14.2 L'IMPRONTA ECOLOGICA DI VEZZANO LIGURE

L'IMPRONTA ECOLOGICA

Questa metodologia di contabilità delle risorse ambientali è stata messa a punto da William Rees (ecologo della British Columbia University di Vancouver, Canada) in collaborazione con Mathis Wackernagel (direttore dell'Indicators Program of Redefining Progress a San Francisco e coordinatore del Center for Sustainability Studies alla Anahuac University di Xalapa, Messico) a partire dagli anni novanta. L'impronta ecologica è una misura della superficie degli ecosistemi ecologici produttivi (foreste, terre agricole, pascoli, bacini idrici,ecc.) necessari per sostenere a lungo termine le attività economiche e sociali di un individuo, di una particolare comunità, di un paese, di una nazione o del mondo intero; una misura che tiene conto dei prevalenti sistemi produttivi, delle tecnologie e dell'organizzazione sociale:questa misura viene espressa in ettari di superficie ecologicamente produttiva.

Tale concetto di "impronta ecologica" è di per se abbastanza semplice in quanto alcuni studiosi hanno trovato il modo per trasformare i consumi di energia, l'inquinamento dell'aria, il consumo di beni materiali e immateriali ed altri fattori dell'impatto ambientale, sotto forma di "consumo di terra" ovvero di "impronta".

Utilizzando opportuni indicatori è stato dimostrato che se tutti gli abitanti della terra consumassero energia, beni di consumo, alimenti, ecc. allo stesso modo degli abitanti dei paesi più "avanzati" tutta le terra produttiva presente sul pianeta non sarebbe sufficiente.

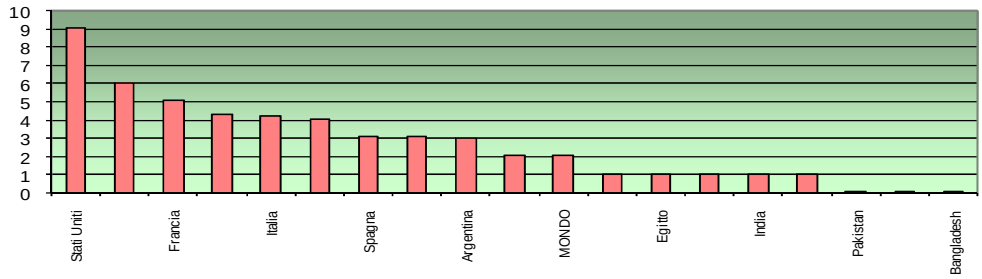
Ovviamente se lo stile di vita dei cittadini e le scelte di gestione del territorio che condizionano tale stile di vita (ad esempio maggiore o minore disponibilità di trasporto pubblico, magari non inquinante) fossero più congruenti con la logica dello sviluppo sostenibile, minore sarebbe l'impronta ecologica del singolo cittadino e, quindi, della città.

Tenendo conto di queste brevi considerazioni appare evidente come la determinazione dell'impronta ecologica di una determinata entità amministrativa possa divenire uno strumento di grande efficacia per diffondere i principi dello sviluppo sostenibile.

I calcoli per l'impronta ecologica si basano su due semplici fatti: innanzitutto, è possibile tenere conto della maggior parte delle risorse consumate e di molti dei rifiuti prodotti; in secondo luogo, la maggior parte di queste risorse e dei flussi dei rifiuti possono essere convertiti nell'area biologicamente produttiva necessaria a fornire queste funzioni.

In realtà, l'impronta non coincide con un territorio definito. A causa del commercio internazionale, i territori e le risorse idriche, usate dalla maggior parte dell'umanità, sono distribuiti su tutta la superficie del pianeta. Sarebbero necessarie una grande quantità di ricerche per determinarne le esatte posizioni. Per semplificare, lo spazio occupato viene calcolato sommando le aree che sono necessarie per fornire i servizi ecologici che l'umanità consuma.

L'impronta ecologica nel mondo



Le impronte ecologiche possono poi essere confrontate con la capacità biologica disponibile in ciascuna nazione.

Gli elementi di base su cui si fonda la metodologia di analisi dell'impronta ecologica sono:

1) *flusso di energia e materia dall' ambiente:* qualunque cosa produciamo e/o usiamo, qualunque sia la tecnologia produttiva adottata, per poter esplicare le funzioni vitali abbiamo bisogno di un flusso di energia e di materiali ricavato dall' ambiente
2) *capacità di assorbimento degli scarti:* il processo economico si basa sull' utilizzo di un flusso di materia ed energia a bassa entropia e rilascia come risultato finale, sotto forma di rifiuti ed inquinamento, materia ed energia ad alta entropia. Si deve quindi disporre di uno "spazio" di sistema ecologico sufficiente a riassorbire gli scarti generati durante il ciclo di produzione, durante l'utilizzo e al termine della vita dei prodotti;

3) *occupazione spaziale:* per tutti gli insediamenti, le infrastrutture e gli impianti dobbiamo occupare degli spazi, riducendo così la superficie degli ecosistemi produttivi disponibile.

Alla luce delle considerazioni riportate, l'impronta ecologica di una data popolazione può essere intesa come la quantità di territorio, acquatico o terrestre, ecologicamente produttivo nelle diverse categorie distinte in:

- terreni agricoli
- pascoli
- foreste
- aree marine
- aree edificate
- terre per l'energia derivata da combustibili fossili



I ***terreni agricoli*** sono, dal punto di vista ecologico, quelli più produttivi: sono in grado di produrre la maggior parte della biomassa vegetale. Secondo i dati della FAO, l'Organizzazione

delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura, quasi tutta la parte migliore dei terreni agricoli, equivalente a circa 1,35 miliardi di ettari, è già coltivata. Di questi, 10 milioni di ettari vengono abbandonati ogni anno a causa del grave deterioramento. Ciò significa che oggi, in tutto il mondo, esistono meno di 0,25 ettari pro capite di terra produttiva.

I terreni destinati al ***pascolo*** sono quelli utilizzati per l'allevamento dei bovini e degli animali da latte. La maggior parte dei 3,35 miliardi di ettari di pascolo, equivalenti a 0,6 ettari per persona, sono sostanzialmente meno produttivi rispetto ai terreni agricoli; hanno ad esempio un potenziale di accumulo di biomassa molto inferiore. Inoltre, i rendimenti di conversione da pianta ad animale riducono di circa un decimo l'energia biochimica disponibile all'umanità. L'espansione dei pascoli è una delle cause principali della riduzione delle foreste.

Con il termine ***foreste*** si intende tanto quelle coltivate quanto quelle naturali in grado di produrre legname. Naturalmente, compiono anche molte altre funzioni: difendono dall'erosione, danno stabilità al clima, conservano i cicli idrologici e, se opportunamente gestite, aiutano a conservare la biodiversità. I 3,44 miliardi di ettari di foreste che ricoprono il pianeta rappresentano 0,6 ettari pro-capite. Oggi, la maggior parte delle foreste rimaste occupa zone ecologicamente meno produttive, ad eccezione di poche aree di giungla tuttora inaccessibili.

Le ***aree marine*** ricoprono 36,6 miliardi di ettari del pianeta, poco più di 6 ettari pro capite. Circa lo 0,5 per cento della disponibilità pro capite è impiegato per oltre il 95 per cento della produzione ecologica marina, che è ormai al limite massimo. Poiché il pesce d'allevamento occupa uno dei primi posti nella catena alimentare, la produzione di cibo ottenuta dalle aree marine è comunque limitata. Questi 0,5 ettari forniscono circa 18 kg di pesce l'anno, dei quali solo 12 finiscono in tavola, garantendo così solo l'1,5 per cento dell'assunzione calorica dell'umanità. È ragionevole misurare l'attività ecologica del mare in funzione della sua area e non in funzione del suo volume, come sarebbe più facile immaginare. È infatti la superficie che ne determina la produttività, poiché sia l'accumulo di energia solare che gli scambi di gas con l'atmosfera sono ad essa proporzionali.

Le ***aree edificate*** sono quelle che ospitano gli insediamenti umani e le strade e si estendono approssimativamente per 0,03 ettari pro capite. Poiché la maggior parte degli insediamenti umani sono situati nelle aree più fertili del mondo, i terreni edificati comportano spesso la perdita irrevocabile di quelli che prima erano terreni agricoli.

La ***terra per l'energia derivata da combustibili fossili*** è quella che dovremmo riservare all'assorbimento dell'anidride carbonica. Oggi non lo facciamo; solo un'area poco significativa viene utilizzata a questo scopo. In altre parole, l'energia biochimica del combustibile fossile utilizzato non viene rinnovata né vengono assorbiti i relativi prodotti di scarico. Da questo punto di vista, l'umanità sta consumando il capitale naturale invece di sfruttarne gli interessi. Inoltre, l'impiego di prodotti basati sui combustibili fossili o il consumo di tali combustibili può produrre sostanze tossiche inquinanti, ulteriore danno ecologico non ancora inserito nei calcoli per l'impronta (ad esempio, le materie plastiche possono contenere metalli pesanti come il cadmio).

La considerazione di tipi di territorio così diversi, che devono essere sommati insieme per arrivare alla stima finale dell'Impronta Ecologica, ha posto il problema delle differenti produttività che caratterizzano le tipologie territoriali sopra elencate. 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.
Ovviamente, a seconda del tipo di bene consumato, alcune tipologie di superfici non sono interessate.
Ad esempio se vogliamo valutare l'impronta dovuta al consumo di carne entra in gioco principalmente la voce "*terreni per pascoli*" e, per alcuni tipi di carni, anche la voce "*superficie agricola*" per via della necessità di produrre mangimi o foraggio. Nel caso del "*consumo*" di abitazioni entra in gioco principalmente la voce "*terreni edificati*" ma anche quella relativa alle "*superfici forestali*" per via del consumo di legname da costruzione. Una voce presente per tutti i tipi di consumi è quella relativa ai "*terreni per la produzione di energia*".
Si tratta di uno degli aspetti più interessanti dell'impronta ecologica in quanto, sebbene sia evidente che ogni consumo incorpori una quantità notevole di energia legata al ciclo di vita del

prodotto (energia per la produzione, energia per il trasporto del bene, ecc.), la traduzione di questo dato energetico in un dato di superficie rappresenta una sostanziale novità negli approcci di stima dell'impatto ambientale. In sostanza si vuole valutare qual è la richiesta di territorio per il consumo di Energia Commerciale; ovvero, si tratta della descrizione di quanta energia commerciale in un anno può essere fornita da un ettaro di terreno ecologicamente produttivo [GJ/ha/a].

3. PROCEDURA DI CALCOLO

Il concetto dell'impronta ecologica si basa sull'idea che ad ogni unità materiale o di energia consumata corrisponda una certa estensione di territorio, appartenente ad uno o più ecosistemi, che garantisce il relativo apporto di risorse per il consumo e l'assorbimento dei rifiuti.
Così, per determinare la superficie totale di territorio necessaria per sostenere un dato modello di consumo, devono essere calcolate le necessità in termini di uso del territorio per ogni categoria di consumo significativa. Il punto di partenza per il calcolo dell'impronta ecologica è per l'appunto la stima dei diversi consumi che possiamo raggruppare in 5 categorie:

- gli alimenti
- i trasporti
- le abitazioni
- i beni di consumo
- i servizi

Ognuno di questi consumi comporta una impronta ecologica associabile a diversi tipi di territorio: terreno necessario per produrre l'energia in forme sostenibili (senza utilizzare combustibili fossili o destinando del terreno all'assorbimento degli inquinanti che derivano dalla combustione), terreno agricolo, pascoli, terreno forestale, terreno degradato (edificato), superficie marina.

Poiché non è possibile calcolare la superficie di territorio necessaria per la fornitura, la manutenzione e lo smaltimento di ciascuna delle decine di migliaia di beni di consumo, il conteggio deve per forza limitarsi alle categorie principali e ai beni specifici.
Per ricavare il valore dell'impronta ecologica di una determinata popolazione si segue una procedura a step:

1. Calcolo del consumo individuale medio [Kg/persona] di un particolare bene sulla base di dati aggregati a livello territoriale e dividendo il consumo totale per la popolazione

2. Calcolo della superficie appropriata pro-capite [ha/persona] per ciascun bene, dividendo il consumo medio annuale di quel bene per la sua produttività o rendimento medio annuale [Kg/ha]
3. Calcolo dell'impronta ecologica totale di una persona media espressa in ettari (ha) di superficie produttiva, sommando la superficie appropriata per gli n beni consumati annualmente

4. Calcolo dell'impronta ecologica della popolazione in esame, moltiplicando quella totale di una persona per la popolazione totale

Questo indicatore deve ora essere paragonato con la superficie realmente disponibile per poter dare una stima del deficit ecologico presente nella zona esaminata.[10]
A titolo d'esempio presentiamo una tabella relativa all'impronta ecologica di alcune nazioni.

NAZIONE	IMPRONTA ECOLOGICA	BIOCAPACITÀ ECOLOGICO*	DEFICIT
	(ha/persona)	(ha/persona)	(ha/persona)
Australia	9,0	14,0	5,0
Canada	7,7	9,6	1,9
Italia	4,2	1,3	-2,9
Perù	1,6	7,7	6,1
Svizzera	5,0	1,8	-3,2
USA	10,3	6,7	-3,6

Mondo	2,8	2,1	-0,7

*tabella 1: Impronta Ecologica di alcune nazioni con relativa biocapacità e deficit ecologico (*se negativo)*

Non potendo essere individuati tutti i consumi analiticamente, l'impronta ecologica offre un risultato orientativo, anche se molto immediato e comprensibile. Serve, comunque, ad individuare eventuali deficit e a tenere sotto controllo la situazione.

Si descrivono ora più nello specifico le componenti del calcolo per ogni categoria precedentemente presentata.

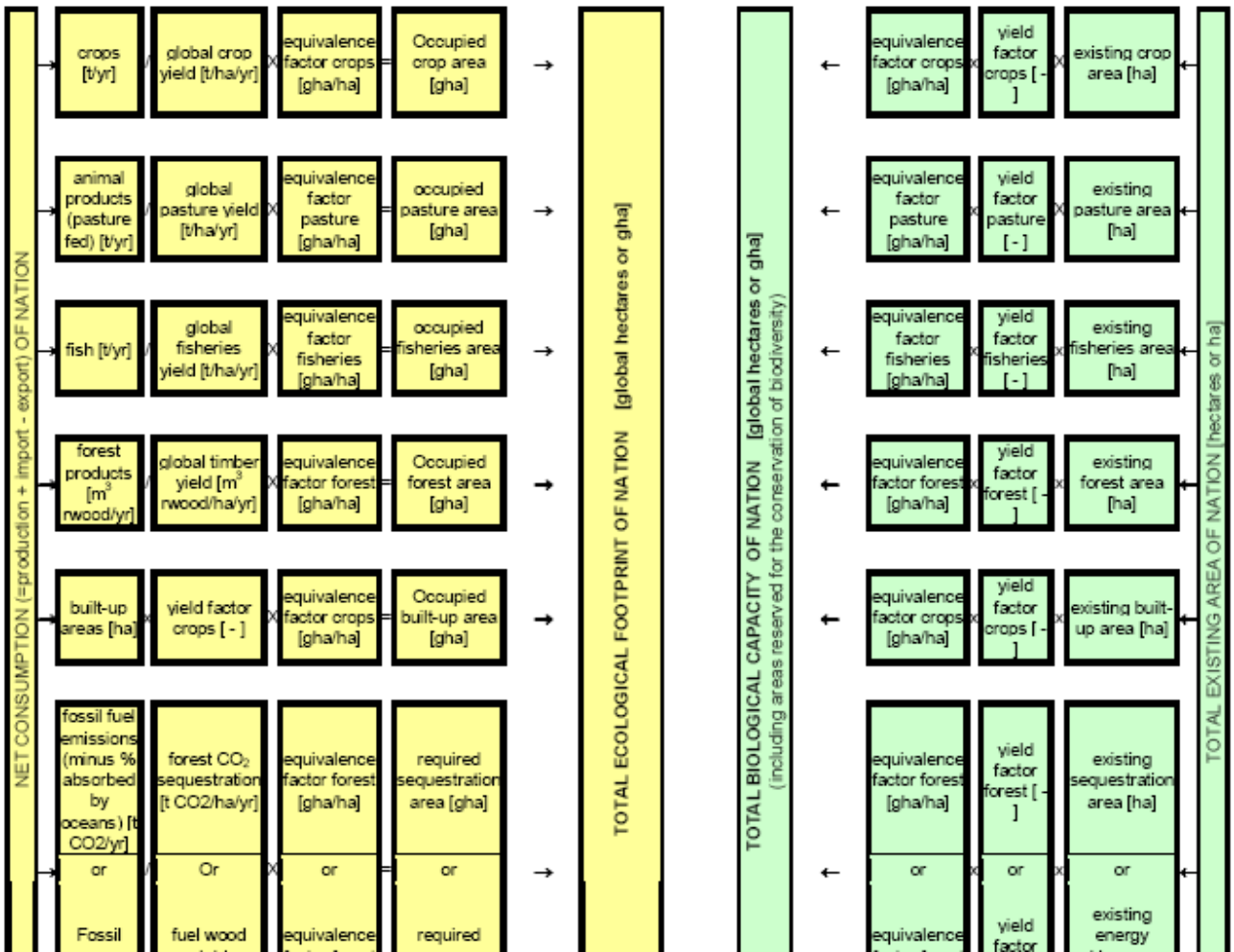
3.1 Componenti del calcolo

Il calcolo è diviso in due parti: l'area bioproduttiva e l'impronta ecologica. Entrambe le parti includono la definizione di area bioproduttiva e la sua conversione da ettari non pesati a ettari globali standardizzati, attraverso l'uso di fattori di equivalenza (equivalence factor) e fattori di rendita (yield factor).

Globalmente si identificano 11.2 bilioni di ettari in distinte aree bioproduttive (terreni agricoli, pascoli, foreste, aree marine, aree edificate) che procurano le concentrazioni utili di risorse rinnovabili. Questi 11.2 bilioni di ettari coprono poco meno di un quarto del pianeta e includono 2.3 bilioni di ettari di area marina e 8.8 bilioni di ettari di terra. L'area terrena è composta da 1.5 bilioni di ettari di terreni agricolo, 3.5 bilioni di ettari dedicati al pascolo, 3.6 bilioni di ettari di foreste e 0.2 bilioni di ettari supplementari di terreno edificato assunti come facenti parte potenzialmente del terreno agricolo. Queste aree concentrano il carico di capacità rinnovabile di biosfera. Sebbene l'aree rimanenti del pianeta sono anch'esse biologicamente attive, così come gli abissi degli oceani e i deserti, le loro risorse rinnovabili non sono abbastanza concentrate da essere un'aggiunta significativa per la Biocapacità.

Il calcolo dell'impronta ecologica esprime l'utilizzo di terreni edificati e il consumo di energia e risorse rinnovabili come appunto raccolti, prodotti animali, legname e pesce, in unità standardizzate di area bioproduttiva, definite in ettari globali (gha).
Un ettaro globale è pari a un ettaro con produttività uguale alla produttività media degli 11.2 miliardi di ettari bioproduttivi della terra. Gli ettari globali sono normalizzati così che, il numero attuale di ettari di terre e mari bioproduttivi su questo pianeta, è pari al numero di ettari globali del pianeta stesso.[1]

In seguito è riportata la struttura per i calcoli dell'impronta ecologica e della biocapacità. Questo schema riassume come l'Impronta Ecologica traduca il consumo netto e le aree bioproduttive in aree di produttività media globale.

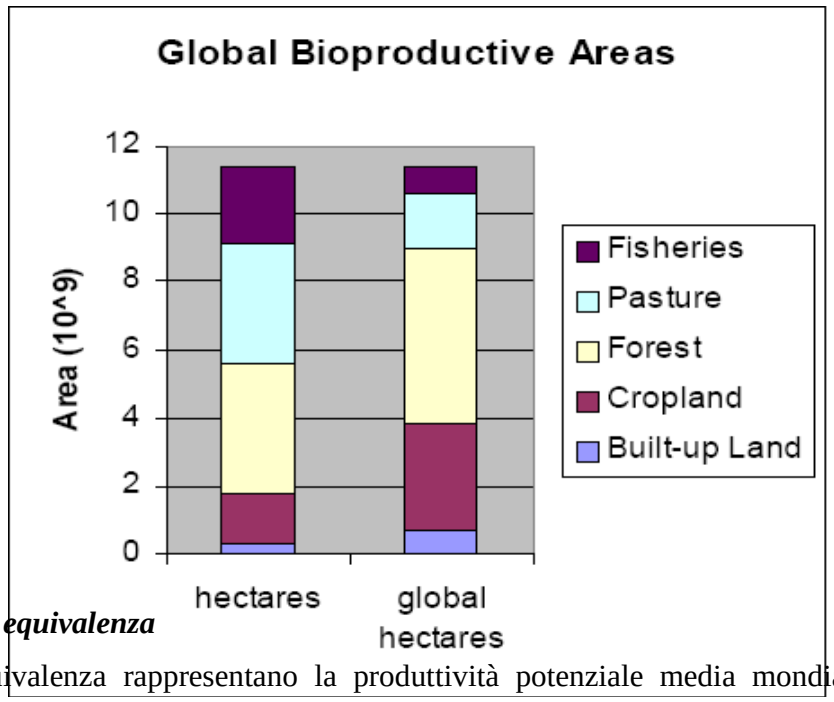


Nella parte sinistra della tabella sono riportati i calcoli necessari a trovare il valore delle aree richieste relative alle diverse categorie. Ad esempio per calcolare l'area occupata dai terreni agricoli [gha], si dividono i raccolti [ton/anno] per il rendimento globale dei raccolti [ton/ha/anno] e si moltiplica per il fattore di equivalenza corrispondente ai raccolti stessi. Lo stesso vale per i prodotti animali, per il pesce e per il legname; per l'area occupata da terreni edificati si moltiplicano le aree edificate per lo yield factor e per il fattore di equivalenza relativi ai raccolti, come precedentemente anticipato. Infine per il calcolo dell'area richiesta per l'energia, si divide l'energia fossile [GJ/anno] per il carburante prodotto dai boschi [ton di CO_2 /ha/anno] sbagliato e si moltiplica per il fattore di equivalenza delle foreste[gha/ha]. Oppure si può calcolare l'area richiesta a causa dell'emissione di CO_2 dividendo le emissioni di combustibile fossile (meno la % assorbita dagli oceani) per il CO_2 assorbito dalle foreste e moltiplicando per il fattore di equivalenza delle foreste.

La somma di tutte le aree calcolate fornisce l'Impronta Ecologica totale della nazione in ettari globali.

Nella parte a destra invece, partendo dalle aree esistenti totali [ha] si arriva alla Capacità Biologica totale della nazione [gha], come somma delle capacità biologiche delle diverse categorie. Per i terreni agricoli, i pascoli, le aree marine e le foreste, si moltiplicano le aree esistenti di ciascuna categoria, per il fattore di rendimento e il fattore di equivalenza corrispondenti; per i terreni edificati si moltiplica l'area esistente per lo yield factor e il fattore di equivalenza relativo ai raccolti; per le terre per l'energia si moltiplica invece per lo yield factor e il fattore di equivalenza relativo alle foreste.

Gli ettari globali tengono conto della differente impronta ecologica e capacità biologica di differenti paesi, che utilizzano e hanno diverse qualità e quantità di terreni agricoli, pascoli, e foreste. I due fattori di conversione - l'equivalence factor (costante per tutti i paesi per un dato anno) e lo yield factor (specifico per ogni paese e ogni anno) - trasformano ciascuna delle aree bioproduttive, da ettari in ettari globali. Nel totale, il numero di ettari non adattati e il numero di ettari globali dello spazio bioproduttivo, sono identici. Gli ettari di ogni differente area bioproduttiva sono convertiti in ettari globali pesando la loro produttività contro la produttività media mondiale. Questa conversione è calcolata utilizzando il fattore di equivalenza e il fattore di rendimento.



3.1.1 Fattore di equivalenza

I fattori di equivalenza rappresentano la produttività potenziale media mondiale di un'area bioproduttiva relativa alla produttività potenziale media mondiale di tutte le aree bioproduttive. I terreni agricoli, per esempio, sono più produttivi dei pascoli e per questo hanno un fattore di equivalenza maggiore.

I fattori di equivalenza peruviani per il 2001 sono riportati nella tabella seguente.

FATTORI DI EQUIVALENZA(2001)	
Area Bioproduttiva	Ettari Globali/Ettari
Terreni agricoli(totali): primari	2.1 2.2

marginali	1.8
Pascoli	0.5
Foreste	1.4
Aree marine	0.4
Terreni edificati	2.2*
Area per l'energia idrica	1.0
Combustibili fossili	1.4
*I terreni edificati hanno lo stesso fattore di equivalenza dei terreni agricoli primari.	

3.1.2 Fattore di rendimento

I fattori di rendimento descrivono l'estensione di un'area bioproduttiva in un dato paese che può essere più (o meno) produttiva della media globale della stessa area bioproduttiva.

Ogni paese ha un suo set di fattori di rendimento, uno per ogni tipo di area bioproduttiva. Ogni anno questi fattori vengono nuovamente calcolati. Nello specifico, lo yield factor è il rapporto tra l'area che un paese usa nella produzione di merce in una certa categoria- ad esempio legname dalle foreste, foraggio dai pascoli, etc.- calcolata con i rendimenti nazionali, e l'area che sarebbe richiesta per produrre la stessa merce con i rendimenti medi mondiali. Per esempio, il fattore di rendimento peruviano per i terreni agricoli è il rapporto tra il rendimento (relativo ai terreni agricoli) peruviano e quello medio mondiale.

Il fattore di rendimento riflette prevalentemente le pratiche tecnologiche e gestionali, in aggiunta alle inerenti risorse rinnovabili di un paese. In altre parole, l'output agricolo di un paese per ettari dipende dalla fertilità del terreno così come dai metodi di raccolta.

Per ogni paese, il fattore di rendimento riflette la media nazionale, che può variare drasticamente, in particolare nei paesi che hanno diverse zone climatiche come il Canada o il Cile.

Per l'analisi locali con un'alta risoluzione, il fattore di rendimento dovrebbe essere calcolato per ogni località.

FATTORI DI RENDIMENTO PERUVIANI		
Area bioproduttiva	***Fattore di equivalenza [gha/ha]***	***Fattore di rendimento [-]***
Terreni agricoli primari	2.19	0.98

Terreni agricoli marginali	1.80	2.57
Foreste	1.37	0.82
Pascoli	0.48	1.81
Aree Marine	0.36	3.39
Laghi, fiumi	0.36	2.96
Aree edificate	2.19	0.98

3.2 Calcolo dell'impronta ecologica

La produzione agricola, dei pascoli, forestale, della pesca e delle aree edificate, fornisce delle domande sulla biosfera, la somma delle quali corrisponde all'impronta ecologica totale. Ognuna di queste categorie rappresenta un'area in ettari, che viene poi moltiplicata per il suo fattore di equivalenza per ottenere l'impronta in ettari globali:

$$\text{Impronta Ecologica[gha]} = \text{Area [ha]} \cdot \text{Fattore di equivalenza [gha/ha]}$$

3.2.1 Consumo, produzione e esportazione

I calcoli nazionali distinguono i prodotti realizzati all'interno del paese, dai prodotti consumati dal paese stesso. La produzione include tutte le merci prodotte senza tener conto della loro destinazione finale. L'impronta finale calcola il consumo netto, sommando la produzione del paese con le importazioni e sottraendo le esportazioni:

$$\text{Consumi netti} = \text{produzione} + \text{importazioni} - \text{esportazioni}$$

Ad esempio, se un paese A esporta una tonnellata di un prodotto X ad un paese B, l'impronta ecologica necessaria a produrre quella tonnellata di prodotto, viene detratta dal paese A e aggiunta al paese B per determinare l'impronta dei consumi.

In questi casi è abbastanza semplice determinare su quale paese è giusto destinare il consumo a seconda se un prodotto viene esportato, importato o realizzato. Per altre attività invece, come ad

esempio il turismo, risulta più difficile determinare l'incidenza dei consumi su un paese rispetto a un altro.

3.2.2 Impronta delle risorse rinnovabili

Il calcolo dell'impronta per ogni categoria (terreni agricoli, pascoli etc.) è pari alla somma delle impronte di tutti i prodotti consumati all'interno di quella categoria.

L'impronta dei terreni agricoli, per esempio, include i cereali, il cotone e il foraggio per il bestiame.

Prodotti primari

I prodotti primari di una data area possono essere utilizzati direttamente con minime alterazioni o possono essere trasformati in prodotti secondari. Nel caso di terreni agricoli, pascoli e foreste, questi includono i prodotti immediati della fotosintesi, come frutta e verdura, foraggio per bestiame, o legname non trattato. Per la pesca, i prodotti primari sono i pesci pescati dal mare o da laghi e fiumi. L'impronta di questi prodotti rappresenta la capacità biologica e tecnica richiesta per la loro produzione, standardizzata al rendimento medio globale:

$$\text{Area}[\text{ha}] = \frac{\text{Produzione} + \text{Importazioni} - \text{Esportazioni}\,[\text{t}]}{\text{Fattore di rendimento globale}\,[\text{t/ha}]}$$

Prodotti secondari

I prodotti secondari sono derivati dai prodotti primari, inclusi la carne e il latte, la carta e il pesce d'allevamento. Mentre l'impronta ecologica dei prodotti primari è calcolata con il rendimento globale, l'impronta dei prodotti secondari è pari all'impronta del prodotto primario da cui deriva. In altre parole, la parte di impronta ecologica di un prodotto primario che viene utilizzato per un prodotto secondario (ad esempio, i cereali per la carne di maiale o il legno per la carta) viene spostata al prodotto secondario.

Mentre un prodotto primario avrà un'identica impronta senza tener conto delle sue origini, l'impronta di un prodotto secondario cambierà a seconda dell'efficienza della conversione di un

paese. Quando un prodotto secondario viene commerciato, la sua impronta viene solo aggiunta a quella totale dei consumi; l'impronta di una merce secondaria che viene prodotta ma non esportata è inclusa nell'impronta del prodotto primario da cui deriva.

ESEMPI DI PRODOTTI PRIMARI E SECONDARI		
Categorie	**Primari**	**Secondari**
Agricoltura	Mais Semi di girasole	Olio di mais Olio di semi
Pascoli	Foraggio	Latte
Foreste	Legna Legna da ardere	Legna segata Nessuno
Pesca	Merluzzo	Olio di fegato di merluzzo

Per i prodotti secondari importati, si utilizza il fattore di conversione totale mentre per quelli prodotti all'interno nel paese si utilizza il fattore di conversione nazionale. L'area delle esportazioni è pesata in proporzione all'ammontare dei prodotti importati e realizzati e il loro rispettivo fattore di conversione:

$$\text{Area delle Importazioni}_{\text{secondarie}}\,[\text{ha}] = \frac{\text{Importazioni}_{\text{second}}\,[\text{t}] \cdot \text{Fattore di conversione globale}\,[\text{t}_{\text{prim}} / \text{t}_{\text{sec ond}}]}{\text{Rendimento}_{\text{primario}}\ \text{globale}\,[\text{t/ha}]}$$

$$\text{Area della Produzione}_{\text{secondaria}}\,[\text{ha}] = \frac{\text{Produzione}_{\text{sec}}\,[\text{t}] \cdot \text{Fattore di conversione nazionale}\,[\text{t}_{\text{prim}} / \text{t}_{\text{sec}}]}{\text{Rendimento globale}\,[\text{t/ha}]}$$

$$\text{Area delle Esportazioni}_{\text{secondarie}}\,[\text{ha}] = \text{Esportazioni}_{\text{sec}}\,[\text{t}] \cdot \frac{\text{Area Importazioni}_{\text{sec}}\,[\text{ha}] + \text{Area Produzioni}_{\text{sec}}\,[\text{ha}]}{\text{Im portazioni}_{\text{sec}}\,[\text{t}] + \text{Pr oduzioni}_{\text{sec}}\,[\text{t}]}$$

3.2.3 Impronta dei terreni edificati

L'impronta ecologica suppone che l'insediamento umano e le infrastrutture occupino molto spesso zone agricole fertili. Alcune aree insediate sono state pavimentate, altre sono ancora bioproduttive come i giardini e i parchi. Le aree edificate equivalgono, quindi, all'ammontare dei terreni agricoli rimpiazzati, aggiustate con il fattore di rendimento relativo alle aree agricole e il fattore di equivalenza delle zone edificate:

$$\text{Impronta}_{\text{terreni edif}}[\text{gha}] = \text{Area}_{\text{terr edif}}[\text{ha}] \cdot \text{fattore di equivalenza}_{\text{terr edif}}[\text{gha/ha}] \cdot \text{fattore di rendimento}_{\text{aree agric}}$$

3.2.4 Impronta dei combustibili fossili

Come ormai noto a tutti per la pressante opera divulgativa dei media, l'attività dell'uomo sta inquinando oltre al suolo ed alle acque, anche l'atmosfera: esistono infatti massicce emissioni di gas che ne mutano la conformazione e le caratteristiche provocando variazioni climatiche. La principale responsabile è l'anidride carbonica che viene prodotta dalla combustione di fonti fossili (petrolio e derivati, gas metano, carbone) il cui effetto è intensificato dalle attività di deforestazione. I suoi effetti sono comunque aggravati da altri gas quali il protossido di azoto(N_2O), il metano (CH_4), i composti alogenati (CFC-11 e HCFC-22), i perfluorocarburi (CF_4) e l'esafluoruro di zolfo (SF_6) (vedi tabella1). La CO_2 ha la capacità di assorbire le radiazioni termiche (infrarosse) riflesse dalla superficie terrestre, impedendone la dispersione nello spazio esterno, ed è pertanto la principale responsabile di quello che viene comunemente definito l'effetto serra, vale a dire il progressivo riscaldamento dell'atmosfera.[10]

	CO2	CH4	N2O	CFC-11* HCFC-22	CF4	SF6
potere climalterante rispetto alla CO2 (GWP)	1	21	310	140-11700	6500-9200	23900
concentrazione pre-industriale	280 *ppmv*	700 *ppbv*	275 *ppbv*	zero	zero	zero
concentrazione attuale	358 *ppmv*	1720 *ppbv*	312 *ppbv*	268, 110 *pptv*	72 *pptv*	3-4 *pptv*
tempo (in anni) di persistenza in atmosfera	50-200	12	120	50, 12	50000	3200
contributo globale in termini di effetto serra	64%	20%	6%	10%		

Tabella 1. Caratteristiche dei gas climalteranti
*i CFC sono stati banditi dal Protocollo di Montreal del 1987
Riferimento: *Climate change 1995*, IPCC Gruppo di Lavoro I, p.15, IPCC 1996

Effettuare un bilancio della CO_2 consiste nel quantificare le emissioni antropogeniche di anidride carbonica e degli altri gas climalteranti, valutate rispetto alla capacità dell'ambiente di assorbirle. Per fare questo è necessario monitorare e schematizzare le "sorgenti" di emissioni di CO_2 (dirette ed indirette) e degli altri gas climalteranti e i "serbatoi", le strutture cioè in grado di assorbire e immagazzinare l'anidride carbonica. In genere i gas a effetto serra maggiormente diffusi in un territorio sono CO_2, N_2O, CH_4 e vapor d'acqua. Gli altri, quali i composti alogenati precedentemente citati, raramente vengono considerati, in quanto, a meno che non siano presenti specifiche produzioni industriali che ne aumentano la concentrazione, essi non apportano un contributo significativo ai fini del calcolo. L'analisi viene effettuata su dati raccolti nel corso di un anno per evitare che variazioni climatiche e stagionali possano alterare l'esattezza dei risultati.
Il gas serra più importante è chiaramente la CO_2, le cui emissioni sono principalmente collegate allo sfruttamento di fonti fossili utilizzate per far fronte alla domanda energetica. Il settore energetico viene suddiviso in emissioni dirette, date dalla combustione di metano, oli

combustibili, GPL, benzine e gasolio, e emissioni indirette date dal consumo di elettricità. La produzione di energia elettrica in Italia è quasi completamente dovuta all'utilizzo di risorse combustibili non rinnovabili, il contributo dato dalle "energie pulite" è limitato al 7,4% su scala nazionale. È comunque necessario verificare se nel territorio in analisi siano presenti produzioni rinnovabili di energia. Tenuto conto di questo fattore, il consumo locale di elettricità viene tramutato in tonnellate di CO_2 grazie ad opportuni fattori di conversione, che tengono conto delle modalità di produzione della corrente elettrica. Metano, oli combustibili, GPL, benzine e gasolio vengono inoltre utilizzati direttamente nei settori civile, industriale e agricolo. Queste emissioni di CO_2 si calcolano in base allo specifico processo di combustione di ogni singolo elemento. Alcuni gas, se rilasciati direttamente in atmosfera, contribuiscono a loro volta all'effetto serra. Per valutare il loro specifico contributo al bilancio finale è necessario, una volta riscontratane la presenza nel territorio in analisi, quantificarne il rilascio e quindi convertirlo in CO_2 equivalenti. Questa operazione è necessaria per poter confrontare tra loro tutti i dati ricavati. Successivamente si calcola la capacità del territorio di assorbire CO_2. Le aree verdi, ed in particolare le aree boschive, grazie alla fotosintesi clorofilliana, sono in grado di fissare l'anidride carbonica atmosferica producendo biomassa. Verificando la distribuzione di tali aree, il tipo di vegetazione e il suo stadio di sviluppo si riesce a quantificare l'ammontare di carbonio assimilato e quindi sottratto all'atmosfera. La differenza tra il totale della CO_2 (e CO_2 equivalente) emessa dalle sorgenti e quella assorbita dai serbatoi, fornisce il bilancio globale dei flussi di CO_2 nel sistema sotto studio (vedi tabella 2).

Mentre l'impronta dei raccolti, del legname, dei prodotti animali e del pesce è calcolata direttamente, l'impronta dei combustibili fossili può essere stimata da un diverso numero di prospettive. In seguito vengono descritti due metodi di calcolo, il primo che considera l'area necessaria per assimilare i rifiuti e l'altro che esamina la capacità necessaria per rimpiazzare il consumo di energia fornendo una biomassa sostitutiva.

quote % CO2 equivalente	CO2	CH4	N2O	totale
settore energetico	74,6	1,8	2,5	78,8
processi industriali	4,2	0	1;1	5,3
uso di solventi	0,4	0	0	0,4
agricoltura	0	3,3	4,3	7,6
camb. uso suolo e foreste	2,1	0,7	1,2	4,0
rifiuti	0,1	3,8	0	3,9
totale	81,3	9,6	9,1	100

Tabella 2

Assimilazione dei rifiuti

L'impronta delle emissioni di CO_2 stima l'addizionale area bioproduttiva necessaria all'assorbimento atmosferico di CO_2 attraverso la forestazione. Questa area è calcolata sottraendo approssimativamente un terzo delle emissioni antropogeniche assorbite dagli oceani, dal totale delle emissioni antropogeniche:

$$\text{Area}[\text{ha}] = \text{Emissioni di } CO_2\,[\text{ton}] \cdot \frac{1 - \text{frazione assorbita dagli oceani}}{\text{tasso di assorbimento}\,[\text{ton/ha}]}$$

Biomassa sostitutiva

Questo approccio calcola l'area necessaria a sostituire i combustibili fossili con la loro energia equivalente in legna da ardere (fuelwood). La legna è stata storicamente il combustibile dominante per molte società ed è il combustibile primario fornito dalla natura senza il bisogno di interventi umani. Alternativamente esistono combustibili naturali che necessitano di minore spazio (come l'etanolo) ma non senza il ricorso di attività umane e processi industriali.

Ovviamente se sono usate le alternative a più alto rendimento, esse potrebbero sostituire la legna e di conseguenza ridurre l'impronta.

Il tasso della produzione di legna da ardere deve eguagliare il crescente tasso dei boschi moltiplicato per un fattore di espansione che tiene conto della biomassa aggiunta utilizzata per combustibile (piccoli alberi..):

$$\text{Area}[\text{ha}] = \frac{\text{Energia}[\text{GJ}]}{\text{Fattore di rendimento}_{\text{bosco}}[\text{GJ / ha}] \cdot \text{fattore di espansione}}$$

Se le foreste sono gestite per il fuelwood può essere ottenuto un superiore rendimento che potrebbe anche ridurre l'impronta.

In sintesi si riportano tutti gli algoritmi di calcolo per la determinazione dell'impronta ecologica, che tengono conto degli ultimi miglioramenti tecnici, di alcune aree bioproduttive. L'area che ne deriva rappresenta il valore finale dell'Impronta Ecologica e risulta espressa in ettari globali.

Area Bioproduttiva	**Calcolo dell'impronta**
Terra coltivata primaria	$\text{Area}[\text{ha}] = \frac{\text{Produzione} + \text{Importazioni} - \text{Esportazioni}\,[\text{t}]}{\text{Fattore di rendimento globale}\,[\text{t/ha}]}$
Terra coltivata secondaria	$\text{Area Importazioni}_{\text{sec}}\,[\text{ha}] = \frac{\text{Importazioni}_{\text{sec}}[\text{t}] \cdot \text{Fattore di conversione globale}\,[\text{t}_{\text{prim}} / \text{t}_{\text{s}}}{\text{Fattore di rendimento globale}\,[\text{t/ha}]}$ $\text{Area Produzione}_{\text{sec}}\,[\text{ha}] = \frac{\text{Produzione}_{\text{sec}}[\text{t}] \cdot \text{Fattore di conversione nazionale}\,[\text{t}_{\text{prim}} / \text{t}_{\text{sec}}]}{\text{Fattore di rendimento globale}\,[\text{t/ha}]}$ $\text{Area Esportazioni}_{\text{sec}}\,[\text{ha}] = \text{Esportazioni}_{\text{sec}}[\text{t}] \cdot \frac{\text{Area Importazioni}_{\text{sec}}[\text{ha}] + \text{Area Produzioni}_{\text{sec}}\,[\text{ha}]}{\text{Importazioni}_{\text{sec}}[\text{t}] + \text{Produzioni}_{\text{sec}}[\text{t}]}$
Area edificata	$\text{Impronta}_{\text{edif}}[\text{gha}] = \text{Area}_{\text{edif}}[\text{ha}] \cdot \text{fattore di Equivalenza}_{\text{edif}}[\text{gha/ha}] \cdot \text{Fattore di Rendimento}_{\text{agric}}$

Combustibile Fossile	$\text{Area}[\text{ha}] = \frac{\text{Energia}[\text{GJ}]}{\text{Fattore di rendimento}_{\text{bosco}}[\text{GJ / ha}] \cdot \text{fattore di espansione}}$

3.3 Calcolo della Biocapacità

La Biocapacità è intesa come la controparte dell'Impronta. La biocapacità totale di una nazione è la somma delle aree bioproduttive, espresse in ettari globali. Viene trasformata ogni area bioproduttiva in ettari globali moltiplicando per appropriati fattori di equivalenza e di rendimento specifici a quel paese:

$$\text{Biocapacità[gha]} = \text{Area[ha]} \cdot \text{fattore di equivalenza [gha/ha]} \cdot \text{fattore di rendimento}$$

Assumendo la mutuale esclusività delle biocapacità nazionali e la richiesta di tutte le aree bioproduttive all'interno dei territori nazionali, la Biocapacità globale è pari alla somma di tutte le biocapacità nazionali. La biocapacità globale può inoltre essere espressa come:

$$\Sigma P_i \cdot E_i = A$$

Dove P sono gli attuali ettari fisici di area bioproduttiva, E è il fattore di equivalenza per ogni area di tipo i, e A è la Biocapacità Globale espressa in ettari standardizzati.

3.4 Aspetti critici per il calcolo dell'impronta: turismo, trasporti, gestione dei rifiuti

3.4.1 Turismo

Nel valutare tutti i fattori che prendono parte al calcolo dell'impronta ecologica si riscontrano alcune attività la cui incidenza non è di diretta determinazione.

Ad esempio, se si analizza il turismo, si nota che esso ha un impatto sull'ambiente causato dai trasporti, dal cibo, dall'acqua e da altre risorse che vengono consumate e per i rifiuti che vengono generati. A questo punto è da valutare se l'impronta ecologica dovuta ai turisti deve essere imputata alla regione di destinazione o a quella di provenienza. Per semplificazione non si tiene conto del turismo interno ma si prendono in considerazione solo le persone provenienti da altre regioni.

A proposito di questo aspetto sono state sviluppate tre diverse metodologie: la prima è la più semplicistica e difatti trascura i dati relativi al turismo, considerandoli poco incidenti sull'impronta totale. La seconda metodologia invece, risultata essere la più interessante, fa un bilancio tra i turisti in ingresso ad un paese e gli abitanti in uscita dal paese stesso, calcolando quindi una sorta di "turismo netto". Questa stima è possibile se si ipotizza che i consumi dei residenti e dei turisti siano equivalenti.

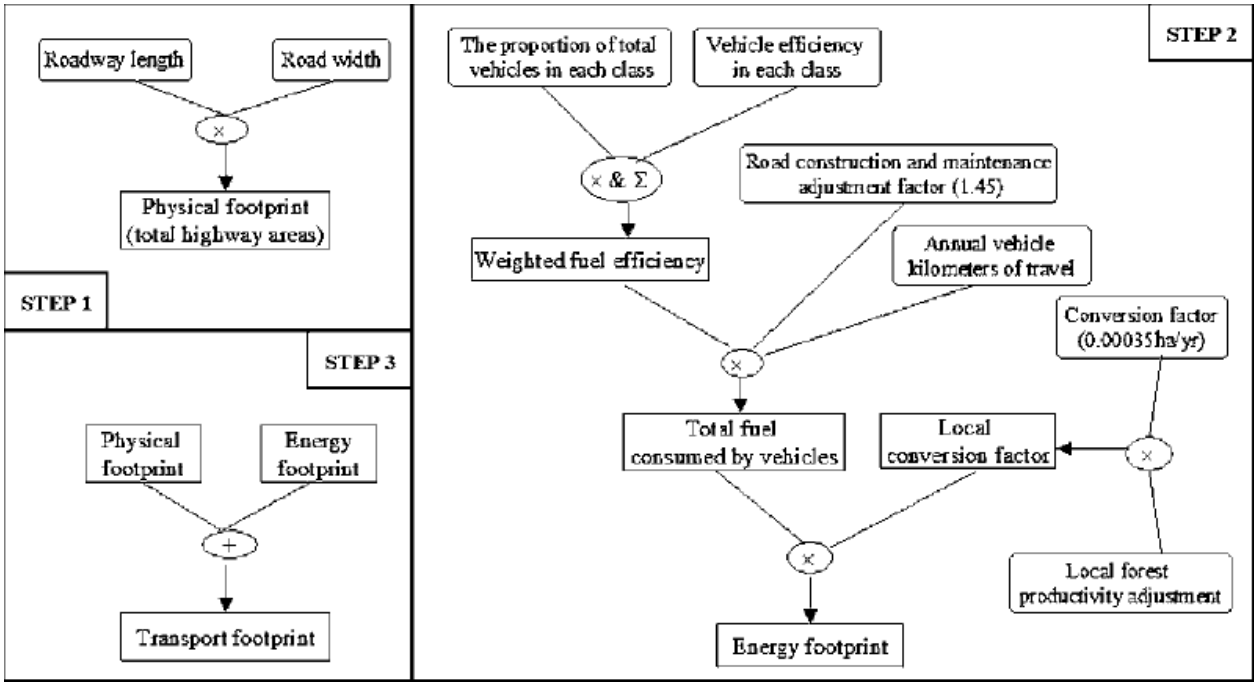
Poiché lo studio è stato sviluppato nei paesi anglosassoni, la terza metodologia prende in considerazione solo i dati relativi ai bed & breakfast che risultano avere maggiore incidenza, relativamente ai consumi, rispetto ad altre alternative come hotel, residence, etc. Questi ultimi fattori vengono infatti trascurati e successivamente il calcolo è svolto secondo la precedente metodologia, ovvero facendo un bilancio tra gli input e gli output di un paese.[12]

3.4.2 Trasporti

Un altro aspetto critico per l'impronta ecologica è la stima dei trasporti. Il metodo utilizzato quantifica due elementi della rete stradale. Il primo, con l'aiuto di un sistema d'informazione geografico, stima la parte di terra fisicamente occupata dalla pavimentazione stradale. Questa impronta "fisica" in sintesi corrisponde al numero di chilometri della rete stradale. Il secondo fattore stima l'ammontare di terra richiesta per rimediare allo spreco di energia generato attraverso la costruzione, il mantenimento e gli interventi delle reti stradali: questo elemento corrisponde all'impronta per l'energia.

Per la conversione dell'energia fossile in una corrispondente area si adotta l'approccio dell'assorbimento di CO_2 che calcola l'area richiesta per assorbire o prelevare il CO_2 emesso dal combustibile fossile bruciato. Si è stimato che un ettaro di foresta può assorbire annualmente il CO_2 generato dal consumo di 100 GJ di combustibile fossile.[13]

Il metodo per calcolare l'impronta dei trasporti della rete stradale è rappresentato nella figura seguente.



Come indicato nella figura l'approccio si divide in tre principali step:

- *Primo step:* stima l'impronta fisica di una rete stradale, sulla base dell'area superficiale della pavimentazione. Si analizzano quindi la larghezza e la lunghezza dei segmenti stradali della zona in studio e dalla somma di tutte queste superfici si calcola l'area totale ovvero l'impronta fisica.
- *Secondo step:* stima l'impronta dell'energia sulla base dell'area forestale necessaria per assorbire le emissioni di carbonio prodotte dal traffico stradale in un anno. Una volta

suddivisi i veicoli in classi (macchine, bus, motociclette, altri veicoli a 4 o 6 ruote, etc), viene stimata la relativa quantità di emissioni prodotte. La quantità di combustibile consumato in un anno è data dal prodotto tra le distanze totali percorse e il consumo di combustibile per chilometro. Si deve quindi tener conto del fatto che differenti tipi di veicolo consumano combustibile in diverse quantità. Moltiplicando ora il numero di veicoli di ogni classe per il relativo consumo e sommando tutti i fattori, si ottiene il consumo totale di carburante pesato.

In seguito sono riportate due tabelle che si riferiscono una, al numero di veicoli per ogni classe e l'altra, al consumo di carburante in litri per chilometro.

	Number of vehicles as proportion of total					
Vehicle class	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Passenger cars	0.6737	0.6708	0.6681	0.6628	0.6682	0.6573
Motorcycles	0.0232	0.0232	0.0232	0.0228	0.0194	0.0274
Other 2-axle 4-tire vehicles	0.2714	0.2743	0.2771	0.2795	0.2830	0.2844
Single-unit 2-axle 6-tire or more trucks	0.0058	0.0057	0.0057	0.0054	0.0066	0.0051
Combination trucks	0.0252	0.0253	0.0253	0.0281	0.0224	0.0254
Buses	0.0007	0.0007	0.0007	0.0014	0.0003	0.0004
Total after projection	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Note: Data source: Office of Planning and Integration, Michigan Department of State.

Vehicle class	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Passenger car	0.1115	0.1094	0.1098	0.1098	0.1070	0.1063
Motorcycle	0.0470	0.0470	0.0470	0.0470	0.0470	0.0470
Other 2-axle 4-tire vehicle	0.1367	0.1367	0.1376	0.1383	0.1343	0.1336
Single-unit 2-axle 6-tire or more truck	0.3460	0.3361	0.3361	0.3135	0.3178	0.3178
Combination truck	0.3987	0.3855	0.3855	0.4356	0.4439	0.4439
Bus	0.3564	0.3512	0.3512	0.3512	0.3460	0.3408
Average fleet fuel efficiency	0.1254	0.1240	0.1244	0.1270	0.1296	0.1223

Note: Data source: Federal Highway Administration (2001).

Da diversi studi è stato stimato che l'emissione di carbonio necessaria per la costruzione, il mantenimento e gli interventi alla rete stradale è pari al 145% del totale. Questo valore viene successivamente moltiplicato al consumo totale di carburante pesato e ai chilometri percorsi dai mezzi di trasporto in un anno per ottenere il consumo totale di combustibile.

L'ultimo passo nel calcolo dell'impronta dell'energia è la stima della quantità di anidride carbonica emessa e dell'estensione delle foreste necessaria per assorbire le emissioni di gas serra. I dati sulla produttività delle foreste suggeriscono che un ettaro di foresta può annualmente assorbire circa 1.8 tonnellate di carbonio generate dal consumo di 100 GJ di combustibile fossile. Le ricerche indicano che ogni litro di gasolio produce circa 0.033 GJ di energia e che ogni litro di diesel produce circa 0.039 GJ. Per semplicità si stimano per entrambi un valore pari a 0.035 GJ di energia. Pertanto, l'impronta per un litro di gasolio o diesel viene valutata con la seguente equazione:

$$\frac{1[\mathrm{L}]\cdot 0.035[\mathrm{GJ/L}]}{100[\mathrm{GJ/ha/anno}]} = 0.00035[\mathrm{ha/anno}]$$

Sulla base di questa equazione, in un anno, sono necessari in media 0.00035 ettari di foreste per assorbire l'anidride carbonica emessa da un litro di combustibile bruciato.

Questo ultimo tasso deve essere aggiustato moltiplicandolo per la produttività delle foreste locali. L'impronta di 1 litro di gasolio/diesel sarà pari a:

$$0.00035 \cdot 1.45 \cdot \text{fattore di conversione locale}$$

A questo punto si è pronti per stimare l'impronta dell'energia che è data dal prodotto tra il combustibile totale consumato dai trasporti e il fattore di conversione locale.

- *Terzo step:* combina le due impronte precedentemente calcolate per derivarne l'impronta totale imputabile ai trasporti:

Impronta dei trasporti = impronta fisica + impronta dell'energia

Viene ora riportata una tabella che mette in evidenza tutti i fattori rilevanti incontrati fino a questo momento per il calcolo dell'impronta dei trasporti.

	Total annual vehicle travel (kilometers)	Average fleet fuel efficiency (liters per kilometer)	Conversion factor (hectares of forest per liter)	Energy footprint (hectares)	Physical footprint (hectares)	Total footprint (hectares)
1996	245,247,478	0.125	0.00045675	14,002	356	14,358
1997	247,277,903	0.124	0.00045675	14,005	356	14,361
1998	256,606,388	0.124	0.00045675	14,533	356	14,889
1999	269,187,059	0.127	0.00045675	15,615	356	15,971
2000	269,880,668	0.129	0.00045675	15,902	356	16,258
2001	288,884,626	0.122	0.00045675	16,098	356	16,454

3.4.3 Gestione dei rifiuti

Per **gestione dei rifiuti** si intende l'insieme delle politiche volte a gestire l'intero processo dei rifiuti, dalla loro produzione fino alla loro sorte finale, e coinvolgono quindi: la raccolta, il trasporto, il trattamento (riciclaggio o smaltimento) e anche il riutilizzo dei materiali di scarto, solitamente prodotti dall'attività umana, nel tentativo di ridurre i loro effetti sulla salute dell'uomo e sull'ambiente. Un interesse particolare negli ultimi decenni riguarda la riduzione degli effetti dei rifiuti sulla natura e sull'ambiente e la possibilità di recuperare risorse da essi, e la riduzione della produzione di rifiuti stessi.

La strategia adottata dall'Unione Europea e recepita in Italia con il DL Ronchi del '97 (abrogato e sostituito con il DL 152/06 Parte IV) affronta la questione dei rifiuti delineando priorità di azioni all'interno di una logica di gestione integrata del problema. Esse sono (in ordine di priorità):

- riduzione (prevenzione)
- riuso
- riciclaggio
- incenerimento (o termovalorizzazione)
- smaltimento in discarica



Pertanto, se il primo livello di attenzione è rivolto alla necessità di *prevenire* la formazione dei rifiuti e di ridurne la pericolosità, il passaggio successivo riguarda l'esigenza di *riutilizzare* i prodotti (es. bottiglie) e, se non è possibile il riuso, *riciclare* i materiali (es. riciclaggio della carta). Infine, solo per quanto riguarda il materiale che non è stato possibile riutilizzare e poi riciclare (come ad esempio i tovaglioli di carta) e il sottovaglio (ovvero la frazione in piccoli pezzi indistinguibili e quindi non riciclabili di rifiuti, che rappresenta circa il 15% del totale), si pongono le due soluzioni dell'*incenerimento con recupero energetico* o lo *smaltimento in discarica*. Dunque anche in una situazione ideale di completo riciclo e recupero vi sarà una buona

percentuale di rifiuti residui da smaltire in discarica o da incenerire per eliminarli e recuperare l'energia. Da un punto di vista ideale il ricorso alle discariche ed all'incenerimento indifferenziato dovrebbe essere limitato al minimo indispensabile. Purtroppo la carenza di efficaci politiche integrate di riduzione, riciclo e riuso fanno dello smaltimento in discarica ancora la prima soluzione applicata in Italia ed in altri paesi europei.
Il trattamento dei rifiuti consiste nell'insieme di tecniche volte ad assicurare che i rifiuti, qualunque sia la loro sorte, abbiano il minimo impatto sull'ambiente.

I rifiuti possono essere suddivisi in:

- rifiuti organici
- rifiuti inorganici (metallo, vetro, plastica e carta)

La relativa impronta ecologica misura la quantità di terra bioproduttiva (terra per l'energia, foreste, pascoli, terre edificate, etc.) necessaria ad assimilare la generazione di rifiuti.

Due sono i punti chiave evidenziati nello studio dell'impronta per i rifiuti:

1. La riduzione dell'ammontare di rifiuti prodotto dai residenti di un luogo
2. Decidere cosa fare con questi rifiuti generati

L'impronta maggiore è dovuta ai rifiuti inorganici a causa della maggiore intensità e dell'energia richiesta per il loro trattamento.
Per quanto riguarda i rifiuti organici, essi sono composti principalmente da cibo che, essendo coltivato e consumato localmente, necessita di una trascurabile energia per il trattamento. Come risultato la sua intensità di energia è bassa e da origine ad un'impronta più piccola. D'altra parte, i rifiuti organici comprendono l' 80% del totale dei rifiuti e richiedono perciò più terra per la propria assimilazione.

3.4.3.1 Terra bioproduttiva richiesta per la carta

Terra per l'energia = fattore di assorbimento del combustibile fossile · intensità di energia della carta · ammontare di rifiuti di carta pro-capite all'anno · (1 – % di riciclaggio della carta · % di energia risparmiata dal riciclaggio) · fattore di equivalenza dell'energia fossile……(1)

Dove,

- Il fattore di assorbimento medio del combustibile fossile è pari a 0.15 m^2/MJ
- L'intensità di energia della carta è 35 MJ/ kg
- Energia risparmiata dal riciclaggio è pari al 45% della carta totale
- Il fattore di equivalenza dell'energia fossile è 1.3 gm^2/m^2

Foreste = $\frac{\text{legname}}{600}$ · parte di roundwood necessaria per unità di carta · ammontare di rifiuti di carta pro-capite annua · (1 - % di carta riciclata · % di energia risparmiata dal riciclaggio)…….(2)

Dove,

- Il legname è pari a 6469 gm^2/m^3
- Parte di roundwood necessario per unità di carta è 1.65
- L' energia risparmiata dal riciclaggio è pari all'80%

Terre edificate = terra per l'energia richiesta per i rifiuti di carta · area totale edificata per merci e rifiuti/(area di combustibile fossile medio mondiale per le merci + area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti) · fattore di equivalenza del built-up land · yield factor del built-up land……(3)

Dove,

- terra per l'energia richiesta per i rifiuti di carta viene dall'equazione (1)
- area di combustibile fossile medio mondiale per le merci è 1903 ha
- area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti è 1283 ha
- fattore d'equivalenza (built-up land) pari a 2.2 gm^2/m^2
- yield factor (built-up land) pari a 1.4

3.4.3.2 Terra bioproduttiva richiesta per la plastica

Terra per l'energia = fattore di assorbimento del combustibile fossile · intensità di energia della plastica · ammontare di rifiuti di plastica pro-capite all'anno · (1 – % di riciclaggio della plastica · % di energia risparmiata dal riciclaggio) · fattore d'equivalenza dell'energia fossile…….(4)

Dove,

- Il fattore di assorbimento del combustibile fossile è 0.15 m^2/MJ
- L'intensità di energia della plastica è 50 MJ/ kg
- L'energia risparmiata dai rifiuti di plastica riciclati è pari al 70%
- Il fattore d'equivalenza vale 1.3 gm^2/m^2

Terre edificate = terra per l'energia richiesta per i rifiuti di plastica · area totale per merci e rifiuti / (area di combustibile fossile medio mondiale per le merci + area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti) · fattore di equivalenza del built-up land · yield factor del built-up land……(5)

Dove,

- terra per l'energia richiesta per i rifiuti di plastica viene dall'equazione (4)
- area di combustibile fossile medio mondiale per le merci è 1903 ha
- area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti è 1283 ha
- il fattore d'equivalenza vale 2.2 gm^2/m^2
- yield factor pari a 1.4

3.4.3.3 Terra bioproduttiva richiesta per il vetro

Terra per l'energia = fattore di assorbimento del combustibile fossile · intensità di energia del vetro · ammontare di rifiuti di vetro pro-capite all'anno · (1 – % di riciclaggio di rifiuti di vetro · % di energia risparmiata dal riciclaggio dei rifiuti di vetro) · fattore d'equivalenza ……(6)

Dove,

- Il fattore di assorbimento del combustibile fossile 0.15 m^2/MJ
- L'intensità di energia del vetro è 15 MJ/ kg
- Energia risparmiata dal riciclaggio è il 30%
- Il fattore d'equivalenza vale 1.3 gm^2/m^2

Terre edificate = terra per l'energia richiesta per i rifiuti di vetro · area totale per merci e rifiuti/(area di combustibile fossile medio mondiale per le merci + area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti) · fattore di equivalenza del built-up land · yield factor del built-up……(7)

Dove,

- terra per l'energia richiesta per i rifiuti di vetro viene dall'equazione (6)
- area totale per merci e rifiuti pari a 244
- area di combustibile fossile medio mondiale per le merci è 1903 ha
- area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti è 1283 ha
- fattore d'equivalenza è 2.2 gm^2/m^2
- yield factor è 1.4

3.4.3.4 Terra bioproduttiva richiesta per il metallo

Terra per l'energia =fattore di assorbimento del combustibile fossile · intensità di energia del metallo · ammontare di rifiuti di metallo pro capite all'anno · (1 – % di riciclaggio di rifiuti di metallo · % di energia risparmiata dal riciclaggio) · fattore d'equivalenza dell'energia fossile……(8)

Dove,

- Fattore di assorbimento del combustibile è 0.15 m^2/MJ
- L'intensità di energia del metallo è 60 MJ/ kg
- Energia risparmiata dal riciclaggio pari al 95%
- Fattore d'equivalenza pari a 1.3 gm^2/m^2

Terre edificate = terra per l'energia richiesta per i rifiuti di metallo · area totale per merci e rifiuti/(area di combustibile fossile medio mondiale per le merci + area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti) · fattore di equivalenza del built-up land · yield factor del built-up……..(9)

Dove,

- terra per l'energia richiesta per i rifiuti di metallo viene dall'equazione (8)
- area di combustibile fossile medio mondiale per le merci è 1903 ha
- area di combustibile fossile medio mondiale per i rifiuti è 1283 ha
- fattore d'equivalenza pari a 2.2 gm^2/m^2
- yield factor pari a 1.4

3.4.4 Ottenimento dell'impronta totale per i rifiuti

La somma delle terre totali richieste per le differenti categorie di rifiuti è pari alla terra bioproduttiva richiesta per l'assimilazione dei rifiuti che corrisponde quindi alla relativa impronta ecologica.[3]

4. Il comune di Vezzano Ligure



Collocato su un promontorio nella Bassa Val di Magra, parte finale del settore ligure degli Appennini, Vezzano Ligure, *caratteristico borgo di notevole interesse storico-culturale*, domina il confluire del fiume Magra con il fiume Vara, in una delle zone più orientali della Liguria tra la Val di Magra, la Val di Vara e la piana della città di Sarzana.

Vezzano Ligure, a soli 14 chilometri dal capoluogo di La Spezia, è una *località dai due borghi*: Vezzano Superiore o *Soprano*, e Vezzano Inferiore o *Sottano*.



Di probabile origine romanica, l'antica cittadella rappresentò nel tempo un punto di partenza per i collegamenti che univano i due fiumi ed il golfo di La Spezia.

Il primo e significativo nucleo abitativo è sorto a Vezzano intorno al X secolo, costituito da muri a secco che circondavano la roccaforte difensiva costituita dal castello e la torre. Due secoli più tardi venne eretta oltre le mura una torre a pianta pentagonale collegata con un ponte al castello. Attualmente sono visibili solo alcuni resti del castello mentre la torre è ancora in buono stato.

Grazie al naturale contesto territoriale, il livello economico di Vezzano Ligure ha saputo sempre trovare un giusto equilibrio tra l'attività agricola, ove l'esposizione favorevole della coltivazione



di viti e ulivi permette la produzione di *uno dei migliori vini della Liguria*, e lo sviluppo di traffici commerciali, mediante le vie di comunicazione di fiumi e mare. Tra vigne e prati lungo le pendici della verde collina che ospita la parte alta della città, maggiormente abitata che presenta la tipica struttura urbana della *vetta*, è possibile ammirare un *panorama unico ed incantevole*, che ha reso in passato questo borgo strategicamente importante e conteso dai diversi poteri. La veduta da Vezzano Superiore si allarga da una parte al golfo di La Spezia e dall'altra alle bianchissime Alpi Apuane.



5. Applicazione della metodologia nel comune di Vezzano Ligure

Per la valutazione dell'impronta ecologica del Comune di Vezzano Ligure, ed in particolare di ogni singolo cittadino residente, si è cercato di fare riferimento ai dati più aggiornati possibile.
Come già ampiamente descritto nei precedenti capitoli, le categorie di consumo che vengono prese in considerazione per valutare l'impronta della comunità sono essenzialmente 5 :

- Alimenti
- Abitazioni
- Trasporti
- Beni di consumo
- Servizi

Ognuna di queste categorie di consumo, articolate in ulteriori sub-categorie, dà origine ad una impronta ecologica che deriva dalla somma di superfici di diverso tipo quali terreni agricoli, pascoli, foreste, aree marine, aree edificate e terre per l'energia.
Per ognuno dei consumi, espressi con opportune unità di misura, bisogna determinare il ciclo di vita delle conseguenze di tali consumi in termini di sottrazione/degradazione di suolo sia direttamente che indirettamente a causa dell'energia "incorporata" nei vari beni consumati.

La categoria delle abitazioni, ad esempio, comprende il terreno su cui una casa è stata costruita (inclusa una percentuale proporzionale di area urbana occupata per le infrastrutture), il territorio necessario per far crescere il legname da costruzione (o, in alternativa, il territorio per l'energia necessaria alla produzione dei mattoni e degli altri materiali) e il territorio per l'energia necessaria al riscaldamento/condizionamento dell'edificio.

Allo stesso modo, per il consumo di carne, bisogna considerare la quantità di pascoli necessaria per sostenere l'allevamento (o, nel caso di allevamenti industriali, tutti gli input di materia e di energia per il funzionamento delle stalle).

Nel caso in esame, è stato utilizzato come base di riferimento il foglio di calcolo elaborato da M. Wackernagel e D. Richardson per la stima dell'impronta personale e delle famiglie (vedi tabella successiva).

A questo punto il problema più rilevante è quello della stima dei consumi il cui calcolo cambia significativamente in funzione dell'entità delle comunità a cui il calcolo si riferisce.

Infatti, come precedentemente accennato, per il calcolo dell'impronta delle nazioni risulta più agevole, almeno per alcune categorie, valutare la quantità dei consumi utilizzando i dati su produzione, importazione ed esportazione.

Per comunità più ridotte (regioni, province o comuni) è ovviamente impossibile lavorare su tali dati in quanto produzione, importazione ed esportazione non sono confinabili entro i limiti amministrativi a cui tali comunità si riferiscono.

Per questa ragione bisogna utilizzare approcci che partono, in gran parte, dalla stima dei consumi familiari o personali.

Foglio di calcolo di M. Wackernagel e D. Richardson (stralcio)

Assess your Household's Ecological Footprint by Mathis Wackernagel and Dick Richardson

First, (and optional) calculate how many minutes of life energy it takes to earn one dollar. (Enter your income and hours spent)

0 dollars earned per month (after taxes) 0,00 hours of work per week
0 work related dollars spent per month 0,00 unpaid hours per week for work preparation (commuting etc.)
It takes #DIV/0! minutes of life energy to spend one dollar!

Second, choose whether you want to work with metric or US measurements. S : put "m" for metric, "s" for US standard

Third, register your monthly consumption in column D (or your yearly consumption in column E).

Footprint Calculation Matrix for Households page #1 of 2

Number of people in the household: 1 (land and sea space in square meters)

CATEGORIES	Units	AMOUNT per month	eqv. amount per year	Dollars spent (mth)	A) FOSSIL ENERGY	B) ARABLE LAND	C) PASTURE	D) FOREST	E) BUILT-UP LAND	F) SEA
1.-FOOD										
.Veggies, potatoes & fruit	[pounds]	0	0	1	0	0				
.Bread	[pounds]	0	0	1	0	0				
.Rice, cereals, noodles, etc.	[pounds]	0	0	1	0	0				
.Beans	[pounds]	0	0	1	0	0				
.Milk & yogurt	[quart]	0	0	1	0		0			
.Cheese, butter	[pounds]	0	0	1	0		0			
.Eggs [assumed to be 50 g each]	[number]	0	0	1	0	0				
.*Meat*										
..Pork	[pounds]	0	0	1	0	0				
..Chicken, turkey	[pounds]	0	0	1	0	0				
..Beef (grain fed)	[pounds]	0	0	1	0	0	0			
..Beef (pasture fed)	[pounds]	0	0	1	0		0			
.Fish	[pounds]	0	0	1	0					0
.Juice & wine	[quarts]	0	0	1	0	0				
.Sugar	[pounds]	0	0	1	0	0				
.*Oil & fat*										
..solid	[pounds]	0	0	1	0	0				
..liquid	[quarts]	0	0	1	0	0				
.Tea & coffee	[pounds]	0	0	1	0	0				
.Garden [area used for food]	[sqr ft]	0	0			0				
.Eating out [complete meals]	[number]	0	0	1	0	0	0			
SUB-TOTAL-1				**18**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0
2.-HOUSING										
.*House [living area]*									depending on design	
..brick house	[sqr ft]	0	0	1	0				0	
..wooden house (US standard)	[sqr ft]	0	0	1	0			0	0	
.Garden [m2 - not for food]	[sqr ft]	0	0	1		0				
.*Electricity*										
..thermic produced	[kWh]	0	0	1	0					
..lower course hydro	[kWh]	0	0	1		0				
..high altitude hydro	[kWh]	0	0	1			0			
.*Fossil gas ("natural gas")*										
..city gas	[cub.ft]	0	0	1	0					
..bottled liquid gas	[pounds]	0	0	1	0					
.*Liquid fossil fuel (oil)*										
..in volume	[gallons]	0	0	1	0					
..in weight	[pounds]	0	0	1	0					
.Water	[gallons]	0	0	1				0		
.Straw	[pounds]	0	0	1		0				
.Fire wood	[pounds]	0	0	1				0		
.Constr. wood & furniture	[pounds]	0	0	1	0			0		
SUB-TOTAL-2				**14**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0
3.- TRANSPORTATION										
.Bus/train	[pers*miles]	0	0	1	0				0	
.Taxi / other´s car	[miles]	0	0	1	0				0	
.Gasoline (if you have a car)	[gallons]	0	0	1	0					
.Parts for repair	[pounds]	0	0	1	0					
.Airplane	[pers.*hours]	0	0	1	0					
SUB-TOTAL-3				**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0

5.1 Valutazione dei consumi alimentari

L'impronta ecologica dovuta al consumo di alimenti e di beni costituisce una voce fondamentale della valutazione.

A livello nazionale, ad esempio, solo l'impronta dovuta ai consumi alimentari copre circa il 70% dell'impronta totale.

Si è inizialmente ipotizzato che i consumi di un vezzanese siano equiparabili a quelli di un cittadino ligure e per questo motivo un primo riferimento è costituito dai dati ISTAT sui consumi

delle famiglie liguri che riportano le spese mensili accorpate in macrocategorie come riportato nella tabella seguente.[6]

GRUPPI E CATEGORIE DI CONSUMO	Liguria	Italia
Pane e cereali	44	50
Carne	121,44	127,6
Pesce	32	34
Latte formaggi e uova	43,5	57
Oli e grassi	18,5	20,7
Patate frutta e ortaggi	59,6	64
Zucchero, caffè e drogheria	29	31
Bevande	20,6	36
Pasti e consumazioni fuori casa	52,5	58,3
CONSUMI ALIMENTARI E BEVANDE	**421,2**	**478,6**
Tabacchi	33	39
Abbigliamento e calzature	125,4	136
Abitazione *(principale e secondaria)*	438	444
Combustibili ed energia	80	96
Mobili, elettrodomestici e servizi per la casa	52,8	57
Sanità	84,7	88
Trasporti	254,1	303
Comunicazioni	46,2	41
Istruzione	35	39
Tempo libero, cultura e giochi	95,7	107
Altri beni e servizi	150,7	220
CONSUMI NON ALIMENTARI	**1395,6**	**1434**
TOTALE CONSUMI	**1817**	**1912,6**

Fonte:ISTAT

Per effettuare un calcolo dell'impronta ecologica più accurato si è resa necessaria una disaggregazione di tali dati ipotizzando una distribuzione media, solo all'interno di ogni categoria, analoga a quella media delle regioni del Nord Ovest.

Tra i dati disponibili quelli per la valutazione dei consumi alimentari si riferiscono alle seguenti categorie:

Pane e cereali:

Pane, grissini e crackers

Biscotti

Pasta e riso

Pasticceria e dolciumi

Carne:

Carne bovina

Carne suina

Pollame, conigli, selvaggina

Salumi

Pesce

Latte formaggi e uova:

Latte

Formaggi

Uova

Altro

Oli e grassi:

Olio di oliva

Altro

Patate frutta e ortaggi

Zucchero, caffè e drogheria:

Zucchero

Caffè, tè, cacao

Gelato e altro

Bevande:

Vino

Birra

Acqua minerale

Pasti e consumazioni fuori casa

Il calcolo è stato effettuato per ogni categoria utilizzando la seguente procedura, esemplificata per la categoria "pane e cereali":

1. confronto tra consumo di pane e cereali per la Liguria e per il Nord Ovest calcolando il coefficiente di proporzionalità C:

$$C = \frac{\text{Spesa in pane e cereali per la Liguria}}{\text{Spesa in pane e cereali per il Nord - Ovest}}$$

2. calcolo delle categorie di dettaglio (Pane, grissini e crackers, Biscotti, Pasta e riso, Pasticceria e dolciumi) moltiplicando il valore del Nord Ovest per il coefficiente C:

$$\text{Spesa per la categoria di dettaglio per la Liguria} = \text{Spesa per la categoria di det taglio per il Nord - Ovest} \cdot C$$

Ottenendo i seguenti risultati:

	Nord Ovest	**Liguria**
Pane e cereali	50	44
Pane, grissini e crackers	27,5	24,2
Biscotti	10.5	9.24
Pasta e riso	5	4,4
Pasticceria e dolciumi	7	6,16

3. Ripetizione del calcolo per ognuna delle categorie disponibili.

Infine si sono riportati i dati riferiti alle famiglie ai valori pro-capite con la seguente operazione:

$$\text{Consumo medio procapite} = \frac{\text{consumo medio familiare}}{\text{numero medio di componenti il nucleo familiare}}$$

I valori così elaborati sono sintetizzati nella seguente tabella:

Categorie	Consumo mensile procapite (€.)
Pane e cereali (totale):	**20**
Di cui pane, grissini e crackers:	11
Di cui pasta, riso e altro:	9
Carne (totale):	**55,2**
Di cui carne bovina:	26,6
Di cui carne suina:	3,6
Di cui pollame, conigli, selvaggina:	12,5
Di cui salumi:	9
Altra carne	3,5
Pesce (totale):	**14,54**
Latte formaggi e uova (totale):	**19,77**
Di cui latte:	4,5
Di cui formaggi:	10
Di cui uova:	1,57
Altro:	3,7
Olii e grassi (totale):	**8,4**
Di cui olio di oliva:	4,9
Burro e altro:	3,5
Patate frutta e ortaggi (totale):	**29,8**
Zucchero, caffè e drogheria (tot):	**13,8**
Di cui zucchero:	1,5
Di cui caffè, tè, cacao:	5,68
Di cui gelato e altro:	6
Bevande (totale):	**9,36**
Pasti e consumazioni fuori casa:	**23,89**

Tabella 1: Principali dati di riferimento

Popolazione residente	7.424
Superficie territoriale (Kmq)	18,41
N° medio componenti nucleo familiare	2,2

Per riportare i dati del consumo mensile medio pro-capite (disponibili in Euro) a valori quantitativi, in apposite unità di misura (variabili per le diverse categorie), si sono utilizzati i prezzi medi forniti dalla Camera di Commercio (dove disponibili).

Ad esempio per la categoria "carne" si è proceduto in questo modo:

Categorie	**Consumo medio pro-capite**	**Prezzo medio (€/kg)**	**Consumo medio (kg/cap)**
carne bovina	€. 26.6	€. 13	2,04
carne suina	€. 3.6	€. 8	0,45
pollame, conigli, selvaggina	€. 12.5	€. 11	1,13
Salumi	€. 9	€. 19	0,47
altra carne	€. 3.5	€. 7	0,5

Dove il consumo medio in kg/pro-capite è stato ricavato dividendo il consumo medio pro-capite (in €/cap) per il prezzo medio (in €/kg). Il prezzo medio riferito alla categoria di dettaglio "altra carne" è quello medio riportato dalla Camera di Commercio per la categoria generale "carne".
Tale procedura è stata seguita per tutte le altre categorie d'interesse.

Una volta ottenuto il dato quantitativo per ognuna delle categorie sopra elencate, per ottenere il dato relativo all'impronta ecologica di ognuna di esse, si è utilizzata l'ultima matrice di calcolo fornita da Wackernagel dalla quale sono stati estratti i coefficienti moltiplicativi che servono per la valutazione dell'impronta ecologica in tutte le sue componenti:

- territorio per energia
- territorio agricolo
- pascoli
- foreste
- superficie edificata o degradata
- aree marine

Ad esempio, per il calcolo della superficie agricola necessaria per il consumo di pane, grissini e cracker si è proceduto in questo modo:

territorio agricolo = 2,3688 · consumo medio annuo pro capite di pane, grissini e crackers

Dove 2,3688 è il coefficiente di calcolo fornito da Wackernagel e rappresenta, in m^2, l'impronta ecologica associabile al consumo di 1 kg di pane, grissini e crackers.

Tale operazione è stata effettuata per ognuna delle categorie elaborate, precedentemente elencate, e per ognuna delle componenti dell'impronta ecologica.
In alcuni casi è stato necessario elaborare tali coefficienti effettuando la media di altri. È questo il caso delle seguenti categorie di dettaglio:

- Altra carne (valore medio per la categoria carne)
- Altro (in latte, formaggi e uova si sono utilizzati i parametri del formaggio in quanto erano gli unici della categoria disponibili in kg)
- Burro e altro (si è ipotizzato che tale valore, esprimibile in kg, facesse riferimento solo ai grassi solidi)

- Gelato e altro (si è effettuata una media dei parametri del latte e dello zucchero)

5.2 Valutazione del consumo di beni e di servizi

In particolare tale procedura è stata seguita per le seguenti categorie:

Tabacchi

Abbigliamento e calzature

Abbigliamento

Calzature

Riparazioni di abbigliamento e calzature

Abitazione (principale e secondaria)

Affitto

Fitto figurativo

Acqua e condominio

Manutenzione ordinaria

Manutenzione straordinaria

Combustibili ed energia

Energia elettrica

Gas

Riscaldamento centralizzato

Mobili, elettrodomestici e servizi per la casa

Elettrodomestici

Mobili

Articoli di arredamento

Biancheria per la casa

Detersivi

Pentole, posate ed altre stoviglie

Tovaglioli e piatti di carta, contenitori di alluminio, ecc.

Lavanderia e tintoria

Servizi domestici

Riparazioni di mobili, elettrodomestici e biancheria

Sanità

Medicinali

Visite mediche generiche e specialistiche

Trasporti

Acquisto di auto

Acquisto di moto e scooter

Assicurazioni mezzi di trasporto

Pezzi di ricambio, olio e lubrificanti

Carburanti per veicoli

Manutenzione e riparazioni

Tram, autobus e taxi

Altri trasporti

Comunicazioni

Telefono

Acquisto apparecchi per telefonia

Istruzione

Libri scolastici

Tasse scolastiche, rette e simili

Tempo libero, cultura e giochi

Giochi e giocattoli

Radio, televisione, HiFi, videoregistratore

Computer, macchine da scrivere e calcolatrici

Libri non scolastici

Giornali e riviste

Dischi, cassette e videocassette

Cancelleria

Abbonamento radio-televisione e internet

Lotto e lotterie

Animali domestici

Piante e fiori

Riparazioni radio, televisione, computer, ecc.

Altri beni e servizi

Prodotti per la cura personale

Barbiere, parrucchiere, istituti di bellezza

Argenteria, gioielleria, bigiotteria, orologi

Borse, valige ed altri effetti personali

Assicurazioni vita e malattie

Onorari liberi professionisti

Alberghi, pensioni e viaggi organizzati

I valori elaborati sono sintetizzati in macrocategorie nella seguente tabella:

Tabacchi:	**15**

Abbigliamento e calzature:	**57**
Mobili, elettrodomestici e servizi per la casa:	**24**
Sanità:	**38,5**
Comunicazioni:	**21**
Istruzione:	**15,85**
Di cui libri scolastici:	6,5
Altro:	9,35
Tempo libero, cultura e giochi:	**43,5**
Di cui libri non scolastici:	4,5
Di cui giornali, riviste e cancelleria:	11,5
Altro:	27,5
Altri beni e servizi (escluso pasti e consumazioni fuori casa):	**68,5**
Di cui prodotti per la cura personale:	8,5
Di cui assicurazioni vita e malattie:	13,5
Altro:	46,5

Le voci mancanti, pur facendo parte dei "beni e servizi" vengono valutate separatamente nei paragrafi successivi.

5.2.1 Valutazione dei consumi di suolo e di energia

Riguardo alla voce "terre edificate" si è fatto riferimento ai dati riguardanti l'uso del suolo nel comune di Vezzano Ligure.

Per quanto riguarda la stima dell'impronta dovuta al "territorio per energia" connesso alle abitazioni, si è operato facendo riferimento alla quantità di superficie delle abitazioni con residenti che è stata poi suddivisa per il numero di abitanti del comune. A partire da questo dato, è stato valutato il territorio per energia utilizzando i parametri proposti da Wackernagel nella matrice di calcolo.

Tali parametri sono stati calcolati dall'autore analizzando il ciclo di vita di un edificio canadese di 350 mq abitabili, considerandone una durata media di 70 anni e un consumo energetico di 1.310 GJ.

Per l'energia elettrica, è disponibile dalla matrice di Wackernagel la conversione seguente:

1 KWh = 1,69 mq di territorio per energia

che permette di ricavare la componente dell'impronta dovuta al consumo di energia elettrica.

Per il gas naturale si è passati dal consumo globale in MJ a quello in m^3 considerando un potere calorifero medio di 0,04185 MJ/m^3:

1 m^3 di gas naturale = 0.04185 MJ

Quindi Wackernagel mette a disposizione la seguente conversione:

1 m^3 di gas naturale = 4,0063 mq di territorio per energia

permettendo di ricavare la componente dell'impronta dovuta al consumo di gas.

5.2.2 Valutazione dell'impronta imputabile ai trasporti

Per la categoria dei **trasporti** sono state previste due possibilità: l'inserimento di dati in euro con la suddivisione in trasporto pubblico e privato, o, altrimenti, l'inserimento dei seguenti valori:

Autobus/treno (km mensili pro capite)
Taxi (km mensili pro capite)
Carburante (consumo di litri mensile pro capite)
Aeroplano (ore mensili pro capite)

Di tali categorie di dettaglio, sono poi disponibili i parametri di conversione in mq nella matrice di Wackernagel, per il calcolo delle diverse categorie dell'impronta.

Avendo però a disposizione un dato sulla spesa e non sui Km percorsi, è stato utilizzato il primo sistema ovvero la suddivisione in trasporto pubblico e privato.

Trasporti:	
Autobus/treno (km):	0
Taxi (km):	0
Carburante (litri):	0
Aeroplano (ore):	0
Trasporto pubblico: Trasporto privato:	€. 25,5 €. 90

5.3 Valutazione dell'impronta imputabile ai rifiuti

Per quanto riguarda i rifiuti si sono fatte ricerche approfondite sulle percentuali dei rifiuti non differenziati e differenziati relativamente alle diverse categorie:

- Carta
- Plastica
- Vetro
- Metallo

come richiesto dalla metodologia precedentemente descritta.
I dati sono relativi all'anno 2006 e vengono riportati nella seguente tabella:

Rifiuti	**Totale per categoria**	**% riciclato**	**% non riciclato**
Carta	1178976,6	26,57%	29,5%
Plastica	543528,2	7,14%	13,6%
Vetro	299739,8	8,16%	7,50%
Metallo	159861,2	0,10%	4,00%
Altro	1814425,2	58%	45,4%

I rifiuti incidono principalmente sulle "terre per l'energia" e sulle "terre edificate"; in particolare per i rifiuti di carta si deve valutare anche la parte relativa alle "foreste". Come di consueto si sono utilizzati i coefficienti disponibili dalla matrice di Wackernagel per calcolarne i valori.

6. Conclusioni

Utilizzando le stime sui consumi ottenute con le metodologie in precedenza descritte è stato possibile compilare le seguenti tabelle che rappresentano i dati di input per il calcolo dell'impronta ecologica.

Alimenti	**Consumo mensile pro-capite in euro**	**costo medio in euro per unità di riferimento**	**unità di riferi-mento**

Pane e cereali (totale):	**20**		
Di cui pane, grissini e crackers:	11	2,5	Kg
Di cui pasta, riso e altro:	9	1,5	Kg
Carne (totale):	**55,2**		
Di cui carne bovina:	26,6	13	Kg
Di cui carne suina:	3,6	8	Kg
Di cui pollame, conigli, selvaggina:	12,5	11	Kg
Di cui salumi:	9	19	Kg
altra carne	3,5	7	Kg
Pesce (totale):	**14,54**	**11**	**Kg**
Latte formaggi e uova (totale):	**19,77**		
Di cui latte:	4,5	0,8	L
Di cui formaggi:	10	5	Kg
Di cui uova:	1,57	0,5	Numero
altro:	3,7	5	Kg
Oli e grassi (totale):	**8,4**		
Di cui olio d'oliva:	4,9	3,5	L
Burro e altro:	3,5	3	Kg
Patate frutta e ortaggi (totale):	**29,8**	**2,5**	**Kg**
Zucchero, caffè e drogheria (tot):	**13,8**		
Di cui zucchero:	1,5	0,9	Kg
Di cui caffè, tè, cacao:	5,68	1,2	Kg
Di cui gelato e altro:	6	5	Kg
Bevande (totale):	**9,36**	**2**	**L**
Pasti e consumazioni fuori casa:	**23,89**	**10**	**Kg**
Tabacchi (totale):	**15**	**36**	**Numero**

Beni di consumo e servizi **Tabacchi(vedi sopra)**	**Spesa mensile in Euro**
Abbigliamento e calzature:	**57**
Mobili, elettrodomestici e servizi per la casa:	**24**
Sanità:	**38,5**
Comunicazioni:	**21**
Istruzione:	**15,85**
Di cui libri scolastici:	6,5
Altro:	9,35
Tempo libero, cultura e giochi:	**43,5**
Di cui libri non scolastici:	4,5
Di cui giornali, riviste e cancelleria:	11,5
Altro:	27,5
Altri beni e servizi (escluso pasti e consumazioni fuori casa):	**68,5**
Di cui prodotti per la cura personale:	8,5

Di cui assicurazioni vita e malattie:	13,5
Altro:	46,5

Trasporti:	**Spesa mensile in Euro**
trasporto pubblico (euro):	25,5
trasporto privato (euro):	90

Uso del suolo:	**Ettari**
Superficie totale per abitazioni:	27,8
Superficie totale edificata:	117,73

Acqua ed energia	
Acqua potabile:	
consumo di acqua giornaliero pro capite (mc):	82
consumi energetici domestici:	
consumo di energia elettrica mensile totale (KWh):	4357
consumo di gas naturale mensile totale (mc):	406

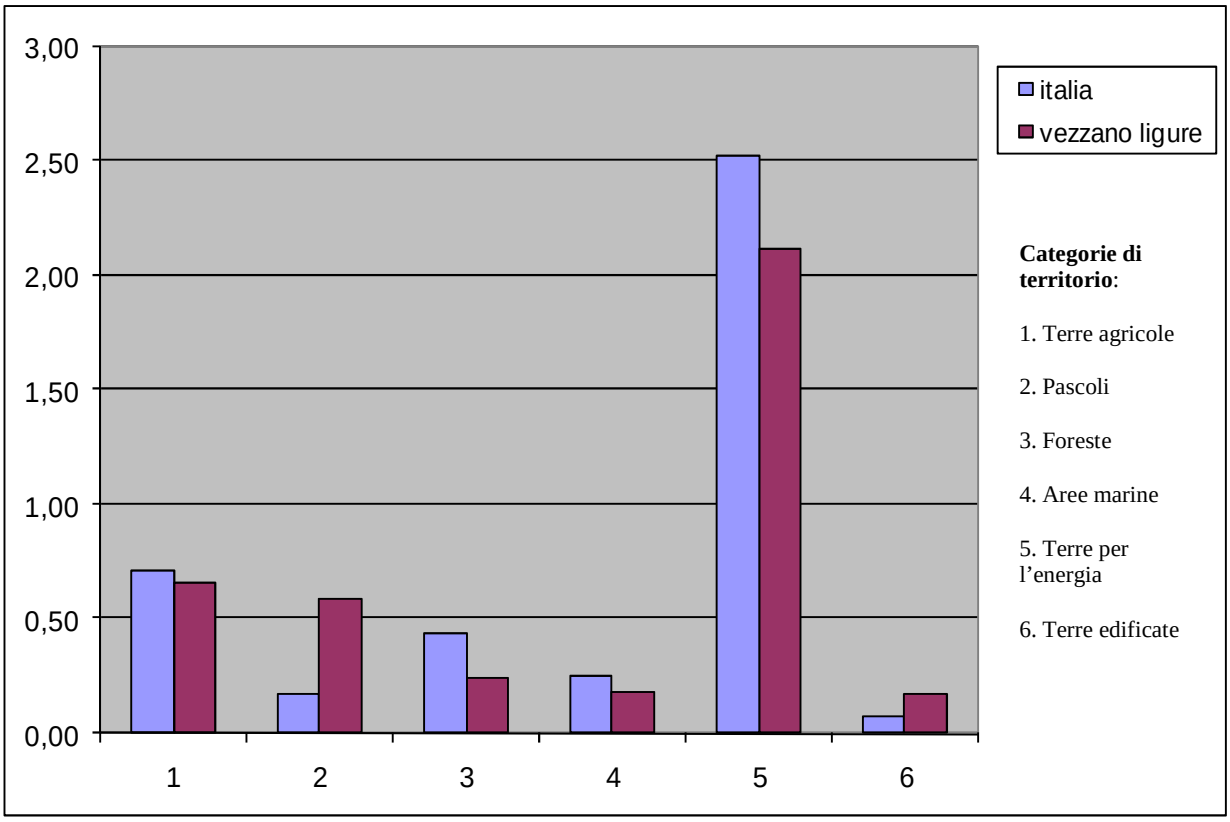
Rifiuti	Kg
Carta	1178976,6
Plastica	543528,2
Vetro	299739,8
Metallo	159861,2

6.1 Risultati

Ferme restando le cautele da tener presente per via dell'incertezza di alcune stime, che derivano come più volte detto da dati disponibili a livello di aggregazione non coincidente con quello richiesto e in forme non direttamente utilizzabili (di fatto la gran parte dei dati deriva da stime della "spesa" e non della quantità di consumi), la tabella seguente e gli altri elaborati di sintesi che si allegano, illustrano una ragionevole valutazione dell'impronta ecologica del comune di Vezzano Ligure.

L'impronta ecologica risulta essere pari a **3,95** gha/cap/anno, leggermente inferiore al valore medio nazionale corrispondente a 4,2 gha/cap/anno che si pone in una situazione intermedia fra le

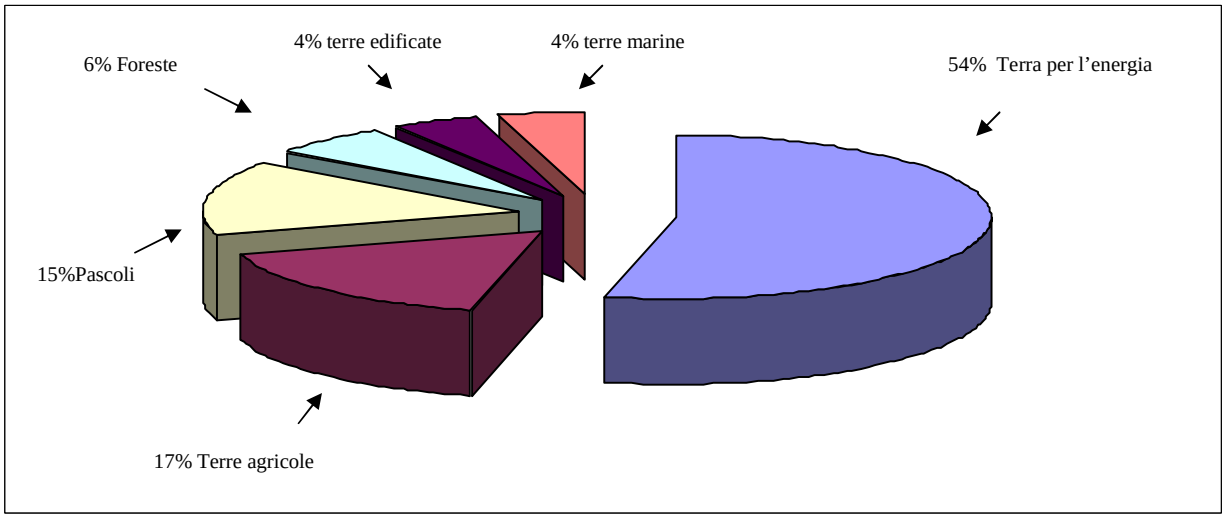
peggiori e le migliori prestazioni dei paesi industrializzati ma comunque superiore alla disponibilità di "capitale naturale": il deficit italiano risulta infatti essere pari a 3,2 gha/cap/anno dovuto da una biocapacità totale uguale a 1 gha/cap/anno (ecological footprint and biocapacity– 2006 edition). Di seguito è riportato il grafico che mette a confronto le due impronte secondo le categorie di territorio:



	Terreno per energia	Terreno agricolo	Terreno per Pascoli	Terreno per foreste	Terreno degradato	Superficie marina	Totale
Consumi alimentari	0,31	0,63	0,56	0,00	0,00	0,18	1,68
Consumi non alimentari	1,64	0,03	0,02	0,24	0,07	0,00	2
Rifiuti	0,16	0	0	0,002	0,09	0	0,26
Bioproduttività	1,1	2,8	0,5	1,1	2,8	0,2	
Impronta ecologica	2,1	0,66	0,58	0,24	0,17	0,18	3,95
Percentuali	54%	17%	15%	6%	4%	4%	100%

Tabella riassuntiva

Come si può vedere, il calcolo tiene conto di un fattore legato alla bioproduttività del terreno.
Tale fattore rappresenta la maggiore o minore produttività del paese (nel nostro caso l'Italia) rispetto alla media mondiale, per ognuna delle sei categorie. Ad esempio un fattore di rendimento pari ad 1,5 indica che la produttività di quella data categoria è più alta del 50% rispetto alla media mondiale.
Tale valore dell'impronta ecologica è da imputare per il 54% al consumo di "terra energetica" ovvero di quella quantità di superficie che serve per produrre in forme sostenibili (ad esempio coltivando specie dalle quali ricavare etanolo da utilizzare come combustibile) la quantità di energia necessaria per sostenere il ciclo di produzione e consumo connesso ai singoli beni.
Il 17% è costituito da terreno agricolo ed il 15% da pascoli, il restante 14% è ripartito fra foreste, terreno edificato e terre marine.



Per quanto riguarda le "responsabilità" dei diversi consumi, queste risultano a maggior carico dei consumi non alimentari (51%) rispetto a quelli alimentari (43%); il restante 6% è da imputare allo smaltimento dei rifiuti.

Si pensi che il consumo di un Kg di pane comporta una impronta ecologica di circa 9,7 m^2. La stessa quantità di carne bovina comporta una impronta di ben 140 m^2. I vegetali, il cui ciclo di

produzione e consumo è più breve, comportano una impronta di soli 2,6 m^2. Il consumo di un uovo comporta una impronta di circa 12 m^2 mentre bere un bicchiere di latte corrisponde a 2,3 m^2.
Per quanto riguarda i trasporti, essi incidono sull'impronta ecologica per via del consumo di combustibile e dell'energia impiegata per la realizzazione dei veicoli. A titolo di esempio si consideri che l'impronta ecologica di una persona che percorre 5 chilometri due volte al giorno per ogni giorno lavorativo può essere pari a 122 m^2 se usa la bicicletta, 303 m^2 se usa l'autobus, 1530 m^2 se usa l'automobile.
Le case creano una impronta ecologica a causa dell'occupazione diretta del suolo e del consumo di energia e materiali per realizzarle e mantenerle. Ad esempio si stima che una casa ad un piano di 150 m^2 crei una impronta di quasi 1700 m^2. Ovviamente, maggiori sono le persone che abitano in quella casa e minore sarà l'impronta pro capite.
Mobili, apparecchiature, vestiario, calzature e altri "beni di consumo" partecipano in modo significativo alla formazione dell'impronta ecologica. Considerando solo la voce abbigliamento e calzature si stima che per ogni 100 € spese, si crea una impronta di circa 77 m^2.
E ancora, fare una telefonata, stipulare un'assicurazione ed altre utilizzazioni di servizi pubblici o privati sono tutte attività che comportano consumi di energia e di materiali e, di conseguenza, la partecipazione alla formazione dell'impronta ecologica. Ad esempio si stima che la spesa di 100 € in servizi telefonici comporti una impronta di circa 50 m^2.

Sulla base di questi esempi e dei risultati ottenuti attraverso il foglio di calcolo, la comunità di Vezzano deve porsi l'obiettivo, per un futuro sostenibile, di ridurre la propria impronta ecologica. A tal fine l'Amministrazione Comunale può intervenire direttamente su quella quota di impronta legata ai consumi diretti di energia, ai servizi, ai trasporti, all'urbanistica ed alla gestione dei rifiuti solidi urbani.
Nel settore energetico vanno intraprese azioni volte al risparmio energetico ed alla sostituzione di fonti fossili con fonti rinnovabili, al fine di ridurre le emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra.
Le fonti energetiche rinnovabili, quali pannelli solari termici e fotovoltaici, forniscono una produttività molto maggiore dei combustibili fossili, e quindi una minore impronta ecologica, non richiedendo peraltro alcun uso diretto di territori ecologicamente produttivi.

Per quanto riguarda le politiche sulla mobilità, notevoli riduzioni dell'impronta ecologica si otterrebbero con un minore utilizzo dell'automobile ed un aumento del ricorso al trasporto pubblico e della mobilità ciclo/pedonale.

Lo smaltimento dei rifiuti in discarica comporta rilevanti emissioni di metano, gas con un forte potere di riscaldamento globale. E' quindi necessaria una notevole quantità di terra energetica per l'assorbimento dell'equivalente in anidride carbonica del gas prodotto in discarica. Incentivare la raccolta differenziata e introdurre nuove tecnologie di smaltimento ridurrebbe l'impronta ecologica.

Su altre componenti dell'impronta, quali quelle relative ai consumi alimentari e di beni, l'Amministrazione Comunale non può intervenire. È necessario, quindi, stimolare i cittadini vezzanesi ad effettuare il calcolo individuale della propria impronta, in modo da sperimentare di persona i vari modi in cui ridurla. Uno strumento per il calcolo della impronta personale è riportato nelle tabella successiva (in allegato si trova il foglio excel utilizzabile).

L'obiettivo più importante deve essere, quindi, quello di fare in modo che il calcolo dell'impronta non sia considerato fine a se stesso, ma piuttosto stimoli alcuni cambiamenti del proprio stile di vita a livello singolo e/o di comunità.

Alcune possibili azioni suggerite dal Living Planet Report che possono aiutare a "diminuire l'impronta" sono:

Per il terreno agricolo:

- privilegiare metodi di coltivazione che tutelino la biocapacità;
- proteggere il suolo dall'erosione causata dall'agricoltura intensiva o da fattori naturali (salificazione, cambiamenti climatici);
- limitare l'uso di pesticidi e di altri prodotti chimici favorendo la lotta integrata e l'agricoltura biologica;
- mantenere l'uso dei terreni agricoli limitando la costruzione di edifici ed infrastrutture.

Per i pascoli:

- usare meno prodotti di origine animale;
- mantenere pascoli che tutelino la biodiversità.

Per le foreste:

- mantenere incontaminato almeno il 10% delle foreste;
- evitare lo sfruttamento illegale, ripiantare gli alberi abbattuti, prevenire gli incendi;
- diminuire il consumo di carta e legno;
- riciclare prodotti a base di carta e legno.

Per il mare:

- ridurre la cattura di pesci ed altre forme di vita marine "indesiderate";
- combattere le pratiche di pesca illegali;
- istituire "parchi marini".

Per l'energia:

- incentivare tecnologie che risparmino energia nei trasporti, nell'industria, in casa;
- usare fonti rinnovabili (sole e vento);
- aiutare gli Stati in via di sviluppo ad investire in fonti di energia "sostenibili";
- combattere le deforestazione;
- aumentare i prezzi dell'energia, includendovi i costi ambientali;
- favorire il riciclaggio dei rifiuti per risparmiare energia con le materie prime seconde.

Tabella per il calcolo dell'impronta personale

Cosa mangi mediamente ogni giorno?	Risposte possibili
Pane	0 ○ 0 - 100 g ○ 100 - 200 g ◉ 200 - 300 g ○ > 300 g ○
Pasta	0 ○ 0 - 100 g ○ 100 - 200 g ◉ 200 - 300 g ○ > 300 g ○
Carne (compresi i salumi)	0 ○ 0 - 100 g ○ 100 - 200 g ◉ 200 - 300 g ○ > 300 g ○
Pesce	0 ○ 0 - 100 g ◉ 100 - 200 g ○ 200 - 300 g ○ > 300 g ○
Latte	0 ○ 1/2 bicchiere ○ 1 bicchiere ◉ 1 tazza ○ più di 1 tazza ○
Formaggio e latticini	0 ○ 0 - 50 g ◉ 50 - 100 g ○ 100 - 200 g ○ > 200 g ○
Uova	0 ○ 1/2 ◉ 1 ○ 2 ○ >2 ○
Vegetali (patate, frutta, ecc.) compresi i condimenti	0 ○ 0 - 100 g ◉ 100 - 200 g ○ 200 - 300 g ○ > 300 g ○

Quanto spendi in un anno per abbigliamento e calzature?	Risposte possibili
	€ < 103.29 £ < 200.000 ○ € 103.29 - 258.23 £ 200.000 - 500.000 ○ € 258.23 - 516.46 £ 500.000 - 1.000.000 ◉ € 516.46 - 1032.91 £ 1.000.000 - 2.000.000 ○ € > 1032.91 £ > 2.000.000 ○
Com'è la tua casa?	Risposte possibili
quante persone vivono nella tua casa?	1 ○ 2 ○ 3 ◉ 4 ○ 5 o più ○
quanti piani ha l'edificio in cui abiti?	1 piano ○ 2 piani ○ 3 - 5 piani ◉ 6 - 8 piani ○ > 8 piani ○
quanto è grande la tua casa?	< 50 mq ○ 50 - 100 mq ○ 100 - 200 mq ◉ 200 - 300 mq ○ > 300 mq ○
Come e quanto ti muovi?	Risposte possibili
con che mezzo vai abitualmente al lavoro?	piedi ○ bici ○ trasporto pubblico ◉ auto con altre persone ○ auto da solo ○
km effettuati giornalmente per andare al lavoro?	< 1 ◉ 1 - 10 ○ 10 - 20 ○ 20 - 50 ○ > 50 ○
Calcola la tua impronta	
Se mantieni questi consumi, la tua probabile IMPRONTA ECOLOGICA annua è pari a : 4,208537 ettari/anno	

Per quanto riguarda le imprese, esse dovrebbero intraprendere un percorso serio e consapevole di riconoscimento e riduzione degli impatti ambientali provocati dalle proprie attività. Questo deve essere visto non solo come mezzo per l'ottenimento di una *certificazione ambientale*, sempre più richiesta dalle amministrazioni pubbliche, ma soprattutto come una responsabilità sociale.

In conclusione, occorre rilevare che non è possibile affermare in termini assoluti che il problema del calcolo dell'impronta ecologica di un determinato contesto territoriale sia stata risolta in maniera esaustiva e definitiva.
Ciò dipende dalla definizione stessa di indicatore, che rappresenta un'interpretazione della realtà e non la realtà stessa, ovviamente. Vengono tradotti dati e statistiche in un' informazione che può essere facilmente compresa da scienziati, politici, amministratori e cittadini, ma che non deve assolutamente imporre politiche o definire giudizi esaustivi ed assoluti.
Si ricorda che gli indicatori sono un supporto ai processi decisionali i cui percorsi devono essere consapevoli dei limiti della scienza e quindi costruiti sul consenso e sulla condivisione della responsabilità tra i diversi attori.
Ciò è fondamentale soprattutto quando si usano indici sintetici complessi, come l'Impronta Ecologica, il cui calcolo si basa su una serie di stime ed assunzioni sia per quanto riguarda i dati di input che per la metodologia di calcolo.
È bene dire che, comunque, l' Impronta Ecologica segna un passo importante per la valutazione della sostenibilità, identificando inoltre i punti deboli principali della sostenibilità stessa.

6.2 *La certificazione ambientale*

Negli ultimi anni la tutela dell'ambiente ha assunto un ruolo fondamentale nel panorama della politica internazionale, soprattutto per quanto riguarda le imprese che si trovano a fronteggiare richieste sempre più pressanti di "qualità ambientale" dei propri prodotti e servizi sia da parte dei governi che di associazioni e movimenti ambientalisti.

Sta divenendo inoltre sempre più frequente la richiesta di certificazione ambientale da parte di amministrazioni pubbliche. Mentre fino a pochi anni fa la responsabilità delle iniziative a tutela dell'ambiente era totalmente nelle mani delle Istituzioni pubbliche, che si trovavano a dover conciliare evidenti e forti esigenze ambientali con necessità produttive, disponendo di strumenti operativi e legislativi spesso inadeguati, negli ultimi decenni, nei paesi più sviluppati si è invece andata diffondendo una mentalità nuova, che non vede più una competizione tra ambiente e sviluppo, ma cerca di instaurare una collaborazione tra tutti gli attori per la soluzione dei problemi ambientali, che diventano sempre più urgenti.

In questa ottica è nata la *certificazione ambientale*, ovvero l'adesione volontaria ad un programma di gestione ambientale che, a partire dal rispetto e dall'ottemperanza a leggi, norme e accordi esistenti, si prefigge un continuo miglioramento dell'efficienza ambientale.

Mentre in Europa vige dal 29 Giugno 1993 il Regolamento CEE 1836/93 denominato EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*), a livello internazionale si è affermata la certificazione secondo la norma ISO 14001, del novembre 1996, che può essere intrapresa da qualsiasi organizzazione senza limiti di tipo o dimensione. In entrambi i casi ottenere la certificazione ambientale comporta la messa a punto di un programma con obiettivi ben precisi e l'organizzazione, per conseguirli, di un adeguato "sistema di gestione ambientale" (*environmental management system*), che deve essere tenuto continuamente sotto stretto controllo e sottoposto a verifica periodica (*audit*). Requisito indispensabile per ottenere e mantenere entrambi i tipi di certificazione è che l'azienda dimostri quali/quantitativamente che la propria *performance ambientale* è in continuo miglioramento; a questo scopo l'EMAS prevede una vera e propria dichiarazione ambientale che deve essere presentata periodicamente.

Chiaramente l'adesione ad un programma di certificazione ambientale comporta benefici e costi e i primi devono essere tali da giustificare i secondi. Vanno pertanto tenuti presenti:

- investimenti in apparecchiature e impianti (es. per controllo ed abbattimento inquinanti, recupero energetico, etc....)
- costi di variazione dei processi
- costi di certificazione e di iscrizione
- costi e benefici legati al miglioramento dell'immagine e dei rapporti con attori esterni

– costi e benefici di carattere gestionale derivanti dal miglioramento dell'efficienza ambientale,

con particolare riguardo a:

– ottimizzazione nell'uso delle risorse
– riduzione dei rischi ambientali
– razionalizzazione e semplificazione delle procedure
– ampliamento delle possibilità di ottenere finanziamenti agevolati connessi alla salvaguardia del pubblico interesse
– semplificazione nelle procedure necessarie per il rilascio di autorizzazioni.

Per dimostrare il continuo miglioramento dell'efficienza ambientale, requisito indispensabile di ogni tipo di certificazione, il regolamento europeo suggerisce l'utilizzo di indicatori, capaci di fornire una facile e rapida visione dello *status* dell'azienda. In questa ottica può essere particolarmente adatto l'utilizzo degli indicatori di sostenibilità che, oltre ad essere di facile interpretazione, presentano anche solide basi teoriche e riescono a conciliare l'esigenza di praticità con quella del rigore scientifico.

Qualsiasi organizzazione intenda intraprendere il cammino della certificazione non può prescindere dal ricorrere ad una consulenza specifica di esperti in tema ambientale, che sappiano individuare i fattori di impatto sui quali intervenire, organizzare una corretta politica ambientale con obiettivi definiti, mettere a punto e tenere sotto controllo un adeguato sistema di gestione ambientale per raggiungere gli obiettivi prefissati. Si ritiene altresì che detti esperti debbano garantire uno stretto collegamento con la ricerca più avanzata a livello mondiale e quindi l'applicazione delle metodologie più all'avanguardia.

Oltre alla ISO 14001 e all'EMAS, un altro tipo di certificazione ambientale che sta sempre più prendendo piede è quella di eco compatibilità dei prodotti basata sul concetto del Life Cycle Assessment (LCA –ISO 14040). Questa prende in considerazione tutto l'iter produttivo di un dato prodotto, compresa l'ideazione e lo smaltimento e costituisce un fattore sempre più importante di competitività, perché esiste la propensione dei mercati a premiare i prodotti rispettosi della natura. Essa assume quindi, anche più degli altri due tipi di certificazione, particolare valenza per i prodotti agricoli ed alimentari.

La diffusione della certificazione ambientale è comunque enorme, se si pensa che non sono più soltanto le aziende del settore industriale, ma anche strutture pubbliche come i Comuni che si stanno certificando, e che anche nel settore turistico le adesioni ai programmi di certificazione ambientale sono sempre più frequenti. Sono infatti sempre più ricercate strutture ricettive che hanno particolari caratteristiche di eco compatibilità, e certi tour-operators cominciano ad indicare, assieme alla categoria alberghiera, anche i requisiti ambientali.

La certificazione ambientale rappresenta in sintesi il primo passo importante da compiere da parte di qualsiasi azienda, Ente od organizzazione senza limiti di tipo o dimensione, che voglia operare nel rispetto e nella tutela dell'ambiente e voglia dar prova di questo. La certificazione ambientale deve comunque essere sempre vista non come un punto di arrivo, ma come l'individuazione di una situazione di partenza ben precisa, che deve essere continuamente superata nel lungo cammino di recupero dell'ambiente e di attuazione dello sviluppo sostenibile.

Ultimamente si sta diffondendo in particolare la certificazione ambientale dei comuni, soprattutto di interesse turistico, storico e culturale, che vogliono dimostrare il loro impegno in campo ambientale, migliorare le proprie prestazioni ambientali e promuovere quindi la loro immagine.

Tutto questo avviene sull'onda del grande interesse suscitato dalla prima certificazione ambientale ottenuta da Varese Ligure (poco distante dal comune di Vezzano Ligure), attraverso il RINA (Registro Italiano Navale, uno dei principali enti italiani di certificazione) con il quale il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Biosistemi dell'Università di Siena ha sottoscritto, a partire dall'anno 2000, una lettera di intenti che sancisce la reciproca volontà a collaborare per la diffusione della certificazione e della tutela ambientale.

Concludendo si può affermare che uno studio di sostenibilità ambientale di un sistema produttivo e di un sistema territoriale, possono essere facilmente utilizzati per ottenere la certificazione secondo la norma ISO 14001 (e quindi anche secondo il Regolamento EMAS) e la norma ISO 14040.[10]

BIBLIOGRAFIA

1. Mathis Wackernagel and J. David Yount: *The ecological footprint: an indicator of progress toward regional sustainability* Wednesday, December 22, 2004

2. James P. Leape: *Living Planet Report 2006* WWF-World Wide Found For Nature. Gland, Switzerland (october 2006)

3. Dr. Md. Salequzzaman, Umme Tania Sultana, Md. Ahasanul Hoque: *Ecological footprint of waste generation: a sustainable tool for solid waste management of Khulna City Corporation of Bangladesh.*

4. Pasquale De Stefanis: *Il ruolo del recupero energetico all'interno del ciclo integrato di gestione dei rifiuti*. ENEA: Sezione sviluppo tecnologie trattamento dei rifiuti. (Convegno Rimini, 30 giugno 2006)

5. Guido Audasso, Maria Teresa Zunino (REGIONE LIGURIA), Guido Molinari, Giovanna Pizzi, Claudia Sirito (UNIONCAMERE LIGURIA), Piero Taccini, Giulia De Candia, Andrea Marino (ISTAT): *Annuario statistico regionale: Liguria 2006.* Unioncamere Liguria, Regione Liguria Istat, Sistan (2006)

6. WWF-Italia: *Valutazione dell'impronta ecologica della regione Liguria* Datasiel Progetto Ecozero (maggio 2000)

7. Angela Simone: *Indici ed indicatori di Sviluppo Sostenibile: l'Ecological Footprint.* Progetto AFA Alta Formazione Ambientale. Master "Management dei sistemi di gestione integrati" (Dicembre 2005)

8. Mathis Wackernagel, Chad Monfreda, Dan Moran, Paul Wermer, Steve Goldfinger, Diana Deumling, Michael Murray: *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method.* Global Footprint Network. (May 25, 2005)

9. WWF Italia: *L'impronta ecologica: il nostro "peso" sulla Terra* a cura di G. Bologna (2003)

10. ARCA e Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Biosistemi-Università di Siena: *Gli indicatori della sostenibilità.*

11. WWF-Dossier XXVIII: *L'impronta Ecologica uno strumento di verifica dei percorsi verso la sostenibilità* a cura di G. Bologna e A. Palella, redazione Pietrobelli (marzo 1999).

12. Nicky Chambers, Rachel Child, Nicola Jenkin, Kevin Lewis, Gorge Vergoulas e Mark Whiteley: *Stepping Forward-A resource flow and ecological footprint analysis of the South West of England (Tourism report and Technical report)* Stepping Forward project (aprile 2005)

13. Guangqing Chi, Brian Stone Jr : *Sustainable transport planning: Estimating the ecological footprint of vehicle travel in future years* Journal of urban planning and development Asce (settembre 2005).

Siti internet visitati:

http://it.wikipedia.org/wiki/Gestione_dei_rifiuti#column-one

http://it.wikipedia.org/wiki/Impronta_ecologica

http://italia.marangio.it/regione-liguria/provincia-la-spezia/comune-vezzano-ligure/

http://www.ecozero.it/ecozero/progamb.htm

http://www.wwf.it/ambiente/sostenibilita/home.asp

http://www.wwf.it/ambiente/sostenibilita/calcoloimpronta.asp

http://ecozero.liguriainrete.it/ecozero/impronta.htm

http://www.legambiente.com/

http://www.miw.it

http://www.steppingforward.org.uk/tech/footprint.htm

http://come.to/ecofoot

http://www.rprogress.org

http://www.steppingforward.org.uk