

Impronta Ecologica e analisi eMergetica

Applicazione locale dei nuovi
indicatori di sostenibilità ambientale



PROVINCIA DI VENEZIA



Assessorato alle
Politiche Ambientali





PROVINCIA DI VENEZIA



**Assessorato alle
Politiche Ambientali**

Assessore alle Politiche Ambientali

Ezio Da Villa

Dirigente:

Massimo Gattolin

U.O. Sviluppo Sostenibile ed Educazione Ambientale:

Enrica Marra

Giampietro Manente

Giorgia Lando

Raffaele Scantamburlo

Testi di:

Enrico Galeazzo

Progetto Grafico: Giorgia Revelli

Stampa: Grafiche Biesse s.a.s.

Fotografie

Michele Zanetti, Archivio Limosa,

Associazione per la Laguna di Caorle e Bibione

Provincia di Venezia

Settore Politiche Ambientali

Via Forte Marghera 191

30173 Mestre – Venezia

www.politicheambientali.provincia.venezia.it

Direzione e coordinamento scientifico:

Prof. Enzo Tiezzi

Prof. Nadia Marchettini

Ing. Simone Bastianoni

Responsabili scientifici del progetto:

Dr. Federico M. Pulselli

Dr. Valentina Niccolucci

Responsabili per l'Impronta Ecologica:

Dr. Marco Bagliani

Dr. Silvia Battaglia

Ilaria Coscia

Hanno collaborato:

Dr. Laura Fugaro, Dr. Fabiana Mapelli,

Dr. Ilaria Pricipi, Arch. Riccardo M. Pulselli, Dr. Roberto Ridolfi,

Arch. Marco Rosini,

Dr. Ludovico Susani, Dr. Angelo Facchini, Dr. Federico Rossi

E' consentita la riproduzione dei testi e delle illustrazioni citandone la fonte

Il presente volume è stampato su carte delle Cartiere Fedrigoni

Freelife Vellum e Symbol Freelife

ISBN: 88-89105-18-6

Impronta Ecologica e analisi eMergetica

**Applicazione locale dei nuovi indicatori
di sostenibilità ambientale**

Impronta Ecologica e analisi eMergetica

Applicazione locale dei nuovi indicatori di sostenibilità ambientale

IMPRONTA ECOLOGICA E ANALISI EMERGETICA DELLA PROVINCIA DI VENEZIA	6
L'ora della bancarotta ecologica	7
Capitolo 1:	
STUDIO DI SOSTENIBILITA' DELLA PROVINCIA DI VENEZIA	10
"Non esistono venti favorevoli per chi non sa dove andare"	11
Un indicatore della sostenibilità ambientale: l'Impronta Ecologica	13
L'analisi eMergetica	15
Come una sintesi	17
Capitolo 2:	
SISTEMI ED INDICATORI BIOLOGICI	20
Sviluppo sostenibile e sostenibilità ambientale	21
Il calcolo dell'Impronta Ecologica	23
Il calcolo della Biocapacità	26
L'Impronta Ecologica delle nazioni	27
L'analisi eMergetica	29
Raccolta delle informazioni sul territorio	34
Capitolo 3:	
ANALISI E RISULTATI: IMPRONTA ECOLOGICA	36
L'Impronta Ecologica della provincia di Venezia	37
Metodo dello studio	41
Risultati dello studio	43
La Biocapacità della provincia di Venezia	52
Capitolo 4:	
ANALISI E RISULTATI: EMERGIA	54
Analisi eMergetica della provincia di Venezia e dei suoi bacini	55
Il modello	59
Calcolo flussi eMergetici	62
Risultati dello studio	76
Capitolo 5:	
L'AMBIENTE LAGUNA	78
La Biocapacità dell'ecosistema laguna	79
Sostenibilità in laguna	98
Capitolo 6:	
L'IMPATTO DEL TURISMO	100
L'Impronta Ecologica del turismo	101
L'Impronta Ecologica totale dei turisti nella provincia	109
Capitolo 7:	
CONSIDERAZIONI FINALI	114

IMPRONTA ECOLOGICA E ANALISI EMERGETICA

Applicazione locale dei
nuovi indicatori di sostenibilità



L'ora della bancarotta ecologica

Agli oltre 850.000 mila abitanti della provincia di Venezia, il territorio compreso tra le foci di Adige e Tagliamento non basta più... e da un bel po' di tempo, purtroppo! I nostri attuali consumi sono infatti tre volte superiori alle risorse che la natura ci ha messo a disposizione. Per vivere dobbiamo ricorrere a servizi, prodotti che provengono da altri luoghi.

E' questo forse il dato più sconcertante tra quelli emersi dall'Analisi di sostenibilità della provincia di Venezia che è stata condotta da un gruppo di studio il quale si è avvalso, nel corso della sua ricerca, di alcuni importanti ed innovativi indicatori: la Biocapacità Locale, l'Impronta Ecologica e l'Analisi eMergetica. Tutti concetti che verranno spiegati nel modo più semplice ed esaustivo nei capitoli che seguono.

Concetti che però, alla fin fine, ci dicono che se continueremo a consumare più risorse di quelle che la natura ci fornisce in modo rinnovabile, a mangiarci il capitale biologico accumulato in oltre tre miliardi di anni di evoluzione, non faremo altro che avvicinare ulteriormente quella che gli analisti hanno definito Earth Overshoot Day: l'ora della bancarotta ecologica. Nel 2008, a livello globale, abbiamo consumato quasi il 40% in più di quello che la natura poteva offrirci senza impoverirsi. Secondo le proiezioni delle Nazioni Unite,



nel 2050, se non si prenderanno provvedimenti, per soddisfare le nostre esigenze di vita avremmo bisogno di un secondo pianeta. E visto che è difficile ipotizzare per quell'epoca il trasferimento in un altro mondo, per arginare il sovraconsumo bisognerà agire sul doppio fronte delle tecnologie e dello stile di vita. Uno sforzo che deve coinvolgere tutti, governi, istituzioni, enti locali e singoli cittadini, perché anche i piccoli gesti quotidiani di sensibilità ambientale contribuiranno a ridurre la nostra personale Impronta Ecologica, cioè il segno che ognuno di noi lascia sul pianeta prelevando ciò di cui ha bisogno per vivere ed eliminando ciò che non gli serve più.

Lo Studio di sostenibilità della provincia di Venezia, voluto dall'assessorato provinciale alle Politiche Ambientali e curato dal gruppo di ricerca diretto dal professor Enzo Tiezzi, ci indica alcune strade da seguire per riconquistare, o non perdere definitivamente, il necessario rapporto con le tradizioni, la storia, la natura della nostra terra.



STUDIO DI
SOSTENIBILITA'
DELLA
PROVINCIA
DI VENEZIA

1



“Non esistono venti favorevoli per chi non sa dove andare”

Ezio da Villa
Assessore all'Ambiente
Provincia di Venezia

“Non esistono venti favorevoli per chi non sa dove andare”. La frase è attribuita a Seneca, filosofo e uomo d'ingegno di origine spagnola, al servizio dell'imperatore romano Caligola e addirittura precettore di Nerone, personaggio che in quanto a sprechi e distruzione non teme confronti. Seneca, che era un saggio, aveva lanciato un monito ai suoi contemporanei e certamente nella sua preveggenza anche agli uomini e alle donne dei nostri tempi. Per quanto inascoltato, il messaggio è semplice: Seneca ci vuol dire che è inutile navigare con il vento in poppa se non ci si prefigge una meta. Rincorrere il futuro, la modernità a tutti i costi, senza un progetto definito non porta da nessuna parte, se non allo spreco di energie, capacità, intelletto. Si potrà approdare in un qualche isolotto apparentemente bellissimo, temporaneamente soddisfacente, ma...

Alla fine si fanno i conti, ed il prezzo di una deriva sferzata e senza limiti se non lo paghiamo noi, lo pagherà qualcun altro, i nostri figli e nipoti. E' inevitabile, chi troppo vuole nulla stringe.

Veniamo a noi, uomini e donne del XXI secolo, perché ora parleremo del tempo e dei luoghi in cui viviamo, la provincia di Venezia. Per sostenere il nostro stile di vita



avremmo bisogno di spazi ben più ampi di quelli che la storia e la natura ci hanno consegnato. La Biocapacità Locale, cioè l'insieme delle risorse, dei beni e dei servizi che l'ambiente ci mette a disposizione, non ci basta più. Troppo spesso, non ci rendiamo conto che la crescita, il progresso, la modernità, comunque e dovunque, non possono essere senza limiti, in un pianeta, in un territorio le cui risorse sono limitate – per intenderci, è come il conto in banca, a suon di consumare andremo in rosso, poi andremo sotto il fido e a questo punto il direttore ci farà una telefonata per avvisarci che la situazione è grave, insostenibile, rischiamo il fallimento - che cosa facciamo? In molti casi ci benderemo gli occhi, assecondando i tradizionali meccanismi dell'economia che ci spingono a cercare in altri luoghi beni fondamentali appartenenti ad altre comunità. In pratica chiederemo prestiti laddove pensiamo di poterne recuperare, lontano dai debitori vicini, che ci conoscono bene e lasciando un buco nel conto corrente, nella speranza che il direttore della nostra banca cambi presto o per qualche vicissitudine finanziaria ci lasci in pace e si dimentichi di noi.

Così facendo poniamo un'Impronta Ecologica tanto profonda che il deficit ecologico conseguente avrà dimensioni tali non solo da condizionare la qualità della vita di noi, donne e uomini di oggi, ma anche quella delle generazioni future. Un esempio? Gli studiosi ci dicono che i nostri attuali consumi sono talmente elevati da richiedere alla natura servizi, beni, prodotti in quantità tre volte superiori a quanto fornito dalla sola provincia di Venezia. Resta il fatto che ne disponiamo di una soltanto.

Abbiamo finora sommariamente introdotto due concetti che ci permettono di analizzare il tema della sostenibilità, la Biocapacità Locale e l'Impronta Ecologica.

Utilizzandone un altro, l'Analisi eMergetica, noteremmo che il flusso di materie e di energia che converge nelle nostre città, ma anche nei paesi e nelle campagne, è così intenso, che è costituito da capitale naturale locale soltanto in una piccola percentuale, tutto il resto viene da fuori, da sistemi esterni.

Tornando a Seneca e al suo saggio rimprovero, potremmo dire che nonostante il vento favorevole - finché tira - non sappiamo proprio dove vogliamo arrivare. Siamo diventati dei grandi trasformatori che non si accorgono (ma non tutti sono inconsapevolmente sprovveduti) di "guadagnare", alla fine, se non l'impoverimento graduale dei suoli, delle acque, del patrimonio naturale, storico e paesaggistico che ci è stato dato in prestito dai nostri avi. Senza accorgercene, anzi, pensando l'esatto contrario, stiamo perdendo molto in termini di "qualità della vita": più telefonini, auto superaccessoriate, elettrodomestici sofisticati, ma sempre meno aria pura, zone verdi, mare pulito e acque limpide che ci dissetino.

Bisogna cambiare rotta, forse affidarsi a venti all'apparenza meno favorevoli, ma che ci permettano di approdare in lidi più sicuri, dobbiamo dare fondamento scientifico ed impulso a nuove forme di gestione del territorio.

Un indicatore della sostenibilità ambientale: l'Impronta Ecologica



La Sostenibilità è ricerca di equilibrio tra le attività umane e la biosfera, con le sue dinamiche, che sono generalmente più lente.

Le teorie dello sviluppo sostenibile ci pongono un nuovo paradigma: non più un'economia basata essenzialmente su due parametri, il lavoro e il capitale, ma un'economia ecologica che riconosce l'esistenza di almeno tre parametri, il lavoro, il "capitale naturale" e il "capitale prodotto dall'uomo". Con "capitale naturale" si intende l'insieme dei sistemi naturali (mari, fiumi, laghi, flora, fauna, etc.), i prodotti agricoli, della pesca, della caccia e della raccolta, che su questo si basano, ma anche il patrimonio artistico-culturale presente nel territorio.

Per la gestione delle risorse ci sono due principi di sviluppo sostenibile. Il primo è che la velocità del prelievo dev'essere pari alla velocità di rigenerazione (rendimento sostenibile). Il secondo, che la velocità di produzione dei rifiuti dev'essere uguale alle capacità naturali di assorbimento da parte degli ecosistemi in cui i rifiuti vengono emessi.

L'interfaccia tra ambiente e società umana è molto spesso il mercato, dove le risorse vengono sfruttate e vendute. In questo processo, l'ambiente deve sostenere alcune trasformazioni che possono turbare la stabilità della biosfera nel suo insieme. E' sempre più importante che gli uomini considerino le conseguenze ambientali delle proprie decisioni economiche, in una scala temporale molto più lunga di quanto fatto finora. Questo è indispensabile, se vogliamo affrontare adeguatamente i problemi di sostenibilità dei processi decisionali in materia di politica economica.

Troppo spesso l'economia, con il suo ristretto intervallo temporale e il suo limitato e chiuso sistema di valori, è il criterio guida che sta alla base delle decisioni politiche.

Il nuovo sistema di indicatori per la politica economico-ambientale (dall'Analisi eMergetica all'Impronta Ecologica) è in grado di riconoscere le differenze tra preferenze umane individuali di breve periodo e benessere collettivo di lungo periodo ed è utile per determinare quantitativamente il valore di una risorsa sulla scala macroscopica della società e dell'ambiente. Con questa metodologia di analisi è possibile confrontare il valore di sistemi naturali ed umani e dei loro prodotti, così da determinare l'importanza relativa, il contributo al benessere complessivo ed alla sostenibilità della biosfera.

Le analisi energetica ed economica tradizionali di solito trascurano gli input (cioè gli apporti), che non sono in

grado di valutare su una base monetaria o energetica. Così facendo, differenti input hanno diverse unità di misura ed è impossibile un bilancio completo.

Anche per questi motivi la Commissione Europea ha messo a punto, attraverso un gruppo di lavoro cui hanno partecipato esperti dei Paesi membri con il contributo dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, un set di indicatori concepito per monitorare l'orientamento alla sostenibilità delle città.

Si tratta di 5 Indicatori obbligatori e 5 facoltativi, cui è stata aggiunta di recente l'Impronta Ecologica. L'iniziativa si chiama "Verso un profilo di sostenibilità locale, indicatori comuni europei".

La campagna per la loro adozione prevede l'adesione dei Comuni al gruppo di sperimentazione. Questi Indicatori prevedono delle condizioni, ne citiamo alcune: la soddisfazione dei cittadini con riferimento alla comunità locale; la soddisfazione dei cittadini (in generale e con riferimento a specifiche caratteristiche del Comune di appartenenza); il contributo locale al cambiamento climatico globale; la mobilità locale ed il trasporto passeggeri; il numero degli spostamenti, tempo e modo di trasporto impiegato, distanze percorse; l'accessibilità alle aree verdi ed ai servizi locali; la qualità dell'aria locale, etc.

Alcuni dei principi di sostenibilità alla base della selezione degli Indicatori sono: la promozione dell'occupazione e dell'impresa secondo modalità che minaccino in misura minimale le risorse naturali e l'ambiente; la minimizzazione dell'uso delle risorse naturali, del territorio, della produzione di rifiuti e di sostanze inquinanti; l'accrescimento della biodiversità; la protezione, conservazione ed il recupero di valori storici, culturali ed architettonici, ma anche l'accesso a servizi di base adeguati ed economici per tutti o la partecipazione di

tutti i settori della comunità locale ai processi decisionali.

Tutto ciò, necessita di un prelievo di Biocapacità, ovvero di servizi naturali, di bioproduttività, di una data area. I servizi che la Biocapacità considera vanno dalle terre arabili ai pascoli, dalle foreste alle aree marine produttive e comprende, in parte, aree edificate o in degrado.

L'Impronta Ecologica misura invece la quantità di area bioproduttiva (sia essa terra o acqua), di servizi naturali, insomma, di cui una popolazione necessita per ottenere tutte le risorse che consuma e per assorbire i rifiuti che genera con il proprio stile di vita. L'Impronta indica pertanto la domanda di Biocapacità.

Per via dei meccanismi di mercato, le aree da cui si prelevano i servizi possono essere ubicate ovunque sul pianeta e l'Impronta consente di valutarle in modo aggregato ed omogeneo.

L'Impronta è dunque utile per correlare lo stile di vita ed i consumi di una popolazione con "la quantità di natura" che serve per sostenerla a tempo indeterminato. Questa "quantità di natura" - espressa in ettari di territorio biologicamente produttivo - comprende sia le risorse naturali necessarie per mantenere quel tipo di vita e di consumi (campi per produrre grano, alberi per la carta, terreno per il costruito, etc.), sia gli spazi ambientali necessari per smaltire i rifiuti generati, per esempio gli ettari di foreste necessari per assorbire l'anidride carbonica prodotta dalle auto. In pratica l'Impronta rappresenta "il peso", espresso in ettari, che ogni popolazione ha sull'ambiente.

Dal punto di vista dell'equilibrio ecologico se l'Impronta è minore della Biocapacità - cioè con la produttività dei servizi naturali - tutto va bene, se è maggiore c'è da preoccuparsi perché significa che la popolazione esaminata preleva risorse dai territori esterni ai suoi confini. Per fare

un esempio, se si desse il livello di vita dell'italiano medio a tutti gli abitanti della Terra occorrerebbe la produttività di due pianeti e questo, chiaramente, non è possibile.

L'Impronta dell'Italia è di 3,8 ettari pro capite mentre la Biocapacità dell'Italia è pari a 1,3 ettari. Questo significa che l'Italia ha un deficit ecologico pro capite pari a 2,5 ettari. In altre parole gli italiani per non gravare sul resto del mondo avrebbero bisogno della Biocapacità di almeno altre due "Italie".

Va detto che il benessere non corrisponde necessariamente al valore definito dall'Impronta di una popolazione: un americano, uno svedese o un italiano, infatti, hanno raggiunto un livello di benessere paragonabile, ma ottengono valori comunque dissimili nell'Impronta. Questo fa pensare che si possa operare per ridurre l'Impronta di una popolazione senza diminuirne il grado di benessere. Immaginiamo di progettare una nuova società, più equa: in questo caso, possiamo partire da un valore medio disponibile (crescita demografica permettendo), di circa 1,8 ettari a testa. I sistemi e le tecnologie per rispettare i valori di equità ecologica sono molteplici: vanno dal risparmio energetico alla condisione dei mezzi di mobilità, dal consumo di alimenti locali alla produzione di oggetti riparabili, senza i costi dell' "usa e getta".

L'Impronta Ecologica non riguarda soltanto le popolazioni, coinvolge gli individui e quindi noi tutti. I nostri comportamenti ed abitudini contribuiscono a determinare i valori della nostra personale Impronta Ecologica. Più avanti vedremo come le nostre abitudini, la nostra quotidianità, influisca sull'Impronta Ecologica; ma non solo, vedremo come una buona Amministrazione Pubblica, locale, nazionale sovranazionale, possa determinare dei cambiamenti positivi sulla qualità della vita di noi tutti.

L'analisi eMergetica

In questo paragrafo parleremo di eMergia, (d'ora in avanti *eMergia*), da non confondersi con l'energia, anche se i due termini sono correlati. Sappiamo che per far funzionare un telefono cellulare, o uno spazzolino da denti elettrico abbiamo bisogno di energia. Il cui valore siamo in grado di quantificare soprattutto quando ci arrivano a casa le bollette. Anche la bistecca, o il latte hanno un costo energetico: per produrli c'è bisogno di persone, pascoli, mezzi come trattori, camion, congelatori. L'*eMergia* non è un costo, ma un indicatore di Sostenibilità ambientale, uno strumento che gli studiosi di ecologia utilizzano per decifrare la realtà in cui viviamo e tentare di migliorarla. Qualsiasi processo di trasformazione sfrutta risorse di natura diversa, la maggior parte delle quali è il risultato di trasformazioni di risorse avvenute in precedenza. Per fare un quadro globale di Sostenibilità bisogna trovare la risorsa originaria, ciò che può essere considerata inesauribile.

Questa è la radiazione solare che, per l'utilizzo che ne fa l'uomo, può essere considerata inestinguibile. L'obiettivo è quello di quantificare in modo preciso la quantità di radiazione solare necessaria per produrre l'unità di massa o di energia di qualunque altro tipo di risorsa. Dietro ad ogni tecnologia produttiva c'è, dunque, una catena di tipo energetico.

In questo senso, per ogni sistema, diversi input di energia "rozza" sono necessari per dar luogo ad un tipo di energia "nobile", cioè più versatile nell'uso, facile da trasportare che ha maggiore potenzialità di esercitare una funzione di controllo sull'intero sistema. Ad esempio, per produrre energia elettrica è necessaria una grande quantità di energia nella forma di combustibile e di im-

pianti. La quantità di energia elettrica è molto minore della somma delle energie necessarie per ottenerla, ma la sua produzione può essere ugualmente vantaggiosa perché l'energia elettrica è molto più "flessibile" e quindi in grado di rinforzare il sistema complessivo di cui l'impianto è parte. In generale si può dire che un'unità (joule), di energia solare, un'unità di carbone e una di energia elettrica, anche se rappresentano la stessa quantità di energia, ne hanno una qualità diversa, nel senso che le loro potenzialità sono diverse.

Si definisce allora eMergia la quantità di energia solare necessaria per ottenere un prodotto o un flusso di energia in un dato processo; la sua unità di misura è il solar eMergy joule (sej).



Il flusso eMergetico necessario per un dato processo diviene quindi un indice del costo ambientale presente e passato per supportarlo. Il termine *eMergia* può infatti essere considerato come una "energy memory", cioè come la memoria di tutta l'energia solare spesa durante un processo. Poiché l'approccio eMergetico è in grado di tenere conto del lavoro che l'ambiente ha dovuto svolgere per produrre un certo bene, è

di fondamentale importanza per una definizione della Sostenibilità, per un utilizzo del capitale naturale e di quello creato dall'uomo, che sia corretto non soltanto da un punto di vista economico, ma anche ambientale.

Più grande è la quantità di energia solare, ovvero il flusso eMergetico, che sostiene un dato processo, maggiore è il costo ambientale necessario a mantenerlo.

L'analisi eMergetica consiste nel calcolare l'*eMergia* di ogni stadio di trasformazione. Attraverso questo tipo di analisi è possibile valutare lo sviluppo tecnologico, l'uso di risorse, la sostenibilità nel lungo periodo e l'equilibrio degli scambi commerciali con altri Paesi. La disponibilità di *eMergia* totale per un territorio e l'uso di *eMergia* pro-capite suggeriscono una misura dello standard di vita medio di una nazione, molto più che l'uso di petrolio o di elettricità pro-capite, come di solito viene fatto. Ad esempio il consumo di elettricità diminuisce con l'affermarsi della tecnologia elettronica rispetto a quella elettrica, ma questo non vuol dire che il livello tecnologico e lo standard di vita (cioè la disponibilità potenziale di risorse e beni), diminuiscono.

Tali considerazioni servono per valutare e monetizzare gli impatti ambientali. Se un prodotto ha un elevato valore di *transformity* (si tratta di un coefficiente di conversione tra le varie forme di energia) ciò dà adito a due importanti e possibili interpretazioni: il prodotto ha un'elevata complessità ed un alto livello organizzativo - si trova in una posizione nobile - oppure il processo che porta a quel prodotto è altamente inefficiente e gli sprechi sono elevati.

Nel primo caso è impossibile ridurre significativamente la *transformity*, nel secondo è invece possibile. Un

processo inefficiente è un processo dannoso in termini ambientali.

I beni reali (cibo, indumenti, case, materiali, acqua, gioielli, conoscenza, letteratura, arte, etc.), possono essere valutati tramite la rispettiva *eMergia*. Il denaro permette di acquistare beni reali secondo il prezzo del mercato. Dividendo l'uso totale di *eMergia* di un Paese per il rispettivo Prodotto Interno Lordo (PIL) si ottiene il rapporto *eMergia*/denaro. I rapporti *eMergia*/denaro di due Paesi permettono di valutare il reale profitto in beni del rispettivo commercio internazionale e dei rispettivi scambi finanziari.

Abbiamo finora illustrato alcuni degli indicatori che studiano la sostenibilità ambientale del pianeta, nei prossimi capitoli vedremo come questi criteri d'analisi possano essere utilizzati per migliorare la qualità della vita nel nostro territorio.

Come una sintesi

Una sintesi dei risultati derivanti dall'analisi dell'Impronta Ecologica e dell'*eMergia* condotta dal gruppo di lavoro diretto dal professor Tiezzi non può che partire dai valori totali dell'Impronta Ecologica pro capite (4,68 ha eq - ettari equivalenti - pro capite) e della biocapacità pro capite, che, con 1,45 ha eq pro capite, è in grado di coprire solo il 30,8% dell'utilizzo di servizi naturali da parte della popolazione residente nella provincia di Venezia, lasciando un deficit ecologico del 69,2%. Questo dato sottolinea una situazione di elevato deficit ambientale, dovuta sia ad una Impronta Ecologica più elevata della media italiana, sia ad una

bassa biocapacità disponibile.

La quantità totale di servizi ecologici utilizzata per vivere dagli abitanti della provincia di Venezia, rappresentata dalla misura dell'Impronta Ecologica, risulta superiore alla media nazionale del 22% circa e oltrepassa di molto la quota di spazio ecologico medio disponibile pro capite a livello planetario, che si attesta intorno a 1,90 ha eq pro capite. Se comparata alla biocapacità globale, ossia alle capacità rigenerative medie globali degli ecosistemi, la situazione della provincia di Venezia risulta quindi ambientalmente poco sostenibile.

Una buona percentuale (69,3%) dell'Impronta Ecologica ricade direttamente sulle scelte dei singoli cittadini e riguarda soprattutto l'alto uso di energia (per i trasporti, per l'illuminazione e per il funzionamento di elettrodomestici), gli elevati consumi di beni e servizi ad alto contenuto energetico, o le abitudini alimentari orientate verso diete con grande consumo di carne. L'altra componente dell'Impronta Ecologica (30,7%) è direttamente o indirettamente influenzabile da azioni e politiche da parte della Pubblica Amministrazione e riguarda le problematiche dei trasporti, dello smaltimento dei rifiuti, del riscaldamento e dei servizi pubblici.

Per quanto riguarda la Biocapacità del territorio provinciale, si vedrà come le lagune della provincia, pur occupando soltanto il 24,4 % circa dell'intero territorio, offrano una Biocapacità pari al 62% circa della produttività totale. Tale risultato è infatti confermato dalla straordinaria produttività della laguna di Venezia. Tuttavia, ad un'analisi attenta dell'attuale situazione, si noterà come questi altissimi valori siano, almeno in parte, imputabili alla pesca della vongola filippina, *Tapes philippinarum*. La sua massiccia presenza e i metodi di

raccolta presentano comunque notevoli conseguenze sull'ecosistema lagunare tanto da rischiare di rendere insostenibile l'attuale attività di pesca, sia da un punto di vista ecologico-ambientale che, negli ultimi anni, da un punto di vista economico.

L'analisi ambientale relativa al turismo distingue tra le componenti di Impronta Ecologica legate al soggiorno, che producono impatto direttamente sulla provincia (energia, combustibile per usi domestici, uso del suolo, alimenti, acqua, rifiuti) e il viaggio, legato ai trasporti, che produce un impatto di tipo globale.

Relativamente all'impatto del turismo sulla provincia di Venezia, sarà interessante osservare che il soggiorno dei turisti fa peggiorare del 12,3% circa la situazione di deficit ecologico che caratterizza la provincia. Il maggiore contributo di Impronta Ecologica è causato dai turisti provenienti dall'Italia, non perché abbiano uno "stile turistico" più impattante, ma perché sono di gran lunga i più numerosi, seguiti a ruota, come presenze e come impatto ambientale, dai tedeschi.

La comparazione tra l'Impronta Ecologica giornaliera del turista medio (0,0112 ha eq pro capite/giorno) e dell'abitante medio della provincia di Venezia (0,0128 ha procapite/giorno) fa emergere una grande vicinanza di valori. Esiste un forte parallelismo anche nella distribuzione dell'Impronta tra le varie categorie di terreno ecologicamente produttivo: la percentuale più elevata è quella del terreno per l'energia (66,9% per i turisti e 62,5% per la popolazione residente).



SISTEMI ED INDICATORI BIOLOGICI

2



Sviluppo sostenibile e sostenibilità ambientale



Il concetto di sviluppo sostenibile si è grandemente diffuso a partire dal 1987, da allora le definizioni si sono moltiplicate, collezionando sfumature e sottolineature diverse. Questa moltiplicazione ha però concorso a svuotarlo di ogni preciso significato e a spogliarlo di qualunque operatività, disinnescandone così la forza iniziale. In quest'analisi, perciò, non si farà riferimento al concetto di sviluppo sostenibile, quanto piuttosto a quello, più limitato e preciso, di sostenibilità ambientale, concetto direttamente legato alle proprietà e alle caratteristiche dell'oggetto cui si riferisce: l'ambiente, appunto. Gli ecosistemi pur essendo caratterizzati da proprietà e modalità di funzionamento sicuramente complesse, sono comunque oggetti studiabili, di cui si possono stimare i ritmi di crescita, i tassi di rigenerazione, le velocità di smaltimento. L'operazione di descrivere e quantificare, seppure all'interno di un certo margine di approssimazione, le dinamiche dei sistemi ecologici, permette di evidenziarne i limiti e le fragilità e di rendere operativo il concetto di sostenibilità ambientale. Diventa quindi evidente l'importanza che riveste la scelta di indicatori adatti a stimare l'impatto delle attività umane sull'ambiente. Prima di entrare nel vivo della presentazione dell'Impronta Ecologica e della Biocapacità, gli indicatori scelti per questa analisi, è opportuno introdurre brevemente alcune delle proprietà più importanti che caratterizzano gli ecosistemi e che sono alla base dello studio di sostenibilità della provincia di Venezia.

Negli ultimi decenni gli studi nel campo della biologia e dell'ecologia hanno dimostrato che il ruolo dei sistemi naturali è tutt'altro che passivo: l'insieme degli ecosistemi fornisce un grandissimo numero di **servizi ecologici** che sono vitali per la sopravvivenza della specie umana (e non solo). Tra questi citiamo:

- la cattura dell'energia solare e la sua successiva messa a disposizione sotto forma di biomassa;

- la regolazione della composizione dell'atmosfera (regolazione dell'ossigeno, dell'anidride carbonica, etc.);

- la regolazione del clima;

- la formazione del suolo;

- la fissazione dei terreni ed il controllo dell'erosione;

- la fissazione dell'azoto nei suoli;

- la decomposizione ed il riciclo dei rifiuti organici;

- il controllo dell'inquinamento, tra cui la depurazione delle acque e dell'atmosfera;

- il controllo biologico di malattie ed infestazioni;

- la regolazione del ciclo dell'acqua;

- l'impollinazione.

Tutti i servizi qui elencati contribuiscono, direttamente o indirettamente, a rendere vivibile, per l'uomo e per molte altre specie viventi, il nostro pianeta.

Pertanto il raggiungimento della sostenibilità ambientale non è più soltanto riconducibile ad un problema di impatto ambientale e della sua riduzione (ruolo passivo degli ecosistemi), quanto ad un corretto uso dei servizi erogati dalla natura (ruolo attivo degli ecosistemi). Una definizione coerente ed appropriata di **sostenibilità ambientale** dovrebbe quindi partire dalla considerazione dei servizi offerti dalla natura e confrontare i tassi con cui tali servizi sono richiesti dall'uomo con i ritmi naturali di erogazione. Si potrà quindi definire ambientalmente sostenibile quell'azione che comporta un utilizzo, diretto e/o indiretto dei servizi naturali, con un tasso inferiore o uguale a quello proprio di erogazione da parte della natura.

Un esempio: l'utilizzo di servizi di produzione di biomassa, quali il pascolo di animali che si nutrono di erba, sarà sostenibile soltanto se l'erba verrà brucata ad un tasso inferiore o uguale a quello naturale di ricrescita. In caso contrario il pascolo sarà condannato alla desertificazione.



Le considerazioni sul ruolo attivo degli ecosistemi rivestono una parte importante nella scelta di indicatori che siano in grado di stimare la sostenibilità ambientale di una regione o di una popolazione. In generale tali indicatori, dovendo valutare contemporaneamente e sommare gli usi di differenti tipi di servizi naturali, individuano un “denominatore comune” per riportare ad un’unica misura: la stima quantitativa dei diversi servizi naturali. Esistono vari indicatori con queste caratteristiche tra cui ricordiamo:

- Impronta Ecologica;
- indicatori eMergetici;
- indicatori che, per stimare l’entità dei servizi naturali fruiti, non utilizzano un fattore interno alla dinamica degli ecosistemi (come fanno invece l’eMergia e l’Impronta Ecologica), ma forniscono una valutazione monetaria.

Il calcolo dell’Impronta Ecologica

L’Impronta Ecologica è stata introdotta da Wackernagel e Rees dell’Università della British Columbia, Canada, a partire dagli anni ’90. Si tratta di un indicatore sintetico di sostenibilità ambientale in grado di stimare la quantità totale di servizi ecologici che una popolazione utilizza per vivere, calcolando l’area totale di ecosistemi terrestri e acquatici necessaria per fornire,

in modo sostenibile, tutte le risorse utilizzate e per assorbire, sempre in modo sostenibile, tutte le emissioni prodotte. La formulazione teorica dell’Impronta Ecologica considera quindi tutti i servizi ecologici che concorrono al mantenimento di una popolazione: sia quelli “a monte” che permettono l’estrazione di risorse dall’ambiente, sia quelli “a valle” che consentono la depurazione delle emissioni.

È interessante confrontare il concetto di Impronta Ecologica con quello di Capacità di Carico. Quest’ultima grandezza è definita come il carico massimo, esercitato dalla popolazione di una certa specie, che un determinato territorio può supportare senza che venga permanentemente compromessa la produttività del territorio stesso. L’Impronta Ecologica rappresenta quindi la quota di Capacità di Carico di cui si è appropriata la popolazione umana residente nell’area considerata. L’analisi dell’Impronta Ecologica rovescia, in un certo senso, il concetto di Capacità di Carico: l’attenzione infatti non viene posta sulla determinazione della massima popolazione umana che un’area può supportare, bensì sul computo del territorio biologicamente produttivo effettivamente utilizzato dai residenti, indipendentemente dal fatto che questa superficie coincida con il territorio su cui la popolazione stessa vive.

Nella formulazione classica proposta da Wackernagel e Rees, il calcolo dell’Impronta Ecologica si basa sui consumi medi della popolazione partendo dal presupposto che ad ogni unità materiale o di energia consumata, corrisponda una certa estensione di territorio appartenente ad uno o più ecosistemi, che garantiscono, tramite l’erogazione di servizi naturali, il relativo apporto per il consumo di risorse e/o per l’assorbimento delle emissioni.

L'Impronta Ecologica considera i seguenti tipi di attività che richiedono direttamente o indirettamente i servizi degli ecosistemi e che possono quindi essere tradotti in superfici di terreno ecologicamente produttivo:

- estrazione, lavorazione e trasporto dei beni e delle merci consumate;

- produzione dell'energia utilizzata;

- smaltimento degli scarti e delle emissioni prodotte dai vari consumi (ad esempio la superficie necessaria per assorbire l'anidride carbonica emessa);

- occupazione di territorio da parte di infrastrutture, impianti, abitazioni, etc.

La formulazione classica dell'Impronta Ecologica suddivide l'utilizzo di territorio ecologicamente produttivo in sei principali categorie:

- **Terreno per l'energia:** superficie necessaria per produrre, con modalità sostenibili (per esempio la coltivazione di biomassa), la quantità di energia utilizzata. Wackernagel e Rees nel 1996 applicano una definizione differente che si basa sull'area di foresta necessaria per assorbire la CO₂ (anidride carbonica) emessa dalla produzione di energia a partire da combustibili fossili. Le due aree hanno lo stesso ordine di grandezza ma con quest'ultimo metodo è possibile, partendo dai dati riguardanti le diverse emissioni di CO₂, distinguere gli impatti provocati dall'uso di differenti combustibili fossili (solidi, liquidi, gassosi) per produrre energia;

- **Terreno agricolo:** superficie arabile (campi, orti) utilizzata per la produzione delle derrate alimentari e di altri prodotti non alimentari di origine agricola (cotone, tabacco);

- **Pascoli:** superficie dedicata all'allevamento e, conseguentemente, alla produzione di carne, latticini, uova, lana e di tutti i prodotti derivati dall'allevamento;

- **Foreste:** area dei sistemi naturali dedicati alla produzione di legname.

- **Superficie degradata:** terreno degradato, ecologicamente improduttivo, dedicato alla localizzazione delle infrastrutture quali abitazioni, attività manifatturiere, aree per servizi, vie di comunicazione, etc;

- **Mare:** superficie marina necessaria alla crescita delle risorse ittiche consumate.

La considerazione di territori così diversi che devono essere sommati insieme per arrivare alla stima finale dell'Impronta Ecologica, ha posto il problema delle differenti produttività che caratterizzano i territori sopra elencati. Per rendere comparabili tra loro gli usi dei diversi tipi di terreno, la formulazione classica dell'Impronta Ecologica introduce un'operazione di normalizzazione che consente di pesare le aree dei differenti tipi di terreno in base alla loro produttività media mondiale rispecchiata dai **fattori di equivalenza**. Per queste superfici non si utilizza come unità di misura l'ettaro, che si riferisce a superfici reali, bensì l' "ettaro equivalente" (ha eq) o "ettaro globale" (global hectar - gha). Per meglio chiarire la normalizzazione applicata ai diversi tipi di terreno si consideri il seguente esempio: la terra arabile

è circa 2,11 volte più produttiva della media mondiale, mentre un ettaro di pascolo arriva solo al 47% della produttività media mondiale. Per compensare queste differenze e tenere conto che un ettaro di foresta “vale di più” di un ettaro di terreno medio, mentre un ettaro di pascolo “vale di meno”, si introduce l’ettaro equi-

valente pari alla produttività media mondiale. In questo modo un ettaro di foresta equivarrà a 2,11 ha eq, mentre un ettaro di pascolo a soli 0,47 ha eq: un ettaro di terreno altamente produttivo rappresenta quindi più ettari equivalenti di una pari quantità di terreno meno produttivo.

Il calcolo matematico dell’Impronta Ecologica

Per illustrare la metodologia base di calcolo consideriamo una generica regione di cui si vuole valutare l’Impronta Ecologica: procedendo per passi successivi si devono affrontare le seguenti operazioni.

- Calcolo dei **consumi medi** C_n , (espressi in kg/anno) per ogni bene o prodotto n consumato dalla popolazione residente nella regione in esame.
- Calcolo della **superficie** S_n (espressa in ha) necessaria per la produzione dello specifico bene n , ottenuta dividendo il consumo medio annuale di quel bene C_n per la sua produttività o rendimento medio annuale p_n , espresso in kg/(ha anno):

$$S_n = \frac{C_n}{p_n}$$

Nella contabilizzazione dei territori devono essere inclusi anche quei terreni produttivi che non sono legati direttamente ai consumi di beni ma a quei servizi naturali indispensabili per assorbire le emissioni prodotte. In questo caso la produttività media p_n dovrà essere intesa in senso generalizzato, come la quantità, in chilogrammi, della sostanza inquinante n che può essere assorbita da un ettaro di terreno produttivo.

- Calcolo dell’**Impronta Ecologica** F (espressa in ha), sommando i contributi delle diverse superfici S_n relative a tutti gli n beni consumati:

$$F = \sum_n^{\text{tutti i beni}} S_n$$

- Calcolo dell’**Impronta Ecologica pro capite** f (espressa in ha/persona), dividendo l’Impronta Ecologica totale F per la popolazione P residente nella regione in esame:

$$f = \frac{F}{P}$$

- Calcolo della **superficie equivalente**. Moltiplicando le aree dei sei diversi tipi di terreno per i fattori di equivalenza h_i , proporzionali alla loro produttività media mondiale, si ottengono l’**Impronta Ecologica** E espressa in ha equivalenti e l’**Impronta Ecologica pro capite** e espressa in ha equivalenti pro capite.

Il calcolo della Biocapacità

Una parte integrante dell'analisi della sostenibilità di un territorio attraverso l'Impronta Ecologica è rappresentata dal calcolo della Biocapacità. Con questo termine si indica l'insieme dei servizi ecologici erogati dagli ecosistemi locali, stimato attraverso la quantificazione della superficie dei terreni ecologicamente produttivi che sono presenti all'interno della regione in esame. Riprendendo quanto

affermato nel "Rapporto finale del progetto indicatori comuni europei EUROCITIES" (Lewan, Simmons, 2001), "la Biocapacità misura l'offerta di bioproduttività, ossia la produzione biologica di una data area. Questa è data dalla produzione aggregata dei diversi ecosistemi appartenenti all'area designata, che vanno dalle terre arabili ai pascoli, dalle foreste alle aree marine produttive e comprende, in parte, aree edificate o in degrado. La Biocapacità non dipende dalle sole condizioni naturali, ma anche dalle pratiche agricole e forestali dominanti".

Il calcolo matematico della Biocapacità

Il calcolo della Biocapacità si rifà alle definizioni e al formalismo matematico dell'Impronta Ecologica.

- Il primo passo consiste nel calcolare l'estensione a_i dei territori ecologicamente produttivi presenti all'interno della regione in esame, per ciascuna delle sei categorie di terreno sopra menzionate.
- Occorre poi pesare ciascuna delle superfici dei differenti tipi di terreno per i fattori di equivalenza h_i proporzionali alla loro produttività media mondiale: in questo modo, sommando i diversi contributi presenti, si ottiene una misura della Biocapacità che, similmente all'Impronta Ecologica, risulta espressa in ettari equivalenti.
- Dal momento che la Biocapacità stima l'offerta di bioproduttività degli ecosistemi locali è importante considerare eventuali differenze di produttività rispetto alla media mondiale. In regioni aride lo stesso tipo di ecosistema ha, solitamente, una produttività minore che in regioni umide. Per tenere conto di queste possibili differenze si moltiplica la misura ottenuta al punto precedente per un fattore di rendimento (yield factor) y_i

che tiene conto delle variazioni della produttività locale rispetto alla media mondiale.

- Sommando le aree a_i pesate con i fattori di equivalenza e di rendimento delle sei categorie di terreno si ottiene l'area totale B (misurata in ha) di terreno occupato da ecosistemi, e quindi potenzialmente produttivo, che è presente sul territorio:

$$B = \sum_{i=1}^6 h_i y_i a_i$$

- A tale valore si sottrae, seguendo Wackernagel (1997), un 12% di terreno, considerato l'area minima indispensabile per la preservazione della biodiversità.
- Partendo dalla misura così ottenuta e dividendola per il numero di abitanti è possibile calcolare la Biocapacità pro capite b .

La Biocapacità rappresenta quindi l'estensione totale di territorio ecologicamente produttivo presente nella regione, ossia la capacità potenziale di erogazione di servizi naturali a partire dagli ecosistemi locali. Questa grandezza va comparata con l'Impronta Ecologica che fornisce una stima dei servizi ecologici richiesti dalla popolazione locale. È possibile definire un vero e proprio bilancio ambientale sottraendo all'offerta locale di superficie ecologica (la Biocapacità), la domanda di tale superficie, richiesta dalla popolazione locale (l'Impronta Ecologica). Ad un valore *negativo* (*positivo*) del bilancio corrisponde una situazione di *deficit* (*surplus*) ecologico: questo sta ad indicare una situazione di *insostenibilità* (*sostenibilità*) ambientale in cui i consumi di servizi ecologici sono *superiori* (*inferiori*) ai livelli di erogazione e rigenerazione che si hanno partendo dagli ecosistemi locali. L'entità del deficit o del surplus ecologico rappresenta pertanto una stima del livello di *sostenibilità/insostenibilità* ambientale del territorio locale.

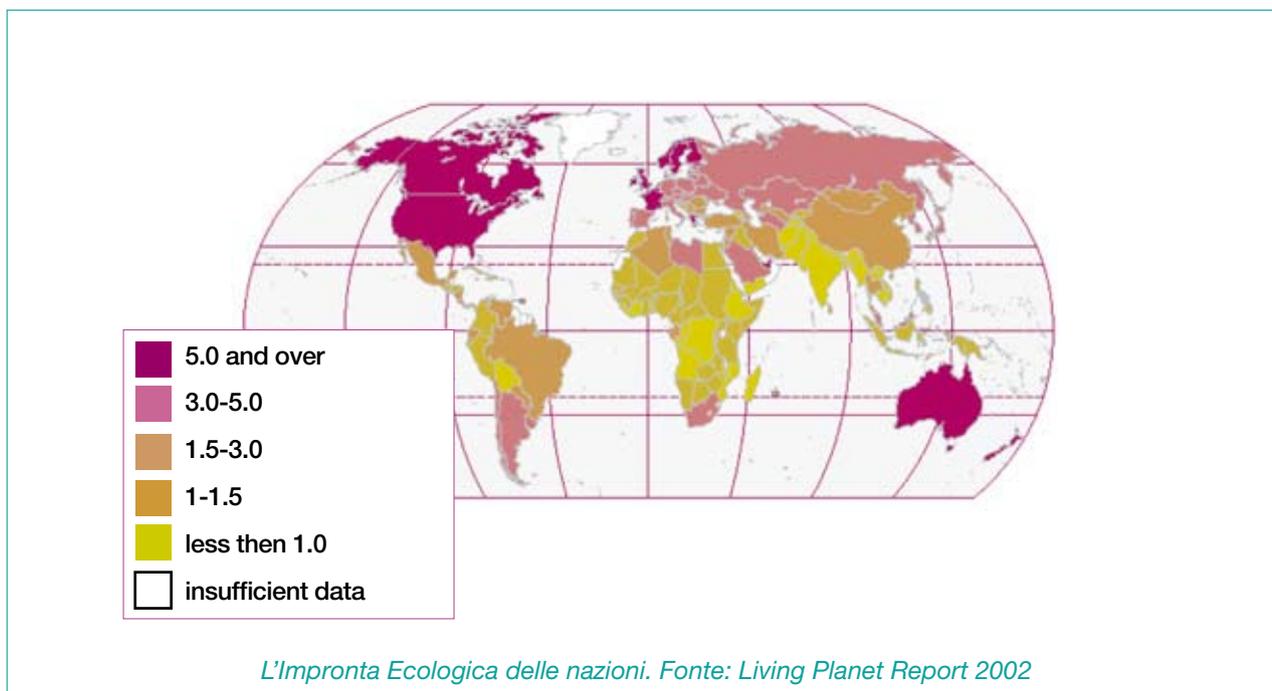
L'Impronta Ecologica delle nazioni

La metodologia dell'Impronta Ecologica è stata utilizzata in numerosi studi sulla sostenibilità ambientale. Illustriamo ora le analisi di Wackernagel e dei suoi collaboratori che hanno riguardato il calcolo dell'Impronta Ecologica e della Biocapacità per tutte le nazioni del mondo (con una popolazione superiore al milione di abitanti). I primi calcoli dell'Impronta Ecologica e della Biocapacità delle nazioni si riferiscono a 52 Stati e sono dovuti a Wackernagel (1996). In questo paragrafo ci riferiamo ad alcuni dei risultati più interessanti emersi dai recenti studi del Living Planet Report, effettuati sempre da Wackernagel.

Nel 1999 l'Impronta Ecologica globale è pari a 13,7 milioni di ettari equivalenti, ovvero a 2,28 ettari equivalenti pro capite. A partire dal 1961 è aumentata in media ogni anno di 1,6 punti percentuali, quasi di pari passo con la crescita della popolazione mondiale (1,8% di crescita l'anno). Questi valori dell'Impronta Ecologica possono essere confrontati con la Biocapacità del pianeta. Dall'inizio del secolo lo spazio ecologico disponibile pro capite è diminuito da circa 5-6 ha globali pro-capite a soli 1,9 ha equivalenti pro-capite: la situazione è estremamente critica perché l'Impronta Ecologica globale pro capite supera ormai del 20% la capacità biologica mondiale, ossia la quantità di terreni ecologicamente produttivi presenti sulla Terra. Queste tendenze illustrano molto bene il problema della mancanza, a livello mondiale, di una *sostenibilità inter-generazionale*: con i livelli di consumo attuali si stanno distruggendo per sempre risorse naturali che dovrebbero, invece, essere consegnate intatte alle generazioni future.

Anche la distribuzione spaziale degli usi di servizi naturali, che è direttamente proporzionale ai consumi e agli stili di vita, può essere accuratamente analizzata attraverso l'Impronta Ecologica. La figura permette di evidenziare, in tutta la sua drammaticità, il problema della mancanza di *sostenibilità intra-generazionale* os-

sia i profondi squilibri presenti, a livello mondiale, nell'accesso delle diverse nazioni alle risorse: le regioni più rosse, coincidenti con le cosiddette nazioni "svilupate", sono anche quelle caratterizzate dai più alti valori di Impronta Ecologica e sono quindi responsabili dei maggiori impatti verso l'ambiente.



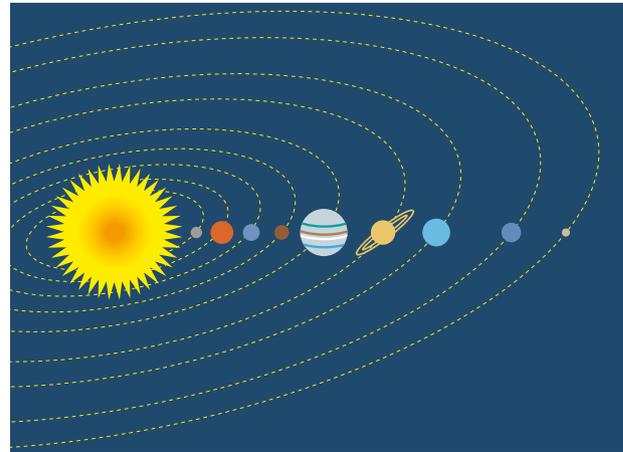
L'Impronta Ecologica media di un cittadino nei Paesi ad alto reddito è circa sei volte maggiore di quella dei Paesi a basso reddito e più di 3 volte maggiore della quota media di terra disponibile a livello mondiale (1,9 ha eq pro-capite). La *quota media di terra* disponibile

rappresenta la quantità di terreno che spetterebbe a ogni persona se le risorse ambientali fossero ripartite equamente, ottenibile dividendo la superficie produttiva dell'intero pianeta per la popolazione mondiale.

Si consideri il caso dell'Italia. Vengono qui citati i risultati del Living Planet Report 2002 e, tra parentesi, quelli del Living Planet Report 2000 perché sono utili per un confronto con i risultati di altre analisi dell'Impronta Ecologica effettuate negli anni precedenti in Italia.

L'Impronta Ecologica pro capite dell'italiano medio è 3,84 (5,51) ha eq pro capite. È interessante, anzitutto, comparare questo valore con la quota media di terra di 1,9 (2,18) ha eq pro capite: ogni italiano consuma il doppio del quantitativo accettabile per avere un'economia sostenibile per l'ambiente e un'equa ripartizione delle risorse. Si può, inoltre, confrontare l'Impronta Ecologica italiana con la capacità biologica della nazione, pari a 1,18 (1,92) ha eq pro capite. La differenza fra l'Impronta Ecologica e la capacità biologica rappresenta il *deficit ecologico*, che, nel caso italiano, vale ben 2,67 (3,59) ha eq pro capite. Il deficit ecologico fornisce una valutazione del sovraccarico locale, svelando quanto una specifica regione sia dipendente da capacità produttive extra-territoriali, attraverso il commercio e/o l'appropriazione dei flussi naturali. Questo vuol dire che soltanto circa un terzo dei consumi degli italiani potrebbe essere prodotto a partire dai territori nazionali.

L'analisi eMergetica



L'analisi eMergetica è un tipo di analisi termodinamica, basata sui concetti di *solar eMergy* e *solar transformity*, introdotta negli anni Ottanta dal professor Howard T. Odum (Università della Florida), per studiare il grado di organizzazione e la complessità dei sistemi aperti, cioè capaci di scambiare energia e materia con l'esterno. Quest'approccio consiste nel considerare i differenti input, cioè gli apporti che alimentano un certo sistema, su di una base energetica comune: l'energia solare. L'eMergia misura quindi il contenuto globale di energia solare necessario per sostenere un certo sistema o per ottenere un dato prodotto, ovvero per rigenerare tale prodotto una volta consumato.

Per definizione l'*eMergia solare*, o *eMergia* semplicemente detta, è la quantità di energia solare equivalente necessaria, direttamente o indirettamente, per ottenere un prodotto o un flusso di energia in un dato processo. La sua unità di misura è il *solar eMergy joule* (sej).

Ma come si utilizza quest'innovativa unità di misura?



Facendo un esempio per produrre energia elettrica è necessaria una grande quantità di energia nella forma di combustibile e di impianti. La quantità di energia elettrica prodotta da un impianto è molto minore della somma delle energie necessarie per ottenerla, ma la sua produzione può essere ugualmente vantaggiosa perché l'energia elettrica è molto più "versatile" e di maggior valore per il sistema complessivo di cui l'impianto è parte. In generale si può dire che un'unità (joule) di energia solare, un joule di carbone e un joule di energia elettrica, anche se rappresentano la stessa quantità di energia, hanno diversa qualità, nel senso che le loro potenzialità sono diverse.

Poiché molti joule di energia di bassa qualità sono necessari per ottenere pochi joule di qualità più elevata, per dare una possibile misura alla "qualità" ed alla posizione gerarchica dei vari tipi di energia, bisogna introdurre il concetto di *transformity* che è la quantità di energia di un tipo necessaria per ottenere un joule di

un altro tipo. In particolare, per convertire tutti gli input e i flussi di energia di diversa origine che alimentano un sistema in termini di energia solare equivalente, è utilizzato un coefficiente di conversione chiamato *solar transformity* (o *transformity*), che rappresenta l'eMergia necessaria per ottenere un certo prodotto per unità energetica di prodotto stesso (*eMergia specifica*). Tanto più basso risulta il valore della *transformity*, tanto più il processo sfrutta in modo razionale ed efficiente le risorse a disposizione.

L'eMergia può essere considerata come una *energy memory*, cioè come una memoria di tutta l'energia solare necessaria per supportare un certo sistema a partire da quella spesa per produrre e sostenere tutte le sue parti. Quindi più grande risulta essere il flusso eMergetico complessivo necessario a supportare tale processo, maggiore è la quantità di energia solare che questo "consuma", ovvero maggiore è il costo ambientale presente e passato necessario a mantenerlo. Bisogna inoltre prestare attenzione al fatto che un alto flusso di *eMergia* può essere indizio di un alto livello organizzativo di un sistema (per la necessità di molte trasformazioni) oppure, se relazionato ad identici prodotti con energia diversa, può essere sinonimo di un non efficiente utilizzo delle risorse disponibili. Per questo motivo la grandezza *eMergia* di per sé non è sufficiente a caratterizzare un sistema. È necessario introdurre vari indicatori basati sul concetto e valore di *eMergia*.

Confrontando l'analisi economica classica di un sistema e l'analisi eMergetica, si vedrà come quest'ultima tenga conto di un numero di fattori superiore, compresi quelli naturali che sono difficilmente contabilizzabili. Perciò i modelli che saranno introdotti, per la loro peculiarità di considerare l'ambiente come l'attore protagonista e la forza motrice di ogni attività, si de-

finiscono *ambiente-centrici*. In tale contesto i bisogni della società o le preoccupazioni ambientali spesso trascurati, sono posti al centro dei modelli economici e la cosiddetta esternalità è rappresentata dal mercato tradizionale.

L'input eMergetico permette lo sviluppo di ogni sistema nella biosfera e la crescita di complessità e Biodiversità. Lo stesso vale per le economie umane il cui sviluppo è basato su input naturali non monetizzati e input dal sistema economico monetizzati. Soltanto il valore monetario è tradizionalmente riconosciuto dal mercato, ma le economie si basano anche su notevoli input provenienti dall'ambiente (es. acqua, aria, risorse minerarie, etc.) che di solito vengono soltanto considerati per il lavoro umano necessario ed "estraibile". Se questi input non sono considerati e non viene loro attribuito un valore, le risorse vengono usate in forma non appropriata e non è possibile prevedere le prospettive future per il sistema.

Il flusso eMergetico necessario per un dato processo diviene quindi un indice del costo ambientale presente e passato necessario per supportarlo. Poiché l'approccio eMergetico è in grado di tenere conto del lavoro che l'ambiente ha dovuto svolgere per produrre un certo bene o prodotto, il suo utilizzo è di fondamentale importanza per una definizione di sviluppo sostenibile, per un utilizzo del capitale naturale e di quello prodotto dall'uomo, che sia corretto non solo da un punto di vista economico, ma anche ambientale.

La funzione *eMergia* dipende allora dalla scelta fatta, termodinamicamente parlando, dal cammino percorso per raggiungere un certo obiettivo, sia esso un singolo prodotto o lo sviluppo di un territorio, cioè dal numero e tipo di trasformazioni introdotte.

In uno studio di sostenibilità ciò rappresenta un punto

di forza. In tal modo infatti, si riesce a quantificare la diversità dei cammini percorsi; se ad esempio consideriamo diversi modi di produrre elettricità, otterremo trasformity differenti a seconda che essa venga ottenuta direttamente dal sole (come nel fotovoltaico), da biomassa o da una centrale termoelettrica alimentata da olio combustibile.

In questo modo la funzione *eMergia* permette di differenziare sistemi che hanno un tipo di sviluppo economicamente simile ma non necessariamente ugualmente sostenibile.

Se il sistema (produttivo, ecologico, territoriale, etc.) è confrontato con altri sistemi dello stesso tipo o se il sistema viene analizzato in tempi diversi, i risultati di un'analisi eMergetica mostrano con più evidenza il loro potenziale. È così possibile valutare lo sviluppo tecnologico, l'uso delle risorse (impatto ambientale ed efficienza di conversione), la sostenibilità nel lungo periodo e perfino l'equilibrio degli scambi commerciali con altri Paesi.

Le risorse provenienti dal sistema naturale possono essere rinnovabili (rappresentate da fonti di energia quali sole, vento, pioggia, calore geotermico) e non rinnovabili (quali petrolio o carbone). Il grado di rinnovabilità di una risorsa è legato al tempo necessario a ripristinarla rispetto alla velocità con la quale la risorsa viene sfruttata. Le risorse provenienti dal sistema economico sono in generale beni materiali, lavoro umano o altri tipi di servizi e vengono per la maggior parte inglobate nella frazione non rinnovabile.

Dall'appropriata combinazione di questi flussi, che permettono di evidenziare il significato ambientale del modo di utilizzare una risorsa piuttosto che un'altra, si traggono le indicazioni sulla sostenibilità territoriale del sistema stesso.

Ecco alcuni degli indicatori su base eMergetica che vengono comunemente sfruttati per l'analisi di una realtà territoriale.

La *disponibilità di eMergia totale* per un territorio e l'*uso di eMergia pro capite* suggeriscono una misura in senso lato dello standard di vita medio di un'area territoriale, inteso anche in termini di sviluppo tecnologico dello stesso. Per standard di vita, in questo caso, si intende la disponibilità potenziale di risorse e beni, non una misura di qualità della vita in senso sociale (meno criminalità, più felicità, più alto livello culturale e così via), anche se spesso i due fenomeni sono legati e non è facile ottenere il secondo (qualità della vita), senza il primo (disponibilità di beni). Questi due indicatori consentono un primo esame del livello di industrializzazione di un territorio. Ad esempio, l'economia dei Paesi meno sviluppati è molto spesso sostenuta da una maggiore percentuale di input eMergetici direttamente forniti dall'ambiente al di fuori dei meccanismi di mercato; al contrario, nei Paesi industrializzati, la maggior parte degli input sono prima sottoposti a processi di trasformazione (petrolio, minerali, cibo, etc.) che contribuiscono al prodotto interno lordo e all'aumento dell'*eMergia* che sostiene il paese. Un elevato uso di *eMergia* pro capite potrebbe suggerire quindi un elevato livello di sviluppo tecnologico e industriale ma anche un elevato stress ambientale qualora non si utilizzino risorse rinnovabili.

Il *rendimento eMergetico* è dato dal rapporto tra l'*eMergia* totale che converge sul sistema e l'*eMergia* degli input esogeni che provengono dal settore economico (cioè che non sono forniti gratuitamente dall'ambiente).

Questo rapporto può fornire due indicazioni:

- valutare se un processo è competitivo come fonte di *eMergia* primaria per un'economia. Se il rendimento eMergetico del processo considerato è inferiore a quello di processi alternativi, ci sarà un minor ritorno per unità di *eMergia* investita; se il rendimento è poco al di sopra del valore unitario, il processo non è in grado di fornire *eMergia* "netta" poiché in pratica restituisce all'economia quanto ha ricevuto in precedenza come investimento.
- valutare la competitività di processi differenti con identico prodotto. Ad un più elevato valore del rendimento eMergetico corrisponde una maggiore frazione di input derivante direttamente dall'ambiente.

L'indice è dunque una misura della capacità del processo di sfruttare le risorse fornite gratuitamente dall'ambiente a parità di input dal sistema economico, ad esempio la produzione di elettricità da processi differenti (termoelettrico, nucleare, solare, eolico, idroelettrico), la produzione di calore (per combustione di petrolio, metano, legno o mediante pannelli solari), la produzione di combustibili e la produzione di cibo (come la carne bovina mediante diversi sistemi di allevamento, fattoria chiusa, fattoria organica, pascolo libero).

L'*investimento eMergetico* è il rapporto tra l'*eMergia* fornita dal sistema economico e quella fornita direttamente dall'ambiente all'interno del sistema in esame. Questo indice valuta se il processo è un buon utilizzatore dell'investimento effettuato dal sistema economico rispetto a processi alternativi. Il suo significato fisico è la quantificazione dell'input richiesto per lo

sfruttamento di una risorsa locale. Perché il processo sia conveniente, questo deve avere un indice di investimento eMergetico simile a quello di eventuali processi alternativi.

Se l'input dal sistema economico è inferiore, lo sarà anche l'indice di investimento e il processo sarà in grado di competere sui mercati; infatti, il costo del prodotto potrà essere inferiore poiché ha ricevuto una maggiore percentuale di input eMergetico gratuito dall'ambiente rispetto ai processi concorrenti. Tuttavia, processi ad un troppo basso investimento unitario, sfruttano una minore percentuale della risorsa locale rispetto alle possibilità. La tendenza sarà perciò quella di accrescere l'input dall'economia fino al più elevato valore dell'indice ancora in grado di competere con processi alternativi, ossia ci sarà una tendenza verso un utilizzo ottimale delle risorse fornite dal sistema economico.

Tutti i processi il cui indice di investimento sia inferiore o superiore alla media per una data area, tenderanno a convergere verso il valore medio, pena il divenire non competitivi in quella zona. Ovviamente, questo indice è influenzato dai confini della regione considerata: ciò può comportare una particolare politica economica per gli investimenti ed il commercio su scala locale o tra diverse aree caratterizzate da differenti indicatori di sviluppo.

Il *rapporto di impatto ambientale* è definito come il rapporto tra l'eMergia derivante da input provenienti dal sistema economico e da risorse locali non rinnovabili, e l'eMergia derivante da risorse locali rinnovabili. Aree con indicatori di impatto ambientale molto alto hanno meno attività ambientale (fonti rinnovabili di eMergia) a sostegno di ciascuna unità di attività economica (eMergia di origine locale non rinnovabile o importata). Un elevato valore di questo indice, spesso dovuto ad un

elevato livello tecnologico nell'uso delle risorse, suggerisce l'esistenza di un elevato *stress* per l'ambiente poiché i cicli ambientali locali sono sovraccarichi. Il termine stress va qui inteso in senso complessivo: per esempio, i danni ambientali causati dall'attività agricola intensiva sono la somma di danni specifici dovuti alla combustione di combustibili fossili, all'erosione del suolo, alla natura chimica dei pesticidi e così via, ma in ultima analisi derivano dalla pratica agricola intensiva e quindi dall'eccessivo uso di eMergia destinato allo sfruttamento della risorsa locale rinnovabile.

Una misura della concentrazione spaziale del flusso di eMergia all'interno di un processo o di un sistema, è data dalla *densità di flusso eMergetico* definita come flusso di eMergia per unità di area. Una densità eMergetica elevata può riscontrarsi in territori dove l'uso di eMergia è grande a confronto con l'area disponibile. Ciò si esplica spesso in una gerarchia spaziale con alla testa aree (città, regioni industriali, nazioni) molto industrializzate, seguite da aree con economia rurale o comunque poco sviluppata. Non sempre questo indice è proporzionale alla densità di popolazione. Ad ogni modo, un'elevata densità di flusso eMergetico suggerisce che la disponibilità di territorio possa essere un fattore limitante per la crescita economica futura del Paese, anche se non ne impedisce lo sviluppo che deriva invece da un miglior uso delle risorse disponibili.

Raccolta delle informazioni sul territorio

La metodologia eMergetica prevede l'inventario capillare dei flussi di materia ed energia che alimentano il sistema. Il modello dunque si basa sullo sfruttamento delle risorse indipendentemente dall'attribuzione ad esse di un prezzo di mercato. Appare cruciale un'analisi disaggregata delle varie categorie di risorse che è possibile individuare a seconda delle loro caratteristiche. Sarà la diversa composizione delle relazioni tra queste categorie di risorse che darà origine agli indicatori eMergetici, portatori di informazioni aggiuntive rispetto al semplice inventario.

Di seguito si riportano le categorie di risorse di riferimento per l'analisi eMergetica.

Risorse endogene: locali rinnovabili, materiali da cava, acqua, suolo.

- **Locali rinnovabili** (fonti di energia come sole, vento, pioggia, ecc.) costituiscono la forza del sistema, anche se spesso sono trascurate, dal momento che non è semplice attribuire loro un peso adeguato rispetto agli altri input. Sono il vero "dono gratuito" che l'ambiente fornisce al sistema, anche se soltanto una parte di queste viene sfruttata dal momento che per la maggior parte si disperde.

- **Le risorse minerarie:** sono propriamente non rinnovabili, considerati i lunghi tempi di rigenerazione.

- **Acqua di fiumi e bacini:** è una risorsa il cui grado di rinnovabilità è legato al rapporto tra il flusso in entrata e quello

in uscita. Se l'utilizzo della risorsa è superiore alla capacità di rigenerazione della stessa, ci troviamo di fronte ad una risorsa non rinnovabile. L'utilizzo di questa risorsa da parte dell'uomo non è però esclusivamente legato alla sua reale disponibilità, ma anche ad aspetti forse meno tangibili. Si stima ad esempio che per rendere fruibile la risorsa idrica al consumatore, si richiede mediamente un dispendio, in termini eMergetici, di risorse non rinnovabili (intese come materiali, infrastrutture ed energia) pari a circa 2/3 del totale.

- Considerazioni analoghe possono essere sviluppate per il suolo; la pressione esercitata sul terreno, attraverso le colture intensive, porta ricchezza in termini di produzione, ma allo stesso tempo impoverisce il suolo in termini, per esempio, di humus. Ancora una volta, il criterio precauzionale deve indirizzare verso una gestione oculata della risorsa-terreno, adottando, per esempio, la rotazione delle colture piuttosto che il ricorso a dosi massicce di fertilizzanti. Il mettere in evidenza la limitatezza di queste risorse forse non rispecchia la loro reale situazione ma piuttosto significa stimolare una certa oculatezza nella loro gestione.

Risorse esogene: sono le risorse che provengono dall'esterno e in particolare dal sistema economico; sono in generale quei beni, materiali, informazioni, fonti di energia, lavoro umano e qualsiasi altro tipo di servizio, che sono necessari per sostenere il sistema. Anch'esse sono considerate risorse non rinnovabili, dal momento che sono sottoposte almeno a una trasformazione, quella nello spazio, che prevede il trasporto dall'esterno all'interno del sistema, cosa che avviene con l'ausilio di risorse non rinnovabili. Dunque, un eccessivo ricorso di queste risorse è indice di elevata dipendenza del sistema da altri sistemi.



ANALISI E
RISULTATI:
IMPRONTA
ECOLOGICA

3



L'Impronta Ecologica della provincia di Venezia



L'Impronta Ecologica è uno strumento molto versatile che può essere utilizzato per stimare l'uso dei servizi ecologici a differenti scale: dal singolo bene di consumo all'attività produttiva di un'industria, dalla singola persona, alle nazioni, fino al calcolo dell'Impronta Ecologica dell'intero pianeta. Il Rapporto finale redatto per il "Progetto indicatori comuni Europei EUROCITIES" (Lewan, Simmons, 2001) descrive i risultati degli studi effettuati da una commissione di esperti sulle potenzialità, le problematiche, le metodologie e i criteri pratici per applicare l'analisi dell'Impronta Ecologica a territori a scala geografica sub-nazionale. Nel rapporto sono forniti 14 *criteri* per studiare e comparare le diverse applicazioni del concetto di Impronta Ecologica all'interno dell'Unione europea e 5 *raccomandazioni iniziali*. L'obiettivo del documento è quello di proporre e diffondere un metodo comune e concertato per l'analisi dell'Impronta Ecologica a scala locale.

Per realizzare il calcolo dell'Impronta Ecologica della provincia di Venezia si è cercato di rimanere il più possibile aderenti ai suggerimenti e alle raccomandazioni fornite in questo documento.

Si riassumono qui di seguito i 14 criteri d'analisi necessari per giudicare la scientificità, la correttezza e l'accuratezza di uno studio sulla sostenibilità ambientale che utilizzi l'Impronta Ecologica.

Principio 'geografico' o 'di responsabilità'

Questo criterio stabilisce se lo studio è impostato in modo tale da fornire l'Impronta Ecologica del territorio considerato (Principio geografico) o del consumo dei suoi abitanti (Principio di responsabilità). Nel primo caso si considera tutto l'impatto delle attività che avvengono sul territorio, nel secondo si stima soltanto la parte di impatto riconducibile agli abitanti.

Anche l'analisi della provincia di Venezia applica il principio di responsabilità e centra il calcolo sui consumi degli abitanti residenti nell'area considerata.

Rendimenti locali o rendimenti globali

Si distinguono due possibilità: si possono definire i rendimenti dei prodotti agricoli e forestali rispetto ai valori locali (rendimenti effettivi) o rispetto alla media mondiale. Considerata l'estrema difficoltà di trovare valori locali di rendimenti tra loro coerenti, si è deciso di impostare il calcolo sui rendimenti globali, in modo da rendere il risultato confrontabile con altre ricerche ed analisi a livello mondiale.

I fattori di equivalenza

Il criterio in esame evidenzia se, in sede di calcolo dell'Impronta Ecologica, i diversi tipi di terreno sono stati pesati per normalizzarli alla produttività media. Ove non si faccia uso dei fattori di equivalenza, il consumo dei diversi tipi di terreno non può essere aggregato in un unico valore di Impronta Ecologica e, inoltre, il risultato non può essere facilmente confrontato con quelli relativi ad altre regioni in quanto gli ettari non sono stati standardizzati rispetto allo spazio bioprodotivo medio mondiale.

L'analisi della provincia di Venezia, come la quasi totalità

delle applicazioni dell'Impronta Ecologica, fa uso dei fattori di equivalenza.

Utilizzo di un modello disaggregato per componenti o di uno aggregato

Il criterio valuta se i risultati sono disaggregati secondo le componenti rilevanti per le politiche ambientali o se viene fornito un unico risultato finale.

Si è deciso di impostare l'analisi della provincia di Venezia in modo da offrire la massima leggibilità e fruibilità dei dati da parte degli amministratori locali. I risultati del calcolo sono disaggregati in tre modi differenti: oltre alle suddivisioni secondo le tipologie di terreno (terreno agricolo, pascoli, foreste, mare, superficie degradata, terreno per energia) e secondo le modalità di consumo (consumi alimentari, abitazione, trasporti, altri beni, servizi, rifiuti), si fornisce un nuovo tipo di disaggregazione, "per aree di influenza", ovvero una suddivisione che sottolinea gli impatti attribuibili al singolo cittadino e quelli di competenza della pubblica amministrazione.

Dati sui consumi: dati di origine locale e dati di origine nazionale

Sono stati utilizzati per il calcolo i dati ISTAT sui consumi medi: si tratta di dati di alta qualità, omogenei a livello nazionale.

Aggiunte rispetto al calcolo standard dell'Impronta

Il criterio indica quali sono le innovazioni introdotte dallo studio in esame rispetto alla metodologia generale.

Per quanto riguarda il calcolo dell'Impronta Ecologica della provincia di Venezia, si è cercato di uniformarlo agli standard che si vanno discutendo a livello europeo in modo da garantire la massima confrontabilità dei risultati. Si è altresì ritenuta opportuna l'introduzione di variazioni ed aggiunte per favorire la leggibilità e la fruibilità dei risultati.

Grandi innovazioni e sviluppi sono invece stati apportati per il calcolo della Biocapacità e per la considerazione dell'impatto derivante dal turismo, due aspetti che caratterizzano fortemente il territorio provinciale di Venezia.

Per il calcolo della Biocapacità è stato effettuato uno studio approfondito che ha portato all'introduzione di una nuova categoria di territorio ecologicamente produttivo: l'ecosistema laguna, di grande importanza nell'area considerata.

Omissioni rispetto al calcolo standard dell'Impronta

Questo criterio indica se ci sono delle parti che sono state trascurate rispetto alla metodologia originale. Non vi è alcuna omissione nello studio della provincia di Venezia che, anzi, include anche l'utilizzo della superficie marina.

Fonti

Suddivisione delle fonti rispetto all'origine: internazionale, nazionale o dell'area geografica di interesse.

Classificazione dell'energia nucleare

Valutazione del conteggio dell'energia nucleare; nel caso di regioni italiane il problema dell'energia nucleare è meno importante che per altri Paesi poiché non vi è produzione diretta interna, ma soltanto importazione di energia elettrica dall'energia nucleare.

Stime dell'energia incorporata utilizzate per il calcolo di manufatti/prodotti lavorati

Distinzione fra stime locali, nazionali o globali utilizzate per il calcolo dell'energia contenuta in manufatti e prodotti lavorati.

Vengono qui utilizzate stime globali (coefficienti desunti da diversi studi di Wackernagel).

Contabilizzazione del terreno edificato

La Biocapacità del terreno edificato viene stimata in alcuni studi pari a quella del terreno arabile, in altri è stimata in base a una Biocapacità media.

Qui si è fatto uso del primo metodo di stima che è quello di gran lunga più utilizzato.

Contabilizzazione della Biodiversità

Si valuta in che maniera è considerato questo fattore all'interno del calcolo dell'Impronta Ecologica.

La biodiversità è inclusa nel calcolo della Biocapacità della provincia di Venezia: si utilizza la stima classica che conteggia un 12% del territorio da sottrarre alle aree ecologicamente disponibili per stimare la Biocapacità locale.

Assorbimento della CO₂

La maggioranza degli studi fa uso del tasso di assorbimento medio globale riportato nello studio "L'Impronta delle Nazioni" considerando la natura globale di questa sostanza inquinante, l'anidride carbonica.

Anche lo studio della provincia di Venezia fa riferimento a questi parametri.

Considerazione della Biocapacità

Si rileva se lo studio include o meno il calcolo della Biocapacità.

L'analisi ambientale della provincia di Venezia riporta e sviluppa ulteriormente il calcolo della Biocapacità.

I dati e le fonti

L'applicazione della procedura di calcolo dell'Impronta Ecologica richiede una notevole quantità di informazioni relative ai consumi di risorse e di beni, all'efficienza tecnologica ed energetica dei processi industriali, alla produttività agricola. Questi dati sono generalmente presenti a livello nazionale mentre sono difficilmente reperibili a livello regionale e soprattutto locale. Ciò significa che nell'applicazione su scala locale (dettaglio provinciale e/o comunale) è necessario ricorrere ad operazioni di stima e di approssimazione.

Nel calcolo dell'Impronta Ecologica della provincia di Venezia si è cercato di utilizzare dati il più possibile omogenei, così da evitare errori sistematici nel calcolo e ridurre al minimo le approssimazioni peraltro inevitabili. Sono stati ad esempio utilizzati dati Ancitel per quel che riguarda gli aspetti demografici, o Istat per i consumi della famiglia e per i prezzi, o quelli forniti dal ministero dell'Industria relativi al consumo di carburanti per trasporto privato. Si ricorda che l'anno di riferimento per questa ricerca è il 2000.

Il metodo di calcolo

Per la valutazione dell'Impronta Ecologica si utilizzano dei fattori di conversione che permettono di passare dal bene o servizio consumato al corrispettivo terreno in ettari utilizzato per produrre, direttamente e/o indirettamente, quel bene o servizio.

- Per il calcolo dell'Impronta Ecologica relativa alla totalità dei consumi di alimentari e alla maggior parte di quelli riferiti a beni non alimentari e a servizi, ci si è avvalsi dei dati ISTAT sui consumi mensili delle famiglie italiane del 2000.

Per arrivare alla stima della spesa pro capite annua sono inoltre stati necessari i seguenti calcoli:

- calcolo dei valori medi annuali familiari (misurati in lire all'anno per famiglia), per ogni categoria di consumo ottenuta moltiplicando i valori medi mensili per i 12 mesi dell'anno.
- calcolo della spesa pro capite annua (in lire pro capite all'anno), ottenuta dividendo la spesa annua familiare per il numero medio di componenti di una famiglia ricavato dall'ISTAT.

Per il calcolo della Biocapacità sono necessari i dati di estensione di territorio ecologicamente produttivo, suddivisi per tipologia di terreno: superficie agricola, pascoli, foreste, mare, superficie degradata (si riferisce alla superficie di pianura occupata da abitazioni e infrastrutture e non alla superficie improduttiva di alta montagna o coperta da ghiacciai che non potrebbe, neppure potenzialmente, produrre biomassa). Grande cura è stata posta nella determinazione delle superfici degli ecosistemi lagunari di Venezia e Caorle.

Sommando i diversi contributi di Impronta Ecologica per ciascuna delle sei categorie di terreno produttivo, si ottiene il valore dell'Impronta Ecologica totale della provincia di Venezia. Per rendere confrontabili e sommaglianti tra loro le diverse componenti di terreno ecologicamente produttivo, è necessario introdurre una operazione di pesatura che consiste nel moltiplicare le aree dei sei diversi tipi di terreno per i fattori di equivalenza proporzionali alla loro produttività media mondiale. L'area che ne deriva rappresenta il valore finale dell'Impronta Ecologica e risulta espresso in ettari equivalenti.

Accanto al calcolo dell'Impronta Ecologica è stato condotto anche quello della Biocapacità che rappresenta l'estensione totale di territorio ecologicamente produttivo presente nella regione, ossia la capacità di erogazione di servizi naturali a partire dagli ecosistemi locali.

Partendo dai dati sull'uso del suolo si sono suddivisi i diversi tipi di territorio nelle sei categorie di terreno ecologicamente produttivo considerate per l'Impronta Ecologica. La biodiversità viene inclusa nel calcolo della Biocapacità della provincia di Venezia utilizzando la stima classica che conteggia una percentuale

del territorio pari al 12% da sottrarre alle aree ecologicamente produttive presenti all'interno della regione considerata.

Anche per la stima della Biocapacità si è eseguita l'operazione di pesatura attraverso i fattori di equivalenza. In tal modo anche questa quantità viene espressa in ettari equivalenti (ha eq) e può quindi essere confrontata con i valori dell'Impronta Ecologica.

Metodo dello studio

I risultati dell'analisi dell'Impronta Ecologica relativi alla provincia di Venezia sono stati aggregati seguendo tre ripartizioni. Nelle prime due l'Impronta Ecologica è suddivisa secondo le categorie di terreno ecologicamente produttivo e rispetto alle categorie di consumo; accanto a queste suddivisioni si è deciso di aggregare i risultati anche rispetto alla nuova modalità definita per "aree di influenza".

Sono inoltre stati presentati elementi innovativi all'analisi che tengono conto degli apporti derivanti dal calcolo della Biocapacità dell'ecosistema lagunare e dall'applicazione della metodologia dell'Impronta Ecologica ai dati sul turismo.

Aggregazione per categorie di terreno ecologicamente produttivo

Ispirandosi a numerosi studi precedenti, anche qui i risultati vengono presentati secondo le categorie di terreno ecologicamente produttivo. La novità di questo studio è rappresentata dall'introduzione di una nuova

categoria di terreno precedentemente non considerata. Accanto al terreno agricolo, ai pascoli, alle foreste, al terreno per l'energia, al mare e alla superficie degradata, viene considerata anche la superficie lagunare che non poteva essere trascurata nel caso della provincia di Venezia. Questa categoria è inclusa nel calcolo della Biocapacità che riflette i terreni effettivamente presenti all'interno del territorio provinciale, mentre non è stata considerata per l'Impronta Ecologica perché i dati a disposizione non erano sufficienti per disaggregare i consumi di prodotti ittici distinguendo quelli provenienti dalla laguna da quelli di origine marina.

Aggregazione per categorie di consumo

Un'altra aggregazione è quella secondo le seguenti categorie di consumo:

- *Consumi di alimenti.* Questa categoria comprende quella parte di consumi ISTAT relativi agli alimenti. Sono inclusi anche i pasti fuori casa.

- *Abitazioni.* La categoria comprende l'uso del suolo relativo al terreno edificato e non edificato per usi civili e commerciali, il consumo di energia per le abitazioni (energia elettrica, gas, gasolio, gpl), il consumo di acqua e le spese relative alle attrezzature turistiche come alberghi e pensioni.

- *Trasporti.* I trasporti sono suddivisi in trasporti pubblici e privati; questi ultimi comprendono i consumi di carburante e le spese relative all'acquisto, gestione e manutenzione del veicolo.

- *Altri beni.* Questa voce comprende le seguenti sottocategorie: tabacchi, abbigliamento e calzature, mobi-

li, elettrodomestici e servizi per la casa, comunicazioni, sanità e istruzione, tempo libero, cultura e giochi ed altri beni.

-
- *Servizi.* Questa categoria comprende le spese relative a tutta una serie di servizi di utilizzo quotidiano, più il consumo di energia per usi commerciali, per il settore terziario e per i servizi.

 - *Rifiuti.* L'Impronta Ecologica relativa ai rifiuti deriva dagli smaltimenti dei rifiuti indifferenziati e differenziati.

Aggregazione per aree di influenza

Questo nuovo tipo di suddivisione è stato introdotto per facilitare la lettura e l'interpretazione dei risultati da parte delle Amministrazioni locali e, soprattutto, per offrire uno strumento che possa risultare utile nel delineare la situazione della sostenibilità della provincia di Venezia ed efficace nel progettare azioni di riduzione della situazione di insostenibilità ambientale presente. L'aggregazione per aree di influenza ha lo scopo di distinguere i contributi di Impronta Ecologica dovuti ad abitudini, azioni e comportamenti del singolo cittadino da quelli che dipendono o possono essere almeno influenzati, in modo più o meno diretto, dalle politiche e dalle decisioni della pubblica amministrazione.

Qui di seguito è indicata la suddivisione delle categorie di consumo secondo questo nuovo criterio:

- *Impronta Ecologica di influenza del cittadino.* È costituita da tre voci: consumi di alimenti, altri beni, e servizi privati e abitazioni. I consumi relativi all'abita-

zione comprendono il consumo di superficie, i consumi di energia per uso domestico, di acqua e le spese relative alle attrezzature turistiche come alberghi e pensioni.

- *Impronta Ecologica di influenza della pubblica amministrazione.* Comprende le seguenti categorie di consumo: riscaldamento e servizi pubblici, trasporti, rifiuti.

Tabella. I risultati del calcolo dell'Impronta Ecologica per l'Italia riportati nel Living Planet Report 2002 comparati a quelli calcolati per la provincia di Venezia. Tutti i valori sono per persona e sono riportati in ha eq pro capite.

Biocapacità		Impronta Ecologica (IE)		Deficit Ecologico		% di IE coperta dalla Biocapacità	% di IE in deficit
ha eq	ha eq procapite	ha eq	ha eq procapite	ha eq	ha eq procapite	adim	adim
1185574,2	1,45	3811463,9	4,68	- 2625589,7	- 3,22	31,1%	68,9%

Risultati dello studio

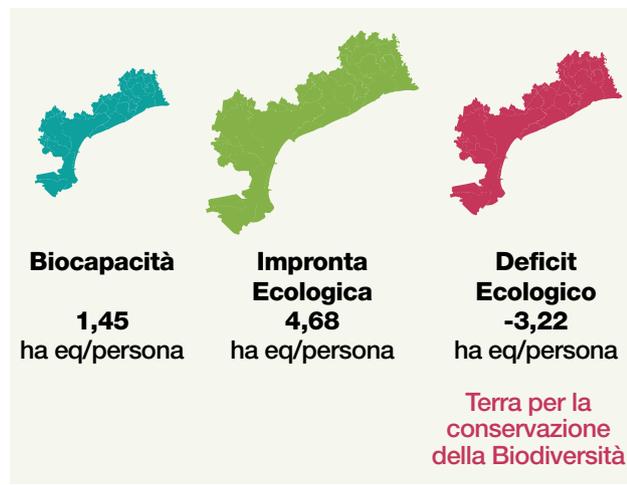
Il calcolo dell'Impronta Ecologica della provincia di Venezia è stato realizzato adottando sia i fattori di equivalenza e di rendimento del "Living Planet Report 2002", per uniformarsi alla letteratura corrente, sia quelli indicati nel "Living Planet Report 2000", per poter fare confronti con studi analoghi realizzati in questi ultimi anni su altre realtà provinciali italiane.



Figura. I valori pro capite della Biocapacità, dell'Impronta Ecologica e del deficit ecologico riferiti alla provincia di Venezia

Una prima analisi da compiere è il confronto fra la Biocapacità locale, che conteggia l'estensione dei territori ecologicamente produttivi presente nella provincia, ossia la capacità di erogazione di servizi naturali a partire dagli ecosistemi locali, e l'Impronta Ecologica, che fornisce invece una stima dei servizi ecologici richiesti dalla popolazione locale. Sottraendo l'Impronta Ecologica alla Biocapacità è quindi possibile definire un vero e proprio bilancio ambientale che permette di stimare il deficit (se tale differenza è negativa) o il surplus (se invece tale differenza è positiva) ecologico della regione esaminata.

Dei 3.811.463,9 ettari equivalenti di superficie ecologica richiesti dagli abitanti della provincia di Venezia, la bioproduttività locale riesce a coprirne solo 1.185.874,2 ossia il 31,1%. Il bilancio evidenzia chiaramente una situazione di deficit ecologico locale pari a -2.625.589,7 ettari equivalenti, che è proporzionale al 68,9 % della domanda di servizi ecologici e quindi di Impronta Ecologica.



Per rendere più immediate queste considerazioni si ricorre all'utilizzo grafico delle mappe: in figura sono riportate tre immagini della provincia di Venezia, rispettivamente proporzionali all'Impronta Ecologica, alla Biocapacità locale e al deficit ecologico locale.

Passando ai dati pro capite si ottiene per la Biocapacità un valore di 1,45 ha eq pro capite, che, a fronte di un'Impronta Ecologica di 4,68 ha eq pro capite, provoca un deficit ecologico di 3,22 ha eq pro capite.

Poiché la quota di territori biologicamente produttivi presenti è in grado di far fronte soltanto al 31,1% della richiesta complessiva di territori da parte della popolazione, la rimanente parte di servizi naturali deve essere "importata" al di fuori dei confini della provincia di Venezia: si tratta di una superficie pari a ben 2,2 volte l'estensione di territori biologicamente produttivi presenti in provincia.

Il confronto con la Biocapacità media nazionale

Il valori medi dell'Italia pubblicati nel "Living Planet Report 2002", mostrano un'Impronta Ecologica di 3,84 ha eq pro capite, una Biocapacità media di 1,18 ha eq pro capite ed un deficit ecologico di 2,67 ha eq pro capite.

La Biocapacità media italiana è quindi in grado di coprire solo il 30,8% dell'Impronta Ecologica, lasciando un deficit ecologico pari al 69,2%. Tali percentuali sono molto simili a quelle riscontrate per la provincia di Venezia.

Il confronto dei dati riportati in tabella indica un'Impronta Ecologica per la provincia di Venezia maggiore del 22% rispetto al valore medio italiano. Per giudicare il risultato è opportuno considerare che la comparabilità tra i due valori non può essere totale, poiché si tratta di due studi a scale molto differenti (provinciale-nazionale), che quindi utiliz-

zano metodologie e approssimazioni diverse tra loro. Un confronto tra i due valori è quindi lecito se si tengono presenti queste limitazioni. Per scendere in dettaglio ed indagare più approfonditamente sull'origine di tali valori è utile analizzare i risultati delle singole categorie di terreno ecologicamente produttivo. Dalla comparazione col caso

italiano emerge come la provincia di Venezia risulti avere un'Impronta Ecologica inferiore della media italiana per quanto concerne l'utilizzo degli ecosistemi agricoli e delle foreste (escludendo la componente energetica), mentre risulta maggiore relativamente alla componente energia, pascoli e superficie degradata. La componente mare si assesta su valori vicini alla media italiana.

	Energia	Agricolo	Pascoli	Foreste	Sup. degradata	Mare	TOTALE		
							Biocapacità	Impronta Ecologica	Deficit ecologico
Italia	2,21	0,81	0,18	0,30	0,07	0,27	1,18	3,84	-2,67
provincia di Venezia	2,92	0,55	0,52	0,27	0,15	0,26	1,45	4,68	-3,22

Tabella. I risultati del calcolo dell'Impronta Ecologica per l'Italia riportati nel Living Planet Report 2002 comparati a quelli calcolati per la provincia di Venezia. Tutti i valori sono per persona e sono riportati in ha eq pro capite.

Il confronto con la Biocapacità media mondiale

Viene qui riportato un confronto della situazione veneziana con i valori di Impronta Ecologica e di Biocapacità medi mondiali riportati nel "Living Planet Report 2002". A fronte di una Biocapacità media mondiale, disponibile per ogni cittadino del mondo, di 1,90 ha equivalenti, l'Impronta Ecologica media è stimata in 2,28 ha equivalenti.

Facendo un confronto con i valori emersi dal calcolo della provincia di Venezia si capisce come i veneziani consumino, in media, beni e servizi economici (e quindi fruiscono in maniera diretta e/o indiretta di servizi naturali), in misura decisamente superiore rispetto alla media mondiale. Lo stile di vita basato su alti consumi di risorse naturali, che caratterizza gli abitanti della provincia di Venezia, determina un valore di Impronta

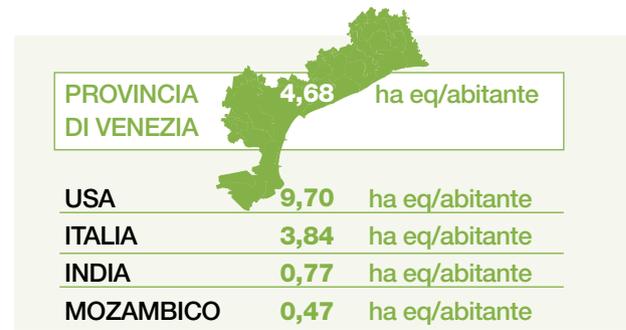


Figura. Comparazione dell'Impronta Ecologica pro capite media di un abitante della Provincia di Venezia, degli Stati Uniti, dell'Italia, dell'India e del Mozambico.

Ecologica pari a due volte e mezzo la Biocapacità media mondiale effettivamente disponibile.

A titolo esemplificativo si riportano nella figura sopra quattro esempi, per mostrare quanto siano differenti i valori di

Impronta Ecologica media a seconda della nazione di origine. Un cittadino medio americano ha bisogno, per vivere, di una superficie bioproductiva pari a 9,70 ha eq pro capite, mentre un abitante dell'Italia, come già visto, ne utilizza 3,84; per contro l'Impronta Ecologica di un indiano è di soli 0,77 ha eq pro capite e, addirittura, quella di un cittadino dello stato del Mozambico è di 0,47 ha eq pro capite.

Tutte le nazioni industrializzate, caratterizzate da stili di vita basati sui consumi e su alti utilizzi delle risorse naturali, sono accomunate da valori qualitativamente simili dell'Impronta Ecologica. La Terra, però, non è illimitata: la quantità di risorse naturali presenti è soggetta ai limiti naturali e alle leggi della termodinamica, che non possono in alcun modo essere eluse. Adottare modelli di vita e di consumo elevati significa imprimere un'accelerazione alla velocità di consumo delle risorse naturali rispetto a quelli che sono i tassi naturali di rigenerazione e questo porta ad un'erosione del capitale naturale globale.

Il confronto con altre realtà italiane

Sono stati inoltre confrontati i risultati emersi per la provincia di Venezia con quelli di altre realtà territoriali italiane quali le province di Siena, Ancona, Pesaro-Urbino, Cagliari, Forlì-Cesena, Ascoli Piceno.

L'esame rivela valori di Impronta Ecologica abbastanza simili. La provincia di Venezia, pur situandosi al di sopra della media italiana, non rappresenta uno dei casi a più elevata Impronta Ecologica, poiché è superata da tutte le rimanenti province considerate ad eccezione di Cagliari. Se l'Impronta Ecologica nazionale calcolata in ettari equivalenti pro capite è pari a 5,51, quella di Venezia è pari a 5,71, mentre quella di Cagliari corrisponde ad un valore di 5,43. Il valore più alto, 7,43, è quello di Forlì-Cesena. Quest'insieme di

valori, tendenzialmente elevati e simili tra loro, è un'ulteriore conferma della sostanziale omogeneità negli stili di vita degli italiani, tutti caratterizzati da un'elevata richiesta, diretta o indiretta, di servizi naturali.

Anche l'esame dei diversi valori di Biocapacità porta ad alcune considerazioni.

I valori di Biocapacità sono più eterogenei rispetto ai corrispondenti valori di Impronta Ecologica, a testimonianza di quanto sia variabile la situazione socio-demografica fra le varie province analizzate. La Biocapacità, infatti, oltre che dipendere dalla dotazione di ecosistemi del territorio, presenta anche un forte legame con la densità di popolazione. Tra gli esempi più interessanti si osservi la provincia di Siena, che ha una Biocapacità, calcolata in ettari equivalenti pro capite di 5,74, più elevata delle altre province (quella di Venezia è pari a 2,33), grazie alla concomitante presenza di una grande estensione di superficie ad alta produttività (più del 90% di territori biologicamente produttivi sono adibiti a terreno agricolo, pascoli e foreste) e di una bassa densità di popolazione (66 ab/km²). Viceversa, realtà come Ancona, ma anche la stessa provincia di Venezia, soffrono soprattutto della presenza di un gran numero di persone (la densità di popolazione è di oltre 230 ab/km²).

Un indice di Biocapacità molto basso potrebbe rivelarsi nel lungo periodo (ovvero nei tempi della sostenibilità), un elemento di fragilità per l'economia complessiva del sistema. La disponibilità di spazio potrebbe costituire un elemento limitante per lo sviluppo. Questo tipo di considerazione assume una valenza particolare per la provincia di Venezia se si considera che nel calcolo della sua Biocapacità è stato inserito il contributo dovuto alla presenza della laguna, un ecosistema ad alta produttività biologica. La

laguna contribuisce per ben il 63% della Biocapacità complessiva: se si escludesse il suo apporto, la Biocapacità totale pro capite scenderebbe a meno di 1 ha eq pro capite.

Infine è interessante notare che tutti i bilanci ambientali delle province esaminate risultano in negativo (ad eccezione di quello di Siena che può essere considerato in pari), ad evidenziare la presenza, più o meno ingente di deficit ambientali: nessuno dei territori analizzati è quindi in grado di far fronte alle esigenze di servizi naturali dei propri abitanti a partire dai soli ecosistemi presenti localmente e ricorre all'utilizzo di territori esterni al sistema considerato.

L'Impronta Ecologica per categorie di terreno ecologicamente produttivo

Questa disaggregazione permette di evidenziare quali tipologie di territorio produttivo vengono maggiormente utilizzate per i servizi naturali che erogano.

Dall'Impronta Ecologica della provincia di Venezia ripartita per categoria di terreno appare evidente la grande percentuale di terreno utilizzato per scopi energetici (62,5%), ossia l'estensione di territorio forestale necessaria per assorbire tutte le emissioni di CO₂ causate dall'utilizzo di energia da parte degli abitanti della provincia. In generale si può dire che anche la provincia di Venezia segue un trend tipico di altre realtà industrializzate, in cui la percentuale di terreno per l'energia si attesta tra uno e due terzi dell'intero valore dell'Impronta Ecologica.

All'interno di questa categoria di territorio sono conteggiati sia gli usi diretti di energia, come i consumi di carburante per la mobilità o il riscaldamento, o gli usi di combustibili fossili per la produzione di energia

elettrica, sia quelli indiretti, ossia l'energia impiegata nella fabbricazione e nel trasporto dei beni consumati e quella utilizzata nell'esecuzione di servizi fruiti.

È interessante analizzare la composizione dell'Impronta Ecologica in termini di categorie di terreno ecologicamente produttivo non soltanto per quanto riguarda il valore totale, ma anche per le singole categorie di consumo. Ne emerge che la componente "energia" rappresenta il contributo maggiore per tutte le categorie di consumo. In particolare questa componente arriva a sfiorare la quasi totalità per quanto concerne i trasporti, le abitazioni e i servizi.

Da ciò la necessità di attuare politiche mirate alla riduzione delle emissioni locali di gas serra e quindi alla riduzione di territorio per scopi energetici e in ultima analisi del valore di Impronta Ecologica. Fra le possibili strategie attuabili per raggiungere tali obiettivi possono essere citate:

- incentivazione all'uso di fonti energetiche rinnovabili;
- risparmio energetico ed aumento dell'efficienza durante il ciclo di vita dei beni consumati e dei servizi fruiti, in particolare durante la fase di produzione;
- riduzione dell'uso da parte dei cittadini e delle Amministrazioni di energia diretta (per spostamenti, riscaldamento, illuminazione, elettrodomestici, etc.) e indiretta (consumo di beni prodotti utilizzando energia).

L'Impronta Ecologica per tipologia di consumo

Rifacendosi allo schema pressione-stato-risposta, questo tipo di disaggregazione fornisce informazioni sugli elementi che generano pressione sul sistema. Dalla ripartizione dell'Impronta Ecologica per tipologia di consumo eMerge che la categoria con maggiore peso (39,5%) è quella dei consumi di alimenti, seguita dai trasporti (20,1%) e dalle abitazioni (19,0%). La situazione è qualitativamente simile ai risultati delle altre province. Rifacendosi allo schema pressione-stato-risposta, questo tipo di disaggregazione fornisce informazioni sugli elementi che generano pressione sul sistema. Dalla ripartizione dell'Impronta Ecologica per tipologia di consumo eMerge che la categoria con maggiore peso (39,5%) è quella dei consumi di alimenti, seguita dai trasporti (20,1%) e dalle abitazioni (19,0%). La situazione è qualitativamente simile ai risultati delle altre province italiane.

È interessante valutare quali sono le categorie che maggiormente contribuiscono all'Impronta Ecologica perché questo può aiutare a individuare le reali cause dell'impatto ambientale e ad intraprendere azioni correttive.

Nell'analizzare la ripartizione per categorie di terreno ecologicamente produttivo e di consumo, si vedrà che le categorie di consumo che più contribuiscono alla componente energia dell'Impronta Ecologica sono i trasporti e le abitazioni, due settori ad alto utilizzo di energia, e, in misura minore, i consumi di alimenti, che rappresentano invece la quasi totalità delle componenti di Impronta Ecologica imputabili all'uso di terreni agricoli e pascoli, perché la maggior parte dei prodotti ricavati dall'agricoltura e dall'allevamento è finalizzata ai consumi di alimenti, ad eccezione di fibre

animali (lana, seta) e vegetali (iuta, cotone) destinate al settore tessile.

Per approfondire ulteriormente l'analisi dei risultati si è analizzata l'Impronta Ecologica totale differenziata per le differenti sottocategorie dei consumi di alimenti. Emerge chiaramente il picco dovuto alla carne bovina, che è generata sia dagli alti consumi di questo alimento, circa 19,8 kg pro capite all'anno (più di tre volte superiori ai consumi di carne suina e ai salumi, ma inferiori ai consumi di pollame, conigli e selvaggina), sia soprattutto all'alto valore di Impronta Ecologica che si ha per ogni chilogrammo di carne bovina consumata.

Da notare, parallelamente, il contributo dato dalla categoria patate, frutta e ortaggi, che, pur avendo un consumo in chilogrammi 10 volte superiore a quello di carne bovina è meno della metà in termini di Impronta Ecologica. Ciò è dovuto alla limitata estensione di terreno necessario per far crescere vegetali rispetto all'area che si dovrebbe avere per ricavare lo stesso quantitativo di calorie allevando animali. Una dieta equilibrata che comprenda carne, vegetali e frutta risulta quindi a minore Impronta Ecologica rispetto ad un regime alimentare basato sul forte consumo di carne e altri prodotti di origine animale quali i latticini e le uova.

È bene infine notare il picco rappresentato dall'acqua minerale dovuto al grande consumo di questo prodotto, stimato in ben 225 litri pro capite all'anno.

L'Impronta Ecologica per aree di influenza

Infine, vengono presentati i risultati dell'Impronta Ecologica secondo una nuova disaggregazione che si rifà alle cosiddette aree di influenza, in quanto il risultato viene scorporato secondo le diverse responsabilità. La finalità di questa ripartizione è di distinguere i contributi di Impronta Ecologica dovuti ad abitudini, azioni e comportamenti del singolo cittadino da quelli che dipendono, o possono essere almeno parzialmente influenzati in modo più o meno diretto, dalle politiche e dalle decisioni della pubblica amministrazione. Le categorie per area di influenza sono state ripartite secondo il seguente schema: Le categorie per area di influenza sono state ripartite secondo il seguente schema:

- aree di influenza del privato cittadino:

- settore "consumi per abitazioni"
- settore "altri beni e servizi privati"
- settore "consumi di alimenti"

- aree di influenza della pubblica amministrazione:

- settore "trasporti"
- settore "riscaldamento e servizi pubblici"
- settore "rifiuti"

Dalla suddivisione generale per aree di influenza emerge che la pubblica amministrazione potrebbe (almeno teoricamente), avere un'influenza, diretta o indiretta, su circa il 30,7% delle fonti dell'Impronta Ecologica della provincia di Venezia, mentre il rimanente 69,3% dipende totalmente dalle decisioni dei singoli cittadini.

Impronta Ecologica per aree di influenza



La figura qui sopra mostra in dettaglio le diverse componenti che costituiscono le due aree di influenza: nelle differenti tonalità di blu sono illustrate quelle che dipendono direttamente dalle abitudini del privato cittadino, mentre le differenti tonalità in giallo si riferiscono, a diverso titolo, all'amministrazione pubblica.

Aree di influenza del privato cittadino

Le componenti delle aree di influenza attribuite al singolo cittadino riguardano i consumi per i generi alimentari, per i beni ed i servizi ad uso privato e i consumi inerenti l'abitazione. Vanno però esclusi il trasporto privato ed il riscaldamento dell'abitazione, perché si tratta di ambiti direttamente o indirettamente influenzabili dalle politiche pubbliche e quindi ascrivibili alla pubblica amministrazione.

Ora si prenderanno in considerazione altre due componenti (abitazioni, beni e servizi privati).

Abitazioni

La categoria "abitazioni" comprende gli utilizzi di energia (sia elettrica per illuminazione, riscaldamento e funzionamento di elettrodomestici, sia combustibili fossili per riscaldamento), i consumi di acqua, l'occupazione di suolo dell'edificio e l'utilizzo di servizi di tipo abitativo (alberghi, pensioni, etc.). Emerge chiaramente come, anche in questa categoria, la maggior parte dell'Impronta Ecologica (ben il 68,2%) sia da imputare al consumo di energia.

Beni non alimentari e servizi privati

Nella ripartizione del settore "altri beni e servizi privati" si può notare il notevole peso ambientale delle attività relative al tempo libero, alla cultura e ai giochi che contribuiscono con il 33,8%, i servizi per la casa si attestano al 20,2%, l'abbigliamento al 20,8.

Aree di influenza della pubblica amministrazione

La pubblica amministrazione può influire sul valore finale di impronta ecologica agendo in due direzioni:

- in modo diretto sulle componenti di propria competenza (ossia dipendenti direttamente da essa o da pratiche su cui può esercitare forme di controllo): trasporti, rifiuti, riscaldamento e servizi pubblici;
- in modo indiretto sulle scelte comportamentali del cittadino, tramite informazione e formazione, al fine di ridurre o riorientarne i consumi ad esempio educando ad una dieta meno ricca di carne, al risparmio energetico, all'acquisto di prodotti locali che evitino il grosso contributo dei trasporti e, di conseguenza, della componente energetica dell'Impronta Ecologica.

Trasporti

La componente "trasporti" include i contributi di Impronta Ecologica derivanti dal trasporto pubblico e anche da quello privato relativamente alle persone, ma non al trasporto merci. Tale componente contribuisce per circa due terzi all'Impronta Ecologica di influenza dell'amministrazione pubblica.

Ciò sottolinea la presenza di un sistema locale di trasporto delle persone chiaramente poco sostenibile e acuisce l'esigenza di soluzioni più rispettose dell'ambiente che portino ad abbassare l'Impronta Ecologica relativa all'utilizzo di trasporti privati. Calcoli precedenti mostrano che la scelta del mezzo di trasporto ha una grandissima influenza sull'Impronta Ecologica. Se si considera che, nel caso della provincia di Venezia, il 93,4% dell'Impronta Ecologica dei trasporti è causata dall'utilizzo di mezzi privati, si capisce qual è l'entità del miglioramento, in termini ambientali, che si potrebbe avere spostando una parte dei trasporti privati (ad alta Impronta Ecologica) su quelli pubblici (a Impronta Ecologica minore).

Rifiuti

La componente legata allo smaltimento dei rifiuti causa il 6,5% dell'Impronta Ecologica totale. La figura qui sotto mostra la ripartizione dell'Impronta Ecologica dei rifiuti in funzione della loro composizione e compara la situazione di raccolta e smaltimento attuale con i due ipotetici scenari di rifiuti totalmente indifferenziati e totalmente differenziati.

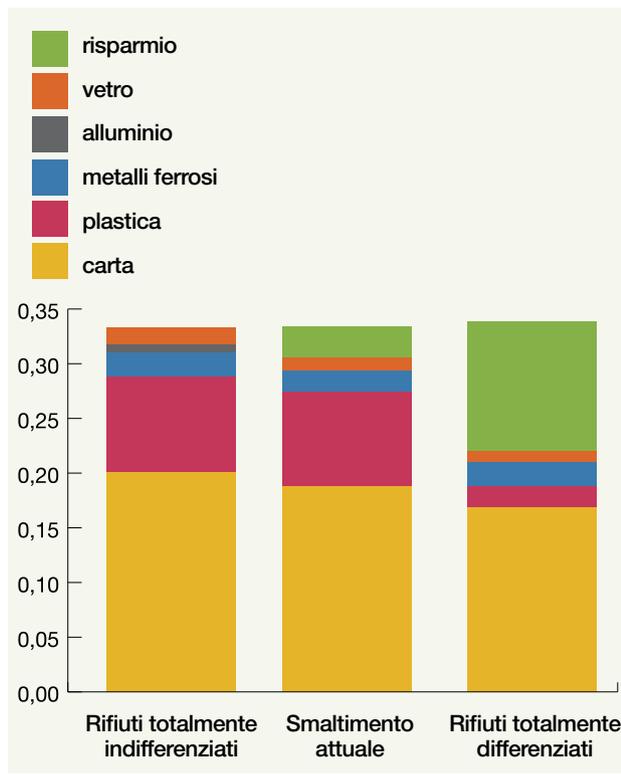


Figura. Ripartizione dell'Impronta Ecologica dei rifiuti in funzione della loro composizione e di tre scenari di raccolta e smaltimento: la situazione attuale e i due ipotetici casi di rifiuti totalmente indifferenziati e totalmente differenziati.

In questo modo è possibile evidenziare l'efficacia ed i limiti di una buona raccolta differenziata. L'area verde rappresenta infatti il risparmio di Impronta Ecologica (e quindi di impatto ambientale) rispetto al caso totalmente indifferenziato: a partire dalla situazione attuale, caratterizzata da un risparmio di Impronta Ecologica del 7,9%, si potrebbe giungere, nel caso ipotetico di una totale differenziazione dei rifiuti, ad un risparmio ecologico massimo pari al 32,8%.

In questo caso l'Impronta Ecologica potrebbe essere ulteriormente diminuita se venissero intraprese in primo luogo azioni di riduzione della produzione dei rifiuti, che agiscono sulle cause "a monte" e, in aggiunta, azioni di mitigazione degli effetti "a valle", attraverso l'adozione del riuso (riutilizzo delle bottiglie del latte, degli imballaggi, dei contenitori, etc.) e la massimizzazione della raccolta differenziata e del riciclo delle materie prime e seconde.

Riscaldamento e servizi pubblici

La componente dovuta a riscaldamento e servizi pubblici contribuisce per circa il 4,1% dell'Impronta Ecologica totale. In questo settore ciò che maggiormente influisce sono i consumi energetici relativi agli usi pubblici e commerciali (73,3%), mentre la restante parte è divisa tra il riscaldamento (13,3%) e gli altri servizi pubblici (13,4%).

La Biocapacità della provincia di Venezia

La Biocapacità misura la capacità della regione in esame di erogare servizi naturali a partire dagli ecosistemi localmente presenti. Questa risulta funzione sia della dotazione di ecosistemi locali (la superficie occupata da tali ecosistemi), sia dalla loro effettiva produttività, che viene considerata pesando le superfici dei terreni ecologicamente produttivi con opportuni coefficienti (fattori di equivalenza e di rendimento), che sono stati discussi più approfonditamente in precedenza.

La reale Biocapacità espressa dal territorio veneziano è stata valutata attraverso l'implementazione dello schema di calcolo tradizionale adottato nelle usuali analisi della Biocapacità. Poiché l'ecosistema lagunare non soltanto è parte integrante del territorio provinciale (costituendone ben il 24%), ma è anche uno fra gli ecosistemi più produttivi, il suo contributo non poteva essere trascurato nel computo della Biocapacità.

La Biocapacità per categorie di territorio biologicamente produttivo

L'applicazione del nuovo calcolo della Biocapacità alla provincia di Venezia, che include anche il territorio lagunare, porta ad un valore per la Biocapacità di 1.185.874,2 ha eq che corrisponde a 1,45 ha eq pro capite. La Biocapacità provinciale viene disaggregata per tipologia di territorio ecologicamente produttivo: l'ecosistema lagunare contribuisce in modo preponderante alla Biocapacità complessiva (62,8%), mentre il territorio agricolo pesa sul totale della Biocapacità per il 28,5%, il mare per il 3,0%, i pascoli per l'1,0% e le foreste per lo 0,4%.

Questo primo risultato evidenzia l'importanza di avere generalizzato il calcolo della Biocapacità allo scopo di includere anche l'ecosistema laguna. Se non si fosse operata una tale generalizzazione, l'analisi avrebbe colto soltanto una piccola parte (37,2%) della Biocapacità effettivamente presente all'interno del territorio in esame, fornendo così un quadro distorto del bilancio ecologico provinciale.

E' interessante confrontare la Biocapacità di ciascun territorio con la propria superficie reale: la laguna è il territorio con il più alto rapporto tra Biocapacità e superficie reale, seguita dal territorio agricolo. In particolare l'ecosistema lagunare, con una superficie che copre il 24,4% circa del territorio provinciale, fornisce quasi due terzi della Biocapacità complessiva. Il mare e le acque interne, al contrario, contribuiscono soltanto per il 3% alla Biocapacità totale, mentre pascoli e foreste presentano sia una bassa superficie reale sia una bassa Biocapacità. Questi risultati riflettono in effetti la reale natura del territorio provinciale, completamente pianeggiante e principalmente utilizzato per attività agricole o occupato dall'ecosistema laguna.



ANALISI E
RISULTATI:
EMERGIA

4



Analisi e Mergetica della provincia di Venezia e dei suoi bacini



La vera identità di un territorio è comprensibile soltanto attraverso l'analisi di tutti gli equilibri e le interrelazioni che si instaurano tra i vari elementi che lo costituiscono. Il sistema territoriale è caratterizzato da un elevato grado di organizzazione ma, soprattutto da una serie infinita di componenti e di connessioni tra esse. Quindi, nella struttura di questa ricerca, una posizione dominante è assunta dalla conoscenza del maggior numero possibile di informazioni: com'è fondamentale conoscere la distribuzione della popolazione e l'urbanizzazione dei territori e l'organizzazione del sistema produttivo, altrettanto importante è considerare e valutare la piattaforma ambientale sulla quale queste poggiano.

L'analisi del sistema territoriale della provincia di Venezia, l'acquisizione dei dati sui flussi di materia ed energia e la loro elaborazione, porta al disegno di alcune mappe di sostenibilità.

La provincia di Venezia e i bacini di contabilità ambientale

Nei confini amministrativi della provincia di Venezia è compreso un territorio estremamente variegato ed eterogeneo sia dal punto di vista naturalistico-ambientale che dal punto di vista insediativo e socio-economico. Il primo tipo di eterogeneità deriva dalla compresenza di varie tipologie di

ecosistemi, da quello lagunare, alle zone umide, alle zone boschive ed agricole, fino all' "ambiente" urbano. Quest'ultimo va ricondotto all'evoluzione delle attività che hanno caratterizzato il territorio nel corso dei secoli, dalle marittime e portuali, a quelle agricole, fino alle artigianali ed industriali, senza trascurare il turismo e gli elevati e diversi gradi di urbanizzazione che connotano i centri della provincia. In entrambi i casi si tratta di elementi che attivano o implicano di volta in volta un fluire di energia e materia che è diversificato in qualità e in quantità e di cui bisogna tenere conto per ottenere risultati significativi.

Per cogliere in modo completo le caratteristiche e le performance ambientali del territorio della provincia di Venezia, questo è stato diviso in sei distretti i quali saranno sottoposti alle medesime analisi.

Uno dei momenti importanti e delicati del lavoro di analisi è la definizione dei distretti o Bacini di Contabilità Ambientale (BCA) in cui suddividere il territorio provinciale per applicare le metodologie di monitoraggio ambientale ad una maglia più ristretta di osservazione.

Non esistono in realtà dei veri e propri criteri per disaggregare il territorio, vi sono però alcuni elementi che fungono da discriminante per la scelta, in primo luogo l'evidenza di zone con caratteristiche proprie, quali la presenza di distretti industriali, o di coltivazioni agricole intensive, o di aree con prevalente vocazione naturalistica. L'obiettivo è quello di far emergere le differenze fra i diversi bacini, anche attraverso gli indicatori, per evidenziarne il ruolo che ciascuno riveste, in termini di sostenibilità, nel bilancio complessivo della provincia.

Per la provincia di Venezia sono stati individuati 6 bacini di contabilità ambientale come evidenziato nella mappa.

- BCA 1 MERIDIONALE**
- BCA 2 MIRESE**
- BCA 3 MIRANESE**
- BCA 4 VENEZIANO**
- BCA 5 SANDONATESE**
- BCA 6 PORTOGRUARESE**

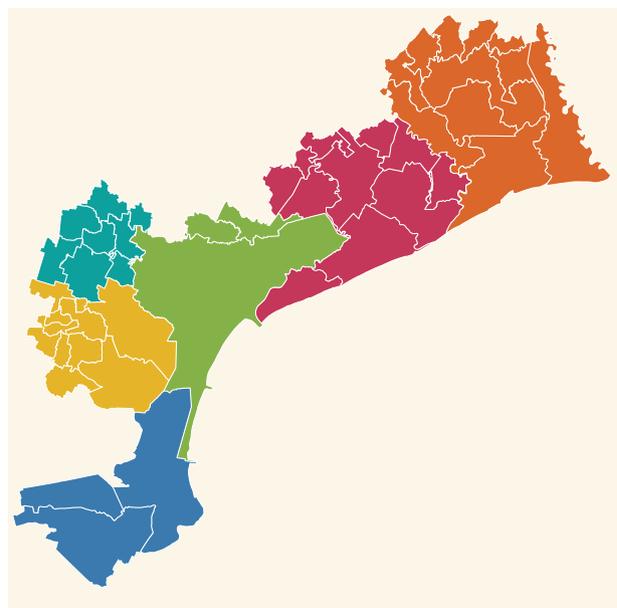


Figura: La provincia di Venezia e i 6 bacini di contabilità ambientale.

BCA 1 MERIDIONALE

Localizzato nella parte meridionale della provincia comprende 3 comuni: Chioggia, Cavarzere e Cona, per una superficie complessiva di 390,27 km² (di cui 100,98 km² di superficie lagunare) e una popolazione di 70.786 per una densità di popolazione pari a 181,38 ab./km².

In questo distretto è predominante la vocazione agricola (è particolarmente sviluppata l'orticoltura) e l'attività agroalimentare. La zona litoranea è inoltre interessata dal turismo. Rilevante è anche il comparto ittico con l'acquacoltura (crostacei e mitili) e la pesca: Chioggia è un importante mercato ittico a livello nazionale.

BCA 2 MIRESE

Localizzato nella parte sud-occidentale della provincia comprende 9 comuni: Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponagara, Dolo, Fiesso d'Artico, Fossò, Mira, Stra e Vigonovo, per una superficie complessiva di 293,72 km² (di cui 101,13 km² di superficie lagunare) e una popolazione di 103.608 per una densità di popolazione pari a 352,74 ab./km².

Il bacino del Mirese è un'area urbanizzata, con un'alta densità di imprese artigiane, in particolare calzaturiere, di prestigio.

BCA 3 MIRANESE

Localizzato nella parte centro-occidentale della provincia comprende 8 comuni: Martellago, Mirano, Noale, Pianiga, Salzano, Santa Maria di Sala, Scorzè e Spinea per una superficie complessiva di 203,86 km² e una popolazione di 136.350 per una densità di popolazione pari a 668,84

ab./km². In questo bacino, fortemente urbanizzato, è molto radicata l'industria di base e in particolare quella meccanica ed elettromeccanica. Non mancano rinomate produzioni agricole.

BCA 4 VENEZIANO

Localizzato nella parte centrale della provincia comprende 3 comuni: Venezia, Marcon e Quarto d'Altino, per una superficie complessiva di 466,17 km² (di cui 274,59 km² di superficie lagunare) e una popolazione di 294.728 per una densità di popolazione pari a 632 ab./km². La densità di popolazione salirebbe a 1538,42 ab./km² qualora si escludesse la superficie lagunare, che occupa il 60% dell'intero territorio del bacino.

Il bacino racchiude in sé forti contraddizioni: alla fragilità della sua laguna, sovrappone ad esempio il polo industriale di Marghera ed il caotico insediamento urbano di Mestre. Massiccia la presenza di turisti che ogni anno invade Venezia e in particolare il suo centro storico. Anche in questo bacino il comparto ittico è molto sviluppato.

BCA 5 SANDONATESE

Localizzato nella parte nord della provincia comprende 10 comuni: Cavallino Treporti, Ceggia, Eraclea, Fossalta di Piave, Jesolo, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave, Torre di Mosto, per una superficie complessiva di 474,15 km² (di cui 41,23 di superficie lagunare) e una popolazione di 118.822 per una densità di popolazione pari a 250,60 ab./km². Questa è la zona del Piave ed è conosciuta anche per la produzione di vini, sia bianchi che rossi. La parte litoranea, nei comuni soprattutto di Cavallino Treporti e Jesolo, è particolarmente interessata ad un turismo di tipo balneare.

BCA 6 PORTOGRUARESE

Localizzato nella parte più settentrionale della provincia al confine con il Friuli, comprende 11 comuni: Annone Veneto, Caorle, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Portogruaro, Pramaggiore, San Michele al Tagliamento, San Stino di Livenza, Teglio Veneto per una superficie complessiva di 632,02 km² (di cui 24,77 di superficie lagunare) e una popolazione di 90.950 per una densità di popolazione

pari a 143,90 ab./km². Zona a bassa intensità urbana con vocazione agricola, rilevante la produzione di vini doc concentrata nei comuni della Livenza e Pramaggiore e molte attività di tipo artigianale; diffusa è l'industria del mobile.

Molto sviluppata è la zona costiera e in particolare il comune di Caorle in cui si trova un importante mercato ittico e si rileva un grande afflusso turistico in particolare nel periodo estivo, così come a Bibione nel comune di San Michele al Tagliamento.

Principali fonti dei dati statistici raccolti:

- ACI (Automobil Club Italia)
- ANCI (Associazione nazionale comuni italiani)
- ANPA (Associazione nazionale protezione ambiente)
- APT – Aziende di Promozione Turistica della provincia di Venezia
- ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto)
- Autorità per l'energia
- C.C.I.A.A. Camera di Commercio della Provincia di Venezia
- Consorzio Venezia Nuova
- COSES Consorzio per la Ricerca e la Formazione
- ENEL – GRTN (Gestore della Rete Trasmissione Nazionale)
- Gestori Locali dell'Acqua
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)
- IRPET (Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana)
- ISTAT (Istituto nazionale di statistica) – Ufficio del Commercio con l'Estero
- Istituto di Ricerche Ambiente Italia
- Istituto Guglielmo Tagliacarne
- MICA (Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato)
- Ministero dei Trasporti
- Ministero dell'Ambiente
- OGS Trieste
- Provincia di Venezia – Assessorato Caccia, Pesca e Polizia Provinciale
- Provincia di Venezia – Assessorato Politiche Ambientali
- Regione Veneto, Assessorati vari
- SNAM
- UNIONCAMERE
- Università di Venezia

Il modello

La provincia di Venezia è stata “modellizzata” in modo da fotografare il sistema nel suo complesso, le componenti principali e alcune delle interrelazioni tra queste e l'esterno.

La modellizzazione ha dato vita al diagramma energetico riportato in figura in cui il grande contenitore, a forma di rettangolo, definisce i confini fisici del sistema-provincia veneziano.

Seguendo le indicazioni suggerite dall'ISTAT, il sistema è stato scorporato in 3 macrosettori: agricoltura, allevamento e industria manifatturiera, che fungono da produttori primari e secondari e che configurano le varie tipologie di attività.

In particolare possiamo individuare alcuni poli produttivi specialistici: il distretto del Brenta (per il calzaturiero), del Miranese (per l'industria meccanica), il bacino del Portogruarese (per l'industria del mobile), il distretto del Piave (per i suoi vini), Porto Marghera (per il polo chimico), per citarne alcuni.

Nel comparto primario (a sinistra del diagramma) è stato inserito l'ecosistema lagunare che attraverso la pesca alimenta il mercato ittico delle zone costiere e in particolare di Chioggia e Venezia.

La produzione locale di energia elettrica deriva essenzialmente da fonte termoelettrica e riesce a soddisfare la domanda complessiva.

Un'entità specifica è il sottoinsieme denominato “città e popolazione” che serve ad individuare i flussi energetici che alimentano la parte urbanizzata del territorio, vale a dire dove vive la maggior parte della popolazione e dove sono collocate verosimilmente le attività produttive. Questa riveste il ruolo di consumatore ed è rappresentata da un esagono.

Le risorse che convergono a sostentamento del sistema sono di due diversi tipi a seconda che la loro origine sia endogena o esogena. Le *locali rinnovabili* (fonti di energia come sole, vento, pioggia, etc.) costituiscono insieme al mercato, le forzanti del sistema e ad esse viene associato come simbolo un *cerchio*, posto sul lato sinistro, che presenta una freccia ricurva verso l'esterno del sistema; questo per tenere conto che soltanto una parte di queste risorse viene sfruttata dal sistema mentre la maggior parte viene dispersa.

Le quantità immagazzinate all'interno del sistema, come ad esempio il suolo fertile, l'acqua derivante da bacini e da laghi e anche le risorse minerarie vengono rappresentate con il simbolo di un serbatoio di capacità limitata.

L'utilizzo di queste risorse da parte dell'uomo non è esclusivamente legato alla loro reale disponibilità, ma anche ad altri aspetti forse meno tangibili. Ad esempio, per rendere fruibile la risorsa idrica al consumatore, si richiede mediamente un dispendio, in termini energetici, di risorse non rinnovabili (intese come materiali, infrastrutture ed energia) pari a circa il doppio delle risorse rinnovabili. Classificare questi tipi di input come risorse non rinnovabili forse non rispecchia la loro reale situazione ma ci invita ad un utilizzo prudente degli stessi stimolando il perseguimento di una gestione sostenibile della risorsa.

Considerazioni analoghe possono essere sviluppate per il serbatoio-suolo; la pressione esercitata sul terreno attraverso colture intensive porta ricchezza in termini di produzione, ma allo stesso tempo impoverisce il suolo in termini di fertilità. Ancora una volta il criterio precauzionale ci deve indirizzare verso una gestione oculata della risorsa-terreno adottando ad esempio la rotazione delle colture piuttosto che ricorrere a dosi massicce di fertilizzanti.

Una presa di coscienza immediata di questa realtà potrebbe consentire un migliore monitoraggio ma soprattutto un'oculata programmazione della gestione di queste risorse.

I rifiuti prodotti dalle varie attività antropiche che premono sul sistema, convergono anch'essi in un serbatoio la cui capienza è stata quasi saturata; questa mole di "spazzatura" costituisce una risorsa quando è valorizzata attraverso azioni quali il recupero di materia e/o di energia.

Le risorse che provengono dall'esterno (esogene) e in particolare dal sistema economico, sono in generale quei beni (materiali, informazioni, fonti di energia, lavoro umano) e qualsiasi altro tipo di servizio, che sono necessari per sostenere il sistema. Queste sono collocate nella parte superiore del diagramma e rappresentate con dei cerchi.

Ciascun flusso di energia e materia è definito da una freccia; le frecce verso il basso, che convergono all'*heat sink*, cioè al pozzo di calore, indicano che ad ogni trasformazione parte dell'energia viene, appunto, degradata sotto forma di calore, in accordo con i principi della termodinamica. Le frecce tratteggiate rappresentano flussi di denaro che caratterizzano il sistema economico.

Con il simbolo del rombo sono descritte le relazioni in termini di merci e di denaro tra il sistema e l'esterno, ovvero il mercato, i beni e i servizi. Tutti i settori che compongono il sistema hanno infatti come controparte, dal punto di vista economico, il mercato che viene inteso come un'entità esterna. La presenza del mercato funge da interfaccia tra il sistema dei flussi energetici e la quantificazione economica che all'interno è rappresentata dallo storage P.P.L. (Prodotto Provinciale Lordo). Il turismo rappresenta uno degli elementi

trainanti dell'economia locale; tale input è considerato in questo modello come un flusso di denaro in ingresso al sistema (freccia tratteggiata), che contribuisce anch'esso ad alimentare il prodotto provinciale lordo. L'amministrazione pubblica si pone come regolatore dei rapporti fra la popolazione e i flussi che alimentano il sistema.

Industria, produzioni energetiche, pubblica amministrazione sono raffigurati con il simbolo di *box*, cioè di scatola o rettangolo, in genere utilizzato per rappresentare componenti complesse che comprendono al loro interno una serie di interazioni ed altri elementi.

Alla fase di elaborazione dei dati presiede un complesso lavoro di raccolta di informazioni statistiche sul territorio, che è stato successivamente descritto in tabelle. Le informazioni comprendono le risorse utilizzate dal sistema e le risorse importate dall'esterno. Le prime sono suddivise, in base alla loro provenienza e natura, in locali rinnovabili (energia solare, pioggia, vento e calore geotermico), locali non rinnovabili (materiali estratti, suolo eroso e acqua) e riserve di energia (prodotti petroliferi, gas naturale ed elettricità). Le seconde sono raggruppate in quattro macrosettori (agricoltura, allevamento caccia e pesca, industria estrattiva, industria manifatturiera), e sono state elaborate prendendo in considerazione sia l'import dall'estero (vedi documento ISTAT per la provincia di Venezia), sia l'import nazionale, attraverso i dati della contabilità regionale estratti dalla matrice IRPET. Inoltre sono riportate le risorse esportate dalla provincia estrapolate contestualmente dal documento ISTAT e dalla matrice IRPET.

La totalità delle risorse, alle quali è attribuita la sopravvivenza del sistema, è stata disaggregata in base ad una classificazione consolidata nell'ambito delle analisi di sostenibilità a livello territoriale.

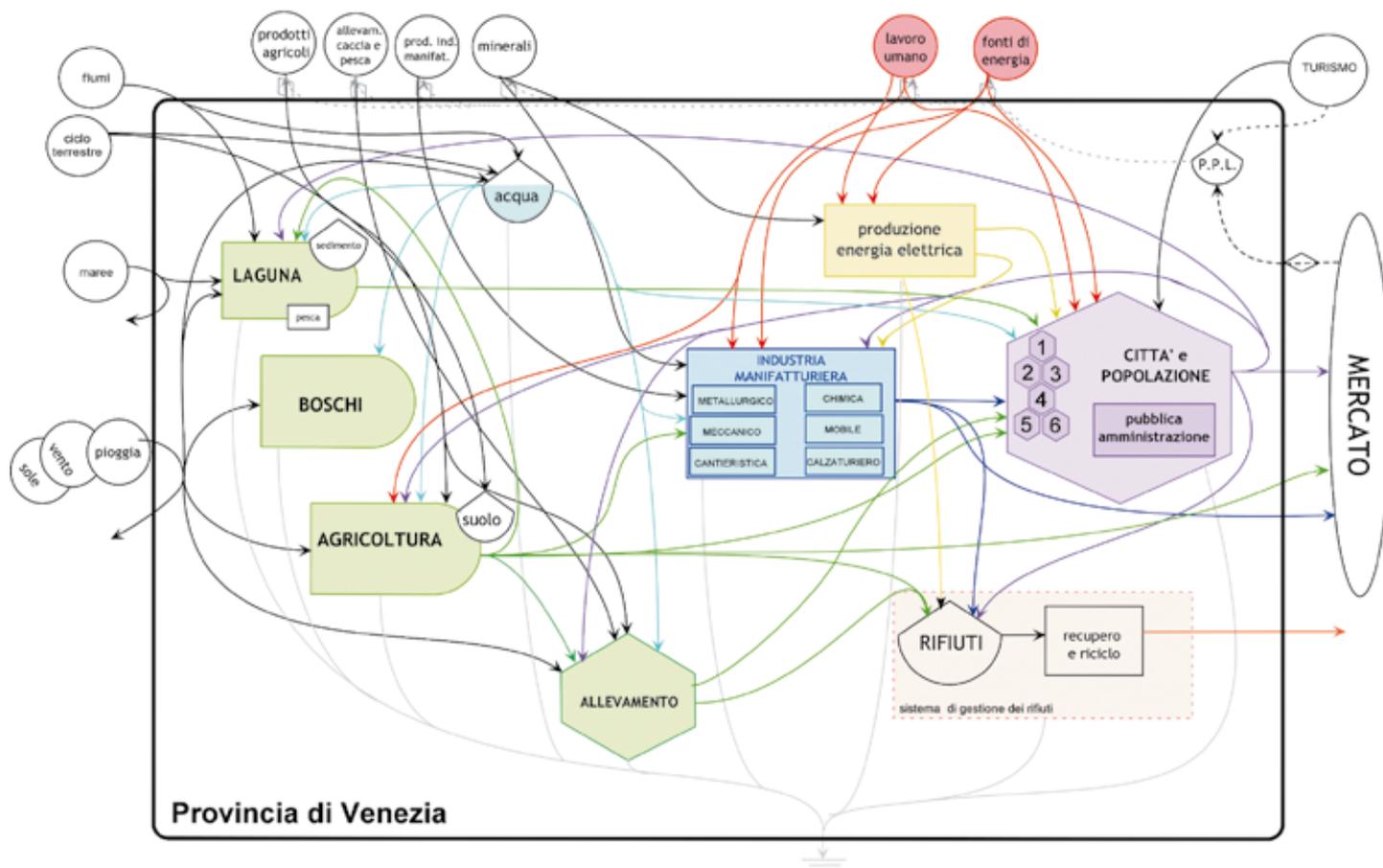


Figura: Diagramma energetico della provincia di Venezia e dei suoi bacini di contabilità

Calcolo dei flussi eMergetici

La metodologia eMergetica consente di prendere in considerazione tutti gli input che permettono ad un sistema di ottenere e mantenere il livello di organizzazione attuale considerato, in prima approssimazione, come uno stato stazionario. Il fatto di considerare come comune origine di tutti gli input l'energia solare consente poi di metterli in relazione tra loro.

Il territorio della provincia di Venezia è alimentato da un ammontare di *eMergia* pari a $6,94 \times 10^{22}$ solar eMergy Joules all'anno, dovuti all'utilizzo di risorse sia locali che provenienti da altri sistemi oltre i confini provinciali nell'arco di un anno solare.

Nella seguente figura si apprezza il fabbisogno eMergetico di ognuno dei sei distretti in cui è stata divisa la provincia. Si tratta della ripartizione del totale provinciale nei distretti individuati.

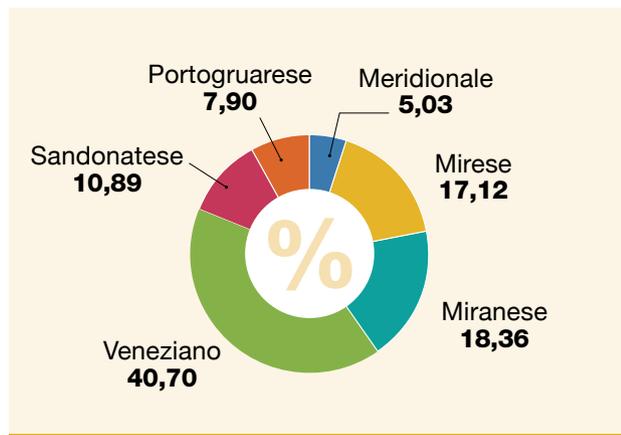


Figura. Ripartizione dell'eMergia complessiva della provincia di Venezia per i 6 bacini di contabilità.

Dal diagramma si nota come la maggiore percentuale dei flussi eMergetici sia richiesta dai distretti maggiormente popolati e sviluppati dal punto di vista industriale. Oltre all'elevato numero di abitanti che li caratterizza, infatti, l'altro elemento che permette di attribuire gran parte dell'attività produttiva ai distretti in questione, Veneziano, Mirese e Miranese è la percentuale di addetti ai vari settori manifatturieri che operano in queste zone rispetto al totale provinciale.

Ciò significa che, sia dal punto di vista energetico che dei materiali e dei servizi, i due distretti necessitano effettivamente di ingenti flussi eMergetici per soddisfare il proprio fabbisogno.

Il distretto del capoluogo si discosta tuttavia dagli altri due (Mirese e Miranese) per la diversa conformazione del proprio territorio, che si riflette in maniera importante sulla tipologia di risorse che lo alimentano. Gioca un ruolo fondamentale in questo senso la presenza della laguna che costituisce nel primo caso il 50% del territorio amministrativo del bacino, il 18,63% nel Mirese mentre il Miranese non possiede alcun comune che si affaccia sulla laguna. La laguna costituisce, infatti, una risorsa fondamentale dal punto di vista economico, ma anche ambientale per la provincia. Successivamente sarà presentata una sezione in cui l'ecosistema lagunare sarà analizzato alla stregua di un sistema territoriale a sé stante, quasi a voler individuare un settimo bacino di contabilità ambientale all'interno del territorio provinciale.

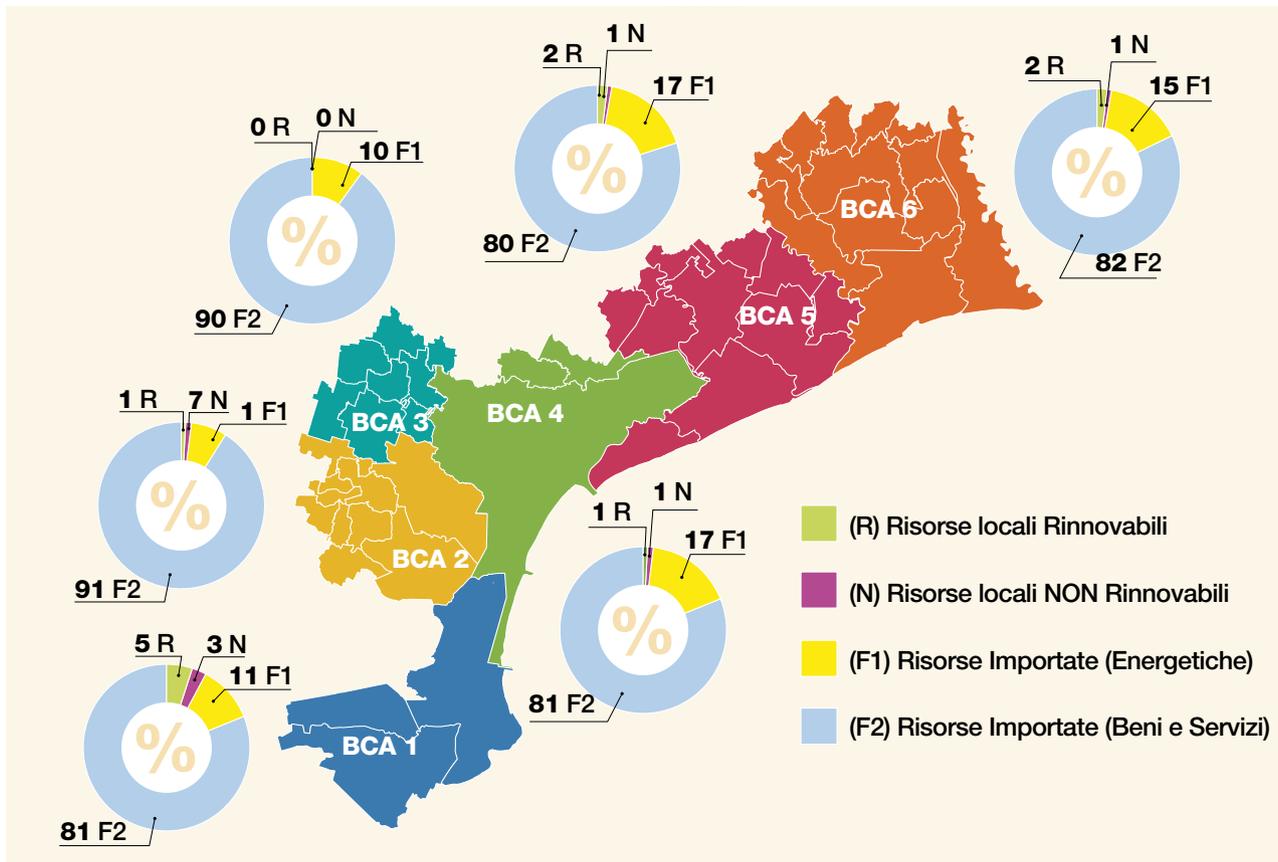
Gli altri tre comprensori territoriali sono caratterizzati da flussi più limitati per un ammontare minore di *eMergia* che globalmente è circa il 23% del totale. In ordine decrescente, si trovano il bacino Sandonatese, Portogruarese e Meridionale.

Di questi, i primi due presentano un dinamico comparato manifatturiero, anche se la vocazione agricola è di grande importanza, cosa che li rende maggiormente “eMergivori” rispetto al distretto meridionale, vocato quasi esclusivamente all’agricoltura e alle attività in laguna (pesca e acquacoltura), costituendo quest’ultima quasi il 20% del territorio attribuito al bacino.

Con ciò tutte le risorse sono raggruppate in quattro categorie:

- Risorse locali Rinnovabili (R)
- Risorse locali NON Rinnovabili (N)
- Risorse Importate (Energetiche) (F1)
- Risorse Importate (Beni e Servizi) (F2)

La figura mostra come, per ogni distretto, il totale dell’eMergia utilizzata sia ripartito tra queste categorie di risorse.



Le situazioni che si rilevano nei bacini, in termini di uso delle risorse, sono abbastanza simili tra loro e in linea con ciò che eMerge globalmente a livello provinciale. Per quanto riguarda le risorse classificate come rinnovabili (energia solare, energia del vento, pioggia, calore geotermico, mare, fiumi), ci sono da fare almeno tre considerazioni relativamente al loro limitato utilizzo:

- la prima riguarda un uso che, in un certo senso, è imposto dalle condizioni ambientali; vale a dire che è la natura stessa a stabilire in larga parte della quantità disponibile di tali risorse indipendentemente dall'uso che se ne può fare;
- la seconda considerazione riguarda il basso peso che, in termini di coefficienti di trasformazione (*transformity*), si attribuisce alle risorse locali rinnovabili dal momento che esse sono di diretta derivazione ambientale. Tuttavia, l'analisi eMergetica ha proprio l'obiettivo di quantificare l'apporto imprescindibile di esse ad un sistema territoriale, cosa che spesso viene trascurata in quanto non si è soliti considerare ciò che è "donato" gratuitamente dall'ambiente che non preveda costi per il suo sfruttamento;
- la terza osservazione è strettamente connessa alla presenza peculiare del sistema lagunare, che interessa tutti i bacini escluso il Miranese. Questo conferisce al territorio una continuità di flussi di risorse naturali rinnovabili che alimentano, anche se sfruttate spesso in modo non sostenibile, numerose attività che si svolgono in provincia di Venezia.

In tutti i bacini i flussi di energia e materia in entrata attraverso i canali commerciali superano l'80% rispetto

al totale dell'*eMergia* di ciascuno, con punte del 90% nei bacini del Mirese e del Miranese. In particolare, le attività produttive più eMergivore sono la petrolchimica, la metallurgica, la meccanica e in alcuni casi l'alimentare e il tessile.

In questo caso, dal momento che la caratteristica principale del sistema veneziano è quella di essere un trasformatore di merci in prodotti, non si sta parlando di quantità di energia e materia che viene effettivamente consumata all'interno dei confini territoriali. In altre parole, ai flussi in entrata contabilizzati corrisponde una grande quantità di merci di beni e servizi che fuoriescono dal territorio ed esplicano le proprie funzioni o cedono la propria utilità altrove.

L'enorme quantità di materia e di energia, individuata come entrante all'interno dei confini provinciali e ripartita in bacini in base al peso dei settori produttivi, non può essere trascurata proprio perché risultato primario di scelte pluriennali di politica economica e industriale. Inoltre, tale flusso è rappresentativo di molti altri elementi collaterali e collegati alla presenza delle attività produttive che naturalmente sono in grado di incidere negativamente sulla sostenibilità del sistema.

Ci si riferisce in particolare ai seguenti punti:

- è innegabile la correlazione fra consumo (inteso come trasformazione) di risorse di diverso tipo e fenomeni legati all'inquinamento dei tre comparti tradizionali: suolo, acqua e aria. Una quantità infinita di modelli e analisi ambientali dimostra che ciò è tanto vero a livello locale quanto a livello globale. Il distretto industriale è centro di interesse e punto di riferimento per aree diverse, pertanto sopporta il peso dell'inquinamento a fronte di una fruizione che avviene altrove.

- Il fabbisogno di materia ed energia per un territorio con grande vocazione produttiva è enorme e continuo. Una manifestazione delle dimensioni del problema è ad esempio la congestione del sistema viario e trasportistico locale.

- Gli impianti e le installazioni produttive occupano un'ingente porzione di territorio. Intorno ad essi si evolve sistematicamente uno sviluppo urbano più o meno ordinato e/o pianificato. Nel corso degli anni gli insediamenti finiscono per ridurre la disponibilità totale di quella specie di territorio che, per usare una terminologia tipica dell'analisi dell'Impronta Ecologica, è biologicamente produttivo, vale a dire che ha una valenza biotica.

Sebbene questi aspetti non siano rappresentati con evidenza dalla dimensione numerica dell'aggregato eMergetico, costituiscono dei cicli di retroazione positiva, dal momento che sono l'effetto di un fenomeno che va ad accrescere la causa che lo determina. In altre parole, se un'azienda con un determinato fabbisogno di materia ed energia produce inquinamento, per risolvere questo problema dovrà investire (essa stessa o chi per lei) in macchinari e combustibili adibiti al disinquinamento, cosa che andrà appunto ad accrescere i flussi in entrata all'interno del sistema nella sua globalità. Allo stesso modo se si verificano delle condizioni di particolare disagio a causa della congestione dei trasporti, permanendo la necessità delle imprese di far fronte al proprio fabbisogno e della popolazione di circolare comodamente, saranno necessari degli investimenti per migliorare la situazione. Questo accrescerà di nuovo i flussi in entrata del sistema.

L'aspetto più importante, se si ragiona in termini di lungo periodo e quindi di sostenibilità, è comunque la sproporzionata dipendenza del sistema in oggetto da altri sistemi. Questa dipendenza è un indice di fragilità del sistema locale.

Il Rapporto di Impatto Ambientale

Il rapporto di impatto ambientale è l'indicatore della pressione esercitata dall'attività umana (misurata in base all'utilizzo delle risorse) sull'ambiente (sia locale che globale, a seconda dell'origine delle risorse). E' il risultato del rapporto tra tutto ciò che alimenta un sistema ed è di origine non rinnovabile.

Mentre è immediato individuare la categoria delle risorse rinnovabili (R), tra quelle non rinnovabili bisogna distinguere quelle locali (N) da quelle importate (F). Entrambe esercitano pressione sull'ambiente dal momento che sollecitano i cicli naturali essendo sfruttate ad una velocità superiore alla capacità dell'ambiente di ripristinarle. Le risorse importate vengono aggregate tra le risorse non rinnovabili anche perchè per la maggior parte hanno subito delle trasformazioni fisiche in seguito a processi di lavorazione; a sua volta per la realizzazione di questi ultimi si sono resi necessari flussi di materia ed energia non rinnovabile. Anche quelle risorse di diretta derivazione ambientale provenienti dall'esterno del sistema, che potrebbero essere considerate rinnovabili, possono essere affiancate a quelle che non sono rinnovabili soltanto per il fatto di aver subito una trasformazione nello spazio (il trasporto); per ottenere questa trasformazione, sono state necessarie risorse non rinnovabili in termini di mezzi e carburanti.

L'elaborazione dei dati evidenzia che in provincia di

Venezia le risorse con caratteristiche di non rinnovabilità vengono usate in misura maggiore rispetto a quelle rinnovabili per un fattore pari a 71,77, dato che misura il rapporto di impatto ambientale a livello provinciale. Per quanto riguarda questo indicatore, i valori riscontrati acquistano rilevanza soltanto se sono possibili dei confronti tra sistemi, e la ripartizione del territorio della provincia di Venezia in distretti permette di dare questa significatività ai numeri. E' quindi interessante vedere il comportamento che assumono le varie comunità all'interno dei bacini di contabilità ambientale. Il distretto Meridionale è quello che contrappone la quantità maggiore di risorse rinnovabili a quelle non rinnovabili (per la maggior parte, si è visto, provenienti dall'esterno del sistema), attribuite in base al peso delle attività produttive qui riscontrate. Il livello dell'indice di impatto ambientale in questo caso è 19,80 e ciò si deve soprattutto alla principale vocazione per l'agricoltura e per le attività collegate allo sfruttamento delle risorse lagunari. La laguna costituisce circa il 20% del territorio attribuito ai comuni di questa zona, cosa che incide positivamente sulla percentuale di rinnovabilità e di apporto in termini di servizi apprestati dall'ecosistema naturale. La stessa situazione accade, ovviamente, in tutti i distretti interessati dalla presenza della laguna, dal momento che questa conferisce al territorio una ingente quantità di flussi di energia e materia di diverse tipologie che, entro certi limiti, possono essere considerati rinnovabili. E' così che distretti come il Sandonatese e, soprattutto, il Portogruarese, pur essendo interessati da un grado rilevante di colonizzazione dei propri territori da parte di insediamenti produttivi, hanno valori inferiori dell'indice (rispettivamente 65,36 e 45,31) rispetto a quello rilevato per la provincia. Il bacino denominato

Mirese è nell'area centrale della provincia e si presenta altamente urbanizzato e denso di impianti manifatturieri. Tale situazione corrisponde una realtà di flussi altamente stressanti per i cicli naturali locali, tanto che il rapporto di impatto ambientale è calcolato pari a 76,17. Contrariamente a quest'ultimo comprensorio, che pur gode di una percentuale rilevante di superficie lagunare (circa il 20% del proprio territorio), il bacino Miranese è collocato nella zona interna della provincia di Venezia, quindi privo degli apporti rinnovabili della laguna. Allo stesso tempo, gran parte della superficie territoriale è occupata da abitazioni e strutture produttive, che catalizzano un'enorme quantità di flussi di energia e materia non rinnovabile a fronte dei quali si rapporta soltanto il residuo livello di Biocapacità del territorio non occupato dalla cementificazione. Il livello dell'indicatore è eccessivamente elevato, ben 432,58, testimonianza di un'eMergenza di insostenibilità che si potrebbe definire soffocante, non avendo nemmeno la necessaria "ossigenazione" naturale per le attività e per la popolazione. Per attenuare una tale situazione, che è comunque caratterizzata da un certo grado di arbitrarità in virtù della scelta che si è fatta ripartendo i comuni tra i distretti, si propone uno scenario leggermente diverso: si suppone che il Mirese e il Miranese costituiscano un unico bacino. Ebbene, le cose cambiano, tuttavia il nuovo comprensorio si presenta ancora come quello maggiormente stressato, essendo il nuovo livello d'impatto ambientale pari a 133,28. La laguna si impone come elemento caratterizzante il distretto Veneziano e ovviamente ne nasconde i problemi legati all'enorme quantità di risorse che devono alimentare continuamente l'apparato produttivo che sorge alle spalle del capoluogo, nonché i quasi 300.000 abitanti che vi risiedono. Ad ampliare il

problema del carico a cui è sottoposto il territorio va aggiunto il turismo di massa che interessa soprattutto questo distretto per la presenza della città di Venezia, delle isole e di importanti località per il turismo balneare. L'indicatore elaborato per la zona veneziana è pari a 75,25, nonostante la superficie lagunare occupi circa il 50% del territorio attribuito al bacino.

Si è detto più volte che la laguna costituisce una preziosa risorsa per la provincia di Venezia e, anche grazie ai riscontri numerici, si evince come i comuni che si affacciano sull'ecosistema lagunare ne traggano giovamento. La laguna, tuttavia, non può essere presa in considerazione soltanto come risorsa in quanto entità che appresta servizi fondamentali e rinnovabili. Essa è anche un importante ricettore di ciò che è definito il carico ambientale indotto da una tale struttura socio-economica. L'evidenza empirica di questa affermazione sta nei livelli di degrado in cui versa per svariati motivi, quali l'inquinamento, il sovrasfruttamento delle risorse, la congestione dei trasporti, l'erosione.

Rilevare l'importanza di un ecosistema naturale all'interno di un territorio altamente antropizzato comporta un'attenta valutazione dei flussi che lo interessano. Che cosa sarebbe del già elevato sovraccarico ambientale qualora la laguna, paradossalmente, non ci fosse? Il rapporto di impatto ambientale, in assenza dell'apporto di risorse naturali da parte della laguna, sarebbe pari a quasi 250. Globalmente, i risultati del rapporto di impatto ambientale sono motivati dalla grande concentrazione spaziale di attività produttive e dall'elevato livello di urbanizzazione, e ciò richiede che grandi quantitativi di materia ed energia siano disponibili con continuità per alimentare il sistema. Il sistema in questione è fondato essenzialmente su risorse importate (sotto forma di beni ed energia), per

cui è evidente il grado di dipendenza da altri sistemi ed ecosistemi.

La presenza nel bilancio eMergetico totale di un così elevato peso percentuale di risorse non rinnovabili mette a repentaglio la possibilità del sistema di mantenersi agli attuali livelli di reddito, consumo, occupazione e capitale naturale per un tempo indefinito, vale a dire la sua sostenibilità (vedi [mappa 1](#), pag.73).

L'impatto della città

Può sembrare un'ovvietà che la città risulti essere un sistema altamente eMergivoro. Tuttavia è importante sottolineare che molte delle "opportunità" offerte dalla città non sono quantificabili in termini di eMergia solare equivalente, a volte, qualificabili. La città è di per sé una risorsa, è un sistema complesso che si avvale di proprietà di autorganizzazione, di interazioni e coevoluzioni tra elementi costituenti; si tratta pertanto di un sistema altamente produttivo. Ci riferiamo a "beni immateriali" difficilmente quantificabili, ma che contribuiscono ad elevare la qualità della vita. La città offre un'alta concentrazione di benessere e servizi offerti: occupazione e circolazione di capitali per via dei servizi stessi (il commercio, le amministrazioni e il terziario in genere), fattori di interazione e comunicazione di primo livello tra interi settori o singoli individui, opportunità di creazione e diffusione dell'informazione, della cultura, dell'innovazione.

Questo tipo di produttività giustifica l'esistenza della città nonostante la sua natura riveli alti valori di impatto ambientale rispetto al resto del territorio.

La mappa di densità eMergetica consente una percezione immediata della condizione del territorio e del rapporto tra le aree urbane e il circondario, ovvero la loro area d'incidenza più prossima. Una città è una struttura dissipativa interessata da continui flussi di energia e materia che ne attraversano i "confini"; si nutre di neghentropia, cioè di energia di qualità, che riceve dal suo ambiente e, nello stesso tempo, libera nell'ambiente entropia, energia degradata sotto forma di scarti, rifiuti e inquinamento. L'autosostenibilità del territorio, tuttavia, impone che siano presenti condizioni diverse di antropizzazione cosicché aree biologicamente produttive siano in grado di supportare e sostenere nel tempo il peso impattante della città.

Riflessioni sulla dimensione globale del problema della sostenibilità rilevano che, in realtà, è impossibile attualmente parlare di autosostenibilità. Si può tuttavia auspicare che un territorio sia sempre più consapevole del proprio trend di sviluppo e del ruolo che ogni sua parte gioca rispetto alle altre e rispetto alla dimensione globale della biosfera.

L'Indice di Densità eMergetica

La mappa di densità eMergetica (vedi [mappa 2](#), pag.74), è indicativa di quanto la componente antropica influisca sul livello di sostenibilità di un territorio. Questo indicatore, detto Empower Density (ED), mette in relazione direttamente le categorie di risorse con la superficie su cui insistono. La superficie è, in questo caso, il fattore limitante. La mappa di densità eMergetica esprime una valutazione analoga a quella fornita dalle analisi di Impronta Ecologica rappresentando, attraverso l'intensità del colore, la relazione tra il ter-

ritorio effettivamente disponibile e la pressione antropica. L'informazione fornita da questo indicatore è molto chiara: la maggiore densità eMergetica si rileva in corrispondenza della superiore pressione antropica in sostanza laddove è presente una maggiore densità di popolazione impegnata in un'attività produttiva di tipo soprattutto industriale. Questo significa che l'indice assume valori rilevanti dov'è presente una città e dove il sistema produttivo è fortemente impostato su dimensioni notevoli, come notevole è la sua importanza a livello locale.

La realtà della provincia di Venezia appare particolarmente

problematica rispetto all'informazione che si trae dal calcolo della densità eMergetica. A livello provinciale il valore di questo indicatore è $28,2 \times 10^{12}$ sej/m².

Il bacino Portogruarese è quello caratterizzato dalla minore concentrazione di eMergia per unità di area (che, come si è ripetutamente affermato, in provincia di Venezia è quasi totalmente di origine esogena), ed un valore simile è stato calcolato per il distretto Meridionale. I due comprensori, ovviamente, sono i meno densamente popolati e meno sollecitati dal punto di vista dei flussi in entrata di materia ed energia atti a supportare un apparato industriale eccessivamente ampio. C'è da dire che la quantità di eMergia totale calcolata per ognuno dei distretti è stata rapportata alla superficie territoriale totale, compresa la superficie lagunare appartenente ad ognuno di loro. Questo avvalorava la posizione di maggiore sostenibilità del Portogruarese, la cui area lagunare è percentualmente inferiore a quella del distretto di Chioggia. Il Sandonatese risente maggiormente dello sfruttamento del territorio a fini produttivi, presentando un valore leggermente superiore rispetto ai due precedenti ($15,9 \times 10^{12}$ sej/m² rispetto a 8,94 del Meridionale e a 8,67 del Portogruarese). Passando a trattare dei bacini della parte centrale della provincia, si nota un salto di livello verso l'alto in corrispondenza di una popolazione che avrebbe la necessità di esplicitare le proprie attività su di un territorio molto più vasto. La concentrazione di eMergia dei distretti Mirese e Miranese è rispettivamente pari a $40,4 \times 10^{12}$ sej/m² e 62,5, il secondo dei quali rappresenta il picco massimo della provincia di Venezia. La situazione di maggiore complessità e di difficile gestione, tuttavia, è quella del bacino Veneziano, il quale, pur avendo dimensioni rilevanti presenta un indice di densità eMergetica pari a $60,6 \times 10^{12}$ sej/m², molto vicino a quello riscontrato nel Miranese. Le dimensioni del distretto Veneziano sono simili a quelle del Sandonatese ma la densità eMergetica che si è calcolata è

quasi quattro volte maggiore. Inoltre, il valore per il bacino Veneziano in realtà dovrebbe essere considerato doppio dal momento che il 50% del territorio al quale è stata riferita l'eMergia totale non è altro che superficie lagunare.

L'eMergia per persona

L'indicatore dell'eMergia pro capite si calcola rapportando il totale dell'eMergia che supporta un sistema alla popolazione. Spesso si definisce questo valore come la disponibilità di risorse della quale può godere ogni individuo che abita un certo sistema. In realtà, la veridicità di tale affermazione è relativa alla categoria e alla quantità di risorse che vengono consumate.

Quando si analizza un sistema, lo si fa procedendo all'individuazione di tutti gli input (risorse) che sono stati necessari ad alimentarlo in un dato periodo di tempo. Si tratta quindi di un'analisi a posteriori, nel senso che quelle risorse sono state disponibili in un tempo che è già passato nel momento in cui si sono raccolti i dati, quindi non si sa con certezza se esse continueranno ad essere disponibili per un tempo indefinito.

La soluzione a questo problema sta appunto nell'analisi della tipologia delle risorse utilizzate: se un sistema si alimenta per gran parte di risorse rinnovabili, utilizzando in modo oculato e sostenibile, allora è legittimo pensare che la loro disponibilità si protrarrà per un periodo di tempo anche lungo. Qualora, invece, come accade quando si studiano i sistemi territoriali dei Paesi sviluppati, gli input che sono necessari alla sopravvivenza del sistema sono per lo più di natura non rinnovabile, non è detto che si potrà far conto su di essi nel futuro. Il secondo caso, pur presentando un'apparente ricchezza pro capite in termini eMergetici, è con buona probabilità un caso di insostenibilità.

			BACINI DI CONTABILITA' AMBIENTALE						
INDICI EMERGETICI			1 Meridionale	2 Mirese	3 Miranese	4 Veneziano	5 S.Donatese	6 Gruarese	PROVINCIA
Area	m ²		390.270.000	293.720.000	230.860.000	466.170.000	474.150.000	632.020.000	2.460.190.000
Densità eMergetica	sej/m ² /anno	U/area	8,94 E+12	40,4 E+12	62,5 E+12	60,6 E+12	15,9 E+12	8,67 E+12	28,2 E+12
Popolazione			70.786	103.608	136.350	294.728	118.822	90.950	815.244
Energia usata per persona	sej/uomo/anno	U/popolazione	4,93 E+16	1,15 E+16	9,34 E+16	9,58 E+16	6,36 E+16	6,03 E+16	8,51 E+16
Densità di popolazione	ab/Km ²		181,38	352,74	668,84	632,23	250,6	143,9	331,37
Rapporto di investimento Energetico		F/ (N+R)	11,41	43,19	183,16	36,29	37,78	28,6	38,50
Rendimento Energetico		U/F	1,09	1,02	1,01	1,03	1,03	1,03	1,03
Rapporto di Impatto Ambientale		(N+F)/R	19,8	76,17	432,58	75,25	65,36	45,31	71,75

La tabella riassuntiva rappresenta i risultati a livello di distretti. La bipartizione che si era potuta apprezzare esaminando la concentrazione dell'*eMergia* sul territorio è confermata anche da questo indicatore. I valori riscontrati nei distretti Nord-orientali e in quello Meridionale (rispettivamente 6,03 nel Portogruarese, 6,36 nel Sandonatese e 4,93 nel Meridionale) si trovano al di sotto della media provinciale calcolata su un anno, pari a $8,51 \times 10^{16}$ sej/persona. Poco al di sopra della media provinciale si collocano il Miranese ed il Veneziano (9,34 e 9,58 rispettivamente), mentre il Mirese è quello con la quantità di *eMergia* pro-capite maggiore calcolata in provincia di Venezia (11,5). Va evidenziato, peraltro, che questi valori sono tutti eccessivamente alti nonostante si rilevi su tutto il territorio un livello

elevato di densità di popolazione. In particolare, è curioso che l'ingente pressione demografica dei distretti della fascia centrale sia più che compensata dagli enormi flussi di *eMergia* che li caratterizzano. Pur avendo 623 abitanti per km², il distretto Veneziano è il secondo in quanto ad *eMergia* per persona e secondo per densità solo al Miranese (circa 670). Tuttavia va rilevato che se i residenti fossero distribuiti soltanto sulle terre emerse, senza tenere cioè in considerazione la superficie lagunare, il bacino con il capoluogo avrebbe una densità di popolazione doppia rispetto a quanto non si riscontri in realtà. Oltre alle attività produttive tradizionali, che pervadono tutto il territorio provinciale e che sono state ampiamente considerate al fine di valutarne il peso in termini di *eMergia*, va detto che

in alcune zone, ma in particolare a Venezia, ciò che non è preso in considerazione nel calcolo di questo indicatore sono tutti coloro che insistono fisicamente su un territorio senza esserne residenti. Si tratta di un problema di contabilità che abbraccia, nel caso specifico di questa provincia, l'ingente flusso turistico che la interessa. Si fa ovviamente riferimento al capoluogo, visitato annualmente da oltre 20 milioni di persone, ma non è trascurabile nemmeno il turismo balneare della costa né tutti i visitatori delle città, dei borghi e delle ville dell'entroterra. Si calcola che la quantità di abitanti equivalenti che in un anno si possono contare in provincia di Venezia siano 890.672 (stima su dati 1999 della Provincia di Venezia e APT). Il valore dell'*eMergia* pro capite provinciale, applicata agli abitanti equivalenti, diventa $7,79 \times 10^{16}$ sej/persona ed è ovviamente inferiore a quello visto precedentemente (8,51).

Va rimarcato come l'essenza dell'informazione contenuta nel valore dell'*eMergia* per persona sia importante ai fini della valutazione della responsabilità dell'attivazione dei flussi di energia e materia da parte dei cittadini e dei soggetti economici su un territorio. Si è detto in precedenza che la disponibilità di risorse rilevata dall'indicatore è tanto più volatile nel futuro quanto maggiore è la percentuale di risorse non rinnovabili utilizzate. Ebbene, dall'analisi dei flussi che interessano la provincia di Venezia si è apprezzato come tale disponibilità dipenda grandemente dalle capacità del sistema di approvvigionarsi al di fuori dei propri confini amministrativi. Ciò porta ad una duplice considerazione che tiene conto anche dei valori civili ed etici della sostenibilità:

- non c'è piena consapevolezza del depauperamento di capitale naturale che avviene nei luoghi da dove provengono le risorse, cosa che, se da una parte non incide direttamente sull'ambiente locale (salvo i fenomeni, pure

importanti, di inquinamento, perdita di territorio), dall'altra rende fragile il futuro più o meno prossimo di tutte le attività produttive così affamate di energia e materia dall'esterno, che costituiscono per ora la base sulla quale è costruito il complesso sistema economico e sociale veneziano;

- la fragilità del sistema resterà sottintesa fino a che esisteranno le possibilità economiche per far fronte alla domanda di merci ed energia, vale a dire fino a quando si potranno generare redditi adeguati per approvvigionarsi. In questo senso, l'unità di misura con la quale si valutano le performance dei sistemi occidentali, la moneta, è importante che sia affiancata da sistemi che possano dare l'idea delle reali condizioni e degli eventuali rischi di collasso connessi con le tipologie e le dimensioni dei flussi che interessano il sistema.

La **mappa 3** (pag. 75) rappresenta i risultati delle elaborazioni dell'*eMergia* per persona.

Il Rendimento eMergetico ed il Rapporto di Investimento eMergetico

Gli ultimi due indicatori considerati forniscono una misura dell'equilibrio con il quale le categorie di risorse sono utilizzate nei vari distretti.

Il primo è l'Indice di rendimento energetico, che è dato dal rapporto tra il totale dell'*eMergia* utilizzata nell'arco del periodo considerato e le risorse provenienti dall'esterno del sistema. Questo indicatore serve a valutare quanto un processo è competitivo come fonte di *eMergia* primaria, vale a dire proveniente direttamente dall'ambiente. In altri termini, rappresenta una sorta di valore che il sistema aggiunge ai fattori importati attraverso l'uso di risorse locali. Quanto maggiore è questo valore, tanto maggiore sarà la capacità del sistema di sfruttare le risorse locali per ogni unità di input proveniente dall'esterno.

Il valore calcolato sulla provincia di Venezia globalmente (1,03), è analogo a quelli calcolati per tutti i bacini. La quantità ingente di merci e risorse energetiche che devono essere utilizzate per far fronte al fabbisogno della popolazione ma, soprattutto, dell'industria locale, pone in secondo piano l'uso delle risorse locali di origine ambientale del territorio. Questo è tanto più vero se si considera come anche l'apporto fondamentale della laguna sia poca cosa rispetto a ciò che di artificioso è stato prodotto sul territorio.

E' proprio il livello di dipendenza da altri sistemi quello che viene esplicitato dall'ultimo degli indicatori analizzati: l'Indice di investimento eMergetico, che potrebbe essere considerato, in senso lato, un indicatore economico. Si tratta del rapporto tra le risorse acquisite dall'esterno del sistema rispetto a quelle locali provenienti dall'ambiente, sia rinnovabili che non rinnovabili. In questo caso si parla di "investimento" perché l'indice quantifica l'*eMergia* che si paga all'economia (dal momento che per importare risorse

bisogna far ricorso al mercato) per poter sfruttare ogni unità di *eMergia* locale, o, in altre parole, valuta se il sistema è un buon utilizzatore delle risorse importate. Se il valore dell'indicatore fosse troppo alto, il sistema starebbe spendendo molto fuori da sé per poter sfruttare poche risorse interne, ossia sarebbe fortemente dipendente dall'esterno. E' facile supporre che le regioni maggiormente dedite all'industria abbiano valori rilevanti di investimento eMergetico, data l'elevata quantità di importazioni necessaria. Questa è una condizione che si ripete, anche se in misura differente, per tutti i distretti della provincia di Venezia, per la quale si riscontra un valore medio pari a 38,50. Il distretto Meridionale è quello che si discosta maggiormente dal valore aggregato, presentando un migliore equilibrio tra risorse esogene ed endogene, sebbene le prime siano oltre dieci volte più ingenti delle seconde. L'estremo opposto è rappresentato dal distretto Miranese con un rapporto pari a 183,16 mentre in posizione intermedia stazionano gli altri presentando poche differenze. Dal momento che questo indicatore mette in relazione le risorse a seconda della loro provenienza, può essere interessante, come si è già fatto nel caso del rapporto di impatto ambientale e della densità di *eMergia*, proporre l'elaborazione senza tenere in considerazione l'apporto della laguna. Le risorse che da essa derivano sono tutte locali, sia rinnovabili (fiumi, pioggia, energia delle maree, etc.) che non rinnovabili (erosione o perdita di sostanze organiche nel suolo) e di ammontare non trascurabile. A livello provinciale, a parità di importazioni, l'investimento eMergetico aumenta fino a 106,82, assumendo lo stesso ordine di grandezza riscontrato per il distretto Miranese che, come si è più volte evidenziato, non ha sbocchi in laguna.

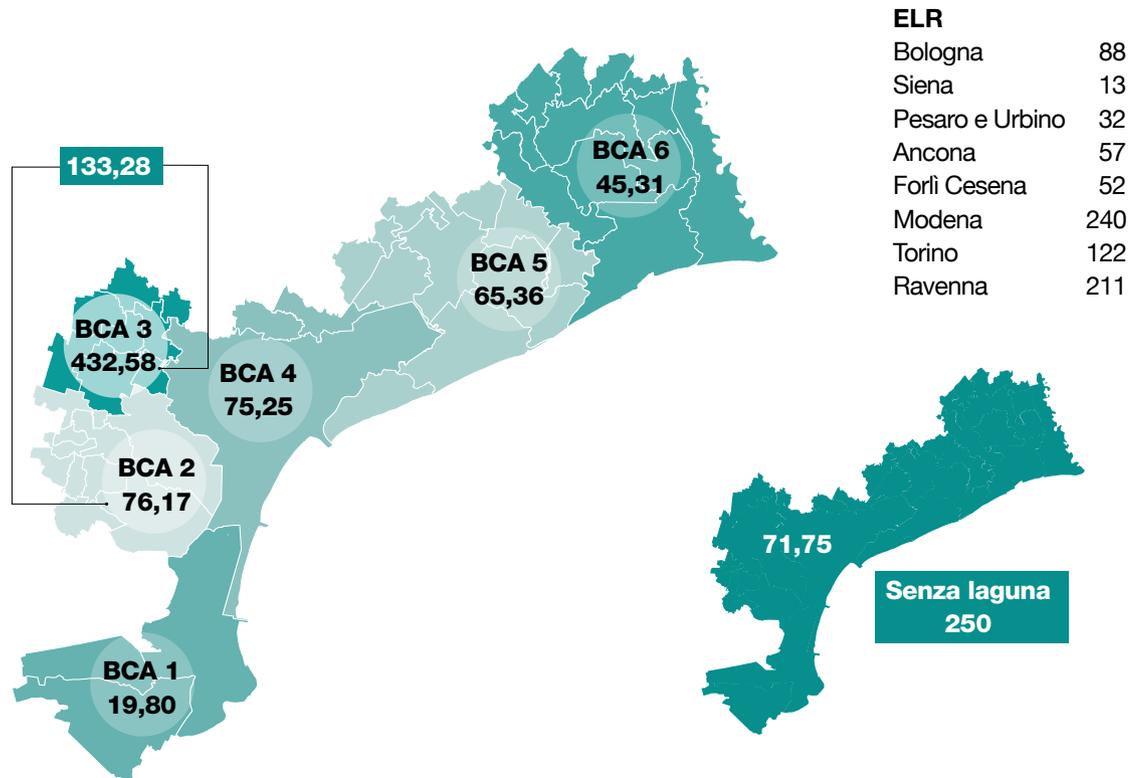
In generale, dal momento che il problema della sostenibilità è un problema globale, **acquistare risorse non rinnovabili dall'esterno significa semplicemente trasferi-**

re spazialmente i problemi di pressione antropica altrove. Ciò vuol dire che, qualora il sistema esportatore avesse dei problemi di esaurimento di risorse e di inquinamento, legati a restrizioni amministrative o a manovre di

politica economica, l'importatore di quelle risorse vedrebbe pregiudicata la propria possibilità di sopravvivere. Questo è il significato di dipendenza dall'esterno che il rapporto di investimento eMergetico mette in evidenza.

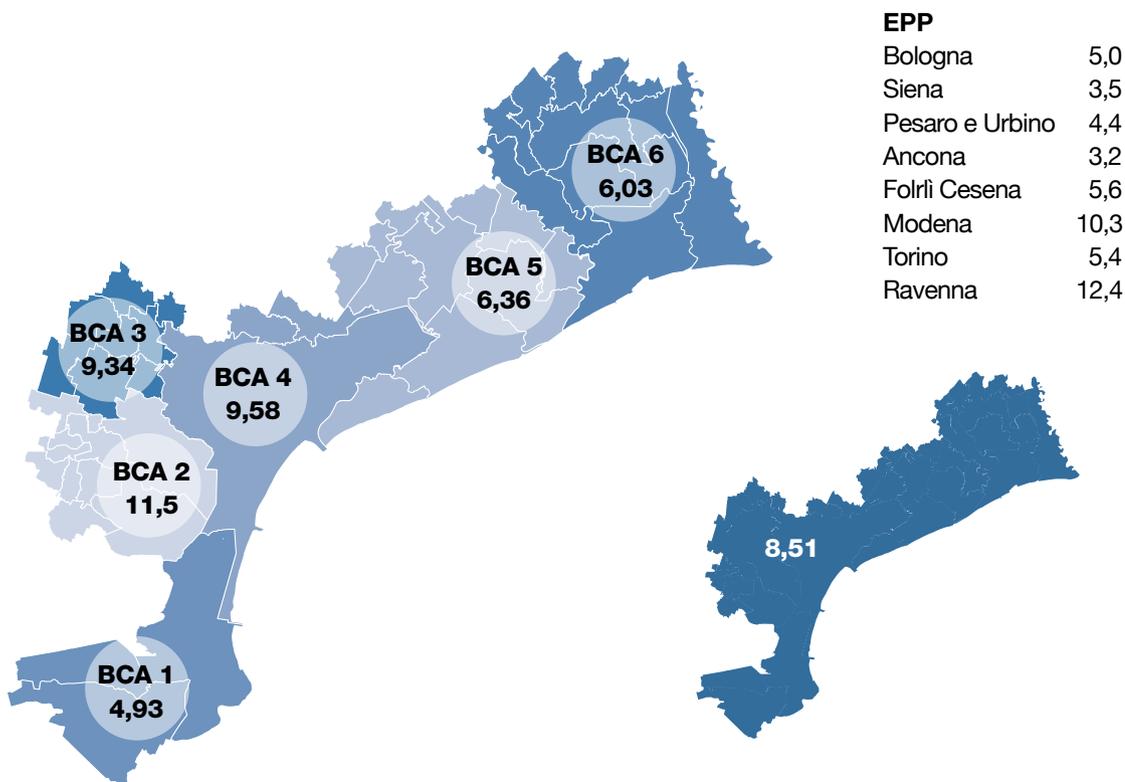
Mappa del Rapporto di Impatto Ambientale

MAPPA 1



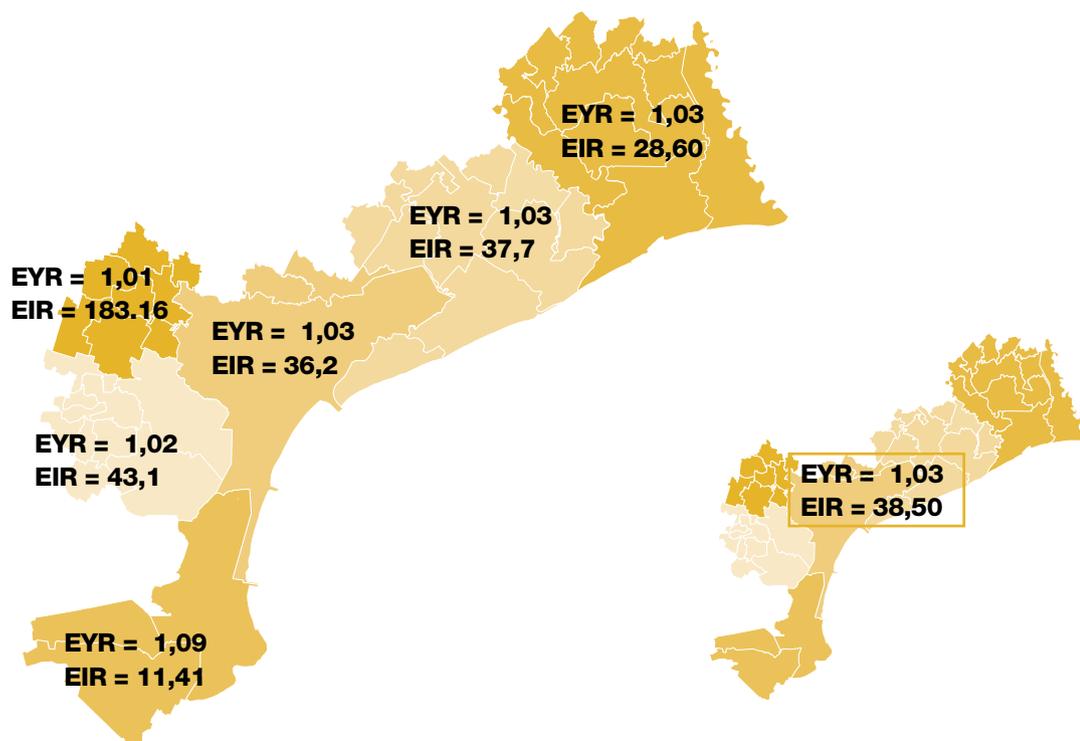
Mappa dell'eMergia per Persona ($\times 10^{16}$ sej/anno)

MAPPA 2



Mappa del Rendimento *eMergetico* e dell'Indice di Investimento *Emergetico*

MAPPA 3



Risultati dello studio

Questo studio traccia un sentiero di conoscenza del territorio della provincia di Venezia sotto diversi punti di vista, per nulla tradizionali, e contribuisce ad un'ottimale gestione dell'ambiente e delle risorse nel lungo periodo per uno sviluppo sostenibile.

Lo strumento utilizzato è l'analisi eMergetica, la metodologia termodinamica introdotta alla fine degli anni '80 da Howard Odum, che valuta i prodotti ed i servizi ambientali ed economici sulla base di un indicatore semplice e nel contempo straordinario: l'*eMergia*, cioè l'energia solare direttamente o indirettamente necessaria per ottenere benefici e servizi.

Le analisi tradizionali di solito trascurano gli input - gli apporti - che non sono in grado di valutare su una base energetica o monetaria i processi che studiano. L'analisi eMergetica, invece, tiene conto contemporaneamente sia degli aspetti economici, che di quelli ambientali di un certo sistema, uniformandone gli input, i flussi e gli output in termini di energia solare, l'energia base della biosfera, della vita di tutti noi, donne ed uomini, piante ed animali, acqua, terra e cielo.

L'*eMergia* ci aiuta ad apprezzare alcuni indicatori sui quali impostare le attività del sistema ed a confrontare i risultati con altri sistemi. Per raffrontare i diversi tipi di energia secondo il comune denominatore dell'energia solare, si usa come valore di conversione, la *transformity*, ovvero l'energia solare equivalente necessaria per ottenere un'unità di un certo prodotto. Più alto è il suo valore, più elevata è la qualità in termini energetici, mentre, per processi equivalenti, più basso è il valore della transformity, maggiore è l'efficienza. Il flusso eMergetico necessario per un dato processo diviene quindi un indice del costo ambientale presente e passato per supportarlo. L'eMer-

getica è dunque una memoria energetica, cioè la memoria di tutta l'*energia* solare spesa durante un processo.

L'analisi eMergetica è in sostanza un metodo per la contabilità ambientale in grado di fornire, attraverso vari indicatori, alcuni criteri di valutazione dell'efficienza e dell'impatto ambientale del sistema e di dirigerne la sostenibilità.

Tra questi indicatori i principali sono:

- **Il Rapporto di impatto ambientale**, dato dall'*eMergia* degli input provenienti dal sistema economico e da risorse locali non rinnovabili, divisa per l'*eMergia* derivante da risorse locali rinnovabili. Un valore elevato di questo indice riflette un elevato stress ambientale e/o un elevato livello tecnologico. Questo rapporto cresce, infatti, quando il livello tecnologico del sistema è maggiore, ma anche e soprattutto quando l'utilizzo di input non rinnovabili è troppo alto rispetto a quello di input di natura rinnovabile forniti dall'ambiente.
- **La Densità di eMergia**, data dall'*eMergia* per unità di area, è una misura della concentrazione spaziale dell'*eMergia*. Un valore elevato di questo indice sarà riscontrato in quelle zone, come i centri urbani o i poli industriali, nei quali l'uso di eMergia è superiore rispetto alla superficie a disposizione. In questi casi l'area disponibile può diventare un fattore limitante per lo sviluppo. In genere, per processi analoghi, per i quali il livello tecnologico è da considerarsi equivalente, o per sistemi territoriali simili e quindi confrontabili, un valore maggiore della densità di eMergia corrisponde ad un più elevato stress ambientale.
- **L'eMergia pro capite**, data dal rapporto dell'*eMergia* utilizzata in una certa area divisa per il suo numero di abi-

tanti, fornisce una sorta di misura dello standard di vita, inteso come disponibilità di beni e risorse, ma anche la misura di quanto ogni individuo contribuisca alla sostenibilità (o all'insostenibilità) del proprio territorio in termini di *eMergia*.

Il territorio della provincia di Venezia risulta in condizioni abbastanza critiche dal punto di vista ambientale, considerando i risultati che derivano dall'analisi della disponibilità e dello sfruttamento delle risorse. Il rapporto di impatto ambientale della provincia, non raggiunge i livelli molto elevati che caratterizzano altri territori industrializzati del nostro Paese soltanto perché tale risultato è mediato dalla presenza dell'ecosistema lagunare, che costituisce la base naturale di molte delle attività che sostengono l'economia e la popolazione veneziane. La produzione industriale, che per sua natura necessita di continui approvvigionamenti in termini di materia ed energia, è l'elemento trainante del sistema socio-economico provinciale. Questa si manifesta in tutta la sua imponenza, sia nel gigantismo infrastrutturale di Porto Marghera, sia nella dimensione estensiva e diffusa del modello manifatturiero-commerciale che pervade tutto il Nord-Est.

Entrambi i fenomeni espongono il territorio alla pressione dei flussi che generano, senza che questo possa contrapporre un'adeguata controparte in termini di Capitale Naturale e Carrying Capacity (cioè la capacità di sostentamento), salvo i flussi rinnovabili che alimentano i cicli vitali della laguna. Non è un caso che, nonostante il distretto Miranese proponga da circa un decennio le migliori performance tra i distretti industriali nord-orientali, sia quello che, in provincia di Venezia, presenta la situazione più critica in chiave di sostenibilità. La Densità di *eMergia* estende le criticità del distretto Miranese a tutta la fascia centrale della provincia, indicando come in questa zona

la superficie territoriale sia da considerarsi un fattore limitante per lo sviluppo dell'area.

Proprio la decisione di predisporre indagini particolareggiate anche sui distretti che compongono la provincia di Venezia ha permesso di scoprire realtà ambientali che difficilmente sarebbero emerse da un'analisi a maglie larghe del territorio provinciale.

Così, in seguito alla raccolta dei dati *in situ* ed alla loro elaborazione per ognuno dei sei distretti individuati, si è potuta definire una sorta di bipartizione della provincia; nel senso che alla regione altamente sfruttata in termini di insediamenti produttivi ed urbani, se ne contrappone un'altra (distretti Meridionale, Sandomatese e Portogruarese) dove questo fenomeno di congestione è meno evidente.

L'AMBIENTE LAGUNA

5



La Biocapacità dell'ecosistema laguna

Brevi cenni sulla morfologia lagunare ed altri aspetti ecosistemici

Una parte integrante dell'analisi della sostenibilità di un territorio attraverso l'Impronta Ecologica è rappresentata dal calcolo della Biocapacità, intesa come la *superficie di terreni ecologicamente produttivi* presenti all'interno della regione in esame e stimata tramite la produzione aggregata dei diversi ecosistemi.

Nel caso specifico, essendo la provincia di Venezia caratterizzata dalla presenza di un particolare ecosistema, la laguna costiera, la cui estensione rappresenta ben il 24,4% circa dell'intero territorio provinciale, è evidente la necessità di non trascurare la capacità di erogazione di servizi naturali di quest'area, che comprende, oltre alla laguna di Venezia, anche quella di Caorle con le rispettive valli da pesca.



Si tratta di specchi d'acqua salmastra poco profondi, formati lungo la costa in prossimità delle foci dei fiumi, separati dal mare aperto da barriere litoranee (cordoni) intercalate da aperture lagunari (bocche o foci), che permettono il contatto con il mare attraverso le correnti di marea. Le lagune sono tra gli ambienti più giovani ed effimeri del paesaggio costiero: le barriere litoranee oggi esistenti hanno in effetti iniziato ad assumere il profilo attuale circa 6000 anni fa, dopo l'ultima glaciazione, e si sono formate, grazie alle correnti litorali, mediante l'accumulo di una grande quantità di sedimenti ad una certa distanza dalla costa. Queste infatti si formano quando ostacoli topografici (promontori) o idrodinamici (contrastati fra correnti deltizie fluviali e moto ondoso marino), provocano una perdita di energia cinetica da parte delle onde, depositando nei punti critici il materiale meno fine tenuto in sospensione, soprattutto sabbia.

I meccanismi di funzionamento delle lagune rivelano una particolare instabilità dei parametri chimico-fisici nel breve tempo. La peculiarità consiste nel fatto che la produttività lagunare è assicurata, rispetto a quella marina, da un *numero elevatissimo di individui* appartenenti ad un numero esiguo di specie in grado di sopportare le rilevanti variazioni nei parametri chimico-fisici di salinità, temperatura ed ossigenazione.

Pur riconoscendo le specificità di ogni singola laguna, è possibile individuare alcune caratteristiche tipiche degli ecosistemi lagunari:

- **elevata produttività**, sia in termini di produzione primaria (vegetali), sia secondaria (erbivori e carnivori), carattere che ha sicuramente influenzato l'interesse economico-commerciale relativo alla pesca e all'acquacoltura;
- **complessità ecologica**, intesa non come elevata diversità specifica ma come elevata diversità dei fattori ambientali, elevato grado di relazione interno al sistema e con i sistemi circostanti;
- **stabilità**, intesa come capacità del sistema, nel lungo periodo, di ritornare allo stato originario dopo una perturbazione;
- **molteplicità delle interfacce**, che hanno tra l'altro permesso, grazie alle connessioni con il sistema marino e continentale, differenti utilizzi da parte dell'uomo e, di conseguenza, ulteriori interazioni aumentandone la complessità.

Gli interventi umani hanno spesso interferito con i dinamismi e le funzionalità delle lagune, creando situazioni nuove che non corrispondono a condizioni di equilibrio naturale e che, in molti casi, creano difficili problemi di gestione. Un'importante alterazione di tipo chimico-fisico-biologico degli ambienti acquei, è rappresentata dagli effetti dell'eccessivo accrescimento degli organismi vegetali (*eutrofizzazione*). Si è sottolineata la natura stagionale del ciclo fisiologico della laguna, caratterizzato da naturali crisi distrofiche, cioè dalla mancanza di nutrienti dovuta all'eutrofizzazione; tuttavia nelle acque lagunari possono manifestarsi dei veri e propri fenomeni progressivi di degenerazione causati dall'immissione di eccessivi carichi di nutrienti di origine antropica (fosforo e azoto), entranti dal bacino scolante e dagli scarichi lungo la costa interna. L'elevata quantità di nutrienti provoca una produzione di sostanza organica (soprattutto alghe) in quantità talmente elevata da far sì che, alla morte naturale e al conseguente massiccio fenomeno di decomposizione, non possa essere smaltita dai consumatori presenti e dagli organismi detritivori. La conseguente

decomposizione della massa algale provoca la sottrazione dell'ossigeno disciolto nell'acqua e innesca la crisi, rappresentata da una elevata moria degli organismi meno resistenti e meno mobili (tra cui anche specie ittiche di pregio), con ulteriore incremento dei fenomeni di decomposizione e conseguente ulteriore anossia. Questo induce una vera e propria generalizzazione delle morie a causa dell'anossia stessa e la conseguente liberazione di sostanze tossiche (idrogeno solforato e ammoniaca) a causa della decomposizione. Gli ammassi morti di alghe galleggianti isolano l'acqua sottostante dall'ossigeno dell'aria e fermano la luce, impedendo così anche l'ossigenazione per contatto con l'atmosfera e per fotosintesi, con possibile successiva degenerazione delle acque (reversibile in tempi brevi in presenza di un forte ricambio) e degenerazione dei fondali (irreversibile in tempi brevi). In generale, i principali fattori di eutrofizzazione possono essere rappresentati da elevati carichi diffusi e/o localizzati di nutrienti, bassi fondali, scarso ricambio idrico (in particolare nel periodo estivo), elevata temperatura delle acque ed elevati carichi turistici.

Ai fini del calcolo della Biocapacità dell'ecosistema lagunare nel contesto dello studio di sostenibilità ambientale della provincia di Venezia, è importante analizzare alcune delle caratteristiche appena citate nelle loro interrelazioni reciproche. Si può dedurre in particolare come una peculiarità quale l'elevata produttività biologica, indice anche di un'alta produzione ittica, possa paradossalmente anche essere possibile causa, in presenza di fenomeni degenerativi di eutrofizzazione, di una diminuzione della stessa produttività secondaria e terziaria (molluschi, crostacei e pesci).

L'ecosistema lagunare della provincia di Venezia è rappresentato dalla laguna di Venezia e da quella di Caorle. Entrambe fanno parte dell'ampia fascia costiera alto-adriatica, di notevole pregio ambientale. La laguna di Venezia è la più vasta laguna italiana, con una superficie di circa 55.000

ettari, mentre la laguna di Caorle, dopo molte bonifiche e interrimenti, ha attualmente un'estensione di circa 5.000 ettari. Insieme rappresentano circa il 24,4% dell'intero territorio provinciale. Dal momento che la laguna di Venezia rappresenta da sola il 22,1% circa della provincia, e date le sue eccezionali caratteristiche dovute alla profonda interazione tra elementi naturali ed antropici, si è deciso di approfondire, ai fini del calcolo della Biocapacità delle lagune del territorio provinciale, gli aspetti legati al funzionamento della sola laguna di Venezia.

L'ecosistema della laguna di Venezia è costituito da tre entità strettamente connesse mediante i loro reciproci scambi: il *bacino scolante*, ossia quella parte di terraferma che convoglia le acque piovane e fluviali in laguna, la *laguna* stessa e l'*Alto Adriatico*, le cui maree governano la laguna con il flusso e riflusso delle acque attraverso le tre bocche di porto di Chioggia, Malamocco e Lido. Mentre l'Alto Adriatico rappresenta, nei confronti della laguna, alternativamente un ambiente di uscita e di entrata di energia e materia, il bacino scolante funge praticamente sempre da ambiente di entrata. L'intero bacino scolante ha una superficie di circa 1877 chilometri quadrati di terre emerse, che convogliano in laguna circa 900 milioni di metri cubi di acqua dolce all'anno attraverso una rete idrica di 2515 chilometri, mentre il volume medio giornaliero d'acqua che si scambiano mare e laguna è di circa 400 milioni di metri cubi.

La laguna di Venezia è soggetta a continue variazioni nella morfologia e nelle caratteristiche chimico-fisico-biologiche, dovute sia a condizioni naturali sia agli interventi umani. Appena si instaurano nuove condizioni ambientali che sembrano stabili e delle quali si approfondisce la conoscenza scientifica, rapidamente, nell'arco di pochi anni, si creano situazioni differenti che evolvono verso un nuovo equilibrio dinamico, spesso anche molto diverso dal precedente. Gli eventi che hanno maggiormente modificato le condizioni della laguna di Venezia negli ultimi quarant'anni sono stati i seguenti:

- la diffusione delle macroalghe verdi avvenuta tra gli anni '60 e '70;

- la massiccia diffusione della macroalga *Ulva rigida* negli anni '80;

- la drastica riduzione della produzione e della distribuzione di tale specie, avvenuta tra il 1990 e il 1993;

- la diffusione della pesca del bivalve *Tapes philippinarum* ed i conseguenti effetti negativi sulle comunità bentoniche, sulla risospensione dei sedimenti e sulla ridistribuzione di nutrienti ed inquinanti.

Fino agli anni '60 i bassifondi della laguna di Venezia erano popolati essenzialmente da fanerogame marine, ossia specie algali (macrofite) non invadenti, indicatrici di un ambiente poco eutrofizzato. In seguito ad importanti cambiamenti dell'idrodinamica del sistema lagunare e all'accumulo in laguna di elevate quantità di nutrienti (azoto e fosforo) provenienti da fonti civili, agricole ed industriali presenti sulla costa e nel bacino scolante della laguna, si ebbe una diffusione dell'alga verde *Ulva rigida*. Si tratta di una macroalga

caratterizzata da un accrescimento estremamente elevato (fino al 30% al giorno) e da fronde che continuano a crescere fino ad occupare tutto lo spazio acqueo disponibile per poi emergere in superficie. In questo modo la macroalga ha soppiantato le fanerogame marine ed altre specie algali distribuendosi nella laguna centrale fino alla sua estremità settentrionale. Negli anni di massima diffusione, l'*Ulva rigida* raggiunse biomasse comprese tra i 5 e i 20 chilogrammi per metro quadrato, con una produzione lorda che raggiungeva gli 11 milioni di tonnellate, occupando una superficie di decine di chilometri quadrati. A queste fasi di produzione seguivano imponenti fenomeni di decomposizione di biomassa con conseguenti crisi anossiche (in cui gli organismi si trovano in carenza di ossigeno), morte di pesci e della macrofauna; il culmine di questo fenomeno fu raggiunto negli anni '80. Successivamente, dal 1990, la distribuzione e la produzione di quest'alga ha iniziato progressivamente a diminuire. Questa inversione di tendenza è stata individuata in differenti fattori, fra i quali i cambiamenti climatici, la presenza degli invertebrati erbivori (aumentati a causa della maggiore presenza di ossigeno e in grado di cibarsi delle macroalghe in quantità sufficienti a controllarne la crescita), la riduzione delle immissioni antropiche di fosforo ed azoto e la pesca della vongola filippina *Tapes philippinarum*, probabile nuovo fattore limitante alla crescita delle macroalghe.

La pesca in laguna

Fin dalla nascita della Serenissima, la laguna è stata al centro dell'attenzione dell'uomo per l'importanza del ruolo delle risorse alieutiche (il pescato) come fonte alimentare. Nonostante le profonde alterazioni ambientali avvenute nel corso dei secoli, le risorse della pesca del-

la laguna veneziana hanno iniziato a subire significative variazioni all'inizio del ventesimo secolo, con l'avvento tecnologico, la nascita dei centri industriali, gli effetti delle guerre mondiali e la rapida crescita registrata in tutti i settori economico-produttivi. Con l'avvento della motorizzazione e delle moderne tecnologie, la pesca ha rapidamente raggiunto e, forse superato, le capacità portanti dell'ambiente.

Il *Tapes philippinarum* (vongola filippina), fu introdotto nella laguna di Venezia a scopi commerciali nel 1983. Appartenente allo stesso genere della vongola verace nostrana *Tapes decussatus*, è un mollusco bivalve che, rispetto alla specie autoctona, si è dimostrato maggiormente resistente alle variazioni di temperatura e salinità ed è caratterizzato da un tasso di crescita molto più elevato. La sua espansione nell'Alto Adriatico è stata tale da far registrare all'Italia la più alta produzione a livello europeo. Nella laguna di Venezia si è passati dai 100 chilogrammi del 1985 alle 1300 tonnellate del 1997.

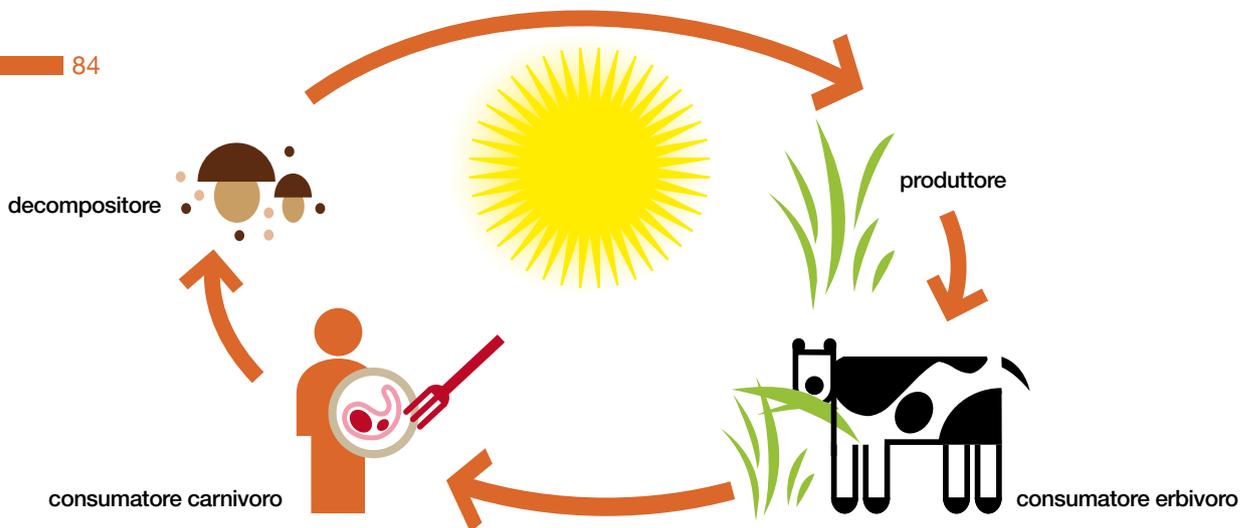
Le valli da pesca e l'acquacoltura

La pesca tradizionale nelle valli lagunari, antica ed allo stesso tempo funzionale, rappresenta anch'essa una forma di costante sottrazione della sostanza organica dalla laguna, sottrazione di cui l'ambiente stesso ha necessità. L'arginatura di alcune porzioni di laguna che sfruttano la produttività naturale del sistema, caratterizza in maniera significativa gli ambienti lagunari in genere e la Laguna di Venezia in particolare.

Se, fino a qualche tempo fa, lo sfruttamento delle risorse lagunari avveniva tramite la semplice raccolta delle specie ittiche o mediante una gestione attraverso le valli da pesca, oggi le lagune sono spesso caratterizzate dalla presenza di impianti di acquacoltura.



La Laguna di Venezia non fa eccezione e le sue valli ospitano allevamenti estensivi, semi-intensivi ed intensivi. Nell'*allevamento estensivo*, che non si avvale di alimenti somministrati dall'esterno, il pesce si nutre con la risorsa organica presente naturalmente e, salvo eccezioni, l'impatto ambientale di questa attività sugli ambienti acquatici può essere considerato trascurabile. L'*allevamento intensivo*, invece, somministra alimenti con formulazioni particolari, adatte alle specie allevate ed è spesso responsabile di differenti tipologie di impatto ambientale.



I concetti di catena trofica e di produttività

Introduciamo ora i concetti di catena trofica, produttività primaria e produttività secondaria, necessari all'analisi degli aspetti legati alla definizione ed al calcolo della Biocapacità dell'ecosistema laguna.

La *catena alimentare o trofica* rappresenta la sequenza di passaggio degli alimenti, e quindi dell'energia, tra i diversi esseri viventi che popolano un ecosistema, attraverso una catena, appunto, nella quale gli organismi mangiano e vengono a loro volta mangiati. Negli ecosistemi, in media, per ogni passaggio di questa catena si ha una *perdita di energia utile* di circa l'80-90%, a causa della quale gli anelli della catena sono generalmente limitati a 4 o 5. La serie di livelli trofici più semplice è quella composta da un primo livello occupato dai *produttori primari* (gli esseri viventi capaci di "nutrirsi" direttamente di luce solare, ossia i fotosintetizzatori: piante, alghe, fanerogame marine e fitoplancton), un secondo livello occupato da organismi che si cibano dei produttori primari, ossia gli erbivori (*consumatori primari*), un terzo dagli organismi che si cibano di erbivori, ossia i carnivori (*consumatori secondari*) e il quarto da carnivori

che si nutrono dei carnivori appartenenti al livello precedente (consumatori terziari).

Dal momento che la definizione di Biocapacità è collegata a quelle di produzione e produttività, è utile esaminare anche questi concetti più nel dettaglio.

Per *produttività primaria* di un ecosistema si intende la velocità di trasformazione dell'energia luminosa in sostanze organiche sotto forma di biomassa ad opera dei vegetali. La produttività primaria lorda comprende tutta la materia organica fotosintetizzata, senza tener conto di quella consumata per la contemporanea quota di respirazione, mentre la produttività primaria netta, minore della precedente, detrae la quota di consumo interno dei vegetali. Questa dipende principalmente dalla quantità di luce direttamente disponibile per l'organismo produttore, dalla concentrazione di sali nutritivi, dalla latitudine e dalla stagione.

Per *produzione primaria*, invece, si intende la variazione di biomassa per unità di superficie per unità di tempo e, analogamente, si parla di produzione primaria netta e lorda. Anch'essa dipende dalla quantità di luce direttamente disponibile per l'organismo produttore, dalla concentrazione di sali nutritivi, dalla latitudine e dalla stagione.

La *produzione secondaria* è invece relativa alla variazione di biomassa di organismi eterotrofi, consumatori e decompositori, che devono ricorrere alla capacità di altri organismi (i vegetali) di sintetizzare il nutrimento a partire da sostanze inorganiche. Sebbene dipenda dalla produzione primaria, non è però desumibile dai valori di quest'ultima, in quanto la produzione secondaria è funzione di numerosi fattori, tra i quali la disponibilità alimentare, la temperatura, l'efficienza di assimilazione e le interazioni intra ed inter-specifiche.

I meccanismi responsabili dell'alta produzione primaria nei sistemi lagunari sono rappresentati da un lato dalla presenza di elevati flussi di energia: l'energia solare, utilizzabile per la fotosintesi ed incidente su un bacino generalmente esteso e poco profondo, e i flussi di energia meccanica forniti dal vento e dalle maree; dall'altro lato, le risorse fondamentali allo sviluppo di un'abbondante flora sono rappresentate dagli elementi nutritivi inorganici (nutrienti), primi fra tutti nitrati e fosfati. Nei sistemi lagunari i *produttori primari* sono rappresentati da fitoplancton (il cui contributo è maggiore nelle lagune più profonde), microfite e macrofite.

I livelli di produzione primaria nelle lagune costiere sono dello stesso ordine di grandezza di quelli delle più produttive aree marine: la produttività primaria media mondiale delle lagune è infatti stimata in 200-400 g/mq/anno (grammi per metro quadrato all'anno), quantità che in condizioni ottimali può raggiungere i 700-900 g/mq/anno, rispetto ad una media di circa 30-60 g/mq/anno nel resto dell'oceano.

Allo stesso modo anche le *quantità di pescato per unità di superficie* sono generalmente molto maggiori rispetto al mare: la produzione media mondiale di pescato nelle lagune costiere è di circa 107 kg/ha/anno (chilogrammi per ettaro all'anno), contro i 59 kg/ha/anno delle piattaforme

continentali e i 26 kg/ha/anno dei laghi; molte lagune sono capaci di raggiungere produzioni di 300-400 kg/ha/anno, e in alcuni casi persino gli 800-900 kg/ha/anno. L'elevata produttività primaria permette infatti il mantenimento di grandi biomasse di consumatori primari e secondari, capaci di garantire anche l'interesse economico di attività antropiche quali la pesca e l'acquacoltura.

Il calcolo della Biocapacità lagunare

Il calcolo della Biocapacità dell'ecosistema laguna è coerente con le osservazioni fatte sia sull'elevata produttività primaria ed ittica della laguna veneziana, sia sul concetto di una produttività "utile" all'uomo. Tale calcolo è stato infatti centrato sulla quantità di pescato della laguna e il valore di Biocapacità è stato calcolato rispetto alla quantità di pescato in mare e quindi alla Biocapacità del sistema mare.

Ne risulta che l'insieme delle lagune mondiali è 2,85 volte più produttivo del mare. Considerando che il fattore di equivalenza riferito al mare vale 0,35, si ricava, per il fattore di equivalenza della laguna, un valore di 0,997.

Il fattore di rendimento descrive di quanto le diverse categorie di utilizzo di territorio ecologicamente produttivo (foresta, pascolo, etc.) a livello locale sono più o meno produttive rispetto alla media mondiale delle stesse categorie. Ogni regione esaminata possiede il suo insieme di fattori di rendimento. Il calcolo del fattore di rendimento si basa quindi sulle peculiarità del territorio locale preso in considerazione, nel caso in esame, il sistema lagunare della provincia di Venezia, costituito dalle due lagune di Venezia e di Caorle. Per la laguna di Venezia in particolare, si sono analizzate le peculiarità relative da un lato all'eutrofizzazione, fe-

nomeno che, in passato, ha causato una straordinaria produzione di macroalghe, e dall'altro all'introduzione in laguna della vongola filippina.

La produzione secondaria e terziaria, rispettivamente degli organismi erbivori e dei carnivori e predatori, è strettamente connessa alla produzione primaria. Questo avviene in assenza di fenomeni distrofici con crisi anossiche, quali quelli avvenuti nella laguna di Venezia negli anni Settanta-Ottanta con le grandi produzioni di macroalghe. Questi fenomeni di degradazione sono attualmente molto circoscritti e, come afferma il *Piano* della provincia di Venezia, si può ritenere applicabile anche alla laguna di Venezia un trasferimento di energia dai produttori primari ai produttori secondari di circa il 10% della produzione netta. Ciò significherebbe che la produzione secondaria in laguna potrebbe essere di circa 200-250.000 tonnellate, e quella dei pesci e di altri consumatori secondari di 20-25.000 tonnellate. Quest'ultimo valore è proprio dello stesso ordine di grandezza della quantità di pescato effettivamente prelevata.

In realtà le specie considerate strettamente lagunari possono essere pochissime e soltanto alcune di esse hanno qualche interesse per la pesca o l'acquacoltura. Tuttavia l'importanza della laguna risiede anche nella qualità dei servizi naturali offerti alla pesca: essa infatti funge da *nursery areas* (aree adatte alla crescita) per quasi tutte le più importanti specie marine di interesse commerciale e da *feeding grounds* (aree che consentono di mantenere le condizioni adatte al ciclo di vita) per gli adulti delle stesse specie.

Il caso della vongola filippina



Una recente peculiarità della laguna di Venezia è rappresentata dalla massiccia presenza della vongola filippina, introdotta nel 1983 nell'ambito di ricerche sulla molluschicoltura. Si tratta di una specie di origine indopacifica estremamente tollerante, introdotta in diverse regioni biogeografiche, tra le quali l'Italia. Molte sono le cause per cui il suo allevamento è stato successivamente preferito a quello della vongola indigena *Tapes decussatus*: l'elevato tasso di crescita, la facilità della riproduzione artificiale, la tolleranza alle ampie variazioni di temperatura, salinità e qualità del substrato. La diffusione di questa specie è stata abnorme, tanto da soppiantare la specie tradizionale e da essere attualmente la più diffusa ed importante risorsa presente in laguna dal punto di vista economico. Poiché la vongola è una specie fossoria, ossia si ancora nel fondo lagunare, tutti gli strumenti utilizzati per la sua pesca sono

concepiti in modo da penetrare nel sedimento lagunare per una certa profondità (almeno 10-15 centimetri). I conseguenti impatti di tipo morfologico, sedimentologico e biologico sull'ecosistema lagunare sia nelle sue singole parti che nel suo insieme, sono ovvi: i solchi che ne derivano, fungendo da zone di ristagno, producono localizzati fenomeni di distrofia; i fondali interessati risultano più suscettibili all'erosione, considerato uno dei più gravi fattori di degrado della laguna di Venezia; la mobilitazione dei sedimenti causa da un lato la dispersione di una parte di essi in mare attraverso le bocche lagunari, dall'altro la sedimentazione anche nelle zone atte alla navigazione (canali, ghebi...); l'azione di ciascuno strumento provoca inoltre una diminuzione di ricchezza specifica e biomassa dei popolamenti dei fondali. Gli strumenti sembrano interessare anche importanti componenti biologiche quali le fanerogame marine, considerate, tra l'altro, validi elementi di stabilizzazione dei fondali lagunari contro i processi erosivi.

Calcolo del fattore di rendimento e della Biocapacità lagunare

Il fattore di equivalenza è stato calcolato come rapporto tra il pescato dell'ecosistema lagunare della provincia di Venezia e il pescato della media mondiale delle lagune (il valore 8,0 g/mq). Il pescato delle lagune della provincia è stato ricavato dal dato di pescato relativo alla laguna di Venezia, comprendente sia la quota di pesci, crostacei e molluschi tipicamente lagunari sia le vongole filippine, e dalle quote provenienti dalle valli da pesca e dalla laguna di Caorle. La superficie totale delle lagune considerata è pari a 56840 ettari (ha).

Riportiamo alcune stime effettuate nel calcolo del fattore di rendimento.

- La presenza della vongola filippina rappresenta un fenomeno importante da numerosi punti di vista che, nel territorio provinciale, riguarda in particolare la laguna di Venezia. Confrontando i valori di pescato lagunare con quelli riferiti alla vongola per l'anno 2000, si osserva infatti un'enorme differenza: 2100 tonnellate di pesce tipicamente lagunare contro le quasi 50000 tonnellate di vongole. Risulta quindi evidente la necessità di trattare questo aspetto con particolare accuratezza.
- Il dato di pescato, analogamente a quanto fatto per il calcolo del fattore di equivalenza, è stato corretto con il valore di pesca accessoria: il bycatch aggiunto non è stato posto fittiziamente pari al 40% (Wackernagel, 2002), ma rappresenta il dato reale locale, pari al 25% per il *Tapes decussatus* (Pranovi et al., 2003). Anche in questo caso, quindi, si è ottenuto un valore reale e non una sovrastima.
- Il pescato in laguna di Venezia dagli anni 1994-1995 presenta una crescita straordinaria dovuta alla vongola filippina, caratterizzata da un'oscillazione che presenta un picco nel 1999, per tornare nel 2001 ai valori del 1995. L'andamento relativo agli anni più recenti risulta quindi non stabile ma in rapida evoluzione. Sono pertanto stati considerati due scenari per il calcolo:
 - l'utilizzo del valore di pescato della laguna di Venezia relativo all'anno base 2000, pari a circa 113,6 t/kmq (tonnellate per chilometro quadrato). Il fattore

di equivalenza calcolato risulta pari a 14,2; tuttavia, questo dato risulta poco rappresentativo dell'intera situazione della laguna, vista la veloce evoluzione che caratterizza gli ultimi anni;

- l'utilizzo del valore medio di pescato relativo agli anni più recenti. Si è scelto di considerare una media dei dati degli ultimi sette anni, al fine di tagliare il picco in modo simmetrico per non privilegiare né l'andamento ascendente né discendente della curva. Il valore medio che ne risulta è di circa 119 t/kmq, a conferma della straordinaria produttività ittica dell'ecosistema lagunare del territorio provinciale. Basti pensare, ad esempio, che la produttività del mar Adriatico è stimata in circa 2,8 t/kmq. Il fattore di equivalenza così calcolato risulta pari a 14,9.

Dal momento che i due scenari portano a valori vicini e tra loro consistenti, si è deciso di utilizzare il secondo metodo perché più rappresentativo della media delle dinamiche ecologiche della laguna in questi anni più recenti.

Si è ottenuto un valore del fattore di rendimento pari a 14,9, ossia il sistema lagunare della provincia di Venezia è circa 15 volte più produttivo rispetto alla media mondiale delle lagune.

La Biocapacità varia in funzione di due parametri: da un lato la produttività media mondiale dell'ecosistema laguna (rappresentata dal fattore di equivalenza) e dall'altro lato la produttività locale (rappresentata dal fattore di rendimento), entrambe variabili, di anno in anno, col mutare delle condizioni naturali ed antropiche. La Biocapacità delle lagune della provincia di Venezia si può quindi calcolare come prodotto tra la superficie la-

gunare provinciale, il fattore di equivalenza ed il fattore di rendimento. Il valore ottenuto è pari a 845.225,294 ha eq (ettari equivalenti).

E' importante non soltanto calcolare la Biocapacità lagunare, che caratterizza gli anni più recenti, ma anche analizzare l'evoluzione temporale che ha subito negli ultimi cinquant'anni. Per fare questo si è ristretto il campo di analisi alla sola laguna di Venezia, perché è solo su questa che si hanno dati per tutta la serie storica. Con questa analisi diventa possibile mettere in relazione la Biocapacità, che rappresenta la "salute ecologica" della laguna, con i fenomeni ambientali e le relative ricadute economiche avvenuti dal dopoguerra ad oggi.

Il fattore di rendimento per ciascun anno è stato calcolato come il rapporto tra il pescato della laguna di Venezia (considerando un bycatch del 25% per le vongole) ed il pescato della media mondiale delle lagune.

Il fattore di rendimento crebbe, seppur molto modestamente, fino agli anni '60 da un valore minore di 0,5 ad un valore pari a 1 circa: in questo lasso di tempo la laguna di Venezia poteva essere considerata meno produttiva della media mondiale delle lagune. L'andamento negli anni successivi continuò a crescere seppur lentamente, fino ad un massimo relativo pari a 1,7 circa nel 1975, per avere un altro picco nel 1982 e diminuire nuovamente fino agli anni Novanta. Dal 1992 circa è evidente invece una crescita marcata, da valori inferiori a 2 fino ad un massimo, raggiunto nel 1999, pari addirittura a 22,3. Nel 1999, quindi, la produttività ittica della laguna di Venezia poteva essere considerata 22 volte quella della laguna media mondiale. Dal 1999 al 2001 il fattore di rendimento diminuì nuovamente fino al valore, comunque molto alto, di 15.

Da un'analisi più approfondita è possibile individuare quattro distinti intervalli di tempo, ognuno caratteriz-

zato da un particolare fenomeno naturale o di origine antropica o misto, determinante per l'evoluzione del fattore di equivalenza relativo a quel periodo.

I fenomeni che hanno caratterizzato l'evoluzione chimico-fisico-biologica della Laguna di Venezia nel tempo, determinando un simile trend del fattore di rendimento, sono riconducibili ad un susseguirsi di situazioni che si sono evolute verso un nuovo equilibrio dinamico, spesso molto diverso dal precedente.

Nel primo intervallo di tempo preso in considerazione (1945-1975), il fattore di equivalenza è cresciuto di 3 volte; ciò dipende, secondo vari autori, in parte da un effettivo aumento della produttività lagunare, in parte da un fattore spurio: l'introduzione del motore nell'attività di pesca lagunare, in grado di aumentare notevolmente le quantità pescate. Allo stesso tempo, la disponibilità di maggiori quantità di nutrienti (azoto e fosforo), provenienti dall'esterno, ha rappresentato la fonte per una maggiore produttività primaria, e quindi anche produttività ittica, della laguna, compensando così il maggiore prelievo di pescato. Nel secondo intervallo di tempo, compreso all'incirca tra il 1975 ed il 1992, sono visibili oscillazioni ed un collasso finale del pescato non imputabile, secondo l'opinione diffusa degli studiosi, all'eccessivo sforzo di pesca. Si tratta infatti del periodo maggiormente interessato dal fenomeno dell'eutrofizzazione, ossia dalla massiccia produzione di macroalghe in laguna, e dalla diminuzione del pescato tradizionale.

Il terzo periodo (1992-1999) è invece interessato dall'intensa attività di pesca legata alla vongola filippina. Già stressato a causa dei fenomeni distrofici, il sistema lagunare, pur non presentando più la produzione macroalgale degli anni precedenti, ha rappresentato

l'ambiente ideale per la colonizzazione da parte della vongola, con le conseguenze negative sottolineate in precedenza. Nel 1999, su una quantità totale di pescato pari a circa 62.000 tonnellate, quasi 60.000 erano costituite dalle vongole. Il fattore di rendimento relativo a quell'anno era pari a 22,3. La necessità di regolamentare tale pratica di pesca per una gestione più sostenibile dell'ecosistema lagunare venne invocata da più parti. Le conseguenze negative sullo stato chimico-fisico del sistema, dovute alle modalità di pesca della vongola e i danni a livello biologico, riscontrabili in una continua diminuzione del pescato tradizionale, fanno dedurre che questa altissima biocapacità lagunare non è traducibile in un'alta produttività a lungo termine, ma può preludere all'instaurarsi di un nuovo equilibrio dinamico della laguna, conseguente ad una crisi instaurata dalla stessa pesca alle vongole. Questo sembra essere confermato dalla tendenza del fattore di rendimento negli ultimi anni (1999-2001): anche se sempre intorno a valori molto alti, il fattore di rendimento mostra infatti una tendenza alla diminuzione.

L'andamento della Biocapacità per la Laguna di Venezia

Come si può notare dalla figura sotto possono essere individuati quattro trend principali nei valori di biocapacità della laguna, imputabili a determinate cause naturali ed antropiche che hanno fatto evolvere la laguna verso sempre nuove condizioni di equilibrio dinamico, nell'ambito dei quattro intervalli di tempo descritti nel paragrafo precedente.

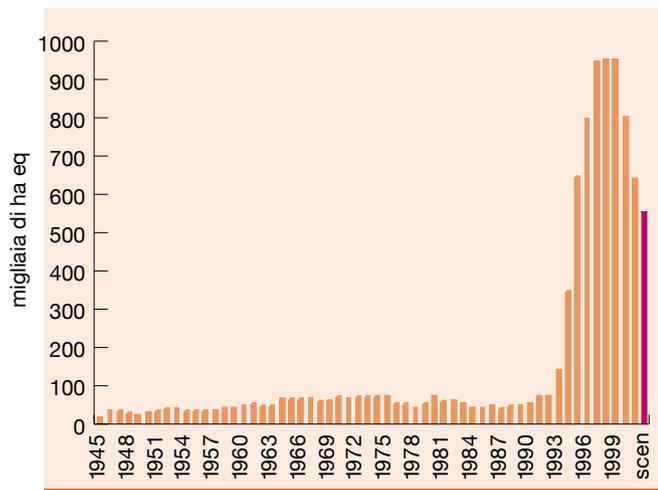


Figura. La Biocapacità della laguna di Venezia negli anni 1945-2001.

Il dato relativo agli ultimi anni è particolarmente significativo, potrebbe infatti essere considerato come il segnale di un nuovo cambiamento nell'equilibrio lagunare, determinato dall'attuale sovrasfruttamento della vongola filippina. Gli alti valori di Biocapacità della laguna rilevati negli ultimi anni, pur testimoniando l'elevata produttività dell'ecosistema, sono la conseguen-

za di una situazione ecologicamente non sostenibile: enormi sono le conseguenze ambientali negative della pesca alla vongola filippina così come effettuata allo stato attuale. Queste sono una fra le tante cause che ostacolano la diffusione delle specie ittiche tipicamente lagunari; situazione che può trovare conferma nel fatto che attualmente, alla discreta diminuzione di pescato relativo alle vongole, corrisponde un seppur leggero aumento di qualche predatore.

Proprio per questo motivo la Provincia di Venezia ha proposto un *Piano per la gestione delle risorse aliutiche delle lagune della provincia di Venezia*, che prevede alcuni punti fondamentali, tra i quali il passaggio da una condizione di libero accesso ad una condizione di sfruttamento della risorsa aliutica in concessione e la necessità di programmare il prelievo di vongola filippina a circa 30.000 tonnellate annue, considerate al momento una quantità gestibile in modo corretto.

Ciò potrebbe portare ad un aumento della pesca tradizionale proporzionale alla superficie di laguna "liberata" dalle vongole; in questo modo la Biocapacità risulterebbe di 556.000 ha eq. circa.

Tale scenario potrebbe forse rappresentare un valore di Biocapacità sostenibile nel tempo, capace di elevati livelli di produzione ma, al contempo in grado di ridurre al massimo e, sul lungo periodo azzerare, il depauperamento delle risorse naturali locali.

Gli effetti della laguna di Venezia sull'eMergia

Del sistema lagunare abbiamo scritto ampiamente nel paragrafo relativo alla Biocapacità. Qui ci limiteremo ad osservare gli effetti eMergitici della laguna di Venezia sul complesso del territorio provinciale.

In corrispondenza delle tre aperture verso l'Adriatico, possono essere individuati tre sub-bacini aventi caratteristiche diverse: il bacino settentrionale che presenta una maggiore interazione con i fiumi e si avvicina maggiormente alle condizioni primitive; il bacino

centrale, fortemente antropizzato, vista la presenza di Venezia e dei siti industriali; il bacino meridionale con un forte idrodinamismo in virtù degli scavi per i grandi canali navigabili.

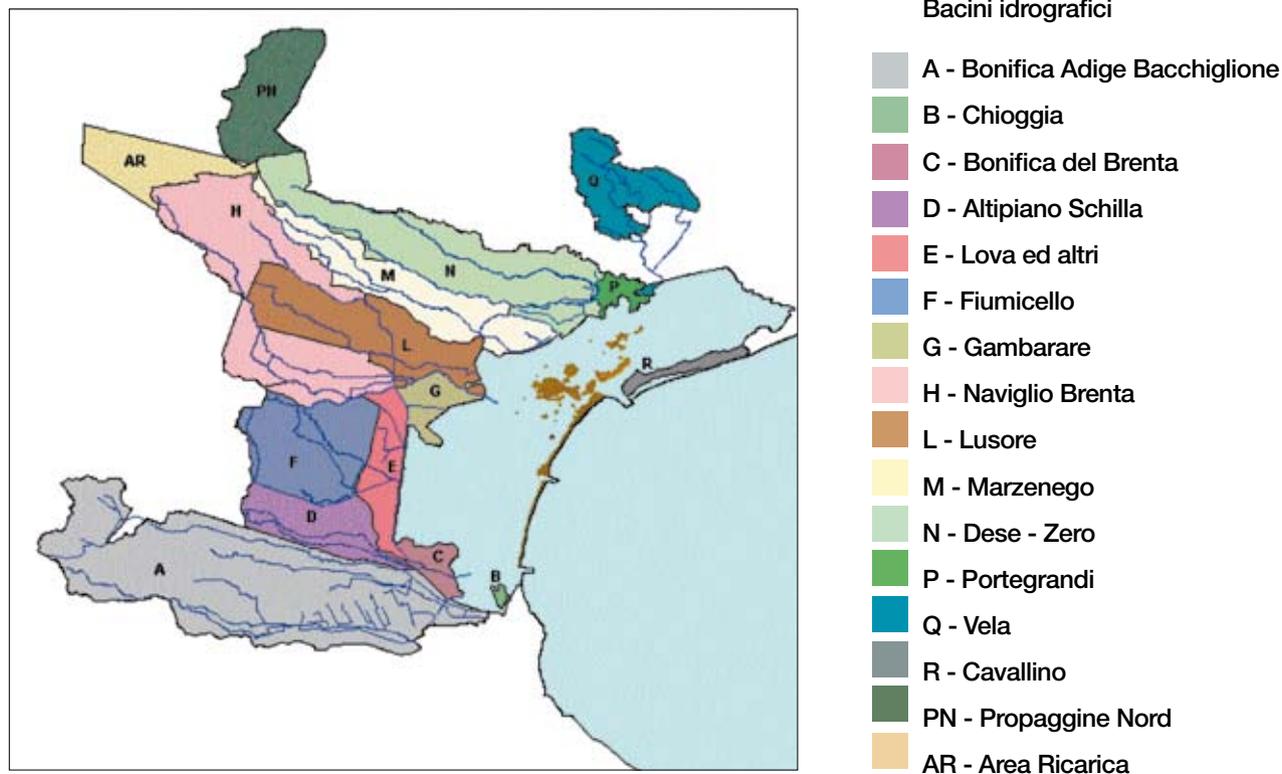
Dal punto di vista amministrativo, la laguna comprende in parte i territori dei Comuni di Venezia, Chioggia, Campagna Lupia, Mira, Quarto d'Altino, Musile di Piave, Jesolo, Cavallino-Treporti, con alcune appendici lagunari anche a Concordia Sagittaria, Caorle e San Michele al Tagliamento in Provincia di Venezia, oltre a Codevigo, in provincia di Padova.

La provincia di Venezia e le superfici lagunari



Come detto, l'apporto dei nutrienti è di fondamentale importanza per la laguna, soprattutto composti dell'azoto e del fosforo, che derivano dagli immissari (fiumi e mare). Questi sedimentano facilmente e permangono all'interno della laguna per lunghi periodi facilitando il lavoro di moltissimi animali filtratori. Fa parte di una tale

Biodiversità, secondo alcuni, anche un elevato livello di versatilità alimentare degli organismi viventi in laguna, cosa che contribuisce ad aumentare la resilienza del sistema, vale a dire la sua capacità di ripristinare le caratteristiche originarie in seguito alle perturbazioni.



La laguna è nel contempo un ecosistema di transizione e un potente sistema naturale di fito-bio-depurazione che, se mantenuto in condizioni di efficienza, è in grado di esprimere una elevata capacità portante e autodepurativa. In generale, la laguna è un ecosistema fragile e sensibile rispetto alle condizioni esterne. Numerosi fattori, sia a livello globale che locale, incidono sugli equilibri degli ambienti lagunari determinandone l'evoluzione. E' il caso della subsidenza, fenomeno di abbassamento del suolo dovuto al compattamento dei più recenti depositi alluvionali. Nell'ultimo secolo si stima una variazione di matrice naturale pari a circa 0,5 millimetri annui. Altro fenomeno di particolare interesse in laguna è l'eustatismo, modifica del livello medio del mare dovuta a cause climatiche. Le stime indicano un innalzamento del livello dell'acqua pari ad un millimetro annuo. Entrambi questi fattori, di importanza globale, possono tuttavia essere accentuati dall'attività antropica. Così, se il prelievo di risorse dal sottosuolo (come l'acqua) ha provocato una subsidenza che ha raggiunto dal dopoguerra i 10 centimetri, l'inasprirsi dell'effetto serra ed i cambiamenti climatici indicano l'uomo come responsabile degli sconvolgimenti climatici previsti per un futuro piuttosto prossimo.

A livello locale i fenomeni principali sono la sedimentazione (deposito di materiale vario proveniente principalmente dal drenaggio del bacino scolante) e l'erosione (perdita di materiale dovuta alle correnti). In questi ultimi casi è chiara l'influenza che l'attività umana praticata a livello locale può avere sull'ecosistema lagunare. In modo particolare, la massiccia attività di navigazione per diversi scopi, la pesca praticata in determinate condizioni da una parte e la gestione artificiale del corso dei fiumi dall'altra, provoca ogni anno la perdita di circa un milione di metri cubi di sedimenti dai fondali.



I principali problemi sono l'insediamento dei grandi complessi industriali nella zona di Porto Marghera, l'eccessiva e disordinata urbanizzazione dell'entroterra veneziano, l'attività diportistica e trasportistica che avviene sull'acqua e l'ingente attività di pesca, il crescente impatto che l'attività agricola dell'entroterra causa sulla laguna dal bacino scolante e l'eccessivo carico ambientale provocato dai massicci flussi turistici. In breve, questo fragile ecosistema, che è oltretutto vitale per la sopravvivenza del sistema economico e sociale, viene depauperato giorno dopo giorno della sua capacità di apprestare servizi indispensabili: da una parte se ne sfruttano le proprietà e le risorse in modo incompatibile con la capacità della natura di ripristinarle; dall'altra lo si utilizza come immenso serbatoio per riversare scarti, rifiuti ed emissioni in quantità superiore rispetto alla capacità dell'ambiente di assorbirli e smaltirli.

A partire da questo stato di fatto si propone ora un'analisi del contesto fisico ed un computo dei principali elementi naturali, sotto forma di flussi di energia e materia, che alimentano il sistema nel periodo di riferimento (un anno solare). Si tratta di calcolare una misura dell'attività ciclica dell'ecosistema, attività che può essere considerata totalmente rinnovabile e che alimenta tanto i sistemi antropici che trovano la loro naturale esplicazione sulla laguna, quanto il patrimonio ambientale (o Capitale Naturale) disponibile in un determinato periodo.

I dati in questione sono stati raccolti per il periodo di riferimento di un anno solare (il 2000) da diverse pubblicazioni ed interrogazioni di *database*, quindi tabulati seguendo uno schematismo adatto alla valutazione eMergetica del sistema attraverso gli opportuni fattori di conversione detti *transformities*.

Il flusso principale che interessa il sistema è ovviamente l'acqua. L'interscambio di acqua è il risultato dell'interfaccia con il mare tramite le bocche di porto, con l'entroterra, o bacino scolante, e con l'atmosfera visto il flusso in ingresso della pioggia sia direttamente (quella che cade all'interno della superficie lagunare) che indirettamente (quella che cade altrove ma che viene conferita in laguna) ed il flusso in uscita dato dall'evaporazione. L'apporto di acqua dai fiumi è stato stimato intorno al miliardo di metri cubi all'anno, mentre si è calcolato che sul bacino lagunare ne precipitano circa 370 milioni di metri cubi. L'acqua che deriva dal mare è stata considerata come parte residuale, dal momento che, di per sé, si tratta di un flusso in entrata che è controbilanciato da un analogo flusso in uscita. Per questo motivo si è considerato che l'apporto netto dal

mare in termini di metri cubi di acqua fosse dato dalla differenza tra la componente in entrata (acqua di fiume e pioggia) e quella in uscita (evaporazione) dalla laguna. La prima è maggiore della seconda per cui risulta che il flusso netto di acqua di mare sia negativo, quindi non contabilizzato. E' stato inoltre stimato il flusso di energia dato dalle maree, che costituisce il fondamento dell'interazione tra l'Adriatico e la laguna. Nel computo degli input si è inserita anche l'energia del vento che condiziona l'idrodinamica; concludendo si considerano elementi fondamentali per la vita all'interno dell'ecosistema lagunare l'energia solare che induce la fotosintesi e dà origine alla catena trofica e i nutrienti che la alimentano, principalmente composti di azoto e fosforo. Gli input così selezionati nel modello esemplificativo dei flussi che insistono sulla laguna sono stati convertiti in *eMergia* attraverso l'utilizzo di opportune *transformities*.

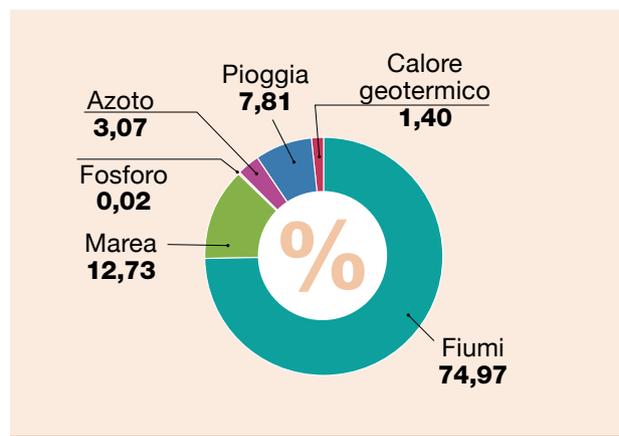


Figura. Ripartizione percentuale degli input naturali alla laguna.

La figura rappresenta il peso eMergetico di ogni elemento naturale, in modo che venga evidenziato il lavoro ambientale necessario per rendere disponibile una risorsa in termini di energia solare equivalente o, altrimenti, la disponibilità in senso lato della risorsa in questione nel periodo di riferimento.

La convergenza di energia man mano più pregiata nel corso del tempo fa sì che all'interno dell'ecosistema si innescino cicli e catene, reti e fenomeni di coproduzione che costituiscono in ultima istanza l'output del sistema. In particolare, la produttività della laguna si manifesta attraverso la presenza di un notevole livello di produzione primaria e secondaria determinata dai flussi di energia e materia che la caratterizzano.

La produzione lorda primaria nella laguna di Venezia è calcolabile intorno ai 6 milioni di tonnellate mentre quella netta (che esclude la respirazione, la degradazione ed il pascolo degli erbivori) è di circa 2-2,5 milioni di tonnellate, ed è possibile stimare in 200.000-250.000 tonnellate la produzione secondaria e in 20.000-25.000 tonnellate la produzione di pesci ed altri consumatori secondari (Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia, 2000).

Se si esclude l'apporto dei nutrienti, superiore tra l'altro al carico massimo ammissibile scaricabile nella laguna di Venezia indicato dal Decreto interministeriale 23/4/98 (i limiti sono 3000 tonnellate/anno per l'azoto e 300 t/anno per il fosforo), gli input alla laguna che sono stati calcolati nel modello sono tutti di natura rinnovabile. Fermi restando gli investimenti che nel tempo sono stati fatti e si fanno per salvaguardare la laguna dal suo stesso evolversi, molti dei quali sono comunque spese di ripristino di condizioni degradate dall'attività umana, si può evincere da questo semplice calcolo una valutazione non economica del capitale naturale che è stato "investito"

dall'ambiente per l'esistenza di questa risorsa.

Ogni anno la laguna è interessata da un flusso eMergetico pari a $6,83 \times 10^{20}$ sej/anno (joules di energia solare equivalente), oltre il 75% del quale è costituito da acqua dolce conferita in laguna dal bacino scolante, mentre all'interazione con il mare si attribuisce un peso pari ad oltre il 12% del totale. Se si rapporta l'eMergia totale del sistema all'output annuo di produttori primari si ottiene un valore di eMergia per unità di prodotto, (14×10^9 sej/g) particolarmente elevato se confrontato con i valori della biomassa spontanea terrestre come alberi e produzione di legno in generale.

Il fatto che l'ecosistema lagunare sia interessato da flussi ingenti di energia e materia che ne determinano l'elevata vitalità biologica è confermato dal valore della concentrazione di flusso eMergetico per unità di area, dato dal rapporto tra il totale dell'eMergia calcolata e la superficie degli specchi d'acqua in laguna (circa 420 km^2). Il risultato di tale rapporto è pari a $1,63 \times 10^{12}$ sej/ m^2 . La particolarità di questo risultato è che, nonostante si siano presi in considerazione solo input naturali, la densità eMergetica calcolata per la laguna di Venezia presenta lo stesso ordine di grandezza dei valori dello stesso indice calcolati per sistemi territoriali antropizzati. Mentre i primi (gli input naturali) sono stati computati perché fondamentali per il ripetersi ciclico delle condizioni ambientali che permettono la vita dell'ecosistema naturale, i secondi (quelli di origine antropica) alimentano prevalentemente le attività dell'uomo.

Per rimarcare il ruolo di supporto fondamentale della laguna a tutto il sistema, si prosegue l'analisi inserendo nell'ambito ecosistemico l'intervento umano, in particolare finalizzato all'attività di pesca, dal momento che questo risulta essere uno dei settori chiave per la gestione della risorsa dal punto di vista ambientale oltre che economico e sociale.

La laguna come sistema produttivo

Agli input naturali dell'ecosistema lagunare analizzati in precedenza, aggiungiamo ora quelli di origine antropica che presiedono ad una delle principali attività praticate in laguna: la pesca. Lo scopo è quello di pesare su base fisica il valore e l'impatto che questa attività produce sull'ecosistema. In particolare, l'attenzione sarà rivolta al fenomeno attualmente più evidente che si manifesta in laguna e oggetto di studi per una necessaria regolamentazione, vale a dire il prelievo di vongole *Tapes philippinarum*, introdotte sperimentalmente nelle acque lagunari nel 1983.

L'attività di pesca alle vongole è un settore molto controverso dell'economia locale, quanto meno dal punto di vista statistico, considerata la difficoltà di ottenere dati precisi ed attendibili; ciò è dovuto in particolare alla pratica abusiva di un'attività che frutta buone rendite per un numero di pescatori molto maggiore rispetto a quelli muniti di regolari autorizzazioni.

All'apporto di input antropici che alimentano l'attività di pesca alle vongole, si deve aggiungere anche un costo ambientale di entità rilevante dovuto alle modalità di prelievo. Nel Piano per la gestione delle risorse alieutiche (così come in altre pubblicazioni), si legge che si deve alla pesca la perdita annuale di circa un milione di metri cubi di sedimento, elemento fondamentale per la vita degli organismi della laguna. La questione è importante visto che in generale negli ultimi anni il bilancio tra sedimentazione ed erosione in laguna pende a favore della seconda: l'erosione dei fondali e delle barene ad opera dei venti e delle maree, infatti, non è più compensata come un tempo dall'apporto solido fluviale. Durante l'attività di pesca mediante attrezzi meccanici, inoltre, il sedimento viene completamente movimentato creando notevoli problemi a tutti gli organismi vegetali ed animali che lo abitano. Tale attività viene considerata

come elemento che "supporta" la pesca in quanto diretto consumo di una risorsa, e quindi inserita nelle tabelle di calcolo (è un'assunzione simile a quella che ispira il fatto di tenere conto dell'erosione del suolo, intesa come perdita di sostanza organica, dovuta all'agricoltura). La movimentazione del sedimento oltre una certa profondità può inoltre rimescolare sostanze contaminanti che giacciono da tempo al di sotto degli strati superficiali e che vengono rimesse sistematicamente in circolo.

Di qui alcune considerazioni. Ad esempio, il Piano per la gestione delle risorse alieutiche cita alcuni effetti indotti sull'ecosistema lagunare oltre all'alterazione del ritmo del sedimento cui si è accennato: la perdita di ricchezza specifica e di biomassa dei popolamenti bentonici; l'alterazione delle formazioni a fanerogame marine, validi strumenti di stabilizzazione dei fondali lagunari e di lotta contro i processi erosivi e l'alterazione delle funzioni di nursery (cioè utili allo sviluppo) per le popolazioni ittiche di maggior pregio. Ulteriore problema è quello relativo alla contaminazione e all'inquinamento di siti dai quali si prelevano vongole benché sia proibito. Il prodotto viene egualmente commercializzato senza i dovuti controlli sanitari (ed i conseguenti rischi per la salute), dando vita ad un'ampia porzione di economia sommersa per la quantificazione delle cui dimensioni si possiedono soltanto stime.

La tabella indica come tra gli input antropici quelli di maggiore rilevanza in termini energetici siano il lavoro umano e, soprattutto, l'utilizzo di energia sotto forma di combustibili (diesel e benzina), mentre le parti meccaniche hanno un peso minore. Tuttavia, l'elemento che

modifica in maggior misura il quadro della situazione rispetto a quello descritto dallo studio della laguna come ecosistema è la perdita di sedimento che si imputa all'attività. La figura (a pagina successiva) mostra l'apporto percentuale di ognuno degli input.

Categorie di consumo	Quantità	Unità di riferimento
Carburanti per trasporto privato		
Benzina per trasporto privato	300,47	kg/anno procapite
Gasolio per trasporto privato	36,64	kg/anno procapite
Gpl per trasporto privato	26,31	kg/anno procapite
Energia elettrica		
Energia elettrica per uso domestico	1.063,73	Kwh/anno procapite
Energia elettrica per amministrazione pubblica e altri servizi	278,99	Kwh/anno procapite
Energia elettrica per commercio	341,80	Kwh/anno procapite
Riscaldamento e usi civili		
Gasolio per uso domestico (riscaldamento)	32,33	kg/anno procapite
Gasolio per amministrazione pubblica, altri servizi e commercio	-	kg/anno procapite
Gas per uso domestico	789,12	mcubi/anno procapite
Gas per usi commerciali	-	mcubi/anno procapite
Gpl per uso domestico	13,35	kg/anno procapite
Gpl per terziario	-	kg/anno procapite
Carbone per usi domestici	-	kg/anno procapite

La quantità di *eMergia* totale necessaria a supportare il sistema appena descritto è pari a $1,23 \times 10^{21}$ sej/anno, dei quali il 44,46% è di diretta o indiretta derivazione antropica. Tale ammontare, se rapportato alla quantità di prodotto pescato, fornisce l'informazione sul costo ambientale che è necessario sostenere per unità di prodotto (*transformity* o *eMergia* specifica). Il valore così calcolato, pari a $3,51 \times 10^{10}$ sej/g, ha lo stesso ordine di grandezza delle *transformity* di altri prodotti animali (carne di bovini o pesce da allevamento) calcolato in passato. E' da rilevare, tuttavia, che l'*eMergia* necessaria alla raccolta delle vongole viene ripartita di anno in anno su un'ingente quantità di pescato, cosa che, se da una parte fa apparire efficiente l'operazione di prelievo (i costi ambientali per unità di prodotto sono contenuti), dall'altra nasconde la realtà dell'abusivismo e della contravvenzione alle norme, nonché tutti i problemi ad essa associati di ordine sia ambientale che economico, giuridico, istituzionale e sociale.

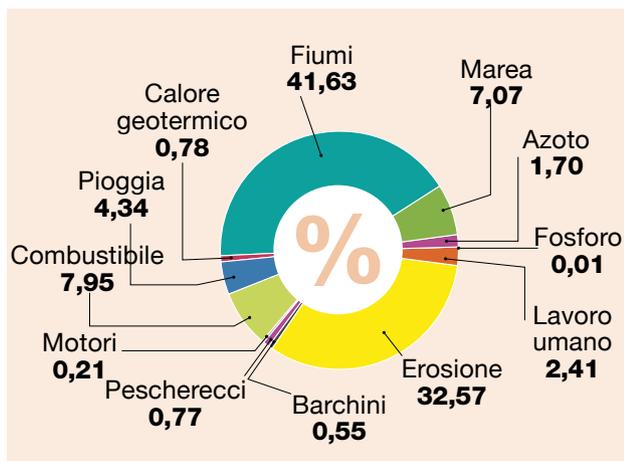


Figura. Ripartizione percentuale degli input naturali ed antropici alla laguna

La sostenibilità in laguna

La laguna è una ricchezza, un copioso serbatoio di risorse a cui la comunità ha attinto nel corso dei secoli. Ebbene, la laguna rappresenta per la provincia di Venezia, ed in particolare per il capoluogo, un immenso patrimonio di energia incorporata che, al di là di ogni valutazione economica, ha fatto per molto tempo la fortuna della popolazione locale. Il rapporto di virtuosa mutua dipendenza che è sempre intercorso tra la società veneziana ed il suo tipico ambiente (basti pensare, da una parte all'uso che gli uomini hanno sempre fatto della laguna a Venezia e, dall'altra, alle imponenti opere che la stessa popolazione ha progettato e posto in essere per salvaguardarla), si è evoluto però verso una situazione distorta di sfruttamento unilaterale delle risorse naturali in nome del risultato economico di breve periodo. Allo stesso tempo si è assistito progressivamente ad un sovrasfruttamento del bios lagunare, che i fenomeni evidenti della congestione dei trasporti, del moto ondoso e della pesca dimostrano ovunque e in ogni modo.

E' opportuno richiamare l'attenzione sul fatto che, nonostante sia unanimemente riconosciuto il ruolo fondamentale della laguna di Venezia come risorsa per tutto il contesto provinciale, la componente antropica, il gigantismo industriale, l'omologazione urbana dell'entroterra che incidono su di essa persistono in evidente contravvenzione alle regole della sostenibilità e del buon senso. Si sa che la laguna è di per sé un sistema produttivo che costituisce la piattaforma per diverse attività: da quelle di prelievo diretto, a quelle diportistiche e infrastrutturali, fino ad arrivare a concepirla come luogo di stoccaggio per merci e materiali organici e inorganici da eliminare. Ovviamente ognuna di queste attività, a dispetto di quanto succede in realtà, deve prevedere un orizzonte di limiti biofisici oltre i quali l'ecosistema non è in grado di sostenere alcun carico.



L'IMPATTO DEL TURISMO

6



L'Impronta Ecologica del turismo



Il turismo riveste un ruolo centrale nell'economia della provincia di Venezia e, considerati i numeri che lo caratterizzano, è ipotizzabile prevederne un rilevante impatto ambientale. Analizziamo pertanto questo aspetto con la metodologia dell'Impronta Ecologica.

Secondo le statistiche del 2000, in Italia sono stati registrati dalle strutture ricettive 80,1 milioni di arrivi e un totale di 338,9 milioni di giornate di presenza. Le principali mete dei turisti sono state le località marine e lacuali con un incremento delle presenze nel Nord Est; il Veneto ha una posizione di rilievo nel panorama italiano. In effetti il Veneto risulta essere la prima regione turistica d'Italia, davanti alla Toscana e all'Emilia, con un totale di 55 milioni di giornate di presenza. Questa posizione di primato è relativa anche alla presenza estera: nel 2000 sono state registrate 32 milioni di presenze straniere.

In questo scenario la provincia di Venezia riveste un ruolo predominante con un flusso di turisti molto elevato. Ciò è dovuto alla presenza di città d'arte del calibro di Venezia e di un importante comprensorio balneare. La provincia di Venezia nel 2000 ha visto l'arrivo di 6.072.553 turisti (53% sul totale di arrivi in Veneto) di cui un 73% di origine straniera. Le presenze sono state in totale 28.498.482 ovvero il 52% di tutte quelle registrate nell'anno in Veneto. La provincia ha una struttura alberghiera comprendente 1.197 esercizi, con una netta preponderanza di alberghi a 3 stelle, ed una capacità ricettiva di 82.307 posti letto. A questi si

devono aggiungere le strutture extralberghiere comprendenti gli ostelli per la gioventù, i villaggi e campeggi, gli alloggi privati e altri esercizi che aggiungono 256.005 posti letto.

Il turismo in Veneto è estremamente eterogeneo, in considerazione anche della posizione geografica della regione. Il fenomeno si può ripartire su diverse aree: balneari, montane, del Garda, termali, delle città d'arte. Per quanto riguarda la provincia di Venezia il settore turistico si distribuisce su due aree: il comprensorio balneare e le città d'arte.

Il comprensorio balneare della provincia di Venezia comprende principalmente 7 Comuni (Cavallino, San Michele al Tagliamento, Jesolo, Caorle, Chioggia, Venezia ed Eraclea), è caratterizzato da una elevata stagionalità e pendolarismo e viene assorbito da strutture alberghiere ed extralberghiere con tempi di permanenza medi di circa una settimana.

L'area delle città d'arte comprende il centro storico di Venezia e la Riviera del Brenta. Questo comprensorio è interessato da un turismo di grande mobilità, consumato in brevi soggiorni (2 giorni di permanenza media). È un fenomeno presente tutto l'anno, con particolare intensità da aprile a ottobre, ed in generale si appoggia sulle strutture alberghiere. Gli stranieri sono numerosi e in larga maggioranza rispetto alle presenze italiane: ad esempio, nel 2000 il 47% degli arrivi e il 22% delle presenze straniere complessivamente conteggiate nel Veneto sono state registrate in questo comprensorio. Gli italiani, in decisa minoranza in termini di pernottamenti, danno luogo ad un massiccio turismo pendolare che crea crescenti problemi dal profilo ambientale e logistico soprattutto a Venezia.

La città è uno dei poli più attrattivi del comprensorio turistico della provincia: nella sola città lagunare si concentra il 12% del totale delle presenze provinciali di turisti. Le presenze sono registrabili durante tutto l'arco dell'anno, con una leggera flessione nei mesi invernali (in particolare

a gennaio, in misura minore a dicembre e novembre); in generale si mantengono tra le 310.000 di marzo e le circa 370.000 di ottobre.



Il turismo di Venezia è caratterizzato da una fortissima componente di “pendolarismo”, ossia di persone che visitano Venezia senza passarvi la notte: in effetti i turisti che pernottano a Venezia rappresentano soltanto il 30,8%, mentre il restante 69,2% si limita a passarvi la giornata. Questi ultimi possono essere ulteriormente differenziati a seconda della tipologia di viaggio: vi è, infatti, chi pernotta nell'hinterland, coloro che partono e tornano nel luogo di residenza, coloro che, invece, partono e tornano in un luogo di vacanza al di fuori della provincia, ed

infine chi visita Venezia durante un viaggio itinerante. Questa massiccia presenza di turisti comporta, oltre a benefici economici, anche notevoli disagi per la popolazione residente. Tra le conseguenze più vistose si ricordano la quantità di rifiuti prodotti e gli alti consumi di acqua ed elettricità, molto più alti di quelli giustificati dal numero di residenti: secondo il Rapporto Ambiente Italia (Legambiente, 2000), a Venezia, a persona, si consumano 562 litri di acqua al giorno, 6.700 kWh/anno e si producono 639 kg di rifiuti solidi urbani l'anno, i cui costi ambientali ricadono principalmente sulla provincia di Venezia.

Come quantificare l'impatto ambientale provocato dal turismo?

Numerosi studi hanno rilevato che i trasporti (specialmente il traffico aereo), sono i maggiori responsabili dell'impatto ambientale associato ai viaggi a lunga distanza. A questo si somma, naturalmente, il soggiorno del turista ed i consumi di energia e risorse ad esso associato, che vanno a gravare ulteriormente sulla capacità di carico del territorio. In effetti le presenze turistiche giornaliere, ovvero le presenze totali annue suddivise per 365 giorni, possono essere viste come abitanti che si vanno ad aggiungere alla popolazione residente: per questo vengono chiamati abitanti equivalenti. Questo implica che lo stesso territorio deve supportare un livello di consumi maggiore e smaltire un quantitativo di emissioni più elevato.

Alla luce di queste considerazioni sull'importanza del turismo per la provincia di Venezia e sull'impatto ambientale che esso genera, si è deciso di effettuare, all'interno dell'analisi dell'Impronta Ecologica, uno studio dettagliato del turismo. Per coerenza con le altre parti dell'analisi e per rendere comparabili i risultati, anche in questo caso, si è adottato come indicatore l'Impronta Ecologica. Utilizzan-

do l'analisi del suddetto indicatore, i consumi ascrivibili ai turisti sono convertiti in superfici equivalenti attraverso gli stessi fattori di conversione utilizzati nel calcolo dell'Impronta Ecologica degli abitanti della provincia di Venezia. Calcolare l'Impronta Ecologica del turismo significa valutare le superfici di terreno produttivo necessarie per supportare tutti i consumi e per smaltire tutti i rifiuti prodotti dai turisti durante il loro viaggio e il loro soggiorno all'interno della provincia di Venezia.

È interessante analizzare l'impronta Ecologica del turismo differenziando anche rispetto alla localizzazione spaziale degli impatti ambientali: una parte ricade direttamente all'interno della provincia, ad esempio per quanto riguarda la produzione di rifiuti, i consumi di cibo e di altri beni e servizi locali, mentre un'altra parte, imputabile ai viaggi di andata e ritorno tra il luogo di residenza del turista e la provincia di Venezia, ricade sui territori attraversati dal viaggio o si distribuisce su tutto il pianeta (si pensi alle emissioni di gas climalteranti dovute ai viaggi aerei).

Un'altra analisi riguarda la suddivisione dell'Impronta Ecologica rispetto ai Paesi di provenienza dei turisti: in questo modo si può quantificare il livello di "responsabilità" di ciascuna nazione nel produrre impatto ambientale con viaggi turistici nella provincia di Venezia.

Per rendere l'analisi dell'Impronta Ecologica del turismo coerente con il calcolo dell'Impronta Ecologica della popolazione della provincia di Venezia, si considera come anno di riferimento per tutti i dati il 2000. Si utilizza inoltre una parte di dati che sono stati sfruttati anche per il calcolo dell'Impronta degli abitanti della provincia di Venezia: dati demografici, consumi di energia elettrica, consumo di combustibile per usi domestici, uso del suolo e produzione di rifiuti.

I dati elencati qui di seguito sono specifici del calcolo dell'Impronta Ecologica relativa al turismo:

- **Arrivi e presenze turistiche in provincia di Venezia.**

I dati sono forniti per i complessi alberghiero ed extralberghiero accorpati e si riferiscono agli anni 1999, 2000 e 2001. Per ogni anno sono registrati gli arrivi (totali e di stranieri) e le presenze (totali e di stranieri). I dati sono riferiti al totale provinciale, ma sono anche disaccorpati nelle APT di Bibione e Caorle, Chioggia, Venezia, Jesolo ed Eraclea.

- **Arrivi e presenze turistiche in Italia.**

I dati riguardano i valori totali, quelli relativi agli stranieri e quelli suddivisi per Nazione di provenienza.

- **Consumi di alimenti.**

I dati sono a livello nazionale e si riferiscono all'Impronta Ecologica per gli alimenti delle 7 nazioni con il maggior numero di presenze turistiche nella provincia di Venezia.

- **Dati sulle distanze.**

- **Dati sul movimento turistico in Italia.**

La metodologia di calcolo dell'impronta ecologica

A partire dai dati a disposizione, si è suddiviso l'impatto del turista in categorie, alcune si riferiscono a fonti di impatto che vanno a ricadere direttamente all'interno del territorio provinciale, altre, come i mezzi di trasporto per il viaggio, producono un impatto più globale che non può essere correlato a una definita realtà territoriale. Il calcolo dell'Impronta Ecologica si effettua convertendo i consumi e le emissioni dei turisti in superfici

equivalenti. Sono state prese in esame le sette categorie elencate qui di seguito:

- **Consumi di energia elettrica**

- **Consumi di combustibile per uso domestico**

- **Rifiuti**

- **Uso del suolo**

- **Acqua**

- **Consumi di alimenti**

- **Trasporti**

I calcoli basati sugli abitanti equivalenti

Le prime cinque categorie (consumi di energia elettrica, consumi di combustibile per uso domestico, rifiuti, uso del suolo, acqua), vengono trattate nello stesso modo poiché riguardano consumi ed emissioni relativi sia ai turisti che agli abitanti locali.

- La considerazione degli abitanti equivalenti consente quindi di valutare meglio sia i reali consumi dei residenti sia di stimare quelli dei turisti. Esistono comunque alcuni limiti ed approssimazioni, dal momento che le modalità di alimentazione e di consumo che caratterizzano un viaggio turistico sono solitamente abbastanza diverse da quelle tipiche della vita quotidiana dei residenti.

- Il numero di abitanti equivalenti è in grado di prendere in

considerazione soltanto quelle presenze turistiche di cui si ha un dato di permanenza: tutto il fenomeno del turismo “pendolare”, formato da persone che ogni giorno arrivano per andare via prima di notte, sfugge a questo tipo di conteggio.

Tra le categorie di consumo citate compare anche l'energia elettrica che ha, come sottocategoria i consumi di alberghi, ristoranti, bar: poiché i principali fruitori di questi servizi sono i turisti, si è deciso di ripartire questi consumi soltanto sul numero di abitanti equivalenti e non sul numero di abitanti “totali”.

Per valutare l'Impronta Ecologica provocata dal turismo conviene partire dal calcolo dell'Impronta Ecologica generata dal singolo turista durante un singolo giorno di soggiorno medio. Seguono i passaggi esplicitati per il caso del consumo di acqua:

- Considerare il consumo totale annuo di acqua nella provincia di Venezia; passare al quantitativo pro capite dividendo per la somma di abitanti e abitanti equivalenti (o soltanto abitanti equivalenti nel caso dell'energia per alberghi, ristoranti, bar).

- Dividere il valore così ottenuto per 365, per ottenere il consumo di un turista in un singolo giorno di permanenza (fa eccezione il caso dei trasporti, che sarà illustrato in seguito).

- Moltiplicare per il fattore di conversione appropriato, che consente di passare dai valori quantitativi (nel nostro caso litri di acqua), agli ettari delle varie categorie di terreno ecologicamente produttivo.

- Moltiplicare ogni categoria di terreno ecologicamente produttivo per il fattore di rendimento (yield factor), per

normalizzare le singole categorie rispetto alla produttività media mondiale della stessa categoria.

- Sommare le singole categorie di terreno normalizzate per ottenere il valore complessivo di superficie utilizzata.

- Moltiplicare infine il valore complessivo di superficie utilizzata per il fattore di equivalenza, ovvero normalizzare rispetto alla produttività media globale del terreno, per ottenere un valore di Impronta Ecologica confrontabile con quella degli altri Paesi.

L'Impronta Ecologica dei consumi di alimenti

L'Impronta Ecologica dei consumi di alimenti è stata stimata utilizzando dati relativi ai turisti. A partire dai valori delle presenze si sono suddivisi i turisti per nazione di origine e si sono ordinati i Paesi in senso decrescente calcolando, per ogni nazione, la percentuale di turisti sul totale di presenze e la percentuale corrente. Indichiamo di seguito le sette nazioni che maggiormente incidono sul territorio provinciale: Italia, con 10.102.175 milioni di presenze annue per una percentuale pari al 35 % (percentuale corrente 35%), per una permanenza media calcolata in giorni pari a 6,2; Germania, con 7.073.133 presenze, percentuale del 35 % (corrente 59%), permanenza media 8 giorni; Austria, con 2.399.392, percentuale pari all'8% (corrente 68%), permanenza media 5,5 giorni; Stati Uniti d'America, 1.169.695 presenze, percentuale 4%, (corrente 72%), permanenza media 1,9 giorni; Francia, 927.413 presenze, percentuale 3% (corrente 75%), permanenza media 2,9 giorni; Regno Unito, 868.264, percentuale 3% (corrente 78%), permanenza media 3,6 giorni; Svizzera, 709.633, percentuale 2%, (corrente 80%), permanenza

media 6 giorni. Valori che sommati a quelli relativi alle altre nazioni danno un totale di 28.990.994 per una permanenza media pari a 4,8 giorni.

Sono state selezionate le prime 7 nazioni, che insieme coprono l'80% delle presenze di turisti. Per i turisti provenienti da questi Paesi si è ipotizzato che la qualità e la quantità di cibo consumato sia simile al consumo nel paese di origine.

L'Impronta Ecologica degli alimenti è composta da terreno agricolo, pascolo e mare, ma non tiene conto della componente di terreno per l'energia, che contegge l'energia necessaria alla produzione e al trasporto degli alimenti. Questo produce una sottostima del valore di Impronta Ecologica, per compensare la quale si è ipotizzato che la percentuale di terreno per l'energia, sia uguale a quella del terreno per energia per i consumi di alimenti della provincia di Venezia. Effettuando una proporzione è stato quindi possibile stimare anche questa categoria di terreno.

L'Impronta Ecologica dei consumi di alimenti è quindi calcolata, per i turisti provenienti dalle 7 diverse nazioni, sommando le componenti di terreno agricolo, di pascolo e di mare ricavate dal "Living planet report 2002" per quella nazione, con la componente di terreno per energia proporzionata a partire dai valori della provincia di Venezia.

Per le restanti nazioni, accorpate in un'unica voce, si è ipotizzato un'alimentazione simile a quella italiana e si è quindi calcolata l'Impronta Ecologica a partire dai valori dell'Italia. I risultati così ottenuti si riferiscono a valori calcolati sull'arco dell'anno: è possibile ricavare quelli corrispondenti alla singola giornata di permanenza dividendo per 365.

L'Impronta Ecologica dei trasporti



La stima dell'Impronta Ecologica dei trasporti relativa al turismo comprende l'impatto dovuto ai viaggi di andata e ritorno tra il luogo di residenza e la provincia di Venezia e quello dovuto agli spostamenti interni alla provincia. Si è potuto calcolare soltanto la componente relativa al viaggio per mancanza di dati sufficientemente accurati sugli spostamenti interni dei turisti. Di qui in avanti parlando di Impronta Ecologica dei trasporti, ci si riferirà quindi esclusivamente ai viaggi per raggiungere la provincia di Venezia. Per la stima dell'Impronta Ecologica relativa ai trasporti è necessario conoscere la distanza percorsa tra il Paese di origine e la provincia di Venezia e il mezzo di trasporto utilizzato. Il calcolo è stato effettuato distinguendo il Paese di provenienza e considerando le Impronte Ecologiche delle prime 19 nazioni, che insieme coprono il 95% delle presenze turistiche della provincia. Le rimanenti nazioni sono state accorpate in un'unica voce.

Per quanto riguarda le distanze percorse dai turisti italiani per arrivare nella provincia di Venezia, si sono stimate tre distanze medie a seconda dell'area geografica (Nord, Centro e Sud) di provenienza, ciascuna calcolata come media

delle distanze tra i capoluoghi delle regioni appartenenti all'area. Per ottenere il valore complessivo medio (347 km), si è effettuata una media sulle percentuali di turisti che dalle tre aree hanno come destinazione il Nord.

Per quanto riguarda le altre nazioni si è calcolata la distanza tra Venezia e la città con l'aeroporto più importante del paese in esame (di solito la capitale).

A seconda del mezzo di trasporto si utilizza un diverso fattore di conversione C_i per passare dai chilometri percorsi agli ettari equivalenti di Impronta Ecologica. Non avendo statistiche precise sugli arrivi nella provincia di Venezia secondo il mezzo di trasporto e il Paese d'origine, si sono effettuate alcune ipotesi per stimare un insieme di fattori di conversione che tengano conto delle possibili opzioni di viaggio. Per i turisti provenienti dall'Italia si conoscevano le percentuali relative al mezzo di trasporto utilizzato nei viaggi turistici in Italia: treno (13,4%), auto (75,7%), aereo (3,9%), altro (7%). Utilizzando questi valori sono stati pesati i fattori di conversione relativi ai singoli mezzi di trasporto ottenendo un fattore di conversione globale C_{Italia} .

Per le altre nazioni si sono ipotizzati quattro possibili scenari relativi al mezzo di trasporto utilizzato per raggiungere la provincia di Venezia, a seconda della distanza della nazione di origine del turista.

1. **Aereo.** Per Paesi lontani (Australia, Giappone, Canada, Svezia, Regno Unito, Danimarca), si ipotizza che la totalità dei turisti utilizza l'aereo per recarsi nella provincia di Venezia.
2. **Aereo/auto.** Per Paesi europei non confinanti con l'Italia (Germania, Paesi Bassi, Spagna, Belgio), si ipotizza la seguente ripartizione del mezzo utilizzato per recarsi nella provincia di Venezia: 50 % aereo, 50 % macchina.

3. **Aereo/auto/treno.** Per Paesi europei non confinanti con l'Italia e con basso livello di ricchezza (Repubblica Ceca, Slovacchia, Ungheria, Polonia), si ipotizza la seguente ripartizione del mezzo utilizzato per recarsi nella provincia di Venezia: 33,3 % aereo, 33,3 % macchina, 33,3 % treno.

4. **Auto/treno.** Per Paesi europei confinanti con l'Italia (Francia, Svizzera, Austria) si ipotizza la seguente ripartizione del mezzo utilizzato per recarsi nella provincia di Venezia: 50 % macchina, 50 % treno. Per ogni caso si è calcolato un fattore di conversione ottenuto come media dei fattori di conversione dei singoli mezzi di trasporto.

Tabella. Fattori di conversione a seconda della tipologia di trasporto e presupposti utilizzati per la stima del fattore.

Tipo di trasporto	Fattore di conversione (ha eq/anno per 1000 km/passeggero)	Presupposti
auto	da 0,06 a 0,13	Sulla base di: consumi petroliferi, fattori relativi alla costruzione e manutenzione delle infrastrutture, alla superficie stradale occupata, al numero di passeggeri/auto.
Aereo	da 0,06 a 0,09	Sulla base di consumi energetici e aree degradate
Bus o treno	0,03	Sulla base di consumi diesel, energia incorporata, spazio stradale occupato.

Si è scelto di moltiplicare il fattore di conversione relativo ai viaggi aerei per un valore pari a 2,7, che tiene conto del fatto che le emissioni avvengono per la maggior parte a 10-12 km di altezza, nella troposfera superiore e nella stratosfera inferiore, dove l'impatto sull'ozono, e quindi sull'aumento dell'effetto serra, è maggiore.

I valori di Impronta Ecologica relativi al viaggio si ottengono moltiplicando i chilometri di distanza percorsi per i viaggi di andata e ritorno dal Paese di origine alla provincia di Venezia, per il fattore di conversione stimato per ogni nazione di origine. Il valore così ricavato non si riferisce all'impatto ambientale generato in un giorno di permanenza, bensì al singolo viaggio, ossia è un valore di Impronta Ecologica relativo ai giorni compresi tra l'andata ed il ritorno. Per trovare il valore di Impronta Ecologica relativo alla singola giornata turistica è necessario quindi dividere il risultato per la durata media del viaggio, che non necessariamente coincide con i giorni di permanenza medi all'interno del territorio della provincia di Venezia.

E' stata finora illustrata la metodologia di calcolo dell'Impronta Ecologica relativa alle categorie: "consumi di energia" "consumi di combustibile", "acqua", "uso del suolo", "rifiuti", "alimenti" e "viaggio".

A partire da queste componenti, aggregandole e sommandole tra loro in modi diversi, è possibile calcolare l'Impronta Ecologica secondo differenti livelli di aggregazione, che permettono di evidenziare aspetti differenti dell'impatto del turismo.

È interessante considerare anzitutto l'impatto del turismo sulla provincia di Venezia nel suo complesso, ossia l'Impronta Ecologica totale dovuta a tutti i turisti che in un anno vi si recano in visita. Per ottenere questo tipo di informazione, per ciascuna nazione di origine dei turisti, si sommano

le varie componenti dell'Impronta Ecologica calcolate in precedenza, si moltiplica il valore così ottenuto per 365 e per il numero di abitanti equivalenti proporzionato ai turisti della nazione considerata. Questi valori sono stati analizzati, sia differenziando l'impatto per Paese di origine dei turisti, sia guardando ai valori totali. In quest'ultimo caso è stato fatto un confronto tra l'Impronta Ecologica totale dovuta ai turisti e quella provocata dagli abitanti, la Biocapacità locale ed il deficit ecologico. In quest'ultima analisi e nel confronto con il bilancio ecologico locale non è stata considerata l'Impronta Ecologica relativa al viaggio perché non è direttamente correlata con il territorio provinciale, bensì rappresenta un impatto distribuito globalmente.

L'Impronta Ecologica totale dei turisti nella provincia

Nella ripartizione percentuale dell'Impronta Ecologica totale tra le diverse nazioni di provenienza dei turisti emerge chiaramente la grande percentuale dovuta ai turisti italiani (maggiore di un terzo del totale) che totalizzano il più alto numero di presenze (27.677 abitanti equivalenti) ed una permanenza media abbastanza elevata (6,2 giorni). Seguono i turisti tedeschi, caratterizzati da un numero di presenze ancora decisamente elevato (19.378 abitanti equivalenti) e dalla più alta presenza media: 8 giorni. L'Impronta Ecologica totale annua del turismo nella provincia di Venezia è pari a 323.745,6 ettari equivalenti e corrisponde a 79.427,4 abitanti equivalenti con gli italiani al primo posto (115.071,4 ettari equivalenti, 27.677,2 abitanti equivalenti), seguiti dai tedeschi (72.384,8 ettari equivalenti, 19.378,4 abitanti equivalenti).

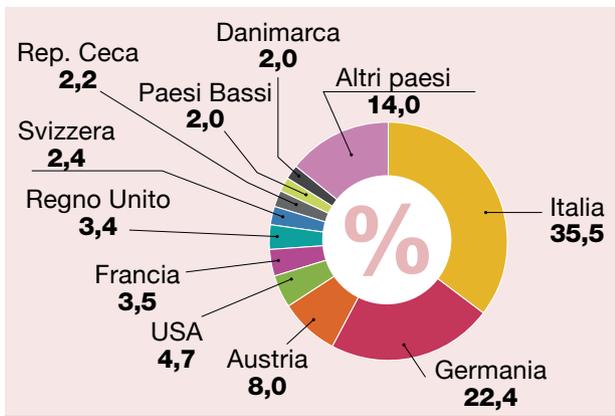


Figura. Impronta Ecologica del turismo (viaggio escluso): ripartizione per nazione di origine

Se includessimo nel conteggio dell'Impronta Ecologica anche la componente dovuta al viaggio noteremmo come i Paesi più vicini alla provincia di Venezia (Italia, Germania, Austria, Svizzera), per i quali il viaggio conta meno, sia per la breve distanza, sia, soprattutto, perché non è effettuato in aereo, subiscano una notevole riduzione percentuale del loro impatto percentuale. Per contro, i turisti provenienti dalle nazioni più distanti (ad esempio gli Stati Uniti), che effettuano un lungo viaggio in aereo, vedono la percentuale della propria Impronta Ecologica aumentare notevolmente.

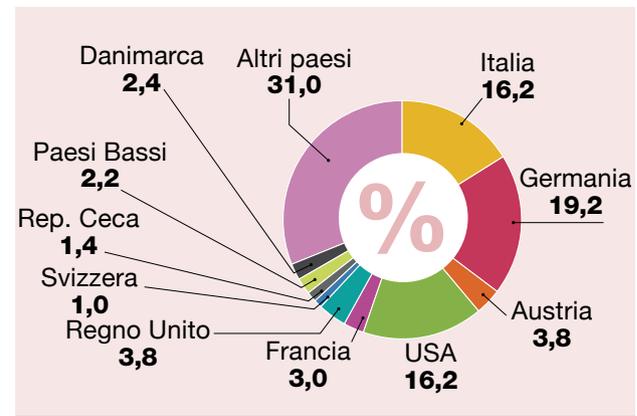


Figura. Impronta Ecologica del turismo (viaggio incluso): ripartizione per nazione di origine

Un confronto diretto tra i valori totali di Impronta Ecologica con e senza il viaggio, per le diverse nazioni di provenienza, dimostra, a fianco degli Stati Uniti, il grande aumento di Impronta Ecologica subito da Giappone ed Australia, confermando l'alto quantitativo di Impronta Ecologica connessa ai viaggi aerei.

Un altro modo per visualizzare l'Impronta Ecologica totale è quello relativo alle categorie di impatto. Le categorie che forniscono il maggior contributo all'Impronta Ecologica sono i consumi di alimenti e quelli di energia elettrica. Si osserva che l'Impronta Ecologica totale, per ogni nazione, è fortemente influenzata dal numero di turisti e soltanto in misura estremamente ridotta dalle categorie di impatto le quali si differenziano solamente per quanto riguarda i consumi di alimenti. I turisti italiani, ad esempio, costituiscono la quota maggiore di Impronta Ecologica (35,5%) non tanto per uno stile di turismo decisamente più impattante rispetto a quello di altre nazioni, ma perché sono notevolmente più numerosi rispetto ai turisti provenienti delle altre nazioni.

A partire dai dati qui illustrati è stato ricalcolato il bilancio ambientale della provincia di Venezia includendo anche l'Impronta Ecologica dovuta ai turisti. In questo modo è possibile stimare il carico ambientale complessivo esercitato, da abitanti e turisti, sul territorio provinciale.

La Biocapacità complessiva che caratterizza il sistema veneziano rimane naturalmente costante perché non dipende dal numero di abitanti e/o dei turisti, ma dalla dotazione di ecosistemi naturali. L'Impronta Ecologica invece risente del numero delle presenze turistiche e del tipo di impatto che esse generano sul territorio, che dipende dal modello di consumo adottato. In questi calcoli viene trascurato il contributo all'Impronta Ecologica dovuto al viaggio di trasferimento dal luogo di residenza alla provincia di Venezia, in quanto, come

detto, si considera che il suo impatto ricada su scala globale e non locale.

Il turismo provoca un incremento del numero di persone che insistono sulla provincia di Venezia dell'ordine del 9,7% (79.427 abitanti equivalenti su un totale di 815.244 residenti) ed un conseguente aumento dell'Impronta Ecologica complessiva, che passa da 3.811.463,9 ha eq a 4.135.210,6 ha eq, dell'ordine

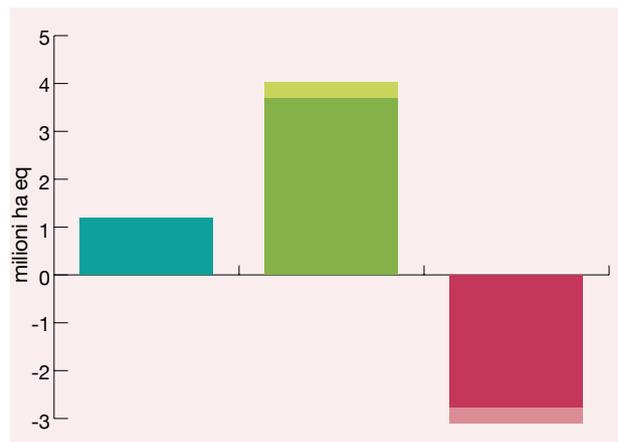


Figura. Biocapacità, Impronta Ecologica e deficit ecologico in valori assoluti della popolazione residente e dei turisti.

dell'8,5%, rappresentata nella figura a pag. 110 la parte tratteggiata indicata come "Impronta Ecologica del turismo". L'aumento del consumo di servizi naturali (aumento dell'Impronta Ecologica), a fronte di un'offerta che rimane costante (Biocapacità), provoca un peggioramento del deficit ecologico che diminuisce ulteriormente del 12,3%. Si tratta di un'ulteriore richiesta di servizi naturali da ricercarsi fuori dai confini della provincia di Venezia, indicata nella figura dalla parte tratteggiata "Deficit ecologico del turismo".

L'Impronta Ecologica della vacanza media nella provincia di Venezia

L'Impronta Ecologica della vacanza media è riferita al tempo di permanenza del turista nella provincia di Venezia. Fornisce informazioni sull'impatto totale della permanenza turistica e viene distinta per nazione di provenienza, poiché le caratteristiche medie di permanenza possono differire a seconda del Paese di origine del turista. Grazie a questi calcoli è possibile paragonare gli impatti ambientali generati dai differenti "stili di turismo" che caratterizzano i visitatori della provincia di Venezia. Per ottenere i risultati richiesti si rapportano, per ogni nazione di provenienza, i valori dell'Impronta Ecologica del singolo turista e della singola giornata al numero di giorni medi di permanenza.

Si tratta dell'Impronta Ecologica della giornata turistica media dei visitatori delle differenti nazioni. Questo dato contiene lo stesso tipo di informazione dell'Impronta Ecologica della vacanza media (si ricava appunto dividendo quest'ultimo valore per il numero di giorni medi di permanenza), ma risulta comunque utile per comparare lo "stile di vita" dei turisti provenienti dalle diverse nazioni

con lo "stile di vita" che caratterizza gli abitanti locali. Questa misura quantifica l'entità di servizi naturali richiesti dal singolo turista durante l'intera permanenza nel territorio della provincia di Venezia (non viene qui conteggiata l'Impronta Ecologica derivante da una eventuale prosecuzione del soggiorno turistico al di fuori della provincia).

Nel calcolo sono inclusi i trasporti, l'elettricità, i carburanti, i rifiuti, la superficie, l'acqua e gli alimenti. L'Impronta Ecologica maggiore la lasciano nazioni come Australia, Canada, Danimarca, Svezia, Giappone e Stati Uniti.

Infatti, il contributo del mezzo di trasporto per il viaggio è estremamente elevato, in alcuni casi anche di un ordine di grandezza maggiore delle altre componenti. Si tratta del contributo dominante, che diventa particolarmente significativo quando il mezzo di trasporto usato è l'aereo: tutte le nazioni con più elevata Impronta Ecologica della vacanza sono caratterizzate dall'essere molto distanti dalla provincia di Venezia e dal necessitare spostamenti con l'aereo.

Per esaminare le rimanenti componenti e capire come queste ultime influenzano l'Impronta Ecologica della vacanza media, occorre eliminare la categoria relativa al trasporto. Si potrà così notare come cambia l'ordine delle nazioni di provenienza dei turisti che effettuano le vacanze a più elevata Impronta Ecologica: Danimarca, Germania, Slovacchia, Repubblica Ceca, Paesi Bassi, Italia, mentre nazioni come Canada, Giappone, Stati Uniti, Australia finiscono, per così dire, nella parte bassa della classifica. In questo caso non è più il viaggio aereo che determina i contributi più alti. Emerge infatti come l'Impronta Ecologica dei turisti delle varie nazioni cresca con l'aumentare dei giorni di permanenza: il valore maggiore è quello dei turisti danesi (0,088 ha pro

capite) e tedeschi (0,0821 ha pro capite), che effettivamente trascorrono nella provincia di Venezia più giorni rispetto a tutti gli altri turisti.

A conferma del forte legame esistente tra Impronta Ecologica della vacanza media e durata del soggiorno basti confrontare l'Impronta Ecologica del viaggio medio e i giorni di permanenza: ne emerge un parallelismo quasi totale. Questo vuol dire che l'informazione contenuta nelle diverse componenti dell'Impronta Ecologica del viaggio medio non differisce sensibilmente in funzione della nazione di provenienza.

L'Impronta Ecologica della giornata turistica media nella provincia di Venezia

Analizziamo ora la quantità di servizi ecologici utilizzati durante una giornata media di vacanza dai turisti provenienti dalle diverse nazioni, ossia l'Impronta Ecologica della giornata turistica media. È interessante comparare queste quantità con l'Impronta Ecologica di un abitante residente. Escludendo il viaggio, il turista medio in visita nella provincia di Venezia ha un'Impronta Ecologica giornaliera pari a 0,0112 ha eq pro capite, mentre quella di un abitante locale è di 0,0128 ha eq pro capite. A parte il viaggio quindi, la richiesta di servizi ecologici da parte di un abitante locale e di un turista medio si discostano di poco.

Un ulteriore confronto può essere fatto ripartendo l'Impronta Ecologica della giornata turistica media in categorie di terreno produttivo. Comparando l'Impronta Ecologica della giornata media del turista e del residente si può notare come la componente di maggiore rilievo, in entrambi i casi, sia quella di terreno

per usi energetici, che è pari al 66,9% per i turisti e al 62,5% per la popolazione residente. Una differenza leggermente più marcata riguarda il maggiore uso di terreno a pascoli da parte degli abitanti locali, che è probabilmente derivato dalle diverse abitudini alimentari dei turisti rispetto ai residenti.

Abbiamo dunque visto come il consumo di acqua, alimenti ed energia elettrica, la produzione di rifiuti, l'impatto del viaggio e del tipo di mezzi di trasporto utilizzati, generati dall'immensa massa di turisti che in ogni periodo dell'anno si riversa nella provincia di Venezia, contribuiscano ad aumentare l'Impronta ecologica del nostro territorio. Ne deriva che è necessario attuare politiche di controllo e di indirizzo che siano in grado di cambiare lo stile di vita, l'approccio con il territorio, non soltanto da parte di chi vi abita tutto l'anno, ma anche da parte di coloro che ne godono peculiarità, bellezze paesaggistiche ed artistiche soltanto per brevi periodi.



CONSIDERAZIONI FINALI

7





La realtà della provincia di Venezia appare particolarmente problematica rispetto all'informazione che si trae dal calcolo dell'Analisi eMergetica, della Biocapacità locale e dell'Impronta Ecologica. In tutto il territorio provinciale non c'è un significativo alternarsi di zone antropizzate (che possano apprestare beni e servizi per la popolazione e quindi essere considerate una risorsa) e di aree naturali o meno colonizzate (che, invece, conservino quelle basi di capitale naturale sulle quali fare leva per la sostenibilità di lungo periodo). Si rileva, peraltro, una maggiore pressione nella fascia centrale del territorio provinciale piuttosto che ai confini sud-occidentale e nord-orientale.

I motivi di tale situazione si conoscono fin troppo bene. Basti dire che gli scenari sul lungo periodo non possono che rappresentare un sistema che accrescerà la propria dipendenza verso l'esterno, anche per il fatto che lo spazio è finito e prima o poi il fabbisogno di area si farà stringente. Il territorio provinciale necessita di accrescere per il futuro quell'adeguato grado di diversificazione al suo interno per cui aree meno urbanizzate possano far fronte alle esigenze di "ambiente" espresse da quelle che presentano le maggiori concentrazioni. In virtù di questa pericolosa tendenza all'omologazione dei territori provinciali, a quello che è definito il "modello produttivo del Nord-Est", dunque, sembra fin troppo facile affermare che la resilienza del sistema, vale

a dire la sua capacità di rispondere a squilibri o a sollecitazioni di qualsiasi genere, sia inadeguata e tenda a diminuire. In altre parole, la “quantità” di territorio della provincia di Venezia, per ciò che sopra di esso è stato eretto dall'uomo, sembra essere un elemento di debolezza ai fini della sostenibilità del sistema. Sarebbe necessario ridefinire la politica pianificatoria ai diversi livelli ed operare delle vere e proprie rivoluzioni urbanistiche, soprattutto laddove la pratica edilizia ha compiuto semplici occupazioni di suolo più che costituire elementi razionalmente funzionali. L'ideale sarebbe, dove possibile, recuperare territorio biologicamente produttivo, anche se molte delle costruzioni che dominano l'entroterra provinciale sono sorte a prezzi elevatissimi in termini di trasformazioni irreversibili che l'ecosistema, non solo lagunare, ha subito.

La caratterizzazione territoriale della provincia di Venezia e l'elaborazione dei dati raccolti nei sei distretti in cui è stata suddivisa, indicano differenti sentieri di sviluppo: uno urbano, esclusivamente qualitativo e di riqualificazione che esalti e recuperi gli spazi vitali della “città” e razionalizzi i consumi di materia ed energia (per quanto riguarda i distretti industrializzati), ed un altro meno forzato, lontano dall'uso intensivo delle risorse, che valorizzi i beni ambientali e le risorse rinnovabili e stimoli un'abitabilità alternativa e attività di diverso impatto. Elemento da contrastare è la tendenza all'omologazione dei territori, ispirata al modello che ha prodotto molto in termini di redditi ed occupazione, ma anche in termini di dispendio di risorse e di capacità ricettiva da parte dell'ambiente.

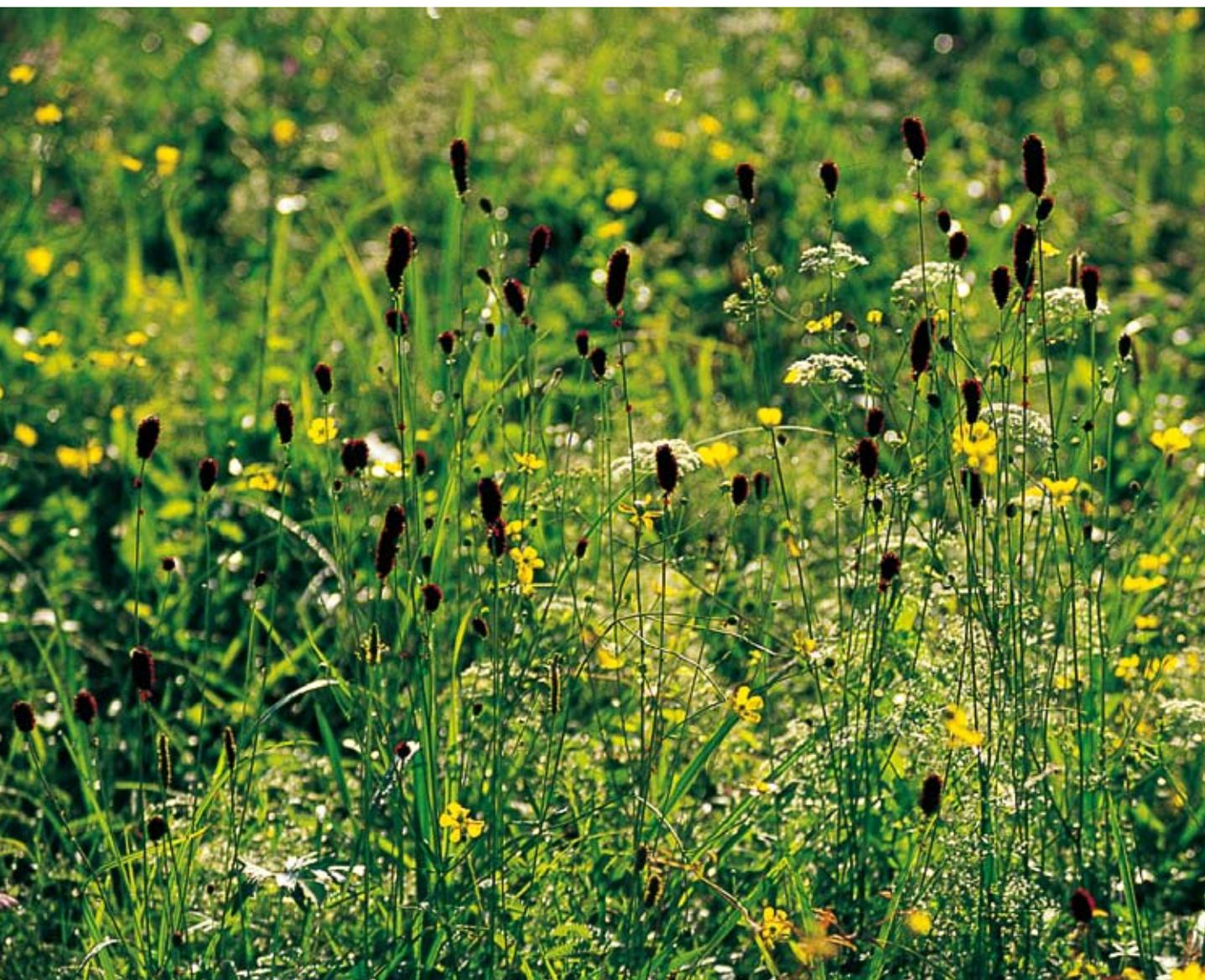
Questi risultati, anche in rapporto a quelli riscontrati per altre province italiane, sono coerenti con un'elevatissima densità di popolazione che fa sì che anche l'eMergia per persona sia di notevole entità. Sono comunque la densità di popolazione ed i rilevanti consumi indotti dalla presenza della città, che rendono necessario un sistema di gestione

dell'ambiente abitato e soprattutto dello spazio disponibile, vero fattore limitante per lo sviluppo della società.

Nel quadro fin qui rappresentato si inserisce il ruolo fondamentale della laguna, dei flussi di materia ed energia che alimentano il ripetersi dei cicli vitali al suo interno. Ipotizzando, paradossalmente, l'assenza della laguna, la provincia di Venezia si troverebbe ambientalmente svantaggiata anche rispetto a quei territori che, a livello nazionale, rivestono particolare importanza per la propria valenza industriale. In questo contesto sintetico risiedono le informazioni che servono ad un ente locale per integrare i programmi ed i progetti amministrativi sul territorio.

La programmazione e la pianificazione territoriale devono essere strumenti basilari per la politica di sviluppo e vanno affiancati a dichiarazioni di adesione da parte della società locale ad un disegno strategico predefinito e chiaramente vocato alla sostenibilità. Si deve operare, da una parte per aumentare la sensibilità dell'opinione pubblica verso le problematiche ambientali e, dall'altra, per ridurre il divario tra le idee progettuali e la capacità di renderle operative. Gli investimenti e le azioni devono essere realizzati secondo un progetto condiviso del futuro del territorio, secondo l'idea complessiva del modello di sviluppo e della sua configurazione.

Si deve promuovere, pertanto, una rilettura del ruolo degli studi di fattibilità. Ciò significa che la “fattibilità” non deve più essere ridotta al calcolo delle capacità di investimento e di usufrutto economico di un intervento, ma dovrà avvalersi di un significato più completo e agire come verifica del livello di compatibilità di ogni intervento in relazione ad un modello sostenibile.



Finito di stampare
presso le Grafiche Biesse
giugno 2009

L'ora della bancarotta ecologica

Agli oltre 850.000 mila abitanti della provincia di Venezia, il territorio compreso tra le foci di Adige e Tagliamento non basta più... e da un bel po' di tempo, purtroppo! I nostri attuali consumi sono infatti tre volte superiori alle risorse che la natura ci ha messo a disposizione. Per vivere dobbiamo ricorrere a servizi, prodotti che provengono da altri luoghi.

È questo forse il dato più sconcertante tra quelli emersi dall'Analisi di sostenibilità della provincia di Venezia che è stata condotta da un gruppo di studio il quale si è avvalso, nel corso della sua ricerca, di alcuni importanti ed innovativi indicatori: la Biocapacità Locale, l'Impronta Ecologica e l'Analisi eMergetica. Tutti concetti che verranno spiegati nel modo più semplice ed esaustivo nella presente pubblicazione.

Lo Studio di sostenibilità della provincia di Venezia, voluto dall'assessorato provinciale alle Politiche Ambientali e curato dal gruppo di ricerca diretto dal professor Enzo Tiezzi, ci indica alcune strade da seguire per riconquistare, o non perdere definitivamente, il necessario rapporto con le tradizioni, la storia, la natura della nostra terra.