global warming* è ripreso alla fine degli anni ’70, in piena recessione;
4. l’aumento della CO<sub>2</sub> non precede, ma segue, il *global warming*;
5. il *global warming* non ha affatto aumentato gli eventi climatici estremi;
6. il *global warming* è correlato più all’attività solare ed al flusso cosmico che non all’immissione della CO<sub>2</sub> nell’atmosfera, causata dalle attività antropiche.

Nel giornale tedesco *der Spiegel* in un articolo intitolato «Is the IPCC Doing Harm to Science?» Buse recentemente ha scritto: «È difficile che un articolo di giornale o un programma televisivo non congiuri con immagini di catastrofi climatiche profetizzando disastri di proporzioni giganti [...] Colpa dei media ma non solo [...] il film di Al Gore dimentica di sottolineare che ci vorranno molti secoli perché Groenlandia e Antartide diventino prive di ghiaccio [...] Per l’IPCC il processo impiegherà molti secoli [...] Ma il presidente dell’IPCC dice che il film dà emozione al dibattito ed è quello che si deve fare». La domanda che sorge è: “Si deve fare per ragioni scientifiche o per ragioni politiche?”.

Alla luce di altre posizioni scientifiche il *global warming* è un’ipotesi difficilmente contestabile. Lo sostiene Lovelock nel suo ultimo libro «La rivolta di Gaia», uscito nel 2006, venticinque anni dopo il fortunatissimo «Gaia: nuove idee sull’ecologia» (in verità l’editore italiano edulcora il titolo «The Revenge of Gaia», perché traduce “*revenge*” in “*rivolta*”, mentre “*revenge*” significa anche “*vendetta*”, termine più consono alle tesi dell’autore). Lovelock mostra che nell’ultimo millennio la temperatura presenta un trend alla riduzione fino

al 1850, seguito da un trend al rialzo. Il disaccordo riguarda l'inizio del trend, che Lovelock sposta un secolo dopo Battaglia: il riscaldamento del pianeta sarebbe iniziato, non senza rivoluzione industriale, ma a rivoluzione industriale ormai avviata. Il vero problema riguarda il futuro: in «Global Warming: are we entering the greenhouse century?» Schneider ha ipotizzato nel 1988 tre scenari climatici, con massimi di riscaldamento ritenuti fantascientifici. Lovelock, ponendo una crocetta sul grafico di Schneider, fa vedere che la temperatura media del pianeta, fra le ipotesi di Schneider, si è avvicinata all'innalzamento di temperatura più elevato. L'aumento della CO<sub>2</sub>, che è immessa nell'atmosfera fino a tre volte il livello preindustriale innalza la temperatura con un feedback positivo che le impedisce di diminuire, anche per concause biologiche: l'espansione delle aree oceaniche calde toglie nutrienti alle alghe le quali si estinguono, cessando di ridurre la CO<sub>2</sub> atmosferica e di creare le nubi di colore bianco che riflettono i raggi solari. Tra i segnali dei cambiamenti climatici Lovelock indica il progressivo scioglimento delle calotte polari: le immagini da satellite mostrano che in venti anni il bacino artico si è molto ridotto e, seguendo il trend, si può prevedere la sua quasi definitiva scomparsa nel 2050.

Per Lovelock la Terra, da lui definita Gaia in quanto è il pianeta che ospita la vita e che è tenuto in condizioni fisico-chimiche adatte alla vita dai meccanismi biologici, è entrata in una fase interglaciale instabile, simile allo stato febbrile dell'uomo: cioè Gaia si trova in uno stato critico, che potrebbe dar luogo a esiti catastrofici. Riscaldandosi Gaia diventa sempre più debole: negli oceani la vita si ritira ai margini continentali e sulla terraferma aumentano le regioni desertiche. Lovelock mostra la Terra molto fredda dell'ultima glaciazione e la mappa della Terra calda prevista per la fine del secolo XXI: il confronto evidenzia che la biosfera si ritirerà nelle aree settentrionali del nostro emisfero e così commenta: «Io sono un medico planetario il cui paziente - la Terra vivente - si sta lamentando per il suo stato febbricitante [...] Solo pensando al nostro pianeta come a un essere vivente possiamo accorgersi di come l'agricoltura sia giunta a raschiare il tessuto vivente della sua pelle [...] La risposta della Terra vivente all'azione dell'uomo dipenderà non solo dall'estensione dei terreni da noi requisiti per nostro uso e dall'inquinamento, ma anche dal suo stato di salute. Quando la Terra era giovane e forte resisteva ai cambiamenti avversi; ora che è più anziana potrebbe avere minori capacità di recupero. Lo sviluppo sostenibile alimentato dall'uso di energia rinnovabile è l'approccio in voga per le possibilità della nostra convivenza con la Terra [...] Lo sviluppo sostenibile è un bersaglio mobile. Rappresenta lo sforzo continuo di equilibrare e integrare i tre pilastri del benessere sociale, della prosperità economica e della protezione

ambientale. L'errore risiede nella convinzione che uno sviluppo ulteriore sia possibile [...] Duecento anni fa, quando il cambiamento era lento o inesistente, avremmo potuto disporre del tempo per stabilire uno sviluppo sostenibile, ma ora è decisamente tardi: il danno è già stato fatto. Pensare che lo sviluppo sostenibile o la fiducia nel *business as usual* siano politiche praticabili è come pretendere di curare una vittima del cancro ai polmoni facendogli smettere di fumare; entrambi gli approcci negano l'esistenza della malattia della Terra, della febbre arrecata da quel flagello in cui l'umanità si è trasformata [...] e che ci condurrà verso un'esistenza da età della pietra su un pianeta malaticcio, dove pochi di noi riusciranno a sopravvivere stentatamente tra i relitti di quella che era la biodiversità della nostra Terra.» (Lovelock, 2006).

Lovelock centra i problemi del mondo moderno - e di riflesso la specifica *mission* delle riserve della biosfera - affermando che «lo sviluppo sostenibile [...] rappresenta lo sforzo continuo di equilibrare e integrare i tre pilastri del benessere sociale, della prosperità economica e della protezione ambientale» (ibidem). In una società sviluppata non vi può essere sostenibilità ambientale senza benessere sociale, né benessere sociale senza prosperità economica. Nelle mie lezioni invito gli studenti a distinguere fra crescita economica (aumento del PIL), sviluppo economico (crescita economica più variazione netta del capitale tecnico), sviluppo umano (sviluppo economico più variazione netta del capitale sociale, cioè dell'insieme delle condizioni demografiche, sanitarie, educative, istituzionali e relazionali) e sviluppo sostenibile (sviluppo umano più variazione netta del capitale naturale).

Donella e Dennis Meadows e Jorgen Randers hanno pubblicato «I Nuovi limiti dello sviluppo»<sup>3</sup>, trent'anni dopo i loro notissimi limiti dello sviluppo<sup>4</sup>, la cui pubblicazione da parte del Club di Roma ebbe enorme risonanza nell'Italia degli anni Settanta, in via di modernizzazione. La “Vendetta di Gaia” e “I limiti dello sviluppo trent'anni dopo” - il titolo originale del libro dei Meadows e di Randers è «Limits to Growth. The 30-Year Update» - sono atti di accusa di uno sviluppo inteso come mera crescita della ricchezza. Se Lovelock e Meadows hanno sentito il bisogno, come Alexandre Dumas, di riscrivere il seguito dei loro libri “vent'anni (e oltre) dopo”, significa che negli ambienti scientifici c'è la stessa preoccupazione che i *mass media* diffondono fra la gente.

---

<sup>3</sup> Meadows D. H., Meadows D.L., Randers J., *I nuovi limiti dello sviluppo*, Mondadori, 2006.

<sup>4</sup> Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens W. W. , *I limiti dello sviluppo*, Mondadori, 1972.

## 1.2. L'impronta ecologica a livello globale

Donella e Dennis Meadows e Randers fanno proprie le analisi dell'ecologo canadese William Rees, ideatore con Mathis Wackernagel dell'impronta ecologica, derivata dalla formula di Erlich e Holdren, riveduta da Harrison<sup>5</sup>, per dimostrare che l'attuale sviluppo ignora il nesso fra l'impronta ecologica dell'uomo e la biocapacità (capacità naturale di carico) della Terra, insufficiente a garantire la sostenibilità dell'attuale sviluppo globale, dato che l'impronta ecologica media per abitante della Terra supera la biocapacità pro-capite del pianeta. L'impronta ecologica dell'umanità, che era pari alla metà della biocapacità terrestre nel 1960, ha eguagliato la biocapacità planetaria nel 1985 ed è salita a 1,3 volte la biocapacità nel 2003. L'assorbimento della biocapacità sta riducendo la biodiversità: il *living planet index* (una misura del numero delle specie animali e vegetali presenti sul pianeta) è sceso da valore di 1 nel 1970 al valore di 0,7 nel 2003. L'impronta ecologica non è la "fisima" di pochi studiosi, ma una realtà che il cittadino comune può constatare sulla sua pelle con la scarsa qualità dell'aria che respira, le ricorrenti crisi idriche, il difficile smaltimento dei rifiuti, la scomparsa della biodiversità in campagna e nel mare, il rincaro dei carburanti, il costo delle auto ecologiche, ecc. (Iacoponi, 2003).

Il problema principale non è convincere i cittadini del nesso fra impronta ecologica e biocapacità della Terra ma convincere gli scienziati sociali e soprattutto gli economisti ortodossi (neoclassici). Nel *summary* dell'articolo «Revisiting Carrying Capacity: Area-Based Indicators of Sustainability», disponibile sul sito della Università della British Columbia (School of Community and Regional Planning, Vancouver) William Rees scrive: «Il punto di vista convenzionale ritiene che la capacità di carico dell'umanità da parte degli

---

<sup>5</sup> Nel 1971 l'ecologo Paul Ehrlich e il fisico dell'energia John Holdren proposero, per misurare l'impatto dell'umanità sulla biosfera, la formula  $I = P \cdot A \cdot T$ , dove  $I$  (impatto) è il prodotto tra  $P$  (popolazione),  $A$  (*affluence* o benessere pro capite) e  $T$  (tecnologia). La formula spiega perché i paesi ricchi hanno problemi demografici gravi (i moltiplicatori  $A$  e  $T$  per persona sono molto grandi) e perché un modesto sviluppo nei paesi poveri con grandi popolazioni (Cina) abbia un enorme impatto sul pianeta (il moltiplicatore  $P$  dei fattori  $A$  e  $T$  è molto grande). Le variabili indipendenti dell'equazione di Ehrlich e Holdren furono ridefinite da Harrison come  $I = P \cdot C \cdot I$  ( $C$  = consumo pro capite;  $I$  = impatto per unità di consumo). L'espressione di Harrison è ripresa da William Rees e da Mathis Wackernagel che propongono un indice per misurare il "peso" dell'umanità sui sistemi naturali: l'impronta ecologica. L'impronta ecologica è la quota di territorio biologicamente produttivo che una data popolazione impegna per i suoi consumi e per far assimilare all'ambiente i suoi rifiuti: in altre parole, è lo spazio che consente all'umanità di mantenere i suoi *standard* di vita o, più banalmente, di mantenersi in vita. (Wackernagel e Rees, 1996).



ecosistemi, grazie alla tecnologia e al commercio, si possa illimitatamente espandere e sia quindi virtualmente irrilevante per la pianificazione demografica e dello sviluppo economico. Questo articolo sostiene che la capacità di carico degli ecosistemi resta invece la base fondamentale per la demografia [...] La questione fondamentale per l'economia ambientale è [sapere] se i residui stock di capitale naturale sono adeguati per sostenere nel prossimo secolo il peso dell'economia. Poiché i modelli *mainstream* (neoclassici) sono ciechi verso le strutture e le funzioni ecologiche, non possono trattare in modo appropriato la questione. Questo articolo usa l'analisi dell'impronta ecologica per verificare se gli stock di capitale [naturale], i flussi fisici e le corrispondenti aree degli ecosistemi possono supportare l'economia. L'approccio mostra che la maggior parte dei cosiddetti paesi avanzati stanno contraendo massicci e non contabilizzati debiti ecologici con il resto del pianeta. Poiché non tutti i paesi possono essere importatori netti di capacità di carico [cioè di biocapacità], gli standard materiali della ricchezza non possono essere sostenibilmente estesi, usando le tecnologie oggi prevalenti, neppure alla presente popolazione mondiale. [La] sostenibilità dipenderà da misure quali: grande enfasi sull'equità delle relazioni internazionali, significativi aggiustamenti sui prevalenti rapporti di prezzi, l'aumento dell'autosufficienza [ecologica] regionale, e politiche per stimolare massicci incrementi di efficienza delle energie e dei materiali impiegati nelle attività economiche.» (Rees, 2007).

Quanto scrive Rees trova riscontro nei dati pubblicati su Living Planet Report 2006. Nella tabella n. 1 sono indicati: l'impronta ecologica, la biocapacità totale, il bilancio fra biocapacità e l'impronta ecologica pro capite e l'HDI (Human Development Index)<sup>6</sup> per i paesi ad alto, medio e basso HDI, per i dodici paesi a più alta impronta ecologica (più tre "interessanti" paesi: Italia, Cina e India) e per i dodici a minore impronta ecologica.

La tabella evidenzia che l'impronta ecologica dei paesi è positivamente correlata al loro livello di sviluppo umano, ma non alla loro biocapacità. Ne consegue che i paesi sviluppati, che hanno maggiori valori di HDI, non soltanto hanno un "peso economico" rilevante sul resto del mondo, ma hanno anche un "peso ecologico" altrettanto rilevante sulle risorse naturali del pianeta. Il peso ecologico dei continenti è deformato rispetto al loro peso fisico, perché la biocapacità è "esportata" dai paesi più estesi, o più arretrati, tuttora dotati di "sur-

---

<sup>6</sup> HDI (Human Development Index) è l'indice che l'ONU impiega per le statistiche sul benessere di tutti i paesi. HDI è formato dalla combinazione di tre parametri: Pil pro capite, speranza di vita alla nascita e livello di scolarizzazione (percentuale di persone che hanno frequentato scuole di base).

plus di biocapacità”, a quelli sviluppati che hanno rilevanti “deficit di biocapacità”. È una situazione di squilibrio mondiale che avrà riflessi importanti per ridisegnare gli scenari futuri dello sviluppo sostenibile, in vista di un diffici-

Paesi a diverso livello di sviluppo umano	HDI	Biocapacità totale pro capite (ha) (1)	Impronta ecologica pro capite (ha) (2)	Bilancio ecologico pro capite (ha) (1-2)	Variazioni % 1975-2003	
					impronta pro capite (2)	biocapacità p.c. (1)
Media mondiale	0,74	1,78	2,23	- 0,45	+ 14%	- 25%
- paesi alto HDI	0,91	3,30	6,40	- 3,12	+ 40%	- 14%
- “ medio HDI	0,77	2,10	1,90	+ 0,18	+ 14%	- 11%
- “ basso HDI	0,59	0,70	0,80	- 0,09	+ 8%	- 48%
12 paesi a maggiori impronta ecologica						
Emirati arabi	0,85	0,80	11,90	- 11,00	+ 205%	- 77%
USA	0,94	4,70	9,50	- 4,80	+ 38%	- 20%
Finlandia	0,94	12,00	7,60	+ 4,40	+ 57%	- 4%
Canada	0,95	14,50	7,60	+ 6,90	+ 11%	- 26%
Kuwait	0,84	0,30	7,30	- 7,00	+ 44%	- 28%
Australia	0,96	12,40	6,60	+ 5,90	- 7%	- 28%
Estonia	0,85	5,70	6,50	- 0,70	+ 41%	+108%
Svezia	0,95	9,60	6,10	+ 3,50	+ 16%	- 2%
Nuova Zelanda	0,93	14,90	5,90	+ 9,00	+ 28%	- 9%
Norvegia	0,96	6,80	5,80	+ 0,90	+ 37%	- 3%
Francia	0,94	3,00	5,60	- 2,60	+ 51%	- 1%
Regno Unito	0,94	1,60	5,60	- 4,00	+ 35%	+ 6%
paesi “interessanti”:						
<b>Italia (29°)</b>	0,93	1,00	4,20	- 3,10	+ 60%	- 15%
<b>Cina (70°)</b>	0,76	0,80	1,60	- 0,90	+ 82%	- 3%
<b>India (126°)</b>	0,60	0,40	0,80	- 0,40	+ 16%	- 23%
12 paesi a minore impronta ecologica						
Ruanda	0,45	0,50	0,70	- 0,10	- 19%	- 32%
Liberia	...	3,10	0,70	+ 0,40	- 20%	- 50%
Mozambico	0,38	2,10	0,60	+ 0,40	- 3%	- 38%
Zambia	0,39	3,40	0,60	+ 2,80	- 30%	- 49%
Congo	0,51	7,80	0,60	+ 7,20	- 34%	- 54%
Pakistan	0,53	0,30	0,60	- 0,30	- 1%	- 41%
Rep. D. Congo	0,39	1,50	0,60	+ 0,90	- 19%	- 52%
Haiti	0,53	0,30	0,60	- 0,30	- 1%	- 41%
Malawi	0,40	0,50	0,60	- 0,10	- 33%	- 39%
Bangladesh	0,52	0,90	0,50	+ 0,10	- 1%	- 20%
Somalia	...	0,70	0,40	+ 0,30	- 38%	- 54%
Afganistan	...	0,30	0,10	+ 0,20	- 45%	- 32%

Tabella 1 - HDI, impronta ecologica, biocapacità totale e bilancio fra biocapacità e impronta ecologica per abitante dei paesi a diverso livello di sviluppo umano nel mondo. Fonte: WWF, Global Footprint Network: Living Planet Report 2006

lissimo, ma non impossibile, ritorno al pareggio fra impronta globale e biocapacità planetaria.

La tabella n. 1 mostra spaccati del mondo opposti, ma convergenti per i loro influssi negativi sull'ambiente. A un estremo c'è il primo mondo, i paesi ad alto HDI (indice di sviluppo umano superiore a 0,85), che ospitano 956 milioni di abitanti (15% della popolazione mondiale) i quali hanno, pro capite, un'impronta ecologica di 6,42 Ha, una biocapacità di 3,30 Ha e un deficit di biocapacità di 3,12 Ha. Il primo mondo "importa" - invisibilmente e gratuitamente - la sua biocapacità dal secondo mondo. Nel secondo mondo vivono 3 miliardi di abitanti (48% della popolazione mondiale) che "tengono in piedi" l'ecosistema della Terra essendo - per quanto ancora? - parchi consumatori di risorse naturali: l'abitante del secondo mondo ha un'impronta ecologica di 1,90 Ha, una biocapacità di 2,08 Ha ed un surplus positivo di 0,18 Ha. All'estremo opposto c'è il terzo mondo, i paesi a basso HDI (indice di sviluppo umano inferiore a 0,65) che ospitano 2,3 miliardi di abitanti (37% della popolazione mondiale) i quali, pur avendo un'impronta ecologica pro capite molto bassa (0,80 Ha), sono già in deficit di biocapacità (- 0,10 Ha pro capite). Ciò è dovuto, da un lato, alla sovrappopolazione di molti paesi che preme sugli ecosistemi naturali, incapaci, in presenza di tecniche agricole primitive, di garantire l'alimentazione della popolazione e la conservazione della biocapacità e, dall'altro, alla pressione sugli stock naturali esercitata dai paesi sviluppati le cui tecnologie avanzate, dopo essersi esercitate sulle risorse energetiche non rinnovabili (petrolio e gas naturali), oggi mettono nel mirino le risorse idriche e quelle energetiche rinnovabili (biomasse vegetali).

Pur essendo gruppi eterogenei, nei singoli paesi "di testa" e "di coda" del mondo (tabella 1) si ritrovano i giudizi ora detti: fra i paesi "di testa" hanno bilanci ecologici positivi solo i grandi paesi-continente posti agli antipodi (Canada, Australia e Nuova Zelanda) e i paesi del Nord Europa; fra quelli "di coda" hanno bilanci ecologici positivi solo i paesi equatoriali africani e quelli asiatici più poveri (Afganistan, Bangladesh, Pakistan). Salta all'occhio un dato su cui riflettere: il paese che ha la più alta impronta ecologica pro capite, gli USA, sono in guerra in Afganistan, il paese che ha la minore impronta ecologica pro capite del mondo. È un paradosso della storia o la conferma che le ragioni della storia sono sempre le stesse (la conquista degli spazi vitali dei popoli)?

Un discorso a parte riguarda i paesi che sono definiti "interessanti". Il primo, l'Italia, ci interessa da vicino perché, pur essendo, con 4,2 ettari pro capite, il 29° paese del mondo per impronta ecologica, ha una modesta biocapacità pro capite (appena 1 Ha): in quanto paese densamente popolato e in

prevalenza urbano, l'Italia è quindi tra i paesi forti importatori di biocapacità. L'Italia resta "colonialista" (inconsapevolmente?) verso i paesi mediterranei e del Nord Africa, ancora dotati di un surplus di biocapacità, i quali, in qualche modo, devono recepire l'impronta ecologica di noi Italiani. Il Regno Unito è in una situazione ancora peggiore dell'Italia: con 59,5 milioni di abitanti (contro i nostri 57, 4) l'U. K. ha un'impronta ecologica pro capite di 5,6 Ha (eguale a quella francese) e, avendo una biocapacità pro capite modesta (1,6 Ha), deve "importare" (una volta dal Commonwealth e oggi dal resto del mondo) ben 4 Ha pro capite. Anche il Regno Unito, come l'Italia, è paese prevalentemente urbano (a differenza della Francia che mantiene caratteri in prevalenza rurali e gode di una biocapacità pro capite di 3,0 Ha) e subisce inoltre l'impatto ecologico di Londra e dei suoi sobborghi: la popolazione della Greater London era nel 2000 di 7,4 milioni di abitanti, che avevano un'impronta di 6,63 Ha pro capite (superiore alla media del paese), alla quale si sommarono 0,32 Ha per turista in visita nella metropoli. L'impronta ecologica complessiva della Grande Londra era nel 2000 pari a 293 volte la sua area metropolitana, due volte la superficie di tutto il Regno Unito ed equivalente all'intera superficie della Spagna.

Sebbene il primo mondo abbia deficit ecologici drammatici (e aspirazioni un po' grottesche, pensando che il sindaco Livingston vuole raggiungere il pareggio ecologico - sic! - dell'area metropolitana londinese nel 2050 favorendo l'uso della bicicletta: perciò ha voluto che la prima tappa del Tour de France 2007 si svolgesse a Londra), si deve porre attenzione a ciò che avviene negli altri due "interessanti" paesi: l'India e la Cina. Qui le prospettive dell'equilibrio ecologico globale, oggi già precario, potrebbero configurarsi in maniera critica. India e Cina hanno nell'insieme 2,4 miliardi di abitanti (38% della popolazione mondiale) e, pur avendo delle impronte ecologiche pro capite modeste (0,8 Ha l'India e 1,6 Ha la Cina), data l'entità della loro popolazione non solo sono entrambe in deficit di biocapacità (-0,4 e -0,8 Ha pro capite rispettivamente), ma producono anche un quinto (21%) dell'impronta ecologica mondiale (14 miliardi di ettari). I primi dieci paesi del mondo con la più alta impronta ecologica (dagli Emirati Arabi alla Norvegia) causano un quarto (24%) dell'impronta ecologica globale ma, poiché gli USA causano da soli il 20% dell'impronta ecologica mondiale (quanto India e Cina messe assieme), si deduce che i paesi ad alta impronta pro capite, ma con scarsa popolazione, pesano poco sull'equilibrio ecologico del mondo. Se tra i paesi del primo mondo si considerano anche l'11° e il 12° paese, che sono paesi popolosi come la Francia e l'U.K., si raggiunge il 29% dell'impronta ecologica mondiale e si

mette in una luce più corretta il reale “peso ecologico” dei paesi sviluppati.

Il punto saliente è però un altro: il primo mondo prende coscienza del problema e cerca di frenare l'ulteriore espansione dell'impronta ecologica dei suoi abitanti, mentre l'India e la Cina sono in boom economico e, usando le attuali tecnologie “occidentali” di produzione e di consumo, aumenteranno sensibilmente le loro impronte ecologiche nel prossimo futuro. Dal 1975 al 2003 l'India ha aumentato di poco la propria impronta ecologica, mentre nello stesso periodo la Cina l'ha quasi raddoppiata. Il 2003 è ormai lontano: che cosa è accaduto da allora? L'impressione è che, se l'India trotta, la Cina galoppa sulla via dell'uso delle tecnologie agricole, industriali e terziarie avanzate, tutte forti consumatrici di energia, importate dall'occidente. L'impronta ecologica mondiale cresce soprattutto a causa dei consumi energetici. Fra il 1975 e il 2003, l'impronta ecologica mondiale è passata da 4 a 14 miliardi di Ha e la componente che ha fatto il maggiore balzo in avanti è stata l'emissione di CO<sub>2</sub> da combustibili fossili: la CO<sub>2</sub> da combustibili fossili, che produceva un'impronta di 1 miliardo di Ha nel 1975, produce adesso un'impronta di 6 miliardi di Ha, cosicché il peso percentuale di questo tipo di impronta, sull'impronta ecologica mondiale, è salito dal 20% del 1975 al 40% del 2003. I destini dello sviluppo sostenibile mondiale si giocano nei paesi emergenti verso i quali i paesi avanzati dovranno trasferire, non soltanto imprese e processi produttivi obsoleti, ma anche innovazioni tecnologiche e nuovi comportamenti sociali, questi sperimentati soprattutto nei contesti locali (dove, altrimenti, si potrebbero sperimentare?).

Living Planet 2006 mostra tre scenari di sviluppo sostenibile: secondo il primo, “*business as usual*”, a livello mondiale l'impronta ecologica futura aumenterà in modo esponenziale, la biocapacità si ridurrà, anche per la lenta ma continua scomparsa della biodiversità, e il debito ecologico planetario crescerà senza limiti; il secondo scenario, “*rapid reduction*”, è l'utopica previsione di azzerare il debito ecologico entro il 2050 e di accumulare dopo tale data una riserva di biocapacità tale che nel 2100 il 30% di essa potrà essere disponibile per le altre specie: la miracolistica soluzione sarebbe attuabile a patto di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> del 50% entro il 2050 e del 70% entro il 2100 (non ci dice come si dovrebbe fare e, soprattutto, chi lo dovrebbe fare); secondo il terzo scenario, “*slow shift*”, il debito ecologico dovrebbe diminuire lentamente, azzerandosi intorno al 2080, in base a un mix di innovazioni (aumento delle superfici coltivate o a pascolo a un tasso minore dell'aumento della popolazione, grazie al minore uso di carni nelle diete alimentari, aumento delle superfici forestali e della produzione di biomasse vegetali, che andrebbero a compensare

il minore uso dei combustibili fossili): il risultato netto di queste innovazioni tecniche e comportamentali ridurrebbe del 15% l'impronta ecologica pro capite a livello mondiale e aumenterebbe, in modo lento ma costante, la biocapacità planetaria. Chi si è provato a ragionare sull'ultimo e più plausibile scenario ha concluso che tutte le necessarie transizioni di fase (demografiche, tecnologiche, economiche, sociali, informative, cognitive, ecc.) si potranno realizzare se, e soltanto se, le comunità locali decideranno di intraprenderle a livello di ogni singolo territorio (Iacoponi, 2003).

### ***1.3 L'impronta ecologica a livello locale***

Favorire localmente uno "*slow shift*" verso lo sviluppo sostenibile globale a me pare essere la missione della riserva della biosfera Selva Pisana. Si deve porre la massima attenzione - o comunque un'attenzione maggiore - alla sostanziale differenza che corre fra parco regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e riserva della biosfera Selva Pisana. Questa comprende la superficie del parco - e quindi ne deve rispettare integralmente la missione protettiva - ma anche gli abitati di Marina di Pisa, Tirrenia e Calambrone e deve farsi carico, rispetto al parco, di due finalità nuove: a) misurare - e possibilmente assorbire - l'impatto sulle risorse naturali di alcuni centri urbani del comune di Pisa (di dimensioni modeste rispetto alla città capoluogo, ma vivaci per la presenza del turismo balneare; dei vecchi centri residenziali dei militari americani e dei nuovi centri dove si trasferiranno molti cittadini pisani e livornesi; di vecchie e nuove strutture alberghiere e ricreative, che saranno potenziate con il porto turistico di Marina di Pisa; di un tessuto industriale a buon livello e in rapida espansione) e, viceversa, quanto la vicinanza del parco/riserva favorisca il turismo, la receptività alberghiera e il maggior valore (il "prezzo edonico") delle abitazioni; b) indirizzare lo sviluppo di tali aree, come delle altre "transition zones" della Selva Pisana, incanalando le pulsioni alla crescita, non nella direzione di una sempre maggiore presa di possesso della biocapacità territoriale, ancora conservata dall'agricoltura e dalla silvicoltura, ma verso sentieri che pongano al primo posto la sostenibilità dello sviluppo, vista come rientro dell'impronta ecologica nelle capacità di carico (nella biocapacità) del territorio.

Prima di intraprendere ogni ragionamento sullo sviluppo sostenibile - e, a maggiore ragione, qualsiasi programma concreto di sviluppo - spetta agli organi dirigenti della riserva della biosfera un compito fondamentale: misurare il grado attuale di sostenibilità ambientale delle attività che si svolgono nel parco e nella riserva della biosfera, anche per prendere coscienza del maggiore impegno necessario per realizzare condizioni più accettabili di sostenibilità sia



nel parco che nella riserva della biosfera. *Ça va sans dire* che l'approccio più rapido e sintetico - se non il migliore - è, per chi scrive, il metodo dell'impronta ecologica e del bilancio fra la biocapacità del territorio e l'impronta ecologica che in esso si determina. Alla metodologia di Rees e Wackernagel chi scrive ha apportato una variante, differenziando l'impronta ecologica "globale", proposta dagli autori canadesi, in due componenti: l'impronta ecologica "localizzata", cioè la parte di impronta ecologica globale che «è intrasferibile nello spazio e nel tempo [e che] grava direttamente e in tempo reale sul territorio biologicamente produttivo dov'essa è determinata, in quanto richiede risorse naturali che non possono essere sostituite o integrate da risorse importate dagli altri territori» e l'impronta ecologica "trasferibile": «la prima si ripercuote sulla biocapacità del territorio dov'essa è generata e la seconda su altri territori biologicamente produttivi, posti anche a grande distanza dai luoghi di origine dell'impronta ecologica» (Iacoponi, 2003). Il *global warming* è un esempio eclatante della possibilità di trasferire l'impronta ecologica, legata all'emissione di CO<sub>2</sub> da combustibili fossili, anche a grandissime distanze, in pratica in tutto il mondo.

La differenza tra superficie bioproduttiva e impronta ecologica localizzata misura il *deficit* ecologico locale, se il saldo del bilancio è negativo, o il *surplus* ecologico locale se il saldo è positivo: *deficit* o *surplus* ecologici locali che i cittadini possono percepire direttamente con la qualità della loro vita (ibidem). Per definire l'impronta ecologica localizzata si deve passare dall'ottica degli impatti ecologici dei consumi degli abitanti all'ottica degli impatti ecologici anche delle attività produttive: per esportare una parte della propria impronta ecologica globale gli abitanti di un territorio devono consumare prodotti importati (scaricandone l'impronta ecologica nei lontani luoghi di produzione); ma i prodotti di importazione si possono ottenere soltanto se si esportano beni e servizi di pari valore, prodotti localmente (che scaricano la relativa impronta nei luoghi stessi dove operano le imprese produttrici locali)<sup>7</sup>.

Nelle tabelle seguenti si espongono le biocapacità territoriali, le impronte globali e localizzate e i bilanci ecologici: a) del Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e della Riserva della biosfera Selva Pisana (che hanno biocapacità uguali, poiché le aree urbane di Marina di Pisa, Tirrenia e Calambrone non danno nessun contributo positivo in tal senso, ma hanno diverse impronte ecologiche, a causa delle aree urbane presenti nella Riserva); b) dei comuni ai quali il Parco e la Riserva appartengono; c) dei Sistemi Economici Locali (SEL) nei quali detti comuni ricadono; d) dell'Area Vasta di Livorno, Pisa, Lucca. In particolare, la tabella 2 riporta le componenti biotiche della bio-

capacità territoriale del Parco/Riserva, la tabella 3 la biocapacità del Parco/Riserva e dei territori di appartenenza (comuni, sistemi economici locali e area vasta), la tabella 4 le impronte ecologiche globali e localizzate dei sistemi territoriali considerati; la tabella 5 il bilancio fra le biocapacità e le impronte ecologiche. La tabella 2 è importante per due motivi: a) calcola la biocapacità del Parco di Migliarino e della Riserva della biosfera Selva Pisana, che sintetizza il valore strumentale dell'ambiente protetto per l'assorbimento dell'impatto ecologico delle attività umane (i valori ambientali del Parco/Riserva sono molti altri: le formazioni forestali, il rapporto acqua/terra e specificamente fra i fiumi Arno e Serchio e il mare, le aree umide, il lago di Massaciuccoli, ecc.); b) misura il peso positivo delle attività agricole, pastorali e forestali ai fini della biocapacità territoriale. Le attività agro-silvo-pastorali contribuiscono al 70% della biocapacità del Parco, essendo il restante 30% dato dalla presenza del mare poco profondo, prospiciente la lunga costa dello stesso Parco (Iacoponi, ibid.).

<sup>7</sup> L'unico ciclo economico di consumo interamente svolto nel territorio è il consumo di "abitazione", ma neppure per esso tutte le risorse necessarie si traducono in impronta ecologica localizzata: esso richiede infatti soltanto le superfici biologicamente produttive necessarie per la costruzione degli edifici, per l'assorbimento della CO<sub>2</sub> prodotta dai consumi energetici e per captare l'acqua potabile. Partendo dai dati dell'impronta ecologica globale degli abitanti della Toscana (Ha 4 pro capite), l'impronta ecologica localizzata degli abitanti si stima in 1,075 ha pro capite. Per il calcolo dell'impronta ecologica localizzata delle attività produttive si considerano i cicli interamente svolti nel territorio per i beni destinati al diretto consumo e si trascurano le fasi produttive che le imprese completano altrove per le fasi finali di trasporto, conservazione, distribuzione nei luoghi di destino dei beni e servizi esportati. Poiché i cicli parziali delle attività produttive coinvolgono l'impiego di specifici fattori produttivi, l'impronta ecologica localizzata delle attività produttive è rapportata ai fattori produttivi più significativi nei vari settori: superfici agrarie asciutte e irrigue, a pascolo, forestali e incolte per le attività agricole e forestali; lavoratori addetti per l'industria; presenze turistiche, tradotte in "abitanti residenti equivalenti" (ABE) per il turismo (Iacoponi, 2003). Le impronte ecologiche localizzate delle attività produttive sono espresse nella tabella seguente:

Settori di produzione	Unità misura	Impronta ecologica localizzata delle attività produttive (ettari)						
		per energia	agricola	forestale	edificata	acqua	ripetuta	totale
agricoltura asciutta	SAU totale	0,30	-	-	0,01	-	-	0,31
agricoltura irrigua	SAU irrigua	0,60	-	-	0,01	1,50	0,60	1,51
industria	addetto	1,10	-	-	0,05	1,20	1,10	1,25
turismo	ABE	1,04	-	-	0,46	0,21	0,21	1,50



Tabella 2 - Componenti naturali e agro-silvo-pastorali della biocapacità del Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e della Riserva della biosfera Selva Pisana

Componenti biotiche della biocapacità	Unità di misura	Comune di Pisa	Comuni della Versilia <sup>1</sup>	Totali Parco & Riserva	%
Superfici territoriali	Ha	17.200	6.438	23.638	
	%	72,2	27,2	100,0	
Biocapacità da:					
- boschi	Ha	10.248	4.438	14.646	37,7
- colture e pascoli	"	10.162	2.338	12.500	32,2
- zone umide	"	500	200	700	1,8
- mare costiero	"	9.500	1.500	11.000	28,3
Biocapacità totale	"	30.410	8.476	38.886	100,0
	%	72,8	21,2	100,0	

1 - Comuni di Viareggio e di Massarosa.

Tabella 3 - Biocapacità del Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e della Riserva della biosfera Selva Pisana e dei territori comunali di appartenenza.

Biocapacità dei territori del Parco/Riserva	Unità di misura	Comune di Pisa	Comuni della Versilia <sup>1</sup>	Totali	%
Superfici territoriali:					
- Parco & Riserva	Ha	17.200	6.438	23.638	7,0
- Comuni	"	18.714	10.028	28.736	8,5
Parco/Comuni	%	91,9	64,6	82,3	-
- SEL <sup>2</sup>	Ha	51.236	35.524	86.760	25,8
Comuni/SEL	%	36,5	28,2	33,1	-
- Area vasta	Ha			336.839	100,0
Biocapacità territoriale:					
- Parco & Riserva	Ha	30.410	8.476	38.886	7,5
- Comuni	"	32.738	14.361	47.099	9,1
Parco/Comuni	%	92,9	59,0	82,3	-
- SEL <sup>2</sup>	Ha	89.314	57.531	146.845	28,3
Comuni/SEL	%	36,6	25,0	32,1	-
- Area vasta	Ha			518.001	100,0

1 - Comuni di Viareggio e di Massarosa.

2 - Sistemi Economici Locali "Area Pisana" e "Versilia".

Dalla tabella 3 si evince un dato fondamentale: il Parco/Riserva svolge il ruolo di "baluardo" della biocapacità dei territori di appartenenza. La sua biocapacità rappresenta infatti i quattro quinti della biocapacità dell'insieme dei comuni di Pisa, di Viareggio e Massarosa e il suo ruolo ecologico positivo è rilevante soprattutto nei riguardi del primo (93%). Poiché i comuni di Pisa e versiliesi formano un terzo del territorio dei sistemi economici locali, di cui fanno

parte (i SEL Area Pisana e Versilia), si deduce che il Parco/Riserva irradia la sua funzione ecologica positiva oltre i comuni di appartenenza ed è importante per l'intera Area Vasta, alla cui biocapacità il Parco/Riserva dà un contributo del 7,5%, di poco inferiore a quello della Garfagnana (11%). Il Parco/Riserva è il “polmone verde” della zona costiera dell'Area Vasta, mentre la Garfagnana lo è della zona montana; a questi due residui “polmoni verdi” è affidata la sostenibilità dello sviluppo di una parte significativa della Toscana costiera, la condizione ecologica della quale appare decisamente precaria.

Tabella 4 - Impronte ecologiche globale e localizzata del Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e della Riserva della biosfera Selva Pisana e dei territori di appartenenza.

Impronte ecologiche	Unità di misura	Comune di Pisa	Comuni della Versilia <sup>1</sup>	Totali	%
Impronta globale					
- Parco Migliarino	Ha	5.360	4.520	9.880	0,3
- Riserva Selva Pisana	“	34.160	4.520	38.680	1,1
- Comuni	“	369.976	317.732	687.708	19,0
Parco/Comuni	%	1,4	1,4	1,4	-
Riserva/Comuni	%	9,2	1,4	5,6	-
- SEL <sup>2</sup>	Ha	722.888	637.996	1.360.884	37,5
Comuni/SEL	%	51,2	49,8	50,5	-
- Area vasta	Ha			3.620.838	100,0
Impronta localizzata:					
- Parco Migliarino	Ha	4.015	1.965	5.980	0,5
- Riserva Selva Pisana	“	11.915	1.965	13.880	1,3
- Comuni	“	107.064	93.172	200.236	18,2
Parco/Comuni	%	3,7	2,1	3,0	-
Riserva/Comuni	%	11,1	2,1	6,9	-
- SEL <sup>2</sup>	Ha	212.106	192.292	404.398	36,7
Comuni/SEL	%	50,5	48,5	49,5	-
- Area vasta	Ha			1.100.576	100,0

1 - Comuni di Viareggio e di Massarosa.

2 - Sistemi Economici Locali “Area Pisana” e “Versilia”.

La cosiddetta Area Vasta è l'idea concettuale che, avanzata da urbanisti e sociologi (Elia, 2001), dovrebbe supplire sul piano sociale, politico e amministrativo al mancato riconoscimento di area metropolitana di territori dove non c'è una grande città capace di dominare i centri urbani minori e i piccoli comuni che subiscono il ruolo di polo di attrazione di una grande città capoluogo (Roma, Milano, Firenze, ecc.). Città medie o piccole, come Livorno, Pisa, Pon-

tederà, Lucca, Viareggio, pur vivendo l'una a contatto di gomito dell'altra, non hanno strumenti legislativi per organizzare i rispettivi territori così da considerare le interazioni sociali, economiche, infrastrutturali e urbanistiche di un'area più "vasta". Qui si assume tuttavia un concetto di area vasta che tiene conto, secondo i principi della bioregione (Iacoponi, 2001), non soltanto dei caratteri antropici ma anche delle funzioni ambientali del territorio: poiché una bioregione deve avere caratteri ecosistemici e socioeconomici definiti, l'area vasta considerata comprende i bacini idrografici del Serchio, del basso corso dell'Arno e di altri corsi minori (Versilia, Tora, ecc.) e gli interi sistemi economici locali (SEL) Valdarno inferiore, Valdera, Area Pisana, Area Livornese, Val di Serchio-quadrante Garfagnana, Val di Serchio-quadrante Media Valle, Area Lucchese e Versilia (Iacoponi, 2003).

Le enormi difficoltà che si incontrano per rendere sostenibile lo sviluppo dell'Area vasta di Livorno, Pisa e Lucca sono sintetizzate dai dati delle tabelle 3, 4 e 5: il territorio dell'Area vasta ha un'estensione di 336.839 Ha, una biocapacità di 518.001 Ha e una impronta ecologica globale di 3.620.838 Ha: il

Tabella 5 - Bilancio ecologico globale e localizzato del Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e della Riserva della biosfera Selva Pisana dei territori di appartenenza.

Δ biocapacità-impronte ecologiche	Unità di misura	Comune di Pisa	Comuni della Versilia <sup>1</sup>	Totali	%
biocapacità - impronta globale:					
- Parco Migliarino	Ha	+ 25.050	+ 3.956	+ 29.006	- 0,9
- Riserva Selva Pisana	"	- 3.750	+ 3.956	+ 206	0
- Comuni	"	- 337.238	- 303.371	- 642.609	20,7
Parco/Comuni	%	- 7,4	- 1,3	- 4,5	-
Riserva/Comuni	%	+ 1,1	- 1,3	- 0,03	-
- SEL <sup>2</sup>	Ha	- 633.574	- 580.465	- 1.214.039	39,1
Comuni/SEL	%	+ 53,2	+ 52,3	+ 52,9	-
- Area vasta	Ha			- 3.102.831	100,0
biocapacità - impronta localizzata:					
- Parco Migliarino	Ha	+ 26.395	+ 6.511	+ 32.906	- 5,6
- Riserva Selva Pisana	"	+ 18.495	+ 6.511	+ 25.006	- 4,3
- Comuni	"	- 74.326	- 78.811	- 153.137	+26,3
Parco/Comuni	%	- 35,5	- 8,3	- 21,5	-
Riserva/Comuni	%	- 24,9	- 8,3	- 16,3	-
- SEL <sup>2</sup>	Ha	- 122.792	- 134.761	- 257.553	+44,2
Comuni/SEL	%	+ 60,5	+ 58,5	+ 59,5	-
- Area vasta	Ha			- 582.575	100,0

1 - Comuni di Viareggio e di Massarosa.

2 - Sistemi Economici Locali "Area Pisana" e "Versilia".

deficit di biocapacità di 3,1 milioni di Ha, rispetto all'impronta globale, misura una distanza dal traguardo della sostenibilità "assoluta" (pareggio fra biocapacità e impronta globale) simile a quella della Grande Londra, o di altre aree metropolitane (o vaste che dir si voglia). L'ecosistema dell'Area Vasta ha una capacità di carico infinitamente minore del "peso ecologico" della società che la abita e di cui deve sopportare il relativo "peso ecologico", sicché i due terzi dell'impronta ecologica globale dell'Area vasta si scaricano in altri ecosistemi. Anche l'impronta ecologica localizzata (1.100.576 Ha) supera la biocapacità dell'Area Vasta, il cui plafond è "sfondato" per ben 582.575 Ha. Da qui bisogna comunque partire: sebbene molto lontano, il target della sostenibilità "relativa" (pareggio fra biocapacità e impronta localizzata) si può (si deve) considerare alla portata delle nostre possibilità di ricupero.

Un ruolo della riserva della biosfera Selva Pisana può essere quello di attivare le analisi, le scelte e i processi sociali ed economici di sviluppo locale tali da irradiare, nei territori circostanti, modelli di sviluppo sostenibili che oggi non sono a portata di mano né nell'Area Vasta, né nei sistemi economici locali dell'Area Pisana e della Versilia, né nei comuni di Pisa e di Viareggio: tali modelli dovranno essere individuati dalla ricerca scientifica-tecnologica ed essere trasferiti con mezzi incisivi di informazione, comunicazione e educazione. La Selva Pisana può fare tutto questo molto meglio dei parchi naturali di Migliarino, o delle Apuane, "isole" di una sostenibilità "consolatoria", che scarica le coscienze più sensibili dalle colpe (mai individuali ma sempre collettive) per gli impatti ecologici negativi sul territorio e, soprattutto, per i ben più consistenti impatti negativi trasferiti nel resto del mondo. In altre parole, dobbiamo considerare come risultato importante del metodo della impronta ecologica, non soltanto il fatto che il Parco di Migliarino, S. Rossore e Massaciuccoli abbia una piena sostenibilità "assoluta", con un consistente saldo positivo di biocapacità, che lo conferma nel ruolo di "polmone verde" della zona costiera dell'Area vasta, ma anche il fatto che la riserva della biosfera Selva Pisana sia ai limiti della sostenibilità "assoluta", con un modestissimo saldo positivo di biocapacità, e, godendo di una sostenibilità "relativa", esporti un significativo surplus di biocapacità sull'impronta localizzata. Pur dovendo fare i conti con realtà urbane e situazioni di sviluppo industriale, logistico e turistico, la Selva Pisana realizza ciò che dovrà essere in futuro il punto di arrivo di tutta l'Area vasta: sistemare, innanzi tutto, le cose in casa propria, assorbendo l'impatto ecologico non trasferibile che affligge i cittadini, e, poi, ridurre l'impatto ecologico trasferito all'esterno, portandolo a termini tali da non affliggere altri umani e, possibilmente,

altri esseri viventi nel resto del mondo.

Nella figura 1 sono indicate le posizioni del Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciucoli, della Riserva della biosfera Selva Pisana e della “bioregione” Area Vasta, rispetto alle rispettive biocapacità territoriali e impronte ecologiche globali e localizzate. La figura indica la prima mossa della strategia di sviluppo sostenibile con due versioni dell'impronta ecologica localizzata: quella “attuale”, tracciata (con linea continua) in base all'evidenza empirica delle analisi compiute nell'Area Vasta (Iacoponi, ibid.) e quella “potenziale” (con linea tratteggiata) che, rientrando nei limiti della biocapacità territoriale, rappresenta l'impronta localizzata obiettivo, il futuribile target della programmazione negoziata dello sviluppo sostenibile locale per conquistare e consolidare il pareggio del bilancio fra l'impronta ecologica localizzata e la biocapacità territoriale nel maggior numero di territori dell'Area Vasta. L'impronta ecologica localizzata “potenzialmente sostenibile” è tracciata in modo da determinarne il contenimento nella biocapacità del territorio dell'Area Vasta, che così raggiungerebbe la sua sostenibilità “relativa”.

Bisognerà evidentemente andare oltre il “target” del minimo livello di sostenibilità, oggi accessibile ai sistemi territoriali sviluppati, com'è l'Area vasta, e la presenza di una riserva della biosfera, al suo interno, può essere determinante a tal fine. A causa della sua configurazione, voluta scientemente dall'UNESCO, la Riserva della biosfera Selva Pisana ha una maggiore impronta

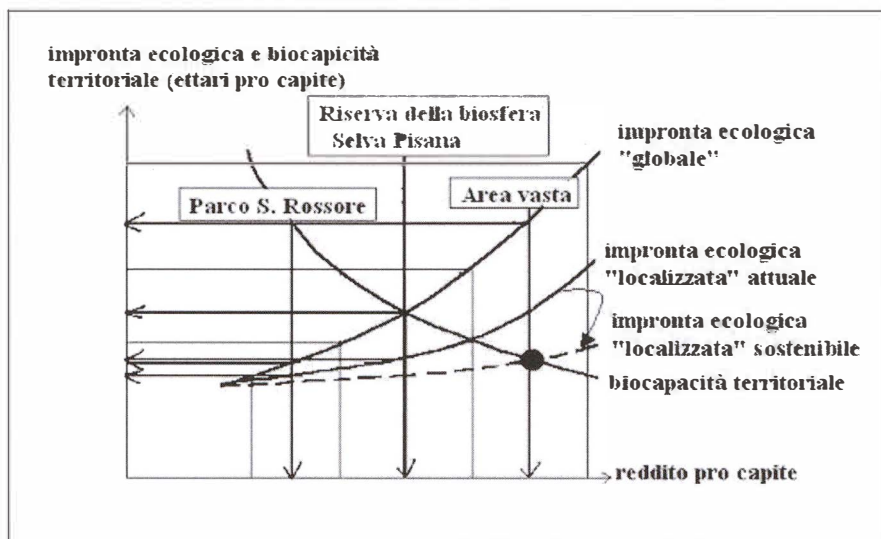


Figura 1 - Sostenibilità “assoluta” della Selva Pisana e “relativa” dell'Area vasta.

ecologica (globale e localizzata) rispetto al Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciucoli, perché non può sottrarsi alle problematiche dell'impatto antropico delle aree urbane, turistiche e industriali interne e esterne ad essa. Tuttavia la Selva Pisana offre maggiori opportunità per individuare soluzioni ai propri problemi e per presentarsi come esempio e stimolo per la risoluzione dei problemi della sostenibilità dei territori circostanti nell'Area Vasta eccetto le aree in prevalenza urbane. Pertanto è molto importante che la Selva Pisana mantenga il suo carattere di tipo rurale, o urbano-rurale, perché soltanto così può diventare un modello di sviluppo dotato di una sostenibilità "assoluta", da esportare nei territori consimili dell'Area vasta.

Così infatti chiudevo il capitolo 4° di "Ambiente, società e sviluppo": «Non resta che stabilire gli scenari nei quali le comunità locali possano consapevolmente e responsabilmente collaborare verso nuove forme di sviluppo sostenibile, ovvero di cambiamento conservativo. [...] L'impronta ecologica localizzata per abitante è più alta nelle aree [rurali] dotate di maggiore biocapacità, dove esistono nicchie ecologiche non assorbite dai consumi dei residenti e ancora libere per le attività produttive tradizionali [che si possono] sviluppare nelle aree ecologicamente più robuste e economicamente più deboli, ma non fino a comprometterne la biocapacità [...] Gli spazi rurali devono [perciò] rimanere tali - cioè luoghi della conservazione della biocapacità territoriale - e per evitare forme di vassallaggio [da parte degli spazi urbani] dovrebbero avere tutti la dignità di "riserve della biosfera" [...].» (Iacoponi, 2003).

## **2. Difficoltà ed opportunità della Riserva della biosfera**

La Riserva della biosfera Selva Pisana presenta problemi di sostenibilità ambientale dovuti alle attività antropiche che si svolgono nel suo territorio e nei territori di cui essa fa parte. L'elenco sommario di tali problemi potrebbe essere il seguente:

1. l'erosione della costa, dovuta alle modifiche delle correnti marine provocate sia da cause storiche sia da cause recenti, alcune delle quali in corso od in progetto:
  - 1.1. primo esempio: prevista costruzione del porto turistico di Marina di Pisa;
  - 1.2. secondo esempio: progetto di rigassificatore off-shore, situato in alto mare di fronte a Tirrenia, collegato da gasdotto con la costa a nord di Livorno;
2. l'inquinamento delle acque dell'Arno dovuta agli sversamenti delle in-

dustrie del comprensorio del cuoio e di altre industrie nonché dei residui organici delle aree urbane del basso bacino dell'Arno;

3. il cuneo salino e la subsidenza dei suoli, causati dalla riduzione dei livelli delle falde freatiche dovuta agli eccessivi prelievi di acqua dai sotto-suoli e dai canali;

4. l'inquinamento dell'aria da aerosol marini, da gas di scarico delle automobili (e degli aerei per la vicinanza dell'aeroporto) e delle industrie petrolchimiche o che bruciano combustibili fossili a nord di Livorno (Agip-Plas e centrale Enel);

5. gli insediamenti irregolari ("campo nomadi") e le discariche abusive nei boschi attraversati da strade molto frequentate durante la stagione estiva;

6. l'inquinamento, la salinizzazione e l'eutrofizzazione del lago di Massaciuccoli.

La Riserva della biosfera Selva Pisana ha maggiori difficoltà per stare nelle logiche dello sviluppo sostenibile, rispetto al Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli, perché non può evitare l'impatto del moderno sviluppo. Ma ciò è esattamente il "plus valore" della Riserva rispetto al Parco, se non si vuole ignorare l'insostenibilità di molte tecnologie avanzate usate per il nostro attuale sviluppo: chi volesse bearsi della "bella", "sostenibile", "museale" realtà del parco, chiudendo gli occhi per non vedere il "brutto", "insostenibile", "im-presentabile" mondo sviluppato, da cui è circondato, farebbe come chi nel Medioevo si chiudeva in convento per estraniarsi dalla brutalità dei suoi tempi (la Certosa di Calci, oggi abbandonata dai monaci, è simbolicamente un museo di storia naturale ed anche agraria, grazie al ripristino dei suoi bellissimi giardini compiuto dai tecnici e dagli operai del Centro Avanzi).

Se la Riserva della biosfera Selva Pisana ha maggiori punti di debolezza e minacce, nella logica SWOT essa ha tuttavia anche maggiori punti di forza e opportunità, perché:

1. ha un'efficiente zonizzazione, che distingue le zone a protezione integrale (*core zones*) da quelle da monitorare e visitare a fini di educazione ambientale (*buffer zones*) e da quelle da sviluppare in modo sostenibile (*transition zone*);

2. ha la possibilità di coinvolgere imprese, enti e comunità locali per discutere e formulare in modo consapevole e responsabile progetti di sviluppo sostenibile, al fine di promuovere attività produttive per le imprese, attività di ricerca per l'università (e per i suoi centri dipartimentali e interdipartimentali) e attività di educazione ambientale per le scuole e per i centri sociali delle comunità locali;



3. ha la possibilità di includere nei suoi confini e nelle sue logiche di sviluppo sostenibile le zone vicine (Monte Pisano, Area marina protetta della Meloria, Parco delle Colline Livornesi, ecc.), aumentando così il suo raggio di azione.

Vediamo se e come la Riserva possa ovviare ai suoi punti di debolezza e parare le minacce che incombono su di essa, trasformando gli uni e le altre in punti di forza e in opportunità. Il “nocciolo duro” della sostenibilità dello sviluppo è il conflitto fra le “reti naturali” (ecosistemi e ambienti che ne costituiscono l’habitat) e le “reti sociali” (sistemi socioeconomici e territori a essi necessari): la difficile soluzione del problema sta nelle corrette modalità di connettere le une alle altre sostenendole entrambe in una visione di lungo periodo (all’aggettivo “sostenibile” i francesi preferiscono, più correttamente, l’aggettivo “durable”). Se il parco difende le reti naturali e minimizza l’interazione con quelle sociali, la riserva della biosfera si pone a difesa di entrambi i tipi di reti e perciò deve saper costruire nuovi e più complessi rapporti fra i due sistemi reticolari.

L’erosione costiera non è un fenomeno recente e si inserisce in un contesto di lente ma significative modifiche dell’uso dei suoli agrari, con particolare riguardo alla pratica dell’aratura profonda nelle formazioni plioceniche (argillo-sabbiose) del basso bacino dell’Arno, nell’area collinare che va da San Miniato a Collesalveti. Oltre alla suddetta pratica agraria, iniziata alla fine degli anni Cinquanta ma oggi ridimensionata, sia per l’abbandono dei terreni collinari difficili, sia per il ripensamento sull’utilità agronomica di simile pratica, si devono menzionare fatti più specifici: l’eliminazione, prima della seconda guerra mondiale, dell’isolotto che ostruiva la foce dell’Arno e, in tempi più recenti, l’occupazione con colture agricole e insediamenti abitativi, turistici e industriali dei nuovi spazi creati dalla bonifica in prossimità della foce dell’Arno; il prelievo di sedimenti fluviali per l’edilizia, poi proibito per legge; infine, la creazione di dighe frangiflutto a difesa degli arenili, che determina un circolo vizioso: l’arretramento - in taluni casi, la scomparsa - degli arenili porta alla costruzione di dighe frangiflutto e queste cambiano imprevedibilmente le correnti marine determinando ulteriori modifiche delle spiagge. Il processo erosivo ha creato l’insabbiamento della foce dello Scolmatore dell’Arno; l’erosione e l’arretramento della battigia fra Marina di Pisa e Tirrenia; l’insabbiamento di Bocca d’Arno; l’erosione del litorale di San Rossore; e, estendendosi verso nord, oltre la foce del Serchio, l’insabbiamento del porto di Viareggio.

Se si allarga l’orizzonte temporale non si può non riconoscere che il Litorale Pisano non ha mai avuto un profilo costante: le torbide dell’Arno fecero



avanzare ad ovest la costa di 2,6 m./anno dal IV al XIV secolo, di 6 m./anno dal XV al XVI secolo, da 3,3 a 10 m./anno fra il XVII e il XVIII secolo (anche a causa del “taglio ferdinando” con cui “Bocca d’Arno fu voltata da verso libeccio a verso maestrale”, per evitare l’insabbiamento del porto di Livorno) e di 6 m./anno (ancora!) nella seconda metà del XIX (Dell’Antonia e Mazzanti, 2001). La novità è l’arretramento della linea di costa, che si preannuncia eclatante come il suo passato avanzamento: si stima che il tratto compreso fra la foce del Serchio e quella del fiume Morto Nuovo sia arretrato di circa 50 m. in 12 anni, con tasso crescente negli ultimi anni, in quanto l’insabbiamento delle scogliere del Gombo ha interrotto il transito verso nord dei sedimenti dell’Arno; il tratto a sud del Gombo, fino a Bocca d’Arno, presenta i tassi di erosione più alti misurati lungo la costa toscana, con arretramento medio di 10 m./anno e con un picco di quasi 20 m./anno sulla spiaggia antistante “Le Lame” (Orsini, 2007). Non è la riconquista della terraferma da parte del mare, prevista con il *global warming*, ma come inizio non c’è male! Il *global warming* c’entra poco: sono più impattanti le “smanie per la villeggiatura” (e non soltanto) delle popolazioni locali. In ogni caso l’erosione costiera, che interessa tutta la costa della Selva Pisana, dal porto di Livorno a quello di Viareggio, produce danni ambientali ed economici rilevanti: dal primo punto di vista, il mare si trova a ridosso delle “lame”, che formano un habitat (zone umide) dove si insediano “reti naturali” ricche di biodiversità, oggi a rischio per la salinizzazione delle falde; dal secondo punto di vista, i gestori degli stabilimenti balneari di Marina di Pisa e Tirrenia devono fronteggiare il calo dei clienti e dei relativi introiti e/o l’aumento dei costi per difendere e gestire le strutture costruite sugli arenili (cabine, ristoranti, attrezzature sportive, ecc.).

Nel 2006 è stato approvato il progetto definitivo del porto turistico in Foce d’Arno, nell’area dell’ex sito industriale Fiat e poi Motofides, che darà vita a un bacino portuale per 475 posti barca, insediamenti abitativi, un albergo e aree di servizio (parcheggio per circa 600 posti auto). L’operazione Porto turistico di Marina, pur prevista nel piano del Litorale e dal piano strutturale del Comune di Pisa, approvato dalla conferenza di servizi con Provincia di Pisa e Regione Toscana, è un test per la Riserva della biosfera Selva Pisana: infatti l’area coinvolta appartiene per l’80% al Parco e per il 100% alla Riserva. Se la Riserva della biosfera esiste, deve battere un colpo! Come? Nell’unico modo con cui funzionano (quando funzionano!) le riserve della biosfera nel mondo: mettere tutti i soggetti interessati (Comune, Provincia, Regione, Autorità del bacino dell’Arno, Parco, associazioni di categoria e stakeholders, come il coordinamento per la salvaguardia e la riqualificazione di Bocca d’Arno) intorno

a un tavolo per discutere. L'approvazione del progetto è stata fatta coinvolgendo le stesse autorità e gli stessi gruppi sociali, prima menzionati; anzi, si può aggiungere anche che il Comune di Pisa ha aderito alla Riserva della biosfera Selva Pisana a patto che fossero riconosciute ambientalmente corrette le scelte compiute dal piano strutturale. Perché riunire gli stessi soggetti partecipanti alla conferenza di servizi, facendoli incontrare di nuovo con associazioni e stakeholders (già coinvolti anch'essi nelle consultazioni preliminari del piano strutturale comunale)? Per due motivi: a) discutere non il "se", ma il "come", realizzare il progetto; b) discuterne in forma nuova, "paritaria", o se vogliamo "degerarchizzata", rispetto alle consultazioni che hanno portato al piano strutturale e, in quel contesto, all'approvazione del progetto del porto turistico di Marina. Delle scelte urbanistiche e progettuali compiute sono stati "domini" gli enti pubblici, grazie all'autorità che in democrazia deriva dall'investitura degli elettori al sindaco, al presidente della provincia, al "governatore" della regione, ai consiglieri comunali, provinciali e regionali e da queste autorità elettive alle autorità più tecnocratiche che politiche degli enti operativi regionali e statali. Autorità e cittadini, insieme, dovranno affrontare i problemi di "come" inserire la megastruttura del porto turistico di Marina di Pisa, in ambienti delicati come Bocca d'Arno, il retroterra dunale e le foreste della Tenuta di Tombolo e il SIC (Sistema di Interesse Comunitario) Selva Pisana, in modo da affrontare, insieme, i numerosi problemi che la costruzione del porto comporta: a) l'erosione della costa, dovuta al dragaggio del cordone sabbioso in Foce d'Arno; b) l'alterazione delle falde acquifere e la conseguente intrusione del cuneo salino, a causa degli escavi del porto; c) l'inquinamento delle acque marine e fluviali per lo sversamento di carburanti e lubrificanti da natanti e/o officine di manutenzione degli stessi, poste nel Porto turistico, nella Darsena pisana e sul Canale dei Navicelli.

Il Porto turistico di Marina di Pisa si situa in una "transition zone" della Riserva, detta anche "zona di cooperazione" o "di sviluppo", che si trova a contatto di gomito con la "buffer zone" (zona cuscinetto) delle aree umide e forestali di Tombolo e, al di là dell'Arno, con la "core zone" (zona a protezione integrale) del Gombo: se è evidente che il porto turistico è un forte incentivo al rafforzamento delle "reti socioeconomiche" del Litorale Pisano - ed è in perfetta linea con l'obiettivo dello sviluppo - è altrettanto evidente che non è in perfetta linea con la difesa delle "reti naturali", necessaria affinché si realizzi uno sviluppo sostenibile o durevole. Questo è il compito del "tavolo di analisi e gestione della riserva della biosfera": discutere le modalità progettuali (se si è ancora in tempo) e, soprattutto, operative della gestione del porto

turistico. Dato un progetto di sviluppo, pur nato fuori delle logiche della riserva della biosfera, il suddetto “tavolo” dovrebbe avere il compito di prevedere, monitorare e guidare la realizzazione del progetto in modo da mantenere e, nei limiti del possibile, migliorare la connessione fra le reti naturali e socioeconomiche più direttamente coinvolte nel territorio della riserva.

Un problema simile si presenta con il rigassificatore off-shore, ora nella fase di pre-impianto: pur essendo un progetto per molti versi antitetico al porto di Marina di Pisa, i suoi effetti ambientali negativi si sommeranno a quelli del porto turistico. Chiunque sarà il vincitore nella contesa fra Pisani e Livornesi, i primi favorevoli al porto di Marina e contrari al rigassificatore (almeno fino a quando non è stato loro concesso l'incile fra il Canale dei Navicelli e l'Arno) e i secondi favorevoli al rigassificatore e agnostici sul porto turistico (ma, dopo avere atteso da quarant'anni il porto turistico, i Livornesi sono un po' invidiosi di essere stati anticipati dai Pisani), a perdere sarà l'ambiente della Selva Pisana: peggio sarà, sempre per la Selva, se vinceranno entrambe le città! Il progetto del rigassificatore off-shore prevede, a 12 miglia marine dalla costa pisana, grosso modo al largo di Tirrenia, l'installazione di un terminale galleggiante di metano liquefatto, che sarà costituito da una nave ancorata stabilmente al fondale marino e dotata di impianto per la rigassificazione del metano liquido, trasportato da gasiere provenienti da ogni parte del mondo (lo scopo di simili impianti è rifornirsi di gas senza sottostare al quasi-monopolio dei paesi produttori dell'est Europa e del nord Africa e al monopolio dei gasdotti dell'ENI). Le navi gasiere, cariche di metano liquido, affiancheranno la nave in postazione fissa e, dopo essersi saldamente ormeggiate alla sua fiancata, trasborderanno il gas liquido nell'impianto di rigassificazione che, una volta ricondotto il metano al suo stato naturale di gas, lo immetterà nel gasdotto sottomarino che lo porterà al terminale della rete del gas di Livorno, all'altezza dello Scolmatore dell'Arno, i cui argini saranno interessati dallo stesso gasdotto nel suo tratto terminale di terraferma.

Anche in questo caso è stato raggiunto un'intesa fra i Comuni di Livorno, di Pisa e di Collesalveti, le Province di Livorno e di Pisa e la Regione Toscana, dopo il responso favorevole della procedura VIA e l'autorizzazione, concessa il 15 dicembre 2004, dei Ministeri dell'ambiente e della tutela del territorio e dei beni culturali e della difesa del paesaggio. L'accordo siglato il 5 settembre 2005 fra gli enti locali interessati ha in parte accolto le critiche pisane: la posizione del rigassificatore off-shore, inizialmente prevista di fronte a Marina di Pisa, sarà spostata più a sud per non ostacolare il flusso dei natanti da e verso il porto turistico; la società OLT, promotrice del progetto, è stata

“invitata” a costruire il canale incile per favorire le industrie per la nautica poste in Darsena Pisana e sul Canale dei Navicelli; è stata prevista la costituzione di un “osservatorio ambientale locale” per monitorare l’esecuzione e la gestione dell’impianto rigassificatore off-shore, per controllarne i danni ambientali ed in particolare: a) emissioni di gas inquinanti; b) raffreddamento dell’acqua usata come scambiatore di calore per la rigassificazione del metano e che può provocare alterazioni dell’ecosistema marino; c) rilascio di ipoclorito di sodio usato per pulire l’impianto e che inquinerà il mare; d) fuoriuscita di metano dal gasdotto sottomarino che, da un lato, altererà l’habitat marino e, dall’altro, immetterà in atmosfera un potente gas serra, il metano, annullando i (presunti) effetti di riduzione dell’impronta ecologica, dovuti alle fonti alternative di energia.

Anche per il rigassificatore off-shore si possono ripetere le considerazioni dette per il porto turistico di Marina di Pisa. La Riserva della biosfera Selva Pisana, se si crede in essa, dev’essere coinvolta per discutere non il se, ma il come, realizzare il progetto del rigassificatore e per discuterne in forma paritaria, degerarchizzata, rispetto agli accordi di vertice che hanno dato il via al progetto. Il cosiddetto osservatorio ambientale locale c’è già ed è la Selva Pisana. È giunta l’ora che qualcuno lo dica chiaramente, e lo faccia capire, ai sindaci di Pisa e di Livorno, e a tutti gli altri sindaci, ai presidenti di provincia e alla Regione Toscana, che la Riserva della biosfera non è il fiore all’occhiello di una sostenibilità ambientale, che non esiste nell’Area Vasta ed è a rischio nella stessa Selva Pisana. La Riserva della biosfera, per svolgere il suo ruolo di concertazione con gli enti locali e, soprattutto, con le comunità locali, dovrà dotarsi di due strumenti di governo: il ricordato “tavolo di analisi e gestione della riserva della biosfera” e il “comitato scientifico della riserva della biosfera” che, per affiancare il “tavolo”, dovrà essere diverso, per composizione e compiti, dal comitato scientifico del Parco. Compito del comitato sarà, fra gli altri, il calcolo dell’impronta ecologica della riserva, come da impegno con l’Unesco, e delle sue variazioni in seguito alla realizzazione di progetti molto impattanti, come il porto turistico e il rigassificatore off-shore.

Come il calcolo dell’impronta ecologica della Selva Pisana ha evidenziato, il “tavolo di analisi e gestione della riserva della biosfera”, assistito dal “comitato scientifico”, dovrà monitorare e proporre soluzioni alle cause diffuse di insostenibilità ambientali generali che affliggono i territori del bacino del Serchio e del basso bacino dell’Arno, in particolare: a) inquinamento chimico e organico delle acque dei fiumi a causa degli sversamenti industriali ed urbani, b) inquinamento dell’aria da aerosol marini e da gas prodotti dalle industrie e dal

traffico automobilistico e aereo; c) usi incontrollati del suolo e discariche abusive. Il ruolo del “tavolo” e del “comitato scientifico” della Selva Pisana si esalta se si esercita sui progetti che toccano da vicino e in modo puntuale parti specifiche del territorio; tuttavia, è difficile separare gli impatti ambientali negativi tra situazioni puntuali e generalizzate, come dimostrano l’inquinamento e l’eutrofizzazione del Lago di Massaciuccoli. Il problema del lago è, come sempre, la pressione umana sulle risorse naturali, sugli ecosistemi e sui loro habitat, in una parola, sulla biodiversità del pianeta (di Gaia).

Il Lago di Massaciuccoli è un SIC (Sito di Interesse Comunitario) e una zona umida di importanza internazionale, come habitat di uccelli acquatici, in base alla convenzione di Ramsar; inoltre il Lago di Massaciuccoli ricade in zona sensibile (da inquinamenti puntiformi) e in zona vulnerabile (da inquinamenti diffusi), ai sensi del D. Lgs. n° 152 del 1999<sup>8</sup>. Lo sviluppo demografico dell’area, nella quale, dal 2000 al 2005, si sono verificati tassi di crescita della popolazione del 7,5% a Viareggio - che ha toccato una densità di 2.000 abitanti/Km<sup>2</sup> - del 4,8% a Massarosa e del 4,0% a Vecchiano, fa sì che a Viareggio l’inquinamento dovuto alla pressione antropica dei residenti e dei turisti sopravanzi quello dell’agricoltura e dell’industria. Nel comune di Viareggio, il territorio del quale ricade per il 95% in zona vulnerabile, l’80% del rilascio di azoto e il 60% del rilascio del fosforo nelle falde acquifere è imputabile a residenti e turisti. Nei comuni di Massarosa e di Vecchiano, i cui territori ricadono per il 90 e il 70% rispettivamente in zona vulnerabile, l’agente inquinante principale è l’agricoltura, alla quale si imputa il 31% (Massarosa) e il 57% (Vecchiano) del rilascio di azoto e l’86% (Massarosa) e il 69% (Vecchiano) del rilascio di fosforo (Orsini, *ibid.*). A Viareggio l’agricoltura si basa sull’orticoltura e sulla floricoltura; a Massarosa e Vecchiano sulla maicoltura. In entrambi i casi si tratta di coltivazioni forti consumatrici di acqua irrigua, sicché il 40% ed oltre dei prelievi idrici si deve all’agricoltura, che contribuisce all’abbassamento del livello della falda e, quindi, del livello del Lago di Massaciuccoli che nel periodo estivo si abbassa di 75 cm (*ibidem*). Lo sviluppo demografico e l’agricoltura intensiva stanno esercitando una forte pressione sull’ecosistema lacustre provocando, con lo sfruttamento della falda freatica, l’interrimento e la salinizzazione del lago e, con il rilascio di azoto e fosforo di origine antropica, la sua eutrofizza-

---

<sup>8</sup> Il decreto Ronchi «[...] disciplina la tutela delle acque superficiali e sotterranee per prevenire e ridurre l’inquinamento, risanare i corpi idrici inquinati, migliorare lo stato delle acque, perseguire gli usi sostenibili delle risorse idriche, garantire la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici e la loro capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e diversificate.»

zione. Senza accorgersene, o meglio, senza curarsene, l'uomo moderno distrugge la biodiversità del Lago di Massaciuccoli. In proposito mi piace ricordare le acute osservazioni che, nel seminario sulla bioregione, furono espresse sulla biodiversità del Lago di Massaciuccoli dal prof. Nicola Ricci, stimato zoologo dell'università di Pisa, prematuramente scomparso.<sup>9</sup>

### **3. Complessità di formazione ed interazione dei network naturali e socioeconomici in una riserva della biosfera.**

Come si è detto (e come è stato ampiamente dimostrato dall'elenco dei problemi che la Selva Pisana deve affrontare e, possibilmente, risolvere), il cuore della sostenibilità dello sviluppo sta nel conflitto, sempre meno latente e sempre più conclamato, a livello locale e globale, fra le reti naturali (ecosistemi e ambienti che ne formano gli habitat) e le reti sociali (sistemi socioeconomici e territori tributari): per risolvere questi problemi la Selva Pisana non può eludere la sua "missione", quella di tentare, consapevolmente e responsabilmente, di connettere sempre meglio le reti naturali e le reti socioeconomiche per raggiungere la sostenibilità di entrambe nel lungo periodo.

La teoria delle reti è partita come ramo della matematica che analizza reti semplici (i grafi di Eulero) per imbattersi poi nella complessità dei sistemi reticolari reali e nella criticità associata ai loro equilibri, vale a dire all'instabilità spesso catastrofica delle reti complesse. Il percorso teorico dal riduzionismo alla complessità è così sintetizzato da Albert-László Barabási: «Dopo aver speso miliardi nell'ultimo secolo per disassemblare la natura, ci rendiamo conto che non sappiamo andare avanti se non continuando a smontarla. Il riduzionismo è la forza che ha guidato gran parte della ricerca scientifica del XX secolo. Per comprendere la natura, affermano i suoi sostenitori, occorre decifrarne le componenti. L'assunto è che, comprese le singole parti, sarà facile afferrare l'insieme. Per decenni siamo stati abituati a vedere il mondo attraverso i suoi costituenti. Ci hanno insegnato a studiare gli atomi e le superstringhe per afferrare l'universo; le molecole per capire la vita; i geni dell'individuo per com-

---

<sup>9</sup> «Quando si parla di biodiversità non conta la diversità tra un gruppo e l'altro, ma la ricchezza dei gruppi in assoluto. Il fatto che nelle quattro stazioni del lago di Massaciuccoli sia stato trovato uno sfacelo di specie diverse (o generi) diversi, rivela che l'ambiente evoca risposte biologiche diverse, adattamenti diversi all'ambiente stesso. Significa che il lago di Massaciuccoli che, per noi che lo guardiamo sulla carta o su una fotografia da satellite, è una pozzangheraccia che probabilmente sta finendo di esistere, anche se si spera che non sia così, in realtà è un luogo ricco di vita molto differenziata, essa stessa "garanzia" della qualità del Lago.» (Ricci, 1999).



prendere la complessità dei comportamenti umani [...]. Fra breve avremo esaurito tutto quello che c'è da sapere sui singoli pezzi. Eppure non ci siamo neanche avvicinati alla comprensione della natura nel suo insieme. La realtà è che il riassetto si è rivelato più difficile di quanto gli scienziati si aspettassero, e per una semplice ragione: inseguendo il riduzionismo ci siamo imbattuti nel muro della complessità. Abbiamo capito che la natura non è un *puzzle* perfettamente disegnato, con tutti i pezzi che si incastrano in un'unica maniera. Nei sistemi complessi le componenti possono combaciare in così tanti modi diversi che ci vorrebbero miliardi di anni per provarli tutti. Eppure la natura assembla i suoi pezzi con una grazia e una precisione perfezionata nel corso di milioni e milioni di anni. Lo fa sfruttando le leggi onnicomprensive dell'organizzazione, le cui radici continuano a essere per noi un profondo mistero.» (Barabási, 2004).

Il profondo mistero della complessità è stato affrontato da fisici, biologi, informatici e economisti che negli anni Ottanta si sono riuniti nell'Istituto di Santa Fe (New Mexico, USA), gli scopi del quale sono stati così descritti: «L'Istituto di Santa Fe (SFI) è una istituzione avanzata di ricerca e di insegnamento creata per sviluppare ricerche sui sistemi complessi e sui loro elementi più semplici. Fondazione privata e indipendente, SFI è stata fondata nel 1984. Suo principale compito è mettere a fuoco gli strumenti delle tradizionali discipline scientifiche e delle nuove emergenti risorse dei calcolatori sui problemi e sulle opportunità coinvolti negli studi multidisciplinari sui sistemi complessi - i fondamentali processi che modellano quasi ogni aspetto della vita umana. La comprensione dei sistemi complessi è il punto critico per la piena realizzazione del potenziale della scienza dalla quale possiamo raccogliere enormi benefici intellettuali e pratici.» (Anderson, Arrow, Pines, 1988). È degno di nota che i contributi più stimolanti sulla complessità in economia siano venuti, come si vedrà tra poco, da informatici e biologi (e ciò dimostra la pervasività del concetto di rete). Il concetto di rete, tuttavia, ha inciso nell'economia teorica meno di quanto abbia inciso in fisica e in biologia.

Per la fisica un esperimento decisivo è stato il gioco del mucchietto di sabbia, nel quale «[...] un granello cade accidentalmente in un punto: il mucchietto cresce su quel granello "cristallizzandolo" al proprio interno, e sarà per sempre sensibile al fatto che esso sia caduto lì e non altrove. In tal senso, ciò che accade in quel particolare momento non può più essere cancellato e incide sull'intero corso del futuro. Se le leggi della fisica non consentissero accidenti cristallizzati, il mondo sarebbe in equilibrio e tutto si troverebbe [...] in uno stato di eterna uniformità e immutabilità. Ma le leggi della fisica permettono che le conseguenze di certi eventi si cristallizzino e alterino così il gioco del fu-

turo; insomma, lasciano strada aperta alla storia. [...] Da quando hanno cominciato ad analizzare i sistemi complessi i fisici hanno compreso meglio un fatto all'apparenza elementare: nel mondo che ci circonda la storia è importante [...] Se le leggi fisiche sono [...] elementari, perché il mondo è complesso? Perché gli ecosistemi e le economie non sono regolati da equazioni semplici come quelle di Newton? La risposta [...] è: perché hanno una storia» (Buchanan, 2003). A un certo punto, nella storia dei mucchietti di sabbia accade un evento catastrofico: improvvisamente e imprevedibilmente alcuni mucchietti crollano. Ciò vuol dire che la storia dei mucchietti di sabbia è arrivato a uno "stato critico", come può accadere in altri sistemi reticolari: «[...] una ragnatela di instabilità perfettamente equivalente dal punto di vista logico non poteva per esempio interessare la crosta terrestre, le foreste, gli ecosistemi e forse perfino il "tessuto" assai astratto dell'economia? [...] Aver accertato l'ubiquità dello stato critico [...] rappresenta non solo la prima scoperta concreta della teoria della complessità ma anche la prima scoperta atta a svelarci il carattere tipico dei fenomeni storici [...]. Se il mondo è in uno stato critico [...] i fattori più insignificanti possono avere effetti enormi; nelle nostre reti sociali e culturali non può esistere un atto isolato [perché] il mondo è strutturato in modo da registrare ed amplificare a livello globale il più banale degli atti [...] La prima guerra mondiale, il terremoto di Kobe, l'incendio della foresta dello Yellowstone, il crac della borsa di Wall Street, a prescindere dalla natura catastrofica, hanno un'affascinante somiglianza. In ognuno l'organizzazione del sistema - le relazioni internazionali, la struttura della foresta o della crosta terrestre, la rete di aspettative degli investitori di borsa - permise a una piccola scossa di scatenare una reazione sproporzionata. Era come se quei sistemi fossero sempre stati sul filo del rasoio in equilibrio instabile pronto a esplodere da un momento all'altro. [...] L'ubiquità dello stato critico è la scoperta della complessità e svela il carattere tipico dei fenomeni storici. Se il nostro pianeta è strutturato in modo da trovarsi sempre sull'orlo di cambiamenti improvvisi e radicali forse gli sconvolgimenti sono assolutamente inevitabili e non si possono prevedere nemmeno un attimo prima che accadono.» (ibidem).

La secolare formazione del litorale pisano e la sua recente erosione, l'inquinamento delle acque e dell'aria a causa delle emissioni industriali e veicolari, l'inquinamento e l'eutrofizzazione del Lago di Massaciuccoli, ecc. non sono eventi puntuali ma storie di impatti ecologici antichi e recenti, che si sono addensati nel tempo in "mucchietti" sui quali andranno a sommarsi, pesantissimi "granelli di sabbia" forieri di "stati critici", il porto turistico di Marina di Pisa e il rigassificatore off-shore dell'ASA di Livorno. Quali effetti avrà la loro



“cristallizzazione” nel “cumulo” degli impatti agenti negativamente sulla biodiversità della Selva Pisana? La “ragione sociale” della quale è la persistenza di un mix di essenze forestali “continentali” e “mediterranee”, essa stessa una “storia evolutiva” irripetibile, in quanto cumulo di biotopi formatisi nelle “lame” e sui “tomboli” (questi, non metaforici cumuli di sabbia!). E quali effetti positivi, sulla conservazione della Selva Pisana, avrà la neonata riserva della biosfera, piccolissimo “granello di sabbia” che si somma al ben più grosso “mucchietto” di istituzioni presenti e operanti, forse di per sé già troppo ridondante od ipertrofico?

A tali domande non è facile rispondere, perché lo studio della complessità nacque con Poincaré che prefigurò la teoria del caos, cioè l'imprevedibilità a lungo termine di fenomeni sui quali, pur essendo di natura deterministica, non è facile fare previsioni per mancanza di perfetta conoscenza dello stato iniziale del sistema. Possiamo al massimo ragionare sui destini degli ecosistemi e dei sistemi socioeconomici della Selva Pisana - e del ruolo della sua istituzionalizzazione come “riserva della biosfera” - applicando ai fenomeni in gioco il modello delle reti e dei loro possibili “stati critici”.

La teoria delle reti, da sempre presente in ecologia,<sup>10</sup> è accolta anche in biologia, perché «Il progetto Genoma ci ha portato a una nuova scoperta: il comportamento degli organismi viventi è di rado riconducibile alle loro componenti molecolari» e, «se vogliamo capire la vita e curare una volta per tutte le malattie, dobbiamo pensare in termini di rete.» (Baràbasi, *ibid.*). Qui interessa un particolare aspetto delle reti naturali: l'insorgenza dello stato critico. Pur consci che «se il nostro pianeta è strutturato in maniera da trovarsi sempre sull'orlo di cambiamenti improvvisi e radicali [che] non si possono prevedere nemmeno un attimo prima che accadano.» (Buchanan, *ibid.*), siamo altresì convinti che non si può ammettere che sconvolgimenti naturali siano provocati, in ogni ambiente e, soprattutto, in una riserva della biosfera, da comportamenti umani inconsapevoli e irresponsabili. Poiché «nessun organismo vive isolato [ed] è facile immaginare che [...] l'estinzione di una specie provochi quella di un'altra,

---

<sup>10</sup> L'ecologia, termine proposto dal biologo tedesco Ernst Haeckel nel 1866, studia le relazioni o i modelli di relazioni tra organismi e ambiente negli ecosistemi: per Odum (Odum, 1988) l'ecosistema è l'unità che include tutti gli organismi che vivono in una data area (comunità biotica) interagendo con l'ambiente fisico, nel quale un flusso di energia definisce la struttura biotica e la ciclazione dei materiali tra i viventi e i non viventi; per Ayres (Ayres, 1994) l'ecosistema è un insieme auto-organizzato e persistente di popolazioni interagenti che occupano lo stesso territorio in uno stato non necessariamente stazionario o omeostatico, ma che presenta dei cicli di vita e una tendenza allo sviluppo.

la quale a sua volta determina l'estinzione di una terza, in una micidiale valanga che potrebbe "propagarsi" parecchio [e poiché] molti scienziati sono giunti a sospettare che l'ecosistema globale sia organizzato nello stato critico, non soltanto a livello ecologico, ma anche a livello evolutivo, e che l'estinzione di una sola specie provochi a volte una catastrofe che intacca l'intero sistema.» (ibidem), dobbiamo sapere che i comportamenti diffusi della popolazione e i progetti puntuali (ma neppure così non tanto!) di sviluppo della Selva Pisana modificheranno la "fitness" di singole specie e/o di interi ecosistemi, con le possibili (e temibili) conseguenze catastrofiche indicate da Buchanan.

Nell'evoluzione delle specie che «interagiscono (si divorano a vicenda, competano per il territorio, cooperano e così via) [...] Kauffman e Johnsen si accorsero che se regolavano l'ecosistema in modo da rendere più accidentati i passaggi l'evoluzione diventava più attiva e vigorosa. Quando i passaggi di ciascuna specie erano aspri e l'influenza di una specie sull'altra era calibrata al punto giusto, l'ecosistema funzionava come il modello del mucchietto di sabbia. [...] Un cambiamento evolutivo in una singola specie poteva scatenare una valanga co-evolutiva capace di influire su più specie o addirittura su tutte quelle dell'ecosistema.» (ibidem). L'adattamento all'ambiente (la "fitness") di una specie non sempre è legata a stati di sopravvivenza di basso profilo (come se, chi volesse respirare aria pura si fermasse su basse colline), ma richiede la scalata di un picco e l'attraversamento di una valle (la "valle della morte") tra la bassa collina e la montagna, o una gola, tra un picco e l'altro di una montagna: si dice "valle della morte" la dimensione spazio/temporale che pochi esemplari di una specie possono superare per ritrovarsi in condizioni competitive migliori. I modelli matematici indicano che per questi fenomeni vale la "legge di potenza": le piccole modificazioni delle specie sono molto frequenti, quelle più radicali sono tanto meno frequenti quanto maggiore è l'entità del loro "catastrofico" cambiamento. Il punto decisivo è questo: i progetti di sviluppo della Selva Pisana devono essere tali da non aumentare la frequenza "naturale" degli eventi catastrofici. Ma è anche l'aspetto opposto: l'assenza di sviluppo non deve essere il "punto di catastrofe" delle reti socioeconomiche.

In economia il concetto di "fitness" si identifica con quello di equilibrio di mercato, o meglio, di equilibrio generale di tutti i mercati. La teoria delle reti e della complessità mette nuova luce sul concetto equilibrio, avvicinandolo a quello biologico di fitness. Per l'informatico Holland l'equilibrio (la fitness) è il frutto dell'interazione di molte unità disperse che operano in parallelo combinandosi variamente. L'economia presenta vari livelli di organizzazione e di interazione e le unità - imprese, famiglie ed enti pubblici - costituiscono a vari

livelli “mattoni” che, combinandosi con altri mattoni, a loro volta formano livelli di aggregazione superiori. Poiché i mattoni sono formati da agenti dotati di razionalità limitata e da capacità di apprendimento, il sistema economico si adatta continuamente e, con l’aumento dell’esperienza, i mattoni sono revisionati e ricombinati in permanenza. L’arena economica è uno spazio eterogeneo formato da nicchie, ognuna soggetta a forme particolari di adattamento. Ogni nicchia si basa su una tecnologia, sicché le nuove tecnologie formano nuove nicchie: poiché le nicchie sono continuamente create e ricreate, l’economia non tende ad un ottimo (ad un attrattore globale), ma evolve adattandosi di continuo a nuovi scenari (ad attrattori periodici o mobili): l’economia è un sistema complesso adattativo - una rete adattativa non-lineare - che emerge dall’interazione di strutture create dalla scoperta di nuovi mattoni e dalla combinazione e/o dall’interazione dei mattoni vecchi e nuovi (Holland, 1988).

Per il biologo Kauffman il sistema economico è un insieme di reti *hard* (di beni, servizi e loro funzioni) e di reti *soft* (di agenti connessi dalle opportunità offerte dai beni e dai servizi). Le reti *hard* integrano beni, servizi e funzioni; le reti *soft* integrano le opportunità degli agenti. Entrambe le reti si concentrano in spazi dove si attuano processi endogeni di crescita, grazie alla integrazione fra beni, servizi, funzioni ed agenti, durante i quali si determinando quali nuovi membri possono aggiungersi alle reti e quali vecchi membri ne devono uscire. Le integrazioni nelle reti *hard* e *soft* sono frutto di adattamenti e ogni nicchia realizza la sua *fitness* in scenari accidentati (picchi, dossi, crinali, vallate) oppure tranquilli (basse colline, pianori e piccole valli). La *fitness* dipende dai rapporti di vicinato che si creano nelle reti *hard* e *soft*, in base alla conoscenza e alla fiducia reciproca, e che influenzano gli adattamenti delle reti negli scenari esistenti, modificandoli. I processi non lineari di adattamento co-evolvono in regioni spaziali definite e, dopo aver scelto uno dei molti sentieri alternativi di sviluppo, condizionano i successivi stadi evolutivi di ciascuna nicchia (Kauffman, 1988). I sistemi socioeconomici sono sistemi adattativi complessi - come “nicchie” *hard* (di beni) e *soft* (di agenti) - e ogni nicchia cerca la sua *fitness* rispetto all’ambiente esterno: lo stress che un sistema adattativo complesso compie per passare da un picco all’altro (da uno stato, dove realizza un equilibrio che consente la massima efficienza o il massimo benessere sociale, a un altro stato di equilibrio che gli consente un migliore stato di efficienza o di benessere) crea stati di criticità che i sistemi sociali - come gli ecosistemi - possono superare evolvendo (o co-evolvendo) attraverso fasi di crisi e di sviluppo. Quindi anche in economia lo studio della complessità non può, né deve, ignorare la storia degli eventi economici in connessione agli eventi naturali.

I sistemi reticolari naturali e socioeconomici sono complessi perché le loro forme adattative sono condizionate dai rapporti con altri sistemi con cui si trovano a operare, e pertanto non soltanto sono diversi, secondo l'adattamento alle loro specifiche nicchie, ma sono anche sensibili alla storia che cristallizza i loro percorsi evolutivi che creano il loro destino futuro, che può essere una nuova fitness od un'irrimediabile catastrofe. Per l'informatico Langton la vita è un fenomeno sospeso tra ordine e caos, "al margine del caos": l'evoluzione è un processo di apprendimento da parte della vita per assumere il controllo del maggiore numero possibile di parametri capaci di assicurare maggiori probabilità di restare in equilibrio "al margine", cioè di restare "vita". La storia dello sviluppo umano è una storia di crescita della conoscenza affinché la maggiore capacità di dominio dei parametri vitali non venga usata dall'uomo per dare sfogo a un'ansia di dominio fine a sé stessa, ma per consentirgli strategie di sopravvivenza che si rafforzino nel tempo (Iacoponi, 2003). Le transizioni di fase per lo sviluppo sostenibile globale e locale ("glocale") si collocano non nella sfera dell'ordine, né del caos, ma in quella della complessità, secondo transizioni di fase proposte da Langton (Langton, 1989):

Se è vero che «le reti sono ovunque [e che] tutto ciò che occorre è un occhio per vederle [è però vero anche che] la nostra società ha una struttura molto particolare. È un insieme di *grafi completi*, piccoli cluster all'interno dei quali tutti i nodi sono connessi fra loro. Questi grafi completi sono collegati l'uno al-

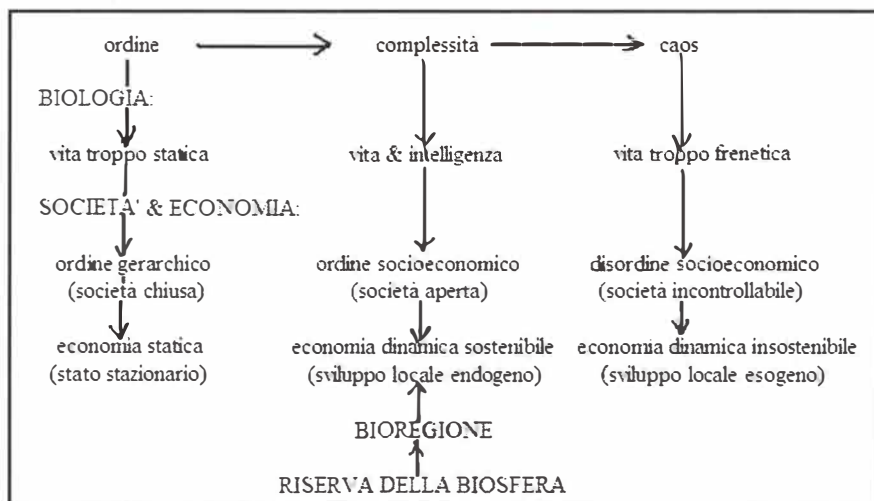


Figura 2 - Sviluppo sostenibile di una riserva della biosfera (bioregione) secondo le transizioni di fase proposte da Langton.

l'altro da pochissimi legami deboli, stabilitisi fra persone che appartengono a diverse cerchie di amici [e che] svolgono una funzione cruciale nella nostra comunicazione con il mondo esterno». (Barabási, ibid.). C'è una differenza nella permanenza nel tempo fra piccoli e grandi gruppi sociali; infatti si è «trovato che i gruppi più grandi persistono più a lungo se sono capaci di alterare dinamicamente i membri del gruppo, indicando con ciò che un'abilità nel cambiare la composizione del gruppo determina una migliore adattabilità. Il comportamento dei gruppi più piccoli mostra una tendenza opposta, poiché la condizione della loro stabilità è che la loro composizione resti invariata. [Pertanto] la conoscenza dell'impegno dei membri in una data comunità può essere usato per stimare la durata nel tempo della vita di una comunità. Queste scoperte mettono in luce le fondamentali differenze fra le dinamiche di piccoli gruppi e di grandi istituzioni.». (Palla, Barabási, Vicsek, 2007).

Il passaggio da Parco a Riserva della biosfera segna appunto una trasformazione fra la “piccola” rete di relazioni sociali che il Parco nella sua ormai lunga storia è riuscito a consolidare e la più grande e complessa rete istituzionale e sociale che la Riserva della biosfera, intesa come insieme di soggetti “istituzionalmente” coinvolti, stenta a creare. Si può dire inoltre che, mentre il Parco ha nell'organizzazione della Tenuta storica di S. Rossore un suo “hub”, cioè un centro che calamita l'attenzione di enti locali, imprese e cittadini, la Riserva della biosfera non ha ancora trovato il suo baricentro, il suo “hub”. Oggi «gli *hub* si trovano al centro dell'attenzione [e] l'attenzione ricevuta dagli *hub* è ben meritata. Dominano la struttura di tutte le reti in cui sono presenti rendendole simili a piccoli mondi. Infatti gli *hub*, essendo collegati a un numero insolitamente grande di nodi, accorciano tutte le distanze all'interno del sistema. Ciò significa che, se il grado medio di separazione fra due persone sulla Terra è sei, spesso la distanza media fra un individuo qualsiasi e un connettore è uno, al massimo due». (Barabási, ibid.).

La formazione di *network* socioeconomici e di “hub” sociali e istituzionali per la gestione della Selva Pisana non può essere affidata a un pianificatore, che selezioni la giusta regola del meccanismo di allocazione, ma, come nei *network* che si formano fra agenti nei mercati internazionali, deve trovare soluzione efficiente e stabile mediante la divisione endogena dei compensi di un gioco cooperativo. Currarini e Morelli assumono che ogni giocatore proponga link e formuli domande di compenso sul surplus totale, creato dalla cooperazione fra partner, mettendo a punto un modello di gioco in cui ogni agente crea link e formula una domanda di compenso attraendo nella sua “storia” altri partner: solo una storia dà il diritto di esistenza nella rete al giocatore, dandogli il

diritto a ricevere un compenso che gli spetta solo se anche tutti gli altri giocatori, attratti nella stessa rete, ricevono i compensi attesi (Currarini, Morelli, 2000). Il profilo strategico del gioco collaborativo è l'equilibrio di Nash, secondo cui ogni componente del gruppo fa ciò che è meglio per sé, a prescindere dalle mosse degli avversari (ibidem), sebbene l'equilibrio di Nash non sia ottimale (Pareto-ottimale) per la società. Un equilibrio efficiente e stabile in un gioco cooperativo, secondo gli autori citati, si ha in presenza di condizioni matematiche precise (sequenzialità, monotonicità, specificità dei link, ecc.) assai difficili da realizzare. Si deve perciò desumere che in condizioni diverse il gioco cooperativo si concluda in posizioni di precario equilibrio ovvero in situazioni da "valle della morte", cioè di sopravvivenza precaria dei gruppi sociali - locali e internazionali - che si potrebbero (o vorrebbero) creare.

Per funzionare la Selva Pisana deve far convivere reti naturali e reti sociali. Il Parco ha da tempo creato piccoli cluster che tutto sommato lo hanno fatto ben funzionare. La Riserva della biosfera, non solo deve difendere le reti naturali, ma deve farlo mettendo in piedi più ampie e complesse reti socioeconomiche. Come? Non c'è che una strada: rendere espliciti, evidenti e attraenti i compensi che ogni agente della rete (Comuni, Provincie, Università, imprese, turisti, associazioni di cittadini e singoli cittadini del territorio attuale della Riserva e dei territori vicini comunque da coinvolgere in futuro) può ricevere appartenendo alle reti della riserva della biosfera (tali compensi dovendo essere superiori a quelli ottenibili altrove od altrimenti). Il punto cruciale è introdurre e far valere il "peso" che il mantenimento delle reti naturali ha nei compensi (monetari, economici, sociali, psicologici) che ogni agente della rete può, al suo livello, ottenere dalla Riserva della biosfera. Una rete complessa è in equilibrio instabile e può, improvvisamente e imprevedibilmente, subire un collasso catastrofico, sotto le pressioni esterne e interne che tendono a rompere i faticosi ed aleatori giochi di cooperazione. Più del Parco, la Riserva della biosfera mette sotto stress le interazioni tra le reti naturali e sociali, perché l'uomo ha ritenuto finora - e continua a ritenere - di poter fare con la natura "giochi a somma zero" (il massimo del bottino per sé e il minimo, o nessuno bottino, o una perdita secca, per gli ecosistemi): gli ecosistemi - localmente e nel mondo - reagiscono e, con il loro collasso, possono stressare la società.

La via dello sviluppo sostenibile è soltanto una: le reti socioeconomiche devono coinvolgere nei giochi cooperativi le reti naturali, "compensandole" in un solo modo: con il rispetto che si deve ad ogni forma di vita. Non sarà l'ottimo sociale di paretiana memoria, ma ci può bastare!

## Bibliografia

- Anderson P. W., Arrow K. J., Pines D., (1988), *Economy as an evolving complex system*, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Addison-Wesley Publishing Company.
- Ayres R. U. (1994) «Information, Entropy and Progress», American Institute of Physics.
- Barabási A-L., (2004) *Link. La scienza delle reti*, Giulio Einaudi Editore.
- Buchanan M., (2003), *Ubiquità. Dai terremoti al crollo dei mercati: la nuova legge universale dei cambiamenti*, Mondadori.
- Currarini S., Morelli M., *Network Formation with Sequential Demands*, Review of Economic Design, Vol. 5-3, 8, December 2000, (pagg. 229-249).
- Elia G. F., (2001), *La pianificazione territoriale come processo di decisione socio-politica* (in L. Iaconi, «La bioregione»), ETS.
- Dall'Antonia B., Mazzanti R., (2001) *Geomorfologia e Idrografia* (in AA.VV., «Tombolo. Territorio della basilica di San Piero a Grado»), Felici Editore.
- Holland J. H., (1988), *The Global Economy as an Adaptive Process* (in Anderson P. W., Arrow K. J., Pines D., «Economy as an evolving complex system», Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity), Addison-Wesley Publishing Company.
- Iaconi L., (2001), *Il concetto di bioregione* (in L. Iaconi, «La bioregione»), ETS.
- Iaconi L., (2003), *Ambiente, società e sviluppo. L'impronta ecologica localizzata delle bioregioni Toscana Costa e Area Vasta di Livorno, Pisa e Lucca*, ETS.
- Kauffman S. A., (1988), *The Evolution of Economic Webs* (in Anderson P. W., Arrow K. J., Pines D., «Economy as an evolving complex system», Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity), Addison-Wesley Publishing Company.
- Langton C. (1989), *Artificial Life*, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity..
- Lovelock J., (1981), *Gaia: nuove idee sull'ecologia*, Bollati Boringhieri
- Lovelock J., (2006), *La rivolta di Gaia*, Rizzoli.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens W. W., (1972), *I limiti dello sviluppo*, Mondadori.
- Meadows D. H., Meadows D.L., Randers J., (2006), *I nuovi limiti dello sviluppo*, Mondadori.
- Odum E. (1988), «Basi di ecologia», Piccin Nuova Libreria.



- Orsini S., (2007), La Riserva della biosfera Selva Pisana (tesi di laurea, relatore prof. Luciano Iaconi).
- Palla G., Barabási A-L., Vicsek T., (2007), Quantifying social group evolution, *Nature*, vol. 446/5.
- Pierotti P., (2005), L'agro Pisano tra acque e terre emerse, (in AA. VV. «Il Fiume Morto: il territorio, la storia, i progetti»V, Pacini editore.
- Rees W. (2007), Revisiting Carrying Capacity: Area-Based Indicators of Sustainability, sito web dell'Università British Columbia, Vancouver (Canada).
- Ricci N., (2001), Oltre la bioregione: il mondo sconosciuto dei protozoi (in L. Iaconi, «La bioregione»), ETS.
- Wackernagel M., Rees W. (1996), L'impronta ecologica, Edizioni Ambiente.



PAOLO EMILIO TOMEI\*

## La biodiversità vegetale della Selva Pisana e territori contermini

Con il termine di Selva Pisana da un punto di vista naturalistico, si intende quel vasto complesso di boschi planiziali, paludi e spiagge della Toscana costiera che vanno da Livorno a Viareggio; oggi l'intero territorio costituisce il Parco Regionale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli. Strettamente connesso a esso è il complesso del Monte Pisano e dei Monti d'oltre Serchio che ne rappresentano la naturale prosecuzione verso l'entroterra. È qui il caso di ricordare che i botanici definirono fin dalla prima metà del '900 questi territori, nel loro insieme, come facenti parte dell'Etruria marittima. Gli ecosistemi presenti sono numerosi e, conseguentemente, la flora e la vegetazione ricche e differenziate.

Un esame anche superficiale della sola componente floristica consente di avere una chiara indicazione sulla biodiversità dell'intero territorio. Per quanto concerne il comprensorio del Parco (Tombolo, Coltano, San Rossore, Migliarino, Macchia lucchese, Massaciuccoli) la flora vascolare censita ammonta a 1.196 entità, quella micologica a ben 1.418 (Franchi et Al., 2006).

Nell'ambito della flora vascolare numerose sono le specie di particolare significato fitogeografico; fra queste possiamo ricordare *Anagallis tenella*, *Drosera rotundifolia*, *Hibiscus palustris*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Hypericum helodes*, *Osmunda regalis*, *Periploca graeca*, *Rhynchospora alba* e *Thelypteris palustris*,.

*Hypericum helodes* è specie igrofila e moderatamente sciafila diffusa nelle regioni atlantiche dell'Europa; Francia, Spagna, Germania, Inghilterra, Irlanda fino a raggiungere l'arcipelago delle Azzorre. Nel Mediterraneo è invece rarissima risultando presente alle Baleari e, in Italia, a San Rossore; segnalata nella prima metà dell'800 in Liguria ora è ritenuta scomparsa (Conti et Al., 2005).

Anche *Anagallis tenella* è specie atlantica e nell'Italia mediterranea è nota

---

\* Prof. Paolo Emilio Tomei - Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema - Università degli Studi di Pisa.

solo per la Toscana settentrionale, dove cresce in cinque stazioni fra cui San Rossore e Massaciuccoli (AA.VV., 2005); si tratta di una elofita (spongofita) gracile, dal portamento reptante oggi in pericolo di scomparsa. Entrambe le specie hanno un chiaro significato relittuale.

Altra entità di grande pregio è *Hibiscus palustris*, specie anfiatlantica attualmente molto rara; se ne conoscono alcune stazioni nel Lazio, al lago di Fondi, e in Toscana, a Massaciuccoli e San Rossore.

Sulle torbiere basse del Massaciuccoli poi insistono anche piccole torbiere di transizione a *Sphagnum* su cui vegetano diverse specie a distribuzione prevalentemente boreale fra cui *Drosera rotundifolia* e *Rhynchospora alba*, qui giunte durante le glaciazioni quaternarie.

Molto significativa poi la presenza di entità termofile e precisamente *Osmunda regalis* (Landi e Angiolini, 2007) e *Thelypteris palustris*, due felci non molto frequenti, legate a contingenti floristici terziari, come del resto *Periploca graeca*, un'Asclepiadacea lianosa che ha, nelle selve costiere della Toscana settentrionale, le sue stazioni più occidentali.

*Osmunda regalis* è l'unica specie presente in Europa della famiglia Osmundaceae, probabilmente originatasi in ambienti a clima tropicale, è legata a substrati impregnati d'acqua e oggi, in Toscana come altrove, occupa stazioni planiziali o di bassa quota. Si è adattata a vivere in climi abbastanza rigidi - che supera attraverso la quiescenza invernale - ma non continentali né secchi (Pichi Sermolli, 1970); la selva costiera, le paludi planiziali e i retrostanti rilievi del settore più settentrionale dell'Etruria marittima, costituiscono l'habitat ideale per questa felce che è rappresentata da vaste popolazioni molto ricche di individui.

*Thelypteris palustris*, oggi definita entità circumboreale planiziale, appartiene a una famiglia nettamente tropicale; probabilmente il genere si originò nei tropici spingendosi poi verso le regioni temperate in tempi assai recenti (Pichi Sermolli, 1970); nella selva pisana la specie è molto diffusa e le diverse stazioni non corrono alcun pericolo di manomissione.

*Periploca graeca* è una liana la cui area di distribuzione "...si svolge lungo la costa settentrionale del Mediterraneo orientale, lungo le coste del Mar nero, nella regione delle steppe della Russia australe, del Caucaso, dell'altipiano armeno, della Siria e della Mesopotamia e, per un piccolo tratto, lungo la costa sud-occidentale del Mar Caspio" (Francini e Pardi Riccadonna, 1936); generalmente essa vive in boschi igrofili di caducifoglie di tipo colchico dove si insedia su substrati umidi ma non palustri, largamente presenti nella selva pisana

(Tomei et Al., 2004 ). Anch'essa viene definita dagli autori relitto terziario, appartiene infatti a un genere paleotropicale rappresentato da 12 specie presenti nell'Europa meridionale, nell'Asia tropicale e subtropicale e nell'Africa settentrionale e tropicale. Per dirla con Negri (1935) "*Si tratta di un relitto di conservazione per accantonamento, dipendente dall'azione di fattori a influenza molto limitata.*"

Nelle paludi di Massaciuccoli è presente *Hydrocotyle ranunculoides* con popolamenti ricchissimi di individui; si tratta di una specie igrofila galleggiante che in Italia si rinviene in Sardegna, Campania e Toscana. Entità chiaramente termofila ha distribuzione intertropicale; pare che sia riuscita a superare le basse temperature verificatesi durante il glacialismo quaternario forse in relazione all'azione mitigatrice del mare; in effetti a un esame più attento appare che la specie è morfologicamente diversa dalle popolazioni delle regioni calde e ha un diverso grado di ploidia; siamo di fronte a una specie nuova neoformatasi nella regione tirrenica e quindi di significato di endemico.

Fra questi elementi floristici di matrice termofila si inserisce a pieno titolo *Laurus nobilis* L., presente a costituire anche piccoli boschi, quale esempio di quella fascia vegetazionale di tipo laurifillico che nel Terziario caratterizzava vaste regioni del bacino del Mediterraneo.

Come appare evidente da queste informazioni, se pur estremamente limitate, la biodiversità vegetale delle selve costiere è notevole, non tanto e non solo per il numero delle specie ma per il significato di molte di esse, la cui presenza permette di interpretare la storia che ha portato questi territori a ospitare una tale componente floristica e a conservarla attraverso il tempo.

Questa valenza floristica si è resa possibile principalmente per due fattori, uno costituito dal clima locale e l'altro dalla morfologia dei luoghi. La vicinanza del mare e spesso la presenza di vaste paludi hanno infatti mitigato i valori estremi delle temperature e le variazioni dell'umidità dell'aria, e questo ha consentito la sopravvivenza di specie a esigenze ecologiche differenti (atlantiche, microterme, termofile). Ciò non sarebbe stato possibile però senza la presenza nell'immediato entroterra di paludi interne e rilievi montuosi che, se pur modesti, hanno consentito la sopravvivenza dei contingenti floristici di maggior pregio durante i periodi di trasgressione marina. Al verificarsi di questi fenomeni le fitocenosi costiere furono più volte completamente distrutte ma numerose specie trovarono rifugio nei più bassi contrafforti della catena Apuana, nei Monti d'oltre Serchio e sul Monte Pisano. In particolare quest'ultimo rappresenta un elemento fondamentale per la corretta comprensione epiontologica dell'assetto floristico e vegetazionali della Selva Pisana.

Sul Monte Pisano sono presenti boschetti di *Laurus nobilis*, popolamenti di *Osmunda regalis*, piccole sfagnete, ecc.; in pratica tutti quegli elementi floristici che attestano una stretta continuità con i finitimi contingenti planiziali. Inoltre compaiono entità nuove che contribuiscono in maniera significativa alla lettura dell'evoluzione floristica del territorio. Mi riferisco in particolare alla presenza di *Fagus silvatica* sul Monte Faeta, di *Pinus laricio* nella valle di Buti (Bertacchi et Al., 2004) e di *Euphorbia dendroides* presso San Giuliano (Tomei et Al., 2005).

*Fagus selvatica* è testimone di un clima più fresco e umido dell'attuale, quello stesso che favorì la comparsa degli elementi atlantici; qui era largamente rappresentato durante l'epoca etrusca e romana, come indicano gli abbondanti ritrovamenti effettuati durante gli scavi delle navi dell'antico porto di Pisa (Tomei e Bertacchi, 2006).

*Pinus laricio* è da riferirsi alla sottospecie *corsicana*, propria appunto della Corsica dove costituisce vaste foreste (Camisans, 2000); si tratta di un'entità differenziatasi a partire da popolazioni provenienti dal sud della penisola, attraverso una corrente ascensionale lungo il versante tirrenico (Bernetti, 1995; Gellini e Cavalli, 1978; Gellini et Al., 1983). Maggiormente rappresentato fino al XVIII secolo (Tomei, 2002) è presente oggi con soli 8 individui, a testimonianza della larga diffusione di questa specie probabilmente fino al periodo Boreale.

*Euphorbia dendroides* è “un antico relitto oligocenico facente parte del contingente xerofilo che popolava gli affioramenti rocciosi posti al margine della zona nella quale sussisteva la laurisilva mediterranea già in parte frammentata a piante mesofile” (Ferrarini et Al., 1997), questa specie infatti oggi è propria alla fascia vegetazionali e termomediterranea largamente rappresentata nei settori costieri più termofili di questo mare.

Le diverse specie ricordate rendono evidente il particolare significato naturalistico che rivestono la Selva pisana e i rilievi contermini, suggerendo anche la necessità di inserire questi ultimi nell'ambito della riserva della biosfera. Non a caso il potere pubblico (Comuni, Provincia, Regione) ha costituito recentemente, se pur in tempi diversi, quattro ANPIL (Aree Naturali di Interesse Locale) sul Monte Pisano, nel tentativo di proteggere e far conoscere questi aspetti peculiari del territorio (AA.VV., 2007).

## Bibliografia

- AA.VV. (2005) - *La biodiversità in Toscana. Specie e habitat in pericolo*. Regione Toscana, Firenze: 302 pp.
- AA.VV. (2007) - *I Monti Pisani: il ruolo delle ANPIL per la conservazione e la valorizzazione del territorio*. Comune di San Giuliano Terme. Felici Editore, Pisa: 84 pp.
- Bernetti G. (1995) - *Selvicoltura speciale*. UTET, Torino: pp. 415.
- Bertacchi A., Sani A., Tomei P.E. (2004) - *La vegetazione del Monte Pisano*. Provincia e Università di Pisa. Felici Editore, Pisa: pp. 55.
- Camisans J. (2000) - *La végétation de la Corse*. Edisud, Aix-en-Provence: pp. 391.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C. (2005) - *An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora*. Palombi Editore, Roma: pp. 420.
- Franchi P., Giovannetti M., Gorreri., Marchetti M., Monti G. (2006) - *La biodiversità dei funghi del parco. Inventario della flora micologica del Parco Naturale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli*. Leonardo - Istituto di Ricerca sul Territorio e l'Ambiente. Felici Editore, Pisa: pp. 360.
- Ferrarini E., Pichi Sermolli R., Bizzarri P.M., Ronchieri I. (1997) - *Prodromo alla flora della regione apuana. Parte seconda. Accademia lunigianese di scienze Giovanni Capellini*. Litografia Europea, La Spezia: 135-271.
- Francini E., Pardi Riccadonna P. (1936) - *Ecologia e significato della "Periploca greca" L. sul litorale toscano*. Giorn. Bot. Ital., 43 (1): 167-193.
- Gellini R., Cavalli S. (1978) - *Il pino laricio dei Monti Pisani*, Riv, Arch, St., Econ., Cost., 6 (2): 53-57.
- Gellini R., Grossoni P., Fineschi S. (1983) - *Researches on some Pinus laricio Poir. Provenances*. Radovi Akademjia Sarajevo, 72: 137-148.
- Kugler P.C., Tomei P.E. (2005) - *Notule floristiche per la Toscana*. S.B.I. Sezione Toscana. Edizioni E.T.S., Pisa: 17-18.
- Landi M., Angiolini C. (2007) - *Contributo alla conoscenza della distribuzione di Osmunda regalis L. in Toscana*. Informatore Botanico Italiano, 39 (1): 113-122.
- Negri G. (1935) - *Criteri generali di rilevamento e di interpretazione delle fitocenosi*. Giorn Bot Ital., 42: 250-260.
- Pichi Sermolli R.E.G. (1970) - *Appunti sulla costituzione e genesi della flora pteridologica delle Alpi Apuane*. Lavori della Società Italiana di Biogeografia, nuova serie 1: 88-126.
- Tomei P.E. (2002) - *Materiali per la storia naturale del padule di Bientina*.

Un territorio all'incrocio di vie di terra e d'acqua: Bientina dall'antichità al medioevo. Pacini Editore, Pisa: 29-38.

Tomei P.E., Bertacchi A., Sani A., Consiglio M. (2004) - *La vegetazione della tenuta di San Rossore*. Parco Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli e Università di Pisa. Pacini Editore, Pisa: pp. 67.

Tomei P.E., Bertacchi A. (2006) - *Ampliamento sud: i reperti vegetali*, in "Il porto urbano di Pisa antica", Silvana editoriale, Milano: 137-139.

Tomei P.E., Sani a., Narducci R. (2005) - *Notule floristiche per la Toscana*. S.B.I. Sezione Toscana. Edizioni E.T.S., Pisa: 31-32.

ENRICO BONARI\*

## Il ruolo della ricerca nel territorio della Selva Pisana<sup>1</sup>

### Premessa

Nel momento in cui ho accettato l'invito a partecipare a questa giornata di studio dedicata alla "Selva Pisana" come *riserva della biosfera*, non mi era del tutto chiaro quale contributo sufficientemente originale avrei potuto portare - da agronomo generale - alle riflessioni e alle valutazioni scientifiche in corso su questa recente riserva dell'UNESCO e sui suoi particolari legami con le attività di ricerca scientifica storicamente sviluppate al proprio interno.

In seguito, dopo adeguate riflessioni e non senza qualche timore, ho comunque arbitrariamente ritenuto opportuno proporre in questa sede un mio personale "ragionamento" che, date le mie esperienze di ricercatore, svilupperà esclusivamente alcune tematiche scientifiche legate allo studio dei rapporti fra *agricoltura e ambiente*. E a questa decisione sono giunto tenendo conto, in primo luogo, che oggi, prima di me, avrebbero preso la parola altri illustri colleghi, come i Proff. Jacoponi e Tomei, eccezionali sia per la loro specifica preparazione sull'argomento che per la loro capacità di comunicare, ma che (ne ero assolutamente certo) nel loro intervento non avrebbero toccato temi squisitamente agronomici; e in secondo luogo, perché nella stessa presentazione dell'invito/programma che l'Accademia dei Georgofili ha predisposto per questa giornata a firma del Prof. Loreti si afferma che *"una riserva della biosfera ha maggiori opportunità di coinvolgere le popolazioni locali nello sviluppo consapevole e responsabile del loro territorio, ma al tempo stesso accresce la complessità dei conflitti sociali e tra la società e l'ambiente"*.

Il ragionamento che intendo di seguito sviluppare costituisce infatti un tentativo di dimostrare che nel nostro caso, proprio nell'ambito della ricerca scientifica storicamente sviluppata presso il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-ambientali "E. Avanzi" dell'Università di Pisa, a San Piero a Grado, "den-

---

\* Prof. Enrico Bonari - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa.

<sup>1</sup> Giornata di studio su "La selva pisana: riserva della biosfera dell'Unesco", 16 Maggio 2007 - Pisa, San Rossore.



tro” la Selva Pisana, sono state sperimentalmente affrontate tematiche che - almeno per quanto attiene le problematiche della gestione dell’agricoltura - hanno ripetutamente cercato di dimostrare che è possibile (o almeno che vale la pena di provarci) ridurre convenientemente i paventati motivi di contrapposizione fra società e ambiente.

Fra tutte le riserve della biosfera che l’UNESCO ha riconosciuto in Italia, infatti, solo la “nostra” è caratterizzata dall’ospitare da tempo un’attività scientifica di rilievo internazionale, non solo in ambito ecologico e naturalistico ma anche in campo agro-ambientale; e solo la nostra ha avuto - e ha tuttora - la invidiabile sorte di costituire ormai da molti anni anche una “*palestra*” per attività di ricerca e di sperimentazione applicata nell’ambito delle scienze dell’agricoltura, nella quale mettere a punto innovazioni di processo e di prodotto in ogni senso “*sostenibili*”, per esportarle poi anche fuori dall’area protetta - il Parco di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli - che costituisce il cuore della riserva della Selva Pisana.

### **Le differenti ricerche sull’agricoltura sostenibile.**

Non è questa la sede per trattare con dovizia di particolari tutte le differenti tematiche scientifiche che sono state affrontate nell’ambito degli studi condotti sui rapporti fra agricoltura e ambiente; cercherò di sintetizzare solo una parte delle sperimentazioni avviate oltre trent’anni or sono (molte delle quali sono ancora in corso) al fine soprattutto di definire “sistemi culturali” sempre più sostenibili, sia sotto il profilo della economicità dell’organizzazione produttiva, sia dal punto di vista della loro compatibilità ambientale e della conservazione della fertilità del terreno.

Questa attività intendeva inizialmente definire, da un lato, la più opportuna tecnica culturale da riservare alle differenti colture erbacee di pieno campo per raggiungere - tra l’altro - il massimo possibile contenimento dei costi di produzione delle stesse e, dall’altro lato, mirava a valutare le effettive possibilità di scelta fra le diverse colture erbacee “concorrenti” per le esigenze agrope-doclimatiche, in rapporto sia all’evoluzione della Politica Agricola Comunitaria nel suo complesso (e per le singole colture in particolare) che alle specifiche caratteristiche agroambientali delle colture stesse (primaverili e/o autunnali, miglioratrici e/o depauperanti, ecc.).

In primo luogo, ancora negli anni ’70 a margine della prima grande crisi internazionale del petrolio, fu attivata una complessa ricerca - successivamente implementata intorno alla prima metà degli anni ’80 e, di nuovo, agli inizi del

decennio successivo - riguardante la valutazione delle differenti possibilità di sostituire, per le diverse colture avvicendate, il lavoro di aratura profonda (allora pressoché convenzionalmente adottato nel nostro Paese nella preparazione del letto di semina in ogni tipo di terreno); ciò in quanto erano ormai poco sostenibili sia l'alto costo economico ed energetico di detta lavorazione principale del terreno, sia i riflessi negativi di questa (dati gli alti tempi di lavoro) sulla tempestività delle operazioni di impianto delle colture, sia - infine - per i paventati riflessi negativi che l'aratura profonda può avere sul terreno in termini di conservazione della sostanza organica nel tempo.

Al riguardo, all'aratura profonda sono state via via contrapposte sia tecniche di lavorazione del tutto alternative (es. discissura e lavorazione a due strati), sia la stessa aratura eseguita a profondità più contenute (20-25 cm contro i 45-50 cm), sia la lavorazione minima (circa 8-10 cm) realizzata con attrezzi diversi, sia - infine - la non lavorazione del terreno e la semina diretta con apposite seminatrici "da sodo". Queste esperienze, tutte di lungo periodo, hanno riguardato pressoché tutte le principali specie erbacee di pieno campo tipiche delle pianure litoranee toscane, sia primaverili-estive (barbabietola da zucchero, girasole, soia e mais) che autunno-vernine (frumento tenero e duro ed orzo) e hanno abbondantemente dimostrato come in effetti, nel lungo periodo, potesse spesso registrarsi una certa "indifferenza" del risultato produttivo rispetto a lavorazioni del terreno fra loro alternative.

Gran parte dei risultati scientifici e tecnici ottenuti sono stati resi noti e pubblicati su riviste di livello nazionale e internazionale e a questi specifici lavori si rimanda per eventuali approfondimenti; in questa sede mi è sembrato sufficiente riportare in estrema sintesi e a puro titolo esemplificativo i principali risultati di un pluriennale confronto fra cinque tecniche di lavorazione del terreno, compresa l'aratura profonda (Fig. 1), riservate a un avvicendamento biennale soia/frumento, in cui le diverse lavorazioni venivano realizzate, alternativamente nel tempo, sia su loro stesse che su ciascuna di esse adottata nell'anno precedente (ottenendo così una combinazione di tesi a confronto pari a 5 x 5, che permette di indagare sia l'effetto diretto della diversa preparazione del letto di semina, sia l'effetto residuo della lavorazione dell'anno precedente che l'interazione fra i due).

Nella Fig. 2 sono riportate le rese medie di prodotto utile (t/ha di granella allo 0% di umidità) di sedici anni di coltivazione della soia e del frumento in avvicendamento biennale fra loro (sulle righe le produzioni corrispondenti alle tecniche di lavorazione adottate nell'anno e sulle colonne quelle delle medesime lavorazioni eseguite per la coltura dell'anno precedente), indipendente-

mente dalla concimazione azotata riservata al cereale.

Non è questa la sede in cui possono essere approfonditi i commenti sui dati ottenuti; di questi non sfugge però sia l'interesse pratico applicativo per gli agricoltori a livello locale, sia quello più generale legato all'acquisizione di nuove conoscenze tecnico-agronomiche in tutto l'ambiente mediterraneo, sia - infine - il contributo che questo tipo di risultati ha dato (e continua a dare) sotto il profilo della stima della sostenibilità dei processi produttivi agricoli. Le rese ottenute con le differenti tecniche di lavorazione adottate per entrambe le colture, infatti, non solo appaiono in grado di competere tranquillamente con quelle registrate con l'aratura profonda (consentendo per questo già un forte risparmio di tempo e di energia consumata), ma appare altrettanto evidente come esista in proposito anche un "discreto" effetto residuo delle lavorazioni adottate per la coltura precedente.

Di particolare rilievo è poi anche la stima dell'evoluzione della sostanza organica del terreno (Fig. 3) connessa alle differenti modalità di preparazione del letto di semina (aratura convenzionale vs. semina diretta); e ciò in considerazione sia del ruolo che l'*humus* ha nella conservazione della fertilità agronomica complessiva e della biodiversità del terreno, sia in rapporto all'effetto di accumulo/bloccaggio del carbonio nel suolo che il meccanismo nel suo complesso sembra consentire. In un ambiente ecologicamente importante come un'area protetta (di qualunque genere e collocazione geografica) i risultati di cui sopra non devono mai essere sottovalutati da coloro che a vario titolo sono chiamati a guidare l'evoluzione dell'agricoltura nel territorio rurale di competenza.

In seguito, agli inizi degli anni '90, un'altra serie di interessanti ricerche di tipo agronomico e agro-ambientale presero inizio nell'ambito del territorio agricolo della Selva Pisana; queste avevano lo scopo primario di sperimentare eventuali possibili alternative alla più volte contestata monosuccessione del mais da granella (tra l'altro assai diffusa nel bacino del Lago di Massaciuccoli in quanto più redditizia di altre organizzazioni produttive) e di diffondere i risultati tra gli agricoltori locali e delle pianure dell'Italia centrale.

Allo scopo fu allestito un confronto (Fig. 4) tra la monosuccessione del mais (MC) e due avvicendamenti "triennali" in cui il mais continuo veniva interrotto, in un caso da un anno di soia ogni tre (M - M - S) e nell'altro il mais veniva messo in rotazione con la stessa soia e con il frumento (M - S - F); per i cereali erano anche previste diverse dosi di azoto e tutte le colture erano (e sono ancora) realizzate senza ricorso all'irrigazione. Anche in questo caso, molti dei risultati ottenuti sono stati resi noti su riviste scientifiche e/o tecnico-

divulgative specializzate; in questa sede mi è sembrato di un certo interesse riportare da un lato le rese medie pluriennali delle diverse colture (così come inserite nelle tre diverse organizzazioni produttive) e, dall'altro, una sintetica stima "relativa" del bilancio della sostanza organica del terreno, del bilancio energetico delle diverse rotazioni e - infine - dei redditi lordi del MC e dei diversi avvicendamenti (PLV - Costi diretti).

Pur nella semplicità della presentazione dei valori medi pluriennali (Fig. 4) delle rese granellari (decisamente favorevoli quelle del mais comunque avvicendato rispetto al mais continuo) e dei bilanci agroambientali (fatti uguale a 100 i valori relativi alla omosuccessione), appare evidente come l'adozione di una qualunque delle rotazioni triennali potesse addirittura migliorare il risultato complessivo della organizzazione produttiva, sia sul piano della sostenibilità tecnico-agronomica che dal punto di vista economico (quest'ultimo indipendentemente dal regime della PAC considerato). E ciò senza considerare gli aspetti positivi che gli avvicendamenti con la soia comportano anche dal punto di vista della riduzione dell'impiego della chimica di sintesi (concimi e diserbanti) nella conduzione delle colture e sotto il profilo della conservazione dell'agrobiodiversità nei territori agricoli.

Ma nell'area della riserva della biosfera denominata Selva Pisana - e in particolare dei suoi territori agricoli - un'altra linea di ricerca è stata attivata oltre venticinque anni or sono, sempre relativamente alla messa a punto ed alla successiva valutazione multicriteriale di sistemi colturali e/o modelli produttivi a più contenuto livello di "energia ausiliaria" e di mezzi tecnici impiegati per la produzione delle colture. Trattasi in assoluto delle prime sperimentazioni di pieno campo condotte nel nostro Paese con una visione veramente "olistica" del sistema colturale, inteso questo come il risultato della combinazione (e della interazione completa) fra la scelta delle colture (e delle diverse varietà) che costituiscono l'avvicendamento e il livello di intensificazione colturale (input ausiliari) a queste riservato. In questo senso, nella prima (cronologicamente parlando) delle prove sperimentali attivate si è cercato di interpretare (nella costruzione degli itinerari tecnici riservati alle colture in rotazione) differenti "filosofie" cui avrebbero potuto ispirarsi nelle loro scelte gli agricoltori (più o meno dipendenti dall'impiego di mezzi tecnici), chiamati continuamente a interrogarsi rispetto alle più o meno accentuate opportunità di mirare sempre a rese utili delle colture le più alte possibili, sostenendo ovviamente costi economici ed energetici in partenza più elevati e correndo - eventualmente - rischi ambientali più o meno accentuati.

Nella Fig. 5 sono sinteticamente riassunti i principali risultati medi polien-

nali registrati per quasi un ventennio, su terreni di medio impasto tendenzialmente argillosi, con quattro avvicendamenti biennali rinnovo-frumento, condotti a tre crescenti livelli di intensificazione colturale (concimazione minerale, diserbo chimico, irrigazione, ecc.), sia in termini di prodotto utile per unità di superficie, sia relativamente al reddito lordo mediamente conseguito, all'efficienza energetica del sistema produttivo nel suo complesso, sia - infine - in termini di impiego "quantitativo" di fitofarmaci di sintesi e concimi minerali necessari per la conduzione delle colture.

Anche in questo caso, i dati riportati non sono altro che il riassunto estremo di approfondite elaborazioni e adeguate valutazioni agro-ambientali già ripetutamente pubblicate in sede scientifica; ciò non di meno appare interessante analizzarli anche sotto il profilo della ricaduta positiva che questi possono avere, sia per gli imprenditori agricoli che per i decisori amministrativi e politici a vario livello interessati alla gestione del territorio della Selva Pisana.

Il messaggio che a mio avviso sostanzialmente deriva da queste pluriennali sperimentazioni è comunque quello che in termini di "sostenibilità" dei processi produttivi (sia economica che ambientale e agronomica) nulla è possibile dare per scontato: esistono colture (es. barbabietola e mais) in cui il maggiore apporto di mezzi tecnici è sostanzialmente ripagato da consistenti incrementi di resa utile, ed altre (es. girasole) in cui gli incrementi di produzione, ancorchè netti, sono più contenuti nella loro entità relativa; ma al tempo stesso appare evidente che (a eccezione della barbabietola da zucchero) il reddito lordo complessivo degli avvicendamenti biennali non sembra corrispondere sempre alle condizioni di maggiore produttività delle colture realizzate. In molti casi appare economicamente più conveniente produrre una minore quantità di prodotto mercantile utilizzando un livello di input non eccessivamente alto; in questi ultimi casi - ovviamente - sono particolarmente importanti i risvolti ambientali positivi collegabili al minore impiego di chimica di sintesi (e di energia in senso lato) per unità di superficie coltivata. E la sostanziale praticabilità agronomico-produttiva di sistemi colturali "low-input" nell'ambiente agropedoclimatico della Selva Pisana, senza che questo determini un particolare sacrificio economico da parte dell'agricoltore, è stata successivamente confermata anche da altre ricerche sperimentali di lungo periodo (ancora in corso) condotte su terreni maggiormente argillosi e riguardanti avvicendamenti di colture erbacee di pieno campo più lunghi e complessi (Fig. 6) delle rotazioni biennali.

## **Le ricerche sulle colture da energia**

Un ulteriore motivo “forte” della ricerca applicata in campo agro-ambientale sviluppata all’interno della Selva Pisana (sempre nell’ambito del Centro “E. Avanzi” e sotto la mia responsabilità scientifica) che merita di essere ricordata in questa sede, è costituito dal complesso delle attività sperimentali condotte (a partire dai primi anni ’90) sulle possibili colture “dedicate” per la produzione di biomassa a destinazione energetica e/o per quella da biocarburanti e sulle effettive possibilità di un loro proficuo inserimento nelle organizzazioni produttive (aziendali e territoriali) locali e in quelle tipiche dell’agricoltura degli ambienti mediterranei.

Anche in questo caso, trattasi di un complesso di ricerche che hanno nel tempo affrontato il problema della “bioenergia” (o meglio della “agrienergia”) sotto diversi punti di vista: quello agronomico produttivo, legato alla scelta delle possibili colture da biomassa e/o da biocarburanti (Fig. 7) e alla loro tecnica di coltivazione; quello economico e organizzativo connesso alla valutazione della loro eventuale introduzione negli attuali ordinamenti produttivi a livello aziendale; quello ambientale, affrontato a scala diversa (aziendale, comprensoriale e globale) e tenendo conto sia delle variazioni in merito ai rischi di impatto ambientale “diretto” (su terreno e acqua), sia degli effetti attendibili in termini di bilancio della sostanza organica e di cattura della CO<sub>2</sub> da parte della biomassa, sia in termini di bilancio energetico complessivo, sia - infine - dei possibili riflessi dell’introduzione delle colture da biomassa (annuali e polienali, erbacee e arboree) sul paesaggio agrario.

Dall’insieme dei risultati conseguiti nel corso degli anni con le diverse sperimentazioni attivate e già adeguatamente resi noti, mi sembra opportuno estrarre soprattutto quelli relativi alle colture erbacee “da biomassa lignocellulosica”; nell’ambito delle quali, fra tutte le numerose specie considerate, sono apparse di particolare interesse soprattutto i sorghi (da fibra e zuccherini), la canna comune, il miscanto e il cardo. Delle suddette colture nella Fig. 8 sono riportati i dati relativi alle rese medie in sostanza secca totale (e al loro andamento nel tempo per quanto attiene le specie poliennali).

Particolarmente interessanti appaiono anche i risultati (Fig. 9) relativi alle produzioni medie di biomassa realizzate con differenti sperimentazioni condotte sulla S.R.F. di pioppo, sia nello studio dell’ottimale densità degli impianti, sia nella ricerca per il più opportuno livello di intensificazione colturale, sia - infine - nella sperimentazione condotta per la valutazione del migliore turno di taglio da adottare (annuale, biennale o triennale).

In estrema sintesi, risulta in proposito possibile affermare che:

- le diverse colture “dedicate” per la produzione di biomassa da energia, in grado di alimentare le più diverse filiere agrienergetiche (olio e biodiesel, etanolo, biomassa lignocellulosica, ecc) possono costituire una valida alternativa produttiva anche nel territorio della Selva Pisana, soprattutto in un momento - come l’attuale - di notevole crescita del fabbisogno di energia, di particolare considerazione per l’abbattimento delle emissioni di gas-serra, di alti costi dei prodotti petroliferi e di profonda revisione della politica agricola comunitaria;
- nella fase di coltivazione delle colture agrarie alla base della filiera dei biocarburanti (oleaginose, cereali e colture zuccherine) non sembrano sussistere grossi problemi agronomici ed organizzativi da risolvere sul piano tecnico-scientifico, salvo incrementare gli sforzi nella messa a punto di sistemi colturali (per singole colture e per il complesso di queste) meno onerosi possibile;
- le diverse colture erbacee che meglio si sono espresse in termini di capacità produttiva (Fig. 10) conservano molti problemi legati alla qualità della biomassa prodotta, soprattutto in relazione all’alto contenuto in ceneri (e silice) che le caratterizza rispetto al materiale legnoso;
- nella SRF occorre ancora approfondire lo studio di quali possano essere i migliori cloni da impiegare e di quali le soluzioni meccaniche e logistiche per la raccolta e lo stoccaggio più opportune per ridurre i costi di produzione;
- sotto il profilo agroambientale la S.R.F. sembra far registrare (Fig. 11) “condizioni” più favorevoli rispetto alle colture erbacee di pieno campo, sia per il ridotto consumo di prodotti della chimica di sintesi (concimi e fitofarmaci), sia per l’accumulo di sostanza organica nel terreno (e quindi per un miglior bilancio del carbonio).

Il complesso degli studi condotti sulle colture dedicate per la produzione di biomassa da energia hanno avuto notevole risonanza, sia a livello regionale che nazionale ma il risultato che in questo momento più mi riempie di soddisfazione è stata la creazione presso il Centro E.Avanzi del neonato “Centro Interuniversitario di Ricerca sulle Biomasse da Energia - CRIBE” in cui competenze scientifiche diverse (delle scienze agrarie e dell’ingegneria) di istituzioni universitarie differenti (Università di Pisa e Scuola Superiore Sant’Anna) si sono unite per dare nuovo impulso interdisciplinare a questo interessante campo di studi e di ricerca applicata che va sotto il nome di “agri-energia”.



## Considerazioni conclusive

Nell'inevitabile necessità di sintetizzare, ho dovuto escludere da questa mia trattazione molte delle attività di ricerca applicata al settore agro-forestale che sono state sviluppate nel corso degli anni nell'ambito del Centro E.Avanzi, nel cuore del Parco e della Selva Pisana e che forse meritavano almeno un cenno: dagli studi sul miglioramento genetico del trifoglio incarnato (la cv. Tombolo è stata per anni la sola iscritta al Registro Nazionale delle Varietà), alla riproduzione in purezza di materiale genetico pregiato in diverse specie di cereali, dalle originali ricerche sull'insilamento dei cereali autunno-vernini e sulle possibilità di organizzare il "doppio insilamento" nel medesimo anno, agli studi sulle curve di crescita e di ricrescita dell'erba in differenti tipi di prato-pascolo e di prato artificiale ed alla messa a punto dei bilanci energetici delle colture come strumenti di valutazione degli ordinamenti produttivi, ed altro ancora. Me ne scuso con tutti coloro che più specificamente si sono dedicati a questi argomenti, ma ho comunque ritenuto opportuno privilegiare quelli qui trattati sia per il risalto che questi hanno avuto in campo nazionale e internazionale, sia per la inalterata loro piena attualità che ancora oggi sembrano assumere nell'ambito dell'agricoltura del comprensorio della riserva della biosfera.

Spero di essere riuscito a rappresentare con sufficiente chiarezza quanto era mia intenzione comunicare sull'importanza della ricerca applicata all'agricoltura condotta in questi anni dentro la neonata Riserva della Biosfera della Selva Pisana, ma sarei veramente soddisfatto se fossi riuscito a trasmettervi anche solo una parte dell'ottimismo con cui vedo possibile un "utilizzo" intelligente da parte di tutti noi dei risultati delle sperimentazioni già condotte e di quelle in atto. Ciò anche perché, se è vero che *"una riserva della biosfera ha maggiori opportunità di coinvolgere le popolazioni locali nello sviluppo consapevole e responsabile del loro territorio, ma al tempo stesso accresce la complessità dei conflitti sociali e tra la società e l'ambiente"*, è anche vero che la nostra "Selva Pisana" può contare su molti studiosi in grado di offrire un valido supporto perché anche in campo agricolo gli eventuali rischi di "conflitti sociali e tra la società e l'ambiente" vengano veramente ridotti ai minimi termini.

## ELENCO FIGURE

**Fig. 1 - Confronto tra lavorazioni del terreno.**

- avvicendamenti: 1 - soia (0 N) - frumento duro (N 0-100-200)  
2 - omosuccessione di mais (N 0-200-300)
- lavorazioni a confronto:
  - **A50** Aratura profonda (50 cm)
  - **A25** Aratura leggera (25 cm)
  - **A2st** Aratura 2 strati (aratura + ripuntatura 25 cm)
  - **D 50** Discissura (chiesel 50 cm)
  - **LM** Lavorazione minima (frangizollatura)

**N.B.: lavorazioni nell'anno e nell'anno precedente**

- terreno: franco-limoso

**Fig. 2 – Lavorazioni del terreno e resa delle colture.**

*(Sulle colonne le lavorazioni dell'anno e sulle righe quelle dell'anno precedente)*

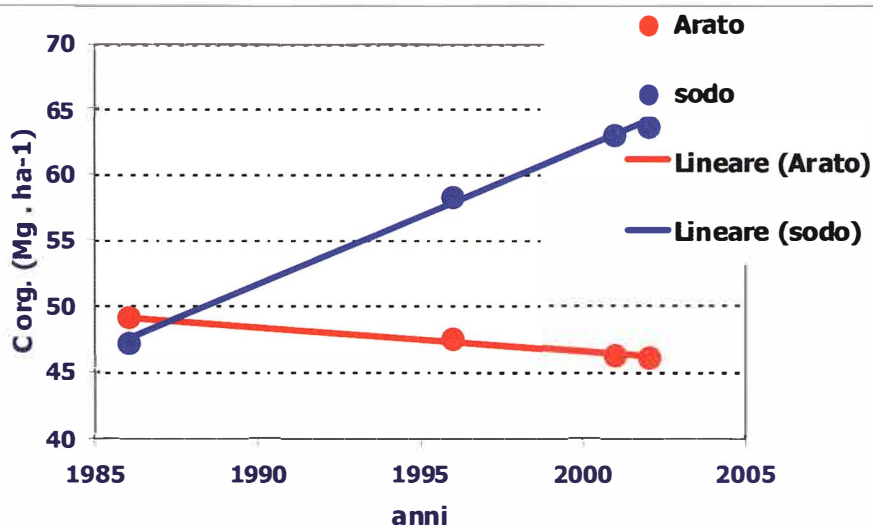
**Soia t/ha**

	A25	A2st	A50	D50	LM
A25	4.47	4.68	4.16	4.36	4.51
A2st	4.64	4.31	4.33	4.61	4.76
A50	3.76	3.61	3.79	3.68	3.82
D50	4.13	4.12	3.89	3.91	3.96
LM	4.53	4.48	4.18	4.28	4.08

**Frumento t/ha**

	A25	A2st	A50	D50	LM
A25	4.06	4.12	3.95	4.00	3.82
A2st	3.91	4.20	4.01	4.31	3.84
A50	3.95	3.99	3.53	3.57	4.02
D50	4.22	4.11	3.96	4.06	4.10
LM	3.69	3.98	4.42	4.10	3.33

**Fig. 3 - Lavorazione e non lavorazione del terreno. Effetto progressivo sulla sostanza organica dello strato 0-3 cm.**



**Fig. 4 - Effetti di avvicendamento (della soia e del frumento) sul mais in omosuccessione**

Rese medie poliennali delle colture (q/ha): MC=77,8; M1A=92,5 M2A=90,6; M1B=92,0; SOIA=37,0; FRUMENTO=51,0.

Valutazione economica ed ambientale posto MC=100

Tipo Rotaz.	Humus stimato	Efficienza energetica		Reddito lordo	
		Rese/in	Out/in	Vecchia PAC	1998
<b>MC</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>M – M – S</b>	<b>115</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>211</b>	<b>123</b>
<b>M – S – F</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>195</b>	<b>99</b>

**Fig. 5 - Sistemi colturali a diverso livello di intensificazione. Effetti sulle produzioni utili, sul reddito lordo, sul bilancio energetico e sul consumo di chimica di sintesi (L3=100).**

Avvicendamento	Liv	Rese medie (q • ha <sup>-1</sup> )		Red. lordo v.i	Effic. energ. v.i	Con. fitof. v.i	Con. conc. v.i
		frumento	rimovi				
Barbab/frumento	L1	40,1	343,6	42	85	35	41
	L2	50,6	597,1	77	92	57	87
	L3	54,1	769,2	100	100	100	100
Girasole/frumento	L1	49,2	35,3	119	146	3	43
	L2	56,4	40,6	108	99	58	89
	L3	58,8	45,0	100	100	100	100
Soia/frumento	L1	50,2	27,1	119	128	3	47
	L2	55,6	35,0	107	96	51	83
	L3	55,3	42,3	100	100	100	100
Mais/frumento	L1	43,3	72,3	85	133	3	40
	L2	50,1	105,4	106	105	58	86
	L3	47,3	123,1	100	100	100	100

**Fig. 6 - Confronto fra differenti sistemi colturali (2 livelli di input per un avvicendamento sessennale) – Rese delle colture e relativo reddito lordo**

Avvicendamento	Prezzo €/t	Alto input		Basso input		Δ %
		Resa t/ha	PLV* €/ha	Resa t/ha	PLV* €/ha	
Barbabietola	49,7	66,2	2.632	56,3	2.239	-15
Frum. duro 1	138,0	4,5	497	3,8	420	-16
Sorgo	124,0	7,0	694	6,7	665	-4
Girasole	211,0	4,4	743	4,0	675	-9
Frum. duro 2	138,0	3,8	420	3,2	353	-16
PLV* media (€ ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> )		997		870		-13
Costo mezzi (€ ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> )		850		631		-26
R. L. (€ ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> )		147		239		+39

\* PLV ridotta del 20% per “compensare” il carattere sperimentale dei risultati

Fig.7 - Le colture dedicate da biomassa a destinazione energetica



**filiera etanolo** dalla fermentazione alcolica degli zuccheri e/o degli amidi (sorgo zuccherino, barbabietola, mais, cereali vernini, ecc.)



**filiera biodiesel** dall'olio di specie erbacee oleaginose esterificato in alcool metilico (colza, girasole, soia, ecc.)



**filiera biomasse** combustione diretta, gasificazione/pirolisi, biogas, pellets, ecc:

erbacee

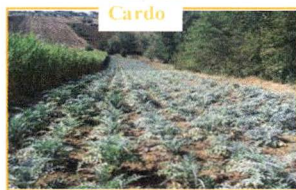
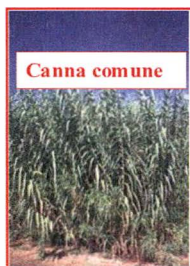
- annuali (sorgo, canapa, mais)
- perenni (miscanto, canna, cardo)



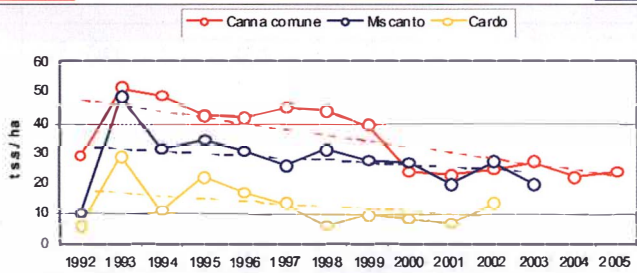
legnose

- SRF (pioppo, robinia, eucalitto, ecc.)
- residui colt. arboree e boschi

Fig. 8 - Andamento delle produzioni di biomassa delle colture erbacee poliennali nella pianura pisana



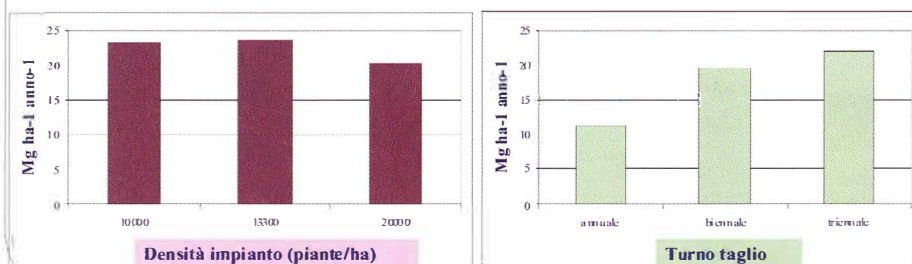
t/ha  
34,6  
27,4  
12,7



Ceneri  
5,0 %  
2,8 %  
12,7 %

Resa media del **Sorgo**: 28 t/ha/anno di s.s.

**Fig. 9 - RESE DELLA  
S.R.F. DI PIOPPO  
NELLA PIANURA  
PISANA  
(1996-2005)**



9

**Fig. 10 - Punti di forza e debolezza delle principali colture  
lignocellulosiche a destinazione energetica**

<i>Criteri</i>	Sorgo	Arundo	Miscanto	SRF pioppo
Produttività in sostanza secca	☺	☹	☺ / ☹	☹
Qualità della biomassa	☹	☹	☹	☺
Mec canizzazione	☺	☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹
Protezione e fertilità del suolo	☹	☺ / ☹	☺ / ☹	☺
Inserimento negli avvicendamenti	☺	☹	☹	☺ / ☹

**Fig. 11 - Bilancio agroambientale della SRF a due livelli di input (**A**lto e **B**asso) vs. Sistema erbaceo (= 100)**

	<b>SRF.<b>A</b></b>	<b>SRF.<b>B</b></b>
<b>RISCHIO DI EROSIONE</b>	<b>49</b>	<b>38</b>
<b>IMPIEGO CONCIMI AZOTATI</b>	<b>65</b>	<b>39</b>
<b>IMPIEGO CONCIMI FOSFORICI</b>	<b>59</b>	<b>59</b>
<b>AZOTO PERDUTO</b>	<b>72</b>	<b>69</b>
<b>FOSFORO PERDUTO</b>	<b>61</b>	<b>57</b>
<b>IMPIEGO TOTALE DI FITOFARMACI</b>	<b>21</b>	<b>8</b>
<b>INDICE PERSISTENZA NEL SUOLO</b>	<b>42</b>	<b>0,1</b>
<b>INDICE TOSSICITA' PER LE ACQUE</b>	<b>7</b>	<b>0,0</b>
<b>CARBONIO FISSATO NELLA BIOMASSA</b>	<b>542</b>	<b>317</b>
<b>CARBONIO AL TERRENO CON I RESIDUI</b>	<b>404</b>	<b>221</b>
<b>SOST. ORG. UMIFICATA SUOLO 0-5 cm</b>	<b>176</b>	<b>149</b>





GIACOMO LORENZINI\*

## **Il ruolo del Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali “Enrico Avanzi” dell’Università di Pisa nell’ambito della Selva Pisana**

Felice posizione geografica, impareggiabile valore paesaggistico e naturalistico, totale fruibilità da parte del cittadino, capacità di costituire un elemento in grado di produrre e diffondere innovazione e di rappresentare una vera e propria palestra per centinaia di studenti, sono questi solo alcuni dei fattori che rendono il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali (CIRAA) “Enrico Avanzi” dell’Università di Pisa un elemento potenzialmente insostituibile nell’economia dell’Ateneo pisano e del comprensorio. Il CIRAA nasce - nella veste formale odierna - nel 1989, per riprendere e potenziare le attività che da anni si svolgevano nella ex-tenuta demaniale di Tombolo (San Piero a Grado, nel Comune di Pisa). In realtà, la storia del comprensorio è quanto mai complessa, a partire dal medioevo (e sino all’Unità d’Italia), quando l’area era di proprietà della mensa Arcivescovile di Pisa, per poi passare al patrimonio di Casa Savoia e quindi nel Demanio dello Stato. Dal 1963 la superficie è stata concessa (non senza qualche resistenza da parte degli Enti locali) all’Università di Pisa *“in uso gratuito e perpetuo, esclusivamente per gli scopi di carattere didattico e scientifico perseguiti nel campo delle attività agrarie”*; a lungo la Tenuta è stata gestita (faticosamente) con i criteri di una normale azienda agraria; poi, con diversi passaggi formali è stata “convertita” nell’attuale Centro Interdipartimentale. A partire dal luglio 2004, la proprietà è passata all’Università di Pisa.

Si tratta di un vasto territorio (oltre 1700 ha) pianeggiante, che deriva da sedimentazioni fluviali e marine, per cui presenta successive alternanze di aree a quote più elevate del livello del mare (“tomboli”) e di altre più basse (“lame”); inoltre, vi si rinvencono terreni di varia e diversa costituzione fisco-meccanica, passando da quelli tipicamente argillosi alle sabbie pure. La superficie del Centro è divisa tra aree boschive (circa 670 ha tra bosco misto e pineta specializzata da frutto) e colture agrarie (per lo più seminativi, per un to-

---

\* Prof. Giacomo Lorenzini - Direttore Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-ambientali “Enrico Avanzi”, Università di Pisa.

tale di circa 830 ha), una porzione significativa dei quali (quasi il 10%) destinata in maniera esclusiva ad attività di ricerca in pieno campo. La disponibilità comprende pure 100 ha di pascolo permanente e 100 ha destinati a *set-aside*. Da segnalare anche la presenza del centro zootecnico, nel quale si allevano bovine da latte di razza Frisona Italiana (circa 130 capi in totale, per una produzione annua di 5000 l) e da carne di razza Mucca Pisana (circa 60 capi): è l'unica azienda in Provincia di Pisa a mantenere entrambe le linee produttive. Un imprenditore privato gestisce un allevamento di pecore Massesi di oltre 1000 capi in convenzione con il Centro. Completano il panorama le strutture di servizio, dall'officina meccanica al laboratorio di analisi agro-ambientali (specializzato in matrici vegetali, acque dolci e suoli, che realizza oltre 2000 analisi all'anno, anche in conto-terzi), per finire al centro direzionale-amministrativo ed all'aula/centro convegni (intitolata alla memoria del Prof. Antonio Benvenuti, primo direttore del CIRAA), attrezzata per videoconferenze (80 posti). Tra personale a tempo indeterminato, operai agricoli avventizi e collaboratori a tempo determinato, lo *staff* di CIRAA raggiunge le 50 unità, di cui 10 laureati ed il bilancio annuo supera 1.800.000 euro. Decine sono i progetti di ricerca attivi, diversi dei quali di respiro internazionale.

Quattro sono le missioni chiave di CIRAA, nella filosofia del *sapere-saper fare-far conoscere*: didattica (compresa la formazione professionale, anche a distanza), ricerca scientifica e sperimentazione, produzioni agro-zootecniche e servizi. Afferiscono al CIRAA un centinaio di docenti dell'Università di Pisa, provenienti da otto Facoltà e 30 settori scientifico-disciplinari. Tutto il territorio in oggetto fa parte del Parco Regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli e, dalla sua istituzione nel 2004, della Riserva Biosfera UNESCO denominata "Selva Pisana". Se, da una parte, la presenza del Parco nobilita e qualifica l'area, dall'altra comporta una serie di vincoli e di "presenze" (animali selvatici) che condizionano le attività produttive e gestionali.

Il quadro descritto individua una serie di caratteristiche che rendono il CIRAA una struttura del tutto unica nel panorama formativo: le dimensioni, coniugate a una favorevole logistica (il centro di Pisa dista soltanto 6 km); la possibilità di sviluppare studi e ricerche su scala reale; la notevole ricchezza sotto il profilo naturalistico e ambientale, a cominciare da una ineguagliabile "mosaicatura" del paesaggio vegetale (si segnalano ben due riserve integrali all'interno di CIRAA, il Bosco dell'Ulivo e la Cornacchiaia); la valenza strategica rivestita in relazione al fatto che il territorio in oggetto è totalmente accessibile e fruibile dal cittadino.

In definitiva, si tratta di un vero e proprio "laboratorio all'aperto", che rap-

presenta una realtà non banale nel campo della ricerca e della didattica, anche a livello internazionale. L'obiettivo è l'integrazione tra attività agricole, didattiche e di ricerca, con le ultime due a godere della possibilità di operare su scala reale, secondo una filosofia assai cara a Cosimo Ridolfi, il fondatore (1840) della Facoltà di Agraria pisana, la prima al mondo. L'introduzione del tirocinio pratico nell'ordinamento degli studi agrari compie ormai un secolo di vita, sulla scia delle iniziative proposte dai docenti pisani (*"ogni Scuola superiore di agricoltura dovrebbe essere sollecitamente provvista di sufficienti mezzi di dimostrazione e soprattutto, ove ne difetti, di una conveniente azienda rurale"* auspicavano Caruso, Passerini e Niccoli in occasione del primo Congresso della Associazione Italiana fra docenti e studenti nelle R. Scuole Superiori di Agraria, Roma, 1907).

Di assoluto rilievo sotto il profilo urbanistico, è il fatto che il Centro è all'interno di un poligono che vede insediamenti urbani, civili, militari e industriali (esistenti o progettati) a forte impatto, quali le aree cittadine di Pisa e Livorno, il porto e gli impianti industriali di Livorno (raffineria di idrocarburi, centrale termoelettrica, inceneritore, ecc.), l'aeroporto di Pisa, primarie linee di comunicazione stradali, navali e ferroviarie, le aree turistiche di Tirrenia e Marina di Pisa. In questa ottica, il Centro ricopre un ruolo che va ben oltre quelli che sono i profili statutari e formali.

Numerose sono le linee di attività sviluppate da CIRAA che meritano di essere ricordate per il loro carattere innovativo; vale la pena di citare almeno le seguenti:

- energia da biomasse: delle tre filiere fondamentali, biocarburanti, biogas e biomasse ligno-cellulosiche, è quest'ultima quella che presenta il maggior stato di avanzamento: il CIRAA sviluppa tecniche agronomiche e sistemi per la meccanizzazione dell'impianto, raccolta e trasformazione in *pellet* di colture legnose dedicate (*short rotation forestry*) ed erbacee; dal 2002 è funzionante un impianto su scala semi-industriale per la produzione di *pellet* e con una capacità produttiva di 5 q h<sup>-1</sup>. Vengono realizzate prove di "pellettizzazione" di diverse matrici di origine vegetale, di consistenza sia erbacea che legnosa, provenienti da colture dedicate o quali residuo dell'attività agricola e forestale. Il materiale ottenuto viene, inoltre, sottoposto, presso il laboratorio chimico del CIRAA, a saggi qualitativi tesi ad evidenziare, per ciascuna delle matrici impiegate, le proprietà calorifiche e la qualità delle ceneri dopo il processo di combustione;

- agricoltura biologica ed a basso impatto ambientale: sono stati messi a punto protocolli per la coltivazione di specie erbacee da pieno campo nel totale rispetto delle migliori pratiche previste dai disciplinari; rientrano in que-

sto filone le ricerche sulla eventuale compatibilità tra colture convenzionali ed OGM, nell'ambito di progetti coordinati dalla Regione Toscana; lo studio di avvicendamenti e successioni finalizzate alla migliore conservazione del suolo, anche con l'uso di *cover crops*; la messa a punto di strategie fitoiatriche a basso impatto ambientale; la valutazione delle proprietà organolettiche dei prodotti "bio" in confronto a quelli convenzionali;

- altre colture "*no-food*": piante medicinali e industriali (es. tintorie e da fibra); studi sui flussi di carbonio "suolo-pianta-atmosfera";

- multifunzionalità: troviamo in questo vasto campo di azione iniziative che spaziano dalla agricoltura sociale e di comunità (con programmi coordinati di recupero di soggetti svantaggiati) all'uso per fini ricreazionali e didattici di spazi aperti, per non parlare di educazione ambientale e alimentare; è operativo il primo giardino fenologico toscano inserito nella rete nazionale;

- sviluppo di macchine e tecniche innovative per la lavorazione del suolo, per il controllo delle erbe spontanee in ambito urbano e in agricoltura biologica e per la geodisinfestazione.

Tra gli altri settori di interesse e di attività meritano una citazione quelli relativi alla contabilità ambientale, alla qualità alimentare e al vivaismo viticolo.

Il Centro Enrico Avanzi svolge attività didattica, non solo a livello universitario: sono oltre 2000 le giornate uomo, vale a dire le presenze di studenti all'interno del Centro, con allievi prevalentemente dell'Ateneo pisano, ma anche di altre università, di istituti superiori e di scuole di ogni ordine e grado. Il Centro è sede di tirocini, *stage*, momenti di alternanza scuola/lavoro, visite di istruzione ed esercitazioni, con percorsi formativi anche allestiti "su misura". Le strutture ospitano le attività sperimentali di borsisti (anche stranieri), dottorandi, laureandi e specializzandi, nonché iniziative di formazione ricorrente e professionale, anche in videoteleconferenza. Sono state organizzate attività di coordinamento tra le scuole agrarie della Toscana, culminate nella organizzazione delle "*olimpiagri*" (giochi dell'agricoltura e della veterinaria) e della "festa dell'albero".

Tra i "servizi" offerti da CIRAA all'Ateneo pisano merita un posto in primo piano la gestione ordinaria e straordinaria del "verde" paesaggistico di contorno alla Certosa di Calci: si tratta di un patrimonio vegetale eccezionale, a lungo trascurato e maltrattato da incuria ed imperizia, che il personale del Centro ha faticosamente riportato ad un livello di qualità invidiabile, sì da essere oggetto di visite tecniche specialistiche.

Eccellenti sono i rapporti con il territorio, in particolare con ARSIA (l'Agenzia della Regione Toscana per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agro-fo-

restale), che ha da tempo conferito al Centro Enrico Avanzi la qualifica di “*Polo toscano per il collaudo ed il trasferimento dell’innovazione*”. Costanti sono i legami e le collaborazioni con Amministrazioni comunali e provinciali, associazioni di produttori, aziende di settore, enti pubblici, non solo a livello locale.

La Selva Pisana è l’unica, tra le otto riserve della Biosfera nazionali, che ospita, da sempre, una intensa attività di ricerca in campo agro-ambientale, sviluppata, appunto, nell’ambito del CIRAA, struttura che ha avuto un ruolo promotore e trainante nella complessa procedura di accreditamento. È facile, quindi, prevedere interazioni fertili tra i portatori di interesse coinvolti (a cominciare dagli enti territoriali e della Scuola Sant’Anna), nelle campagne di monitoraggio previste da UNESCO. Ma le potenzialità del CIRAA coinvolgono a pieno titolo anche i settori dell’educazione alimentare ed ambientale, ad offrire spazi infiniti di coinvolgimento di elementi di ogni età. Pertanto, CIRAA si propone di farsi promotore della creazione di una rete di soggetti, anche internazionali, avendo come obiettivo lo studio integrato di emergenze ambientali, quali l’erosione costiera, la salinizzazione della falda, le invasioni biologiche (animali, vegetali e microbiche), l’inquinamento di aria, acque e suoli, la tutela delle biodiversità, la compatibilità tra coltivazioni e fauna selvatica, e, più in generale, le pressioni antropiche su ecosistemi fragili; non sono, poi, da trascurare temi-chiave quali la pianificazione del territorio e la valorizzazione delle produzioni locali e tipiche, anche con iniziative di agricoltura etico-sociale. Pertanto, tutte le peculiarità riconosciute alla Selva Pisana dal Comitato MAB-UNESCO (vale a dire l’agricoltura sostenibile, la selvicoltura, il turismo e la conservazione degli ecosistemi, cfr. [www.unesco.org](http://www.unesco.org)) possono rappresentare validi campi di confronto, nei quali CIRAA possa mettere in pratica le proprie competenze e risorse, con finalità che si spingono oltre la mera salvaguardia per consentire una piena valorizzazione del territorio, con uno sviluppo consapevole e sostenibile, in una ottica pure di creazione di nuove realtà occupazionali, nello spirito ispiratore del programma MAB “*non un maggior numero di vincoli, ma più opportunità*”.

\* \* \*

Maggiori informazioni sulle attività del CIRAA sono reperibili nel sito [www.avanzi.unipi.it](http://www.avanzi.unipi.it). Per coloro che fossero interessati a consultare bibliografia specialistica sul tema trattato possono risultare utili le segnalazioni sotto riportate.

## LETTERATURA DI RIFERIMENTO

- AA.VV. (1993): *Lo studio dell'agricoltura all'interno del Parco. Consorzio Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli*. Pacini Editore, Pisa, pp. 352.
- AA.VV. (2006): *Il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa: una realtà unica nel campo della ricerca e della didattica*. Felici Editore, Pisa, pp. 146 (scaricabile a: [http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/quaderni\\_ciraa/documenti\\_quaderni/CIRAA\\_quaderno\\_1.pdf](http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/quaderni_ciraa/documenti_quaderni/CIRAA_quaderno_1.pdf)).
- BENVENUTI A., BONARI E. (1972): *La Tenuta di Tombolo. Un potenziale "Centro nazionale di studi e di sperimentazione agraria"*. Italia Agricola, 109(12): 1-18.
- BENVENUTI A., COPPINI R.P., FAVILLI R., VOLPI A. (1991): *La Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa. Dall'Istituto Agrario di Cosimo Ridolfi ai nostri giorni*. Pacini Editore, Pisa, pp. 266.
- LORENZINI G. (2007): *I grandi numeri del CIRAA "Avanzi"*. L'Informatore Agrario, 63(24): 76-77.
- PAGLIALUNGA S. (curatore) (2001): *Tombolo: territorio della Basilica di San Piero a Grado*. Felici Editore, Pisa, pp. 303.



## Conclusioni

Nel 2003 il prof. Luciano Iacoponi, allora direttore del Centro Interdipartimentale “Enrico Avanzi”<sup>1</sup> dell’università di Pisa, aveva proposto all’Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli di presentare domanda di inserimento delle zone di Tombolo<sup>2</sup> e di San Rossore<sup>3</sup> tra le riserve della Biosfera del programma M.A.B. dell’Unesco<sup>4</sup>. I due ambiti territoriali erano proposti perché in tutto o in parte di proprietà o in gestione diretta ai due Enti.

Analizzando i documenti raccolti si convenne che forse era più opportuno estendere il perimetro della proposta di riserva a tutto il territorio del parco: non è necessaria una gestione diretta dei territori per proporre il loro inserimento

---

\* Ing. Sergio Paglialunga - Direttore Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli.

<sup>1</sup> Il Centro interdipartimentale “Enrico Avanzi” gestisce i terreni di proprietà dell’Università degli studi di Pisa, già facenti parte della Reale tenuta di Tombolo, sino alla caduta della monarchia, e attribuiti, negli anni ’50 “in uso perenne all’Università degli studi di Pisa”.

<sup>2</sup> Tombolo è un territorio situato tra l’Arno e lo Scolmatore d’Arno, e delimitato ad est dal canale dei Navicelli e ad ovest dal Mare Tirreno. Antico possedimento della Mensa Arcivescovile di Pisa, era passato alla Corona dopo l’Unità d’Italia. Nel 1932 la fascia costiera della tenuta era stata assegnata all’Ente Autonomo Tirrenia per lo sviluppo turistico del litorale. Dopo la caduta della Monarchia il territorio è entrato a far parte del demanio statale, in parte militare e in parte “ad uso perenne dell’Università di Pisa”. Recentemente questi ultimi terreni sono stati assegnati in proprietà all’Università di Pisa.

<sup>3</sup> La tenuta di San Rossore interessa il territorio compreso tra i fiumi Serchio ed Arno. Possedimento, nel medioevo, dell’Opera del duomo, è stata successivamente acquisita dai Granduchi di Toscana e governata come tenuta. Passata di proprietà, dopo l’unità d’Italia, ai Savoia e atata, dagli anni cinquanta del secolo scorso tenuta del presidente della Repubblica Italiana sino al 1999, anno in cui è transitata al demanio Regionale. Dal 2000 è gestita dall’Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli.

<sup>4</sup> Il concetto di riserva della biosfera si è sviluppato nell’UNESCO nel 1974, anno di istituzione, e fu sostanzialmente rivisitato nel 1995. Inizialmente si volevano individuare aree protette rappresentanti i principali ecosistemi del pianeta in cui le risorse genetiche sarebbero state conservate, In questo un ruolo importante doveva avere la ricerca scientifica e il monitoraggio.

tra le riserve della biosfera. Inoltre era sconveniente per l'Ente Parco concentrare l'attenzione alla sola tenuta di San Rossore, trascurando gli altri ambiti territoriali.

La Riserva della Biosfera è una qualifica internazionale assegnata dall'UNESCO per la conservazione e la protezione dell'ambiente all'interno del programma MAB<sup>5</sup> sull'uomo e la biosfera.

Le riserve della biosfera sono aree di significativi ecosistemi terrestri, costieri e marini in cui, attraverso un'appropriata gestione del territorio, si associa la conservazione dell'ecosistema e della sua biodiversità all'utilizzo sostenibile delle risorse naturali a beneficio delle comunità locali. Per far ciò occorrono attività di ricerca, di controllo, di educazione e formazione, attuando i programmi di Agenda 21, della Convenzione sulla Diversità Biologica e di altri accordi internazionali.

Le riserve della biosfera sono un laboratorio dove, con un approccio interdisciplinare e una visione a lungo termine, vengono studiate, testate ed applicate pratiche nuove per dirigere le attività umane e naturali, che permettano l'utilizzo delle risorse senza causare il loro depauperamento o la riduzione del patrimonio naturale.

Quando fu pensato il programma MAB, si voleva superare il metodo, allora in vigore, di conservazione basato sulla separazione totale di alcune zone speciali dal contesto circostante.

I criteri individuati per la designazione della riserva della biosfera sono:

- l'area deve racchiudere un mosaico di sistemi ecologici rappresentativi delle maggiori regioni biogeografiche, incluse quella a graduale antropizzazione;
- l'area deve essere significativa per la conservazione della diversità biologica;
- l'area deve fornire un'opportunità per lo sviluppo sostenibile a scala regionale;
- l'area deve avere una dimensione adeguata a svolgere le tre funzioni di Riserva della Biosfera;
- l'area deve aver adottato una zonizzazione appropriata;
- l'area deve avere una organizzazione amministrativa e gestionale rappresentativa;
- l'area deve avere meccanismi di implementazione.

I territori all'interno della riserva della biosfera hanno differenti funzioni.

---

<sup>5</sup> Man and Biosphere.

<sup>6</sup> Core areas.

Infatti accanto ad un nucleo centrale<sup>6</sup> nel quale l'obiettivo principale è la conservazione degli ecosistemi, sono presenti poi un'area tampone<sup>7</sup>, ove si sperimentano metodi di gestione delle risorse rispettosi dei processi naturali, e un'area di transizione esterna,<sup>8</sup> dove si svolgono le attività economiche per il miglioramento del benessere delle comunità locali.

Le riserve della biosfera sono state pensate per affrontare due delle più grandi sfide attuali: come preservare la diversità di piante, animali e microrganismi che rendono la nostra biosfera in grado di mantenere i salutaris ecosistemi naturali e, allo stesso tempo, come soddisfare i bisogni materiali e i desideri di un numero crescente di uomini; e come rendere compatibile la conservazione delle risorse biologiche con il loro uso da parte dell'uomo.

La proposta avanzata dal prof. Iaconi per l'Università di Pisa, condivisa ed abbracciata dal Consiglio Direttivo dell'Ente Parco, si è concretizzata con la preparazione<sup>9</sup> e l'invio della domanda e della relativa documentazione per la richiesta di inserimento tra le riserve della Biosfera della "Selva Pisa", al comitato MAB Italiano. Successivamente la proposta è stata inoltrata dallo stesso comitato a Parigi, per l'esame da parte dell'Assemblea Internazionale di Coordinamento del Programma MAB.

Il primo parere del Consiglio di Coordinamento Generale è stato di sospensione. Sono state richieste integrazioni relative

- al perimetro della riserva proposta;
- alla previsione di fasce tampone tra le aree interne e le aree esterne alla riserva, in particolare sulla fascia a mare;
- agli studi di carattere socio-economici.

Per predisporre le integrazioni è stata concordata con il comune di Pisa la nuova perimetrazione della riserva della Biosfera, inserendo anche i centri urbani di Tirrenia, Marina di Pisa e Calambrone:

Il perimetro è stato ulteriormente ampliato con una fascia a mare, tra la foce dell'Arno e Marina di Levante a Viareggio, di protezione delle zone interne, esplicitando le norme vigenti in tale fascia.

Il dossier è stato integrato con gli studi di carattere sociale ed economico,

---

<sup>7</sup> Buffer areas.

<sup>8</sup> Transition areas.

<sup>9</sup> Il formulario è stato predisposto con il coordinamento generale di Sergio Pagliarini (Ente Parco) la compilazione di Francesca Logli (Ente Parco) Rosalba Risaliti e Antonio Coli (Università di Pisa) la realizzazione cartografica di Cristina Giardi (Ente Parco) la consulenza Tecnica di Antonio Perfetti (Ente Parco), Paola Belloni, Marco Ginanni, Lucia Valentini e Riccardo Perioli (Università di Pisa) e la supervisione del prof. Luciano Iaconi (Università di Pisa).

non adeguatamente evidenziati nella prima proposta perché, ingannati dall'accezione che in Italia ha il termine riserva, erroneamente si era ritenuto che fosse necessario indicare gli studi di carattere naturalistico, per evidenziare le caratteristiche di rilevanza internazionale del territorio.

Il nuovo dossier è stato accolto positivamente dalla diciottesima Assemblea Internazionale di Coordinamento del Programma MAB che si è svolta a Parigi dal 25 al 29 ottobre 2004, che ha inserito la "Selva Pisana" tra le riserve della biosfera.

Il perimetro della riserva comprende l'intero perimetro del parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli e della sua area contigua, gli abitati di Marina Tirrenia e Calambrone e una fascia a mare dalla foce dell'Arno sino alla Marina di Levante a Viareggio.

Sono state individuate come zone centrali le aree che il piano per il parco individua come zone di riserva naturale, per la loro maggiore caratterizzazione di presenza di habitat e di biodiversità. Per una superficie complessiva di circa 2.300,00 ha

Le zone tampone sono state individuate nelle aree classificate dal piano per il parco come zone boscate, il lago e i corpi idrici, le zone umide e le paludi, gli arenili e le dune per circa 10.400,00 ha

Le zone di transizione esterne sono state individuate nelle aree definite dal piano per il parco come zone agricole, zone di recupero edilizio ed urbanistico e nelle zone non soggette al piano per il parco, con un'estensione complessiva di circa 10.800,00 ha.

Nel dossier sono inoltre esplicitate come si attuano le tre funzioni della riserva della biosfera: la conservazione, cioè il contributo alla conservazione dei paesaggi, degli ecosistemi, delle specie e della diversità genetica, lo sviluppo sostenibile e il supporto logistico per progetti di dimostrazione di attività di educazione ambientale e di formazione, di ricerca e monitoraggio sui problemi locali, regionali, nazionali e mondiali di conservazione e sviluppo sostenibile.

Ciò si attua innanzitutto attraverso gli strumenti di cui il parco si è dotato e che governano il territorio: Piano per il parco, regolamento, piani di gestione. Ma anche per le azioni e gli interventi che sono stati attuati dall'Ente Parco in questi anni. Mentre l'Università degli studi di Pisa ha attivato azioni di monitoraggio, di ricerca e di sperimentazione nella ricerca di forme innovative delle attività umane, compatibili con l'ambiente.

Nei criteri per la designazione sono stati evidenziati:

- le caratteristiche e la molteplicità degli habitat presenti;
- la ricchezza della diversità biologica presente e la sua significatività;

l'importanza dell'area per lo sviluppo sostenibile di un'area vasta all'interno della quale si trova;

- le dinamiche positive in atto per svolgere le tre funzioni della riserva della biosfera e le prospettive del loro sviluppo;
- la zonizzazione adottata;
- l'organizzazione amministrativa e gestionale. In questo caso l'estensione che è quasi totalmente compresa nel territorio del parco, semplifica i problemi perché l'organizzazione dell'Ente parco stesso è quella preposta anche alla riserva della biosfera.
- I meccanismi di implementazione in atto. In questo caso l'attività svolta dall'Ente Parco e dall'Università degli studi di Pisa hanno garantito la presenza di autorità, strumenti di gestione e di programmazione adeguati, oltre alla ricchezza di attività già svolte.

Il riconoscimento della riserva della biosfera di fatto ha aperto una nuova fase nelle modalità di gestione del territorio.

Le decisioni maturano sulla base di finalità condivise, tese alla ricerca di un equilibrio tra le esigenze della popolazione presente e le risorse ambientali e naturali presenti.

Ma quasi subito è stata avanzata la proposta di estendere la riserva della biosfera sia a sud in territorio livornese, sia a nord-est verso i Monti Pisani, evidenziando la necessità di politiche coordinate e fatte sulla base di scelte comuni e di finalità condivise.

Il riconoscimento internazionale dato dall'UNESCO, si è mostrato perciò come spunto per un cammino virtuoso per tutto il territorio circostante.

In particolare il comune di Collesalveti e il comune di Livorno, insieme alla Provincia labronica hanno manifestato la volontà di ampliare il perimetro della riserva a sud, sia nell'area collinare sia inserendo la prossima area protetta marina delle riserve marine delle Secche della Meloria.

Inoltre il comune di San Giuliano Terme, che è all'interno della Selva Pisana per la parte più occidentale del suo territorio, ha manifestato la volontà di estendere la riserva della biosfera anche ai Monti Pisani.

La scelta iniziale di far coincidere il territorio della riserva della biosfera con quello del parco regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, ampliato poi ad alcuni territori del comune di Pisa su richiesta della commissione internazionale MAB di valutazione, ha semplificato la predisposizione del dossier necessario per presentare la domanda, ed ha risolto le necessità organizzative e amministrative necessarie. Forse è stata la strategia giusta per rendere più semplice l'inserimento del territorio tra le riserve della biosfera. Ma ora oc-

corre accettare a pieno la sfida della sostenibilità propria del programma MAB ed ampliare il territorio della riserva per comprendere anche i comuni delle colline livornesi e del Monte Pisano.

Ampliare il territorio significa iniziare un cammino di concertazione tra i soggetti locali, pubblici e privati, per un cammino sostenibile da attuare nel territorio. Infatti l'istituzione della riserva non comporta l'imposizione di nuovi vincoli o di nuovi regolamenti, ma le scelte sul territorio restano di piena competenza degli enti locali previsti dall'ordinamento nazionale. È la qualità delle scelte operate che deve caratterizzare la vita della riserva della biosfera. Scelte operate volontariamente dai vari soggetti in un processo coordinato tra gli stessi. È quindi essenziale la volontarietà dell'adesione e la decisione di compiere un percorso reale di sviluppo sostenibile, con gli strumenti propri delle pubbliche amministrazioni, ma anche con il coinvolgimento dei soggetti privati che operano sul territorio. Questo è il vero nuovo passo per la nostra riserva della Biosfera.

Sergio Paglialunga

















*Finito di stampare  
nel mese di ottobre 2009  
per conto della Giovane Holden Edizioni sas  
da Grafiche Cappelli - Osmannoro - Sesto Fiorentino  
Printed in Italy*





ISBN 978-88-95214-81-8



9 788895 214818