

INDICATORI DI SOSTENIBILITÀ: LA DIMENSIONE ‘AMBIENTE’ DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE*

Loredana Mirra[†] e Valentina Sabato[‡]

1. Introduzione

Da quando il concetto di sviluppo sostenibile, definito come quello sviluppo che soddisfa i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la capacità di soddisfare quelli delle generazioni future, è stato introdotto ufficialmente nel Rapporto della Commissione Brundtland¹ si sono diffusi numerosi studi sulla misurazione della sostenibilità.

Secondo il concetto generale, lo sviluppo sostenibile non consuma le risorse disponibili, ma le utilizza in maniera utile senza raggiungere il loro irreversibile impoverimento. Un sistema economico in crescita, quindi, è sostenibile solo se la quantità di risorse utilizzate ai fini della crescita permane, quantitativamente e qualitativamente, entro idonei limiti di sfruttamento². Implicita nel concetto di sviluppo sostenibile è l'integrazione di almeno tre dimensioni, i cosiddetti pilastri economico, sociale ed ambientale dello sviluppo sostenibile, a cui si aggiunge spesso una quarta dimensione istituzionale³.

Dal punto di vista istituzionale, la Dichiarazione del Millennio⁴ del 2000 rappresenta un impegno formale importante verso lo sviluppo sostenibile: 189 Paesi si sono impegnati nell'Assemblea del Millennio a conseguire gli Obiettivi di sviluppo del Millennio (*Millennium Development Goals* – MDG).

Gli MDG, a cui sono associati *target* specifici ed indicatori condivisi per il controllo della loro implementazione⁵, divenuti obbligatori dal Vertice mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile tenutosi a Johannesburg nel 2002⁶, impegnano esplicitamente la comunità mondiale ad andare verso la sostenibilità e consistono in otto obiettivi da raggiungere entro il

JEL Classification: C13; O13; Q01; Q56

Parole chiave: sviluppo sostenibile; indicatori ambientali; analisi delle componenti principali

* L'articolo è frutto del lavoro congiunto dei due autori; in particolare, sono da attribuirsi a V. Sabato i paragrafi 1, 2 e 3; a L. Mirra i paragrafi 4 e 5; ad entrambi il paragrafo 6.

[†] Università degli Studi “Tor Vergata” di Roma. E-mail: loredana.mirra@uniroma2.it.

[‡] Università LUMSA di Roma. E-mail: v.sabato@lumsa.it.

¹ World Commission on Environment and Development (1987).

² Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (2002).

³ Si veda il modello delle quattro sfere delle Nazioni Unite. United Nations (2001a).

⁴ United Nations (2000).

⁵ United Nations (2001b) e United Nations (2003).

⁶ United Nations (2002).

2015: sradicare la povertà e la fame estreme; raggiungere su scala universale l'istruzione primaria; promuovere l'uguaglianza di genere e dare potere alle donne; ridurre la mortalità infantile; migliorare la salute delle madri; combattere l'HIV/AIDS, la malaria e altre malattie; assicurare la sostenibilità ambientale; sviluppare una *partnership* globale per lo sviluppo.

Già Agenda 21⁷, documento sottoscritto durante la Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992, raccomandava l'individuazione e l'applicazione di indicatori di sostenibilità. Per guidare le scelte di una politica diretta allo sviluppo sostenibile sono necessari indicatori in grado di rappresentare con chiarezza e semplicità sia l'andamento dei processi economici, sociali ed ambientali più rilevanti per il modello di sviluppo di ciascun Paese, integrando le tre dimensioni fondamentali dello sviluppo sostenibile, sia i progressi verso gli obiettivi che i governi si propongono di conseguire in termini di sviluppo sostenibile.

L'adozione di un sistema integrato di indicatori con riferimento ai tre pilastri dello sviluppo sostenibile permette di superare nel contempo sia l'approccio prevalentemente economico nella valutazione della crescita sia l'approccio prevalentemente ambientalista nella valutazione del grado di sostenibilità del sistema economico.

Allo scopo di definire, quindi, un sistema di indicatori di sostenibilità, si sono sviluppate numerose iniziative internazionali e nazionali dirette alla produzione di liste di indicatori puntuali o tematici oppure alla costruzione di indici compositi o aggregati.

Le liste di indicatori puntuali consistono in elenchi di indicatori semplici, che generalmente superano il centinaio e che rappresentano quindi un grado di aggregazione dei dati quasi nullo. Ad un livello intermedio di aggregazione si collocano, invece, le liste di indicatori tematici, che riducono la quantità delle informazioni secondo un approccio a carattere tematico, che comporta la selezione di una *core set* ridotto di indicatori. È questo il caso, ad esempio, della lista di indicatori delle Nazioni Unite e di quella degli indicatori europei.

Gli indicatori compositi o aggregati, invece, hanno l'obiettivo di definire un indice integrato di sviluppo, che superi il limite del pil di misurare esclusivamente la crescita economica e che evidenzii, invece, anche la qualità del modello di sviluppo e la sua sostenibilità.

Nell'ambito delle iniziative di costruzione di indici aggregati di sostenibilità, le più diffuse sono quelle in cui prevale l'aspetto ambientale (Impronta Ecologica, Indice di sostenibilità ambientale, Indice di *performance* ambientale), tanto che la dimensione 'Ambiente' dello sviluppo sostenibile è sicuramente la più avanzata nel processo di integrazione di indicatori attraverso metodologie di aggregazione, seppure manca un consenso internazionale sulla validità di tali indici nella misurazione dello stato dell'ambiente nel suo complesso.

⁷ United Nations (1992).

In Italia l'iniziativa più rilevante, ai fini del presente lavoro, soprattutto per il notevole sforzo compiuto nell'individuazione dei *target* appropriati associati agli indicatori inclusi nel progetto e per gli aspetti metodologici della costruzione dell'indice aggregato, dai quali però la nostra analisi in parte si discosta, è quella del Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro (CNEL), che ha l'obiettivo di costruire un sistema condiviso di indicatori per lo sviluppo sostenibile basato su indici (aggregati tematici di indicatori), indicatori (che descrivono direttamente i fenomeni economici, sociali ed ambientali) e *target* (obiettivi da perseguire nel tempo) e che integra le tre dimensioni della sostenibilità.

Prendendo le mosse dai precedenti studi e progetti di ricerca in tema di indici aggregati di sostenibilità, il presente lavoro ha come obiettivo quello di costruire un indice composito della dimensione 'Ambiente' dello sviluppo sostenibile per le regioni italiane, che parte da indicatori elementari di natura ambientale, appropriatamente raggruppati in temi.

Una volta definiti gli indicatori elementari, questi vengono normalizzati, ponderati e raggruppati secondo tre livelli di aggregazione: indicatori elementari, indici tematici, indice sintetico di sostenibilità ambientale, EnvIndex.

L'EnvIndex è calcolato per le regioni italiane, laddove la maggior parte degli indicatori di sostenibilità sviluppati in letteratura si riferiscono ad un livello di aggregazione territoriale nazionale. Il livello regionale a cui si riferisce la nostra analisi rende maggiormente problematica la costruzione del *dataset*, in considerazione dell'ancora più parziale disponibilità di dati regionali rispetto a quelli nazionali.

Il presente lavoro è organizzato nel modo seguente. Il paragrafo 2 presenta una rassegna, necessariamente parziale, degli indicatori di sostenibilità, con particolare attenzione a quelli di sostenibilità ambientale. Il paragrafo 3 studia in dettaglio la metodologia elaborata dalle Università di Yale e della Columbia nella costruzione del loro Indice di *performance* ambientale, che fa da riferimento alla nostra analisi di sostenibilità ambientale delle regioni italiane. Il paragrafo 4 descrive gli aspetti metodologici relativi alla costruzione del nostro *dataset* e al calcolo dell'EnvIndex. Il paragrafo 5 presenta i risultati dell'analisi. L'ultimo paragrafo conclude.

2. I principali indicatori di sostenibilità

Il capitolo 40 di Agenda 21⁸ richiede ai Paesi e alle organizzazioni internazionali di sviluppare indicatori di sostenibilità necessari per accrescere l'attenzione sullo sviluppo sostenibile e che siano di supporto alle autorità

⁸ United Nations (1992).

politiche, a tutti i livelli, nell'adozione delle politiche nazionali di sviluppo sostenibile. In tale contesto, nel 1996 la Commissione per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite ha proposto una lista di 134 indicatori⁹, distribuita a tutti i governi per una fase di utilizzo e verifica degli indicatori e valutazione della loro applicabilità ed efficacia come supporto per i processi decisionali a livello nazionale. A tale fase di verifica internazionale hanno partecipato, su base volontaria, 22 Paesi di tutto il mondo¹⁰.

L'approccio utilizzato per l'identificazione e la selezione degli indicatori del 1996 è il modello *determinante-stato-risposta*: all'interno dei quattro pilastri fondamentali dello sviluppo sostenibile (sociale, economico, ambientale ed istituzionale), gli indicatori sono classificati secondo le loro caratteristiche di determinanti (attività umane, processi e modelli che hanno un effetto positivo o negativo sullo sviluppo sostenibile), stato (descrizione della condizione di sviluppo sostenibile) e risposte (azioni della società finalizzate allo sviluppo sostenibile)¹¹.

Come risultato della fase di verifica internazionale, ufficialmente conclusasi nel 1999, il Dipartimento degli affari economici e sociali delle Nazioni Unite ha optato per una revisione della lista degli indicatori, passando dal modello *determinante-stato-risposta* ad un approccio tematico e attuando una riduzione del numero complessivo di indicatori.

Nel 2001 viene quindi pubblicata la nuova lista di indicatori¹², consistente in 58 indicatori, organizzati in 15 temi e 38 sotto-temi, all'interno dei quattro pilastri fondamentali dello sviluppo sostenibile.

Nel 2005 è cominciata una nuova fase di revisione della lista di indicatori, sulla base dell'esperienza accumulata nel loro utilizzo dal 2001 e procedendo anche ad una valutazione della loro coerenza con gli indicatori degli MDG¹³. La nuova lista di indicatori¹⁴ consiste di 50 indicatori-chiave, facenti parte di

⁹ United Nations (1996), il cosiddetto "Libro Blu".

¹⁰ Austria, Barbados, Belgio, Bolivia, Brasile, Cina, Costa Rica, Filippine, Finlandia, Francia, Germania, Ghana, Kenya, Maldive, Marocco, Messico, Pakistan, Regno Unito, Repubblica Ceca, Sud-Africa, Tunisia e Venezuela.

¹¹ Il modello originario è il modello *pressione-stato-risposta*, proposto dall'OCSE (Organisation for Economic Cooperation and Development, 1993), che classifica le variabili ambientali in indicatori di stato, che descrivono la qualità dell'ambiente, indicatori di pressione, che descrivono le pressioni esercitate dalle attività umane sull'ambiente, ed indicatori di risposta, che descrivono le risposte della società in termini di attività di tutela ambientale. L'Agenzia Europea per l'Ambiente ha poi elaborato una variante del modello dell'OCSE, denominata modello *determinante-pressione-stato-impatto-risposta* (EUROSTAT, 1999), che introduce le cause generatrici primarie (determinanti) delle pressioni sull'ambiente, a monte delle pressioni, e gli effetti (impatti) sull'ecosistema e sulla salute umana derivanti dai fattori di pressione ambientale.

¹² United Nations (2001a).

¹³ United Nations Department of Economic and Social Affairs (2006a) e (2006b).

¹⁴ United Nations Department of Economic and Social Affairs (2007). La terza edizione del "Libro Blu" verrà pubblicata quest'anno.

un insieme più ampio di 96 indicatori di sviluppo sostenibile, organizzati in 14 temi¹⁵ e 44 sotto-temi, parzialmente modificati rispetto alla precedente versione del 2001, mentre viene abbandonata la classificazione formale degli indicatori nei quattro pilastri fondamentali dello sviluppo sostenibile al fine di sottolineare la sua natura multi-dimensionale, in considerazione del fatto che molti indicatori si riferiscono a più di un pilastro. Gli indicatori-chiave coprono questioni rilevanti per lo sviluppo sostenibile nella maggior parte dei Paesi, trasmettono informazioni cruciali non contenute in altri indicatori-chiave e possono essere calcolati, nella maggior parte dei Paesi, a partire da dati già disponibili o che possono essere resi disponibili in tempi e a costi ragionevoli.

L'ufficio statistico delle Comunità Europee (EUROSTAT), come contributo alla fase di verifica internazionale della prima lista di indicatori di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, ha prodotto nel 1997 uno studio pilota, basato su quella lista, contenente 46 indicatori europei¹⁶. Nel 2001 EUROSTAT ha pubblicato un secondo studio contenente 63 indicatori¹⁷. Dal 2002 al 2005 un gruppo di esperti, noto come "Sustainable Development Indicators Task Force", ha sviluppato la lista di indicatori dell'Unione Europea, approvata dalla Commissione Europea nel febbraio 2005, diretti a monitorare la strategia di sviluppo sostenibile dell'Unione Europea, adottata dal Consiglio Europeo di Göteborg nel 2001¹⁸.

La struttura degli indicatori europei di sviluppo sostenibile segue un approccio gerarchico, in cui gli indicatori sono organizzati in tre livelli, ciascuno rivolto ad una diversa tipologia di utenti. La lista di indicatori comprende 155 indicatori, raggruppati in 10 temi¹⁹ che riflettono le priorità di intervento della strategia e i successivi impegni politici collegati ad essa. I temi sono ulteriormente divisi in sotto-temi, diretti al controllo dei progressi verso gli obiettivi generali, e "aree da considerare", dirette a supportare analisi più dettagliate e diversificate dei fattori di base di ciascun tema.

Relativamente alle iniziative di costruzione di indici compositi di sostenibilità, il presente paragrafo propone una rassegna dei più significativi dal punto di vista dell'applicazione di metodologie di aggregazione di indicatori elementari e che hanno costituito la base di studio di partenza della nostra a-

¹⁵ Povertà; *Governance*; Salute; Istruzione; Demografia; Rischi naturali; Atmosfera; Territorio; Oceani, mari e coste; Acqua dolce; Biodiversità; Sviluppo economico; *Partnership* economica globale; Modelli di consumo e produzione.

¹⁶ EUROSTAT (1997).

¹⁷ EUROSTAT (2001).

¹⁸ Commission of the European Communities (2001). La strategia di sviluppo sostenibile dell'Unione Europea è stata rinnovata nel 2006 (Council of the European Union, 2006). In conseguenza dell'adozione di tale nuova strategia, la lista di indicatori europei è attualmente sotto revisione; i nuovi indicatori saranno disponibili entro la fine del 2007.

¹⁹ Sviluppo economico; Povertà ed esclusione sociale; Invecchiamento della popolazione; Salute pubblica; Cambiamenti climatici ed energia; Modelli di consumo e produzione; Gestione delle risorse naturali; Trasporti; Buon governo; *Partnership* globale.

nalisi: l'Indice di sviluppo umano, l'Impronta Ecologica, l'Indice di sostenibilità ambientale, l'Indice di *performance* ambientale, l'indice ISSI, che costituisce il fondamento metodologico del progetto sviluppato dal CNEL nel contesto italiano.

L'Indice di sviluppo umano (*Human Development Index* – HDI) è stato utilizzato per la prima volta nel Rapporto sullo sviluppo umano del 1990, commissionato dal Programma di sviluppo delle Nazioni Unite²⁰, il primo di una serie di rapporti annuali, che ha aperto il dibattito sullo sviluppo umano contribuendo alla sua definizione, misurazione e analisi sul piano politico. Il messaggio centrale del Rapporto sullo sviluppo umano del 1990 è che, sebbene la crescita del prodotto nazionale sia certamente necessaria per soddisfare tutti gli obiettivi umani essenziali, è altresì importante studiare come tale crescita si traduca in sviluppo umano, definito come un processo di ampliamento delle scelte delle persone, che comprende, da una parte, la formazione di capacità umane e, dall'altra, l'utilizzo che le persone fanno delle loro capacità acquisite. Le scelte umane più critiche, che nel Rapporto vengono identificate come le dimensioni fondamentali dello sviluppo umano, sono la possibilità di condurre una vita lunga e sana, misurata attraverso l'aspettativa di vita alla nascita, la possibilità di ricevere un'istruzione, misurata attraverso il tasso di alfabetizzazione della popolazione adulta e il tasso di scolarità relativo ai livelli di istruzione primaria, secondaria e terziaria, e la possibilità di godere di un adeguato tenore di vita, misurata attraverso il pil *pro capite* espresso in termini di parità di potere d'acquisto in dollari.

A monte del calcolo dell'HDI, viene calcolato un indice per ciascuna delle tre dimensioni, scegliendo, per ciascun indicatore sottostante²¹, una soglia massima ed una minima²², cosicché l'indice viene espresso come un valore compreso tra 0 e 1, risultante dal rapporto tra la differenza del valore effettivo e del valore minimo e la differenza tra il valore massimo e il valore minimo. L'HDI viene poi calcolato come media semplice degli indici dell'aspettativa di vita, del grado di istruzione e del pil²³.

L'Impronta Ecologica è un sistema di contabilità delle risorse, creato nel 1996 da M. Wackernagel e W. Rees²⁴ e sviluppato dal *Global Footprint Network*, che misura il grado in cui un dato Paese sta vivendo entro i limiti dei suoi mezzi ecologici. Il suo calcolo è basato sul concetto di capacità di ca-

²⁰ United Nations Development Programme (1990).

²¹ Per la dimensione dell'istruzione, l'indicatore utilizzato è una media ponderata del tasso di alfabetizzazione della popolazione adulta, con peso pari a 2/3, e del tasso di scolarità ai livelli di istruzione primaria, secondaria e terziaria, con peso pari a 1/3.

²² I valori massimi e minimi sono pari a 85 e 25 anni per l'aspettativa di vita, 100% e 0% per i tassi di alfabetizzazione e di scolarità, 40.000 e 100 dollari per il pil *pro capite*.

²³ United Nations Development Programme (2006), Technical note 1, p. 460 e Anand e Sen (1994).

²⁴ Wackernagel e Rees (1996).

rico, che rappresenta il massimo tasso di utilizzo delle risorse e di produzione di rifiuti che può essere sostenuto senza intaccare progressivamente la produttività e l'integrità funzionale degli ecosistemi rilevanti.

Ai fini del calcolo dell'Impronta Ecologica²⁵, viene stimata la superficie di terreno ed acqua biologicamente produttiva necessaria per produrre le risorse consumate e per assorbire i rifiuti prodotti da una determinata popolazione, date la tecnologia e la gestione delle risorse prevalenti. L'Impronta Ecologica, che rappresenta la domanda umana di produzione di risorse e assimilazione dei rifiuti, viene poi confrontata con la capacità biologica²⁶, che rappresenta l'offerta della natura. A tal fine, sia l'Impronta Ecologica che la capacità biologica sono espresse in unità di ettari globali, ossia ettari con una produttività biologica pari a quella media mondiale²⁷. I risultati vengono presentati in termini di *deficit ecologico*, quando l'Impronta Ecologica di una popolazione eccede la capacità biologica disponibile del territorio di quella popolazione in un dato anno, e di *riserva ecologica*, quando l'Impronta Ecologica è al di sotto della capacità biologica.

L'Indice di sostenibilità ambientale (*Environmental Sustainability Index – ESI*)²⁸, sviluppato dallo *Yale Center for Environmental Law and Policy* (YCELP) dell'Università di Yale e dal *Center for International Earth Science Information Network* (CIESIN) dell'Università della Columbia, in collaborazione con il *World Economic Forum* (WEF) e il *Joint Research Centre* (JRC) della Commissione Europea, misura la capacità dei Paesi di proteggere l'ambiente, attraverso l'aggregazione di 76 variabili, che riguardano le dotazioni di risorse naturali, i livelli di inquinamento passati e presenti, gli sforzi di gestione ambientale e la capacità di una società di migliorare la sua *performance* ambientale, in 21 indicatori di sostenibilità ambientale, organizzati in 5 categorie generali²⁹. Tali indicatori sono poi aggregati in un indice sintetico, l'ESI.

²⁵ Kitzes et al. (2007).

²⁶ La capacità biologica è la capacità degli ecosistemi di produrre materiali biologici utili, definiti, per ciascun anno, come quei materiali utilizzati dall'economia umana in quell'anno, e di assorbire i materiali di rifiuto prodotti, utilizzando gli schemi di gestione e le tecnologie di estrazione correnti.

²⁷ Il calcolo dell'ettaro globale è una normalizzazione dei diversi tipi di aree che tiene conto delle differenze di produttività dei terreni e dei mari. Al fine di convertire le aree effettive, espresse in ettari, di diversi tipi di terreni nei loro equivalenti ettari globali vengono utilizzati dei fattori di equivalenza e dei fattori di rendimento. I fattori di equivalenza traducono una specifica tipologia di terreno in un'unità universale di area biologicamente produttiva (un ettaro globale). I fattori di rendimento invece tengono conto delle differenze in termini di produzione di una data tipologia di terreno nei diversi Paesi.

²⁸ Esty et al. (2005).

²⁹ Sistemi ambientali; Riduzione delle pressioni ambientali; Riduzione della vulnerabilità umana alle pressioni ambientali; Capacità sociale ed istituzionale di rispondere alle pressioni ambientali; Gestione globale.

Il modello di riferimento dell'ESI è il modello *pressione-stato-risposta*, in quanto si concentra sullo stato dei sistemi ambientali, misura le pressioni su tali sistemi, inclusi i tassi di inquinamento e di esaurimento delle risorse naturali, nonché gli impatti, le risposte e il grado di vulnerabilità umana al cambiamento ambientale e registra la capacità di una società di fronteggiare le pressioni ambientali e quanto ciascun Paese contribuisce alla gestione globale.

La metodologia di aggregazione delle 76 variabili nei 21 indicatori e dei 21 indicatori nell'ESI è quella della somma ponderata con attribuzione di pesi uguali³⁰. La scelta di utilizzare pesi uguali sia a livello di variabili sia a livello di indicatori ha come presupposto l'impossibilità di definire un meccanismo oggettivo di assegnazione dei pesi che determini l'importanza relativa dei diversi aspetti della sostenibilità ambientale. Sicuramente, a livello nazionale, i pesi attribuiti agli indicatori selezionati sono diversi, in quanto diversa è la priorità politica assegnata ad essi da parte dei governi, ma non è possibile determinare a priori un sistema di pesi differenziati, globalmente applicabile, che permetta un corretto confronto tra Paesi³¹.

L'Indice di *performance* ambientale (*Environmental Performance Index* – EPI), progetto pilota per il 2006 sviluppato, anche questo, dallo YCELP dell'Università di Yale e dal CIESIN dell'Università della Columbia, in collaborazione con il WEF e il JRC della Commissione Europea³², è un indice composito diretto a misurare gli effettivi risultati nazionali di protezione dell'ambiente, basato sui risultati misurabili che possono essere collegati a *target* di politica e che, in linea di principio, possono essere seguiti nel tempo. Esso è costruito su indicatori rilevanti per l'obiettivo di 'salute ambientale', che consiste nella riduzione delle pressioni esercitate dall'ambiente sulla salute dell'uomo, e per l'obiettivo di 'vitalità dell'ecosistema', che consiste nella riduzione della perdita e del degrado degli ecosistemi e delle risorse naturali.

La metodologia utilizzata³³ è quella della "vicinanza al *target*": attraverso l'identificazione di *target* specifici e misurando quanto ciascun Paese si avvicina ad essi, l'EPI costituisce un riferimento effettivo per l'analisi delle poli-

³⁰ Le variabili (e gli indicatori) vengono espresse in termini dei corrispondenti *z-score*, ottenuti sottraendo la media dal valore osservato e dividendo il risultato per la deviazione *standard* delle variabili. L'utilizzo degli *z-score* è una forma di normalizzazione dei dati diretta a rimuovere gli effetti della scala, quando i dati sono espressi in unità di misura diverse, senza però modificare le distanze relative tra le osservazioni. Per le variabili in cui valori elevati corrispondono a bassi livelli di sostenibilità ambientale, si inverte l'ordine sottraendo il valore osservato dalla media e dividendo il risultato per la deviazione *standard*.

³¹ L'analisi di sensibilità dei risultati rispetto alle scelte metodologiche ed alle ipotesi fatte nella costruzione dell'ESI dimostra comunque che, pur determinando i pesi attraverso delle metodologie statistiche, nessun indicatore risulta essere significativamente più o meno importante degli altri.

³² Esty et al. (2006).

³³ La descrizione dettagliata della metodologia di costruzione dell'EPI è oggetto del successivo paragrafo.

tiche ambientali e la valutazione dei loro risultati. Le graduatorie dei Paesi per tema ambientale e aggregate che ne derivano facilitano i confronti tra i Paesi sia a livello globale sia all'interno di raggruppamenti rilevanti. Permettendo una rappresentazione dei risultati per tema, per categoria di politica, per gruppi rilevanti e per Paese, l'EPI consente l'individuazione dei Paesi *leader* e dei Paesi in ritardo in tema di sostenibilità ambientale, delle migliori pratiche di politica ambientale e delle priorità d'intervento e, più in generale, si configura come uno strumento per valutare gli investimenti sull'ambiente e migliorare i risultati delle politiche ambientali. Entro i limiti critici rappresentati dalla incompletezza delle serie temporali di dati disponibili e dalla disomogeneità dei dati, la metodologia utilizzata per la costruzione dell'EPI permette classificazioni basate sul tasso di progresso verso gli obiettivi stabiliti e valutazioni su scala globale della traiettoria ambientale mondiale.

Le misure quantitative dell'EPI comprendono 16 indicatori (5 rilevanti per l'obiettivo di 'salute ambientale' e 12 per l'obiettivo di 'vitalità dell'ecosistema'), che abbracciano l'insieme dei temi ambientali prioritari, misurabili attraverso le fonti dei dati attualmente disponibili. Per ciascun indicatore viene identificato un obiettivo rilevante di salute pubblica di lungo periodo o di sostenibilità dell'ecosistema, quantificato in termini di *target* definiti sulla base degli accordi internazionali in materia, degli *standard* di salute pubblica e ambientale fissati dalle organizzazioni internazionali e dai governi nazionali, della letteratura scientifica e dell'opinione di esperti nel mondo³⁴. I *target* fissati sono gli stessi per tutti i Paesi considerati e sono interpretati come riferimenti assoluti di sostenibilità ambientale a lungo termine. Per ciascun Paese e per ciascun indicatore, viene calcolato il valore di "vicinanza al *target*". La matrice dei dati copre 133 Paesi per i quali sono disponibili i valori di tutti i 16 indicatori.

Sulla base dei 16 indicatori è possibile valutare la 'salute ambientale' e la 'vitalità dell'ecosistema' a tre livelli di aggregazione. Il primo livello consiste nel calcolo dei punteggi all'interno di 6 categorie di politiche ambientali: 'salute ambientale', 'qualità dell'aria', 'risorse idriche', 'biodiversità e habitat', 'risorse naturali produttive', 'energie sostenibili'; il secondo livello consiste nel calcolo dei punteggi all'interno dei 2 obiettivi generali: 'salute ambientale', che coincide con il punteggio di primo livello della categoria di politica ambientale con lo stesso nome, e 'vitalità dell'ecosistema', che si basa sui punteggi di primo livello delle altre 5 categorie di politica; l'ultimo livello consiste nel calcolo di un indice di *performance* ambientale sintetico come media dei punteggi dei 2 obiettivi generali.

³⁴ In riferimento ai *target*, 4 dei 5 indicatori di 'salute ambientale' hanno *target* espliciti su cui vi è un consenso uniforme, mentre solo 4 dei 12 indicatori di 'vitalità dell'ecosistema' hanno *target* stabiliti condivisi.

In Italia il CNEL ha promosso il progetto “Indicatori per lo sviluppo sostenibile”³⁵, che adotta l’approccio metodologico elaborato dall’Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (ISSI) nel suo primo rapporto sullo stato della sostenibilità in Italia³⁶.

L’indice ISSI è un indice a carattere gerarchico. Esso, che rappresenta l’indice di primo livello, è costruito su un *set* di 30 indicatori-chiave, che costituiscono il terzo livello, 10 per ognuno dei 3 domini (secondo livello) di cui si compone: ‘Società ed Economia’, ‘Ambiente’, ‘Uso delle risorse’.

I 30 indicatori-chiave sono associati ad un *target* e ad un tempo di conseguimento e vengono espressi in termini di “distanza dai *target*”, normalizzata in proporzione alla dinamica (varianza) dell’indicatore. L’ISSI, quindi, è un vettore a 30 dimensioni che varia nel tempo con i dati delle serie storiche degli indicatori rispetto al sistema dei *target* assegnato. Ai fini del controllo del progresso verso gli obiettivi, è possibile costruire una “linea dei *target*”, che parte dall’anno di riferimento (1990) o dal primo anno di disponibilità del dato e arriva all’anno di conseguimento del *target*, ipotizzando un percorso ideale di raggiungimento graduale, costante nel tempo, degli obiettivi. La posizione della “linea dei *target*” permette di evidenziare, anno per anno, in termini di distanza, il “*deficit* dinamico della sostenibilità”.

Gli indicatori-chiave, e quindi gli indici di dominio e l’indice aggregato ISSI, vengono presentati graficamente come percentuali di conseguimento del *target* rispetto al valore peggiore della serie storica nell’arco temporale di osservazione (1990-2000).

La rappresentazione grafica degli indici di dominio e dell’indice sintetico ISSI avviene aggregando gli indicatori-chiave normalizzati.

Il sistema degli indicatori del CNEL si sviluppa, gerarchicamente, su quattro livelli: indice generale di sostenibilità (primo livello), indici di dominio (secondo livello), indici tematici e sotto-tematici (terzo livello) e indicatori-chiave (quarto livello)³⁷. I domini sono i tre pilastri dello sviluppo sostenibile: ‘Economia’, articolato in 2 temi, ‘Società’, articolato in 5 temi, ‘Ambiente’, articolato in 4 temi.

Il *core set* di indicatori del CNEL comprende complessivamente 56 indicatori, 19 nel dominio ‘Economia’, 21 nel dominio ‘Società’ e 16 nel dominio ‘Ambiente’.

³⁵ Consiglio Nazionale dell’Economia e del Lavoro (2005).

³⁶ Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (2002).

³⁷ Gli indici dei livelli superiori al quarto vengono combinati, seguendo l’approccio dell’ISSI, attraverso il metodo delle distanze.

3. L'Indice di *performance* ambientale

L'Indice di *performance* ambientale (*Environmental Performance Index* – EPI) si concentra su due obiettivi generali di tutela dell'ambiente: ridurre le pressioni esercitate dall'ambiente sulla salute dell'uomo (obiettivo 'salute ambientale') e promuovere la vitalità dell'ecosistema e una corretta gestione delle risorse naturali (obiettivo 'vitalità dell'ecosistema').

Tali obiettivi, che rappresentano, in ultima analisi, la dimensione ambientale degli MDG, vengono misurati, secondo la metodologia dell'EPI, attraverso 16 indicatori³⁸, raggruppati in 6 categorie di politiche ambientali: 'salute ambientale', 'qualità dell'aria', 'risorse idriche', 'risorse naturali produttive', 'biodiversità e habitat', 'energie sostenibili'. La scelta degli indicatori risponde all'esigenza di coprire l'intera gamma dei temi sottostanti alle principali categorie di politiche ambientali identificate, partendo dalla specificazione dei temi dei MDG rilevanti all'interno di ciascuna categoria di intervento. Per ciascun tema identificato, il *team* impegnato nella costruzione dell'EPI ha individuato i *dataset* appropriati ai fini della costruzione degli indicatori, tenuto conto del vincolo oggettivo della disponibilità di dati affidabili. I criteri seguiti ai fini della selezione degli indicatori sono quelli consueti di rilevanza, orientamento ai risultati, trasparenza e qualità dei dati. Ciononostante, la mancanza di dati affidabili e la limitata copertura spaziale, in qualche modo, limitano il fondamento analitico dell'EPI. Molti Paesi sono stati esclusi dal calcolo dell'EPI a causa della mancanza di dati per uno o più degli indicatori e di misure affidabili per molti temi cruciali ai fini della sostenibilità ambientale³⁹.

Per rendere i 16 indicatori confrontabili, ciascun indicatore viene espresso in termini di "vicinanza al *target*", con un intervallo teorico di variazione tra 0 e 100. A tal fine, ciascun indicatore è preliminarmente convertito in modo tale che, per ciascuno, valori più elevati corrispondono ad una migliore *performance*. Successivamente per ciascun indicatore, al fine di evitare un'asimmetria della sua distribuzione verso i valori più bassi viene applicata la tecnica statistica detta "winsorizzazione", che consiste nel tagliare le code della distribuzione: i valori dell'indicatore per i Paesi, per i quali i valori osservati si collocano al di sotto del 5° percentile, vengono fissati al valore cor-

³⁸ I 16 indicatori utilizzati sono i seguenti: 'mortalità infantile', 'inquinamento *indoor* dell'aria', 'acqua potabile', 'condizioni sanitarie adeguate', 'particolati urbani', 'ozono', 'concentrazione di azoto nelle acque', 'consumo di acqua', 'tutela delle specie selvagge', 'aree protette', 'tasso di deforestazione', 'sussidi all'agricoltura', '*overfishing*', 'efficienza energetica', 'energie rinnovabili', 'anidride carbonica in rapporto al pil'. Per la definizione e le modalità di misurazione e calcolo degli indicatori si rimanda al rapporto sull'EPI (Esty et al., 2006).

³⁹ Non sono state, quindi, utilizzate metodologie statistiche di imputazione dei dati mancanti, con ciò riducendo il grado di incertezza dell'analisi che generalmente deriva dall'utilizzo di tali modelli, con la conseguenza di restringere il numero di Paesi considerati.

rispondente al 5° percentile; i valori dell'indicatore che sono, invece, al di sopra del *target* vengono fissati al valore del *target* stesso. Fissando un valore massimo coincidente con il *target*, si evita che i Paesi possano utilizzare una *performance* superiore al *target* in un'area per compensarne una scarsa su altri indicatori. Peraltro, siccome la maggior parte dei *target* riflette criteri di sostenibilità, il superamento del *target* non è comunque desiderabile in termini di impiego ottimale delle risorse⁴⁰.

Una volta applicata la “winsorizzazione” delle code superiore e inferiore della distribuzione di ciascun indicatore, la “vicinanza al *target*” viene calcolata come differenza tra il valore osservato e il *target* rapportata alla differenza tra il peggior valore osservato e il *target*. I risultati vengono poi calibrati nell'intervallo 0-100, dove 100 corrisponde al *target* e 0 al peggior valore osservato:

$$I = 100 \left(1 - \frac{x - x^*}{\underline{x} - x^*} \right), \quad (1)$$

dove I è il valore di “vicinanza al *target*” dell'indicatore, x è il valore osservato dell'indicatore, x^* il *target* e \underline{x} il peggiore valore osservato.

Ciò permette di interpretare la *performance* di un Paese come percentuale di non raggiungimento del *target*⁴¹.

L'identificazione degli appropriati raggruppamenti degli indicatori nelle categorie di politica ambientale e dei pesi da attribuire a ciascun indicatore avviene attraverso l'analisi delle componenti principali⁴², da cui risultano tre dimensioni primarie: ‘salute ambientale’, ‘energie sostenibili’ e ‘biodiversità e habitat’⁴³. Le altre tre componenti (dalla quarta alla sesta) spiegano meno variabilità presente nei dati e quindi sono più ambigue nella loro interpretazione come aree di intervento. Per tale motivo, le prime tre componenti principali sono state combinate con tre categorie di politica ambientale definite

⁴⁰ Si tenga conto, inoltre, che in alcuni casi, risultati oltre il *target* in realtà nascondono anomalie nei dati o errori di *reporting*.

⁴¹ Ad esempio, un punteggio di 70 per un dato indicatore vuol dire che il Paese in questione è lontano dal *target* per il 30%.

⁴² L'analisi delle componenti principali, introdotta da Pearson (1901) e riproposta successivamente da Hotelling (1933), è una metodologia statistica diretta a ridurre la dimensionalità dei dati, tramite il calcolo e l'estrazione di componenti incorrelate e a media nulla, in modo tale che tutta l'informazione ridondante venga trascurata, mantenendo, invece, la variabilità propria del fenomeno, come sintetizzata nelle componenti principali.

⁴³ La componente ‘salute ambientale’ include gli indicatori ‘particolati urbani’, ‘inquinamento indoor’, ‘acqua potabile’ e ‘mortalità infantile’; la componente ‘energie sostenibili’ include gli indicatori ‘efficienza energetica’, ‘energie sostenibili’ e ‘anidride carbonica in rapporto al pil’; la componente ‘biodiversità e habitat’ comprende gli indicatori ‘consumo d'acqua’, ‘tasso di deforestazione’, ‘tutela delle specie selvagge’ e ‘protezione delle ecoregioni’.

dal giudizio degli esperti: ‘risorse idriche’, ‘qualità dell’aria’ e ‘risorse produttive naturali’⁴⁴.

Per ciascun Paese, le 6 categorie di politiche ambientali vengono calcolate come medie ponderate degli indicatori che le costituiscono. In particolare per le categorie ‘salute ambientale’, ‘energie sostenibili’ e ‘biodiversità e habitat’ vengono utilizzati i pesi derivanti dall’analisi delle componenti principali, mentre per le categorie ‘risorse idriche’, ‘qualità dell’aria’ e ‘risorse naturali produttive’ vengono utilizzati pesi uguali.

Infine l’EPI viene calcolato come media ponderata delle 6 categorie politiche, attribuendo un peso maggiore (50%) alla categoria ‘salute ambientale’, ritenuta la più importante ai fini della sostenibilità ambientale, e un peso uguale (10%) a ciascuna delle altre 5 categorie.

4. L’analisi svolta

L’obiettivo del presente lavoro è quello di proporre un indice composito attraverso il quale sia possibile effettuare delle valutazioni riguardanti la dimensione ‘Ambiente’ dello sviluppo sostenibile.

Un indice composito è un indice che sintetizza un insieme di indicatori elementari, aggregati attraverso relazioni matematiche che permettono di risolvere i problemi legati alla multi-dimensionalità dei dati. Negli anni recenti sono state sviluppate diverse metodologie per trattare i vari aspetti della questione⁴⁵. A seconda della struttura del modello, la costruzione di un indice composito deve essere effettuata a diversi livelli di aggregazione, tenendo conto di una dimensione orizzontale, in cui i dati vengono normalizzati, e di una dimensione verticale, in cui i dati normalizzati vengono ponderati e aggregati.

Per la costruzione del nostro indice composito abbiamo scelto di seguire la metodologia utilizzata nella costruzione dell’EPI, adottando una differente “batteria” di indicatori di tipo ambientale e con riferimento ad un diverso livello di aggregazione territoriale. Si è costruito un indice sintetico, che abbiamo denominato EnvIndex, restringendo l’analisi alle sole regioni italiane.

La raccolta dei dati, così come spesso accade, soprattutto se si vuole affrontare l’analisi di una tematica complessa e dalle numerose sfaccetta-

⁴⁴ La categoria ‘risorse idriche’ include gli indicatori ‘carico di azoto nelle acque’ e ‘consumo d’acqua’; la categoria ‘qualità dell’aria’ include gli indicatori ‘ozono’ e ‘particolati urbani’; la categoria ‘risorse naturali produttive’ include gli indicatori ‘tasso di deforestazione’, ‘sussidi all’agricoltura’ e ‘*overfishing*’.

⁴⁵ Saisana e Tarantola (2002) e Nardo et al. (2005).

ture come quella ambientale, risulta probabilmente la fase più delicata e più laboriosa. Esistono due tipi di problematicità nella costruzione di un *dataset* dal quale partire per costruire l'indice sintetico. Innanzitutto vi è la scelta delle variabili che siano le più appropriate e rappresentative del fenomeno in esame e quindi l'organizzazione in uno o più raggruppamenti di indicatori puntuali, basati su tali variabili, secondo dei criteri ben prestabiliti. Purtroppo spesso su tale scelta incide quello che è il secondo problema nella costruzione del *dataset*: la parzialità o la totale assenza di dati ritenuti utili per l'analisi.

Anche nel presente lavoro l'indisponibilità di dati a livello regionale ha portato ad escludere alcune variabili ed alcuni indicatori che avrebbero sicuramente portato a valorizzare i risultati ottenuti. Sono state escluse anche le variabili le cui osservazioni non coprissero la totalità delle regioni italiane, si è preferito infatti non effettuare delle imputazioni per colmare l'eventuale presenza di *missing data*.

Tuttavia, nonostante l'esistenza delle problematiche descritte nella fase di collezione dei dati, si è riusciti a raccogliere e ad utilizzare una serie di informazioni utili a coprire la maggior parte degli aspetti della sostenibilità ambientale.

Le principali fonti da cui sono stati attinti i dati sono l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT)⁴⁶, l'Istituto nazionale di statistica (ISTAT)⁴⁷ ed il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATT)⁴⁸. I dati si riferiscono agli anni 2003, 2004 e 2005 ad eccezione delle emissioni⁴⁹ per le quali sono stati utilizzati dati relativi al 2000, ultimo anno di disponibilità di informazioni a livello regionale.

Sulla base dei dati raccolti sono stati costruiti i 23 indicatori descritti nei loro dettagli nella Tabella 1.

⁴⁶ Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (2003), (2004) e (2006).

⁴⁷ Le banche dati dell'ISTAT a cui si è fatto riferimento sono il Sistema di indicatori territoriali e le Statistiche per le politiche di sviluppo.

⁴⁸ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (2003).

⁴⁹ Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni (2004).

Tabella 1 – Elenco degli indicatori e definizione dei target

Indicatore	Unità di misura	Anno di riferimento	Fonte dati	Target	Anno raggiungimento target	Riferimenti normativi target
Concentrazione urbana di ozono (O ₃)	Giorni per anno civile	2004	Annuario APAT, ARPA/APPA, regioni, province, comuni.	Limite massimo di giorni di superamento del valore bersaglio per la protezione della salute umana (media su otto ore massima giornaliera pari a 120 µg/m ³); 25 giorni per anno civile	2010	Decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE Direttiva Quadro 1996/62/CE Direttive "figlie" 1999/30/CE e 2000/69/CE D.Lgs. 351/99 e DM 60/02
Concentrazione urbana di benzene (C ₆ H ₆)	microgrammi/metro cubo (valore medio delle concentrazioni)	2004	Annuario APAT, ARPA/APPA, regioni, province, comuni.	Media annua delle concentrazioni medie giornaliere: 5 µg/m ³	2010	Decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE Direttiva Quadro 1996/62/CE Direttive "figlie" 1999/30/CE e 2000/69/CE D.Lgs. 351/99 e DM 60/02
Concentrazione urbana di biossido di azoto (NO ₂)	microgrammi/metro cubo (valore medio delle concentrazioni)	2004	Annuario APAT, ARPA/APPA, regioni, province, comuni.	Media annua delle concentrazioni medie orarie: 40 µg/m ³	2010	Decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE Direttiva Quadro 1996/62/CE Direttive "figlie" 1999/30/CE e 2000/69/CE D.Lgs. 351/99 e DM 60/02
Concentrazione di polveri sottili - particolato PM10	microgrammi/metro cubo (valore medio delle concentrazioni)	2004	Annuario APAT, ARPA/APPA, regioni, province, comuni.	Media annua delle concentrazioni medie giornaliere: 20 µg/m ³	2010	Decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE Direttiva Quadro 1996/62/CE Direttive "figlie" 1999/30/CE e 2000/69/CE D.Lgs. 351/99 e DM 60/02
Depurazione delle acque reflue	%	2005	Annuario APAT	Percentuale degli impianti conformi all'adeguamento tecnologico richiesto dalla normativa: 100%	2008	Direttiva 91/271/CEE; D.Lgs. 152/99 e s.m.i.; DM 18 settembre 2002, n.198; DM 19 agosto 2003, n.152
Produzione di rifiuti urbani	Kilogrammi/popolazione totale	2004	Annuario APAT, ISTAT	Produzione di rifiuti urbani: 483 Kg. <i>pro capite</i>	2012	Proposta ISSI (2002) - Non esistono espliciti riferimenti normativi
Raccolta differenziata	% valori assoluti in tonnellate	2005	Annuario APAT	Percentuale di raccolta differenziata sulla raccolta totale di rifiuti: 55%	2012	Proposta ISSI (2002) - Non esistono espliciti riferimenti normativi

Tabella 1 (continua)

Indicatore	Unità di misura	Anno di riferimento	Fonte dati	Target	Anno raggiungimento target	Riferimenti normativi target
Emissioni di sostanze acidificanti (H ⁺) ^a	Kilotonnellate/anno di equivalenti H ⁺ (toni H ⁺)/totale abitanti	2000	APAT - Disaggregazione Sinanet	Limite massimo di emissione di sostanze acidificanti: 0,00103 Kt/anno <i>pro capite</i> ^b	2010	Protocollo di Göteborg (1999) Direttiva NEC (2001/81/CE) D.Lgs. 171/04
Emissioni di sostanze lesive per l'ozono ^c	tonnellate/anno di precursori dell'O ₃	2000	APAT - Disaggregazione Sinanet	Limite massimo di emissione di sostanze lesive per l'ozono: 0 l/anno	2008	Protocollo Montreal (1987) L.549 del 28/12/93 e s.m.i. (L. 179 del 16/06/97 in adeguamento al Reg. CE 3093/94) L. 179 del 31/07/02
Emissioni di gas serra ^d	emissioni di CO ₂ equivalente in Kilotonnellate/anno /totale abitanti	2000	APAT - Disaggregazione Sinanet	Riduzione del 6,5% rispetto al 2000 ^e	2012	Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (1992) adottata con L.65/08/94 Protocollo di Kyoto (1997) ratificato con L. 120 del 01/06/02 Delibera CIPE (19/12/02)
Prelievo di acqua potabile	migliaia di metri cubi/totale abitanti	2005	ISTAT	Prelievo annuale di acqua potabile: 84,80 m ³ <i>pro capite</i> ^f	2012	Indicazioni CNEL (2005) - Non esistono espliciti riferimenti normativi
Energia prodotta da fonti rinnovabili	% valori assoluti in GWh	2005	ISTAT	GWh di energia prodotta da fonti rinnovabili su GWh di energia prodotta: 25%	2012	VI Programma di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile della Commissione Europea
Aree naturali protette	%	2003	ISTAT	Percentuale di aree naturali tutelate sul totale del territorio regionale: 15%	2012	Proposta ISSI (2002) - Non esistono espliciti riferimenti normativi
Certificazioni UNI-EN-ISO 14001	n. registrazioni/totale abitanti	2005	Annuario APAT, ISTAT	n. certificazioni UNI-EN-ISO 14001 <i>pro capite</i> ^g : 0,000135363	2012	Indicazioni CNEL (2005) - Non esistono espliciti riferimenti normativi
Registrazioni EMAS	n. certificazioni/totale abitanti	2005	Annuario APAT, ISTAT	n. registrazioni EMAS <i>pro capite</i> ^h : 0,000011744	2012	Indicazioni CNEL (2005) - Non esistono espliciti riferimenti normativi

Tabella 1 (continua)

Indicatore	Unità di misura	Anno di riferimento	Fonte dati	Target	Anno raggiungimento target	Riferimenti normativi target
Pratiche agricole sostenibili	% valori assoluti in ettari	2003	ISTAT	Percentuale di SAU ⁸ regionale interessata da pratiche agricole sostenibili: 50%	2012	Indicazioni CNEL (2005) - Non esistono espliciti riferimenti normativi
Uso di fertilizzanti in agricoltura	Kilogrammi/ettari	2004	Annuario APAT, ISTAT	Riduzione del 50% rispetto al 2002 (principio "fattore 4"): 80,4 Kg/ha	2025	Indicazioni CNEL (2005) - Non esistono espliciti riferimenti normativi
Uso di fitosanitari in agricoltura	Kilogrammi/ettari	2004	Annuario APAT, ISTAT	Riduzione del 50% rispetto al 2002 (principio "fattore 4"): 5,1 Kg/ha	2025	Indicazioni CNEL (2005) - Non esistono espliciti riferimenti normativi
Rischio idrogeologico	% valori assoluti in Km ²	2003	MATT	Percentuale territorio regionale a potenziale rischio idrogeologico: 3,5%	2012	Proposta ISSI (2002) - Non esistono espliciti riferimenti normativi

Tabella 1 (continua)

Indicatore	Unità di misura	Anno di riferimento	Fonte dati	Target	Anno raggiungimento target	Riferimenti normativi target
Stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA ³)	%	2005	Annuario APAT	Percentuale di stazioni di monitoraggio che misurano un livello almeno "sufficiente" di stato ecologico dei corsi d'acqua: 100%	2015	D.Lgs. 152/99 e s.m.i. Direttiva comunitaria 2000/60/CE
Stato ecologico dei laghi (SEL) ⁴	%	2005	Annuario APAT	Percentuale di stazioni di monitoraggio che misurano un livello almeno "sufficiente" di stato ecologico dei laghi: 100%	2015	D.Lgs. 152/99 e s.m.i. Direttiva comunitaria 2000/60/CE
Stato trofico delle acque (TRIX) ⁵	%	2004	Annuario APAT	Percentuale di stazioni di monitoraggio che misurano un livello almeno "buono" di stato trofico delle acque: 100%	2015	D.Lgs. 152/99 e s.m.i. Direttiva comunitaria 2000/60/CE
Balneabilità delle coste	%	2002	Annuario APAT	Percentuale di idoneità delle acque destinate alla balneazione: 100%	2012	DPR 470/82 e s.m.i. e Direttiva 1976/160/CE

^a La stima di tale aggregato è il frutto della combinazione dei dati di emissione dei singoli inquinanti che contribuiscono all'affievolimento delle precipitazioni secondo la formula $Tr_{i,t} = \sum_{j=1}^n (C_{i,j,t} \cdot P_{i,j,t})$ dove $Tr_{i,t}$ è il totale delle precipitazioni acidificate, $C_{i,j,t}$ è la concentrazione di SO₂, NO_x e NH₃ (De Leeuw et al., 2002) ed $E_{i,j,t}$ sono le emissioni degli inquinanti SO₂, NO_x e NH₃ (in t/anno).

^b Anche il calcolo del *target* è stato effettuato tramite la formula usata per la determinazione del totale di emissioni di sostanze acidificanti applicata al valore del *target* delle singole emissioni di SO₂, NO_x e NH₃. Il *target* inoltre è stato espresso in termini *pro capite* utilizzando la popolazione totale nazionale stimata dall'ISTAT per il 2010. I *target* per le singole emissioni sono i seguenti: SO₂=475Kt/anno, NO_x=990 Kt/anno e NH₃=419Kt/anno.

^c La stima di tale aggregato è il frutto della combinazione dei dati di emissione dei singoli inquinanti che contribuiscono alla formazione dell'ozono troposferico secondo la formula $Precurs. (O_3) = \sum_{i=1}^n TOPP_i \cdot E_i$ con Precurs. O₃ = emissioni di precursori dell'ozono in t/anno, TOPP_i = "Tropospheric Ozone Formation Potentials", coefficienti di formazione dell'ozono troposferico, pari a 1,22, 1, 0,014 e 0,011 rispettivamente per NO_x, COVNM, CH₄ e CO (De Leeuw et al., 2002). E_i = emissioni di NO_x, COVNM, CH₄ e CO (in t/anno).

^d La stima di tale aggregato è il frutto della combinazione dei dati di emissione di singoli inquinanti che contribuiscono alla formazione di gas serra secondo la formula $CO_2eq = \sum_{i=1}^n GWPI_i \cdot E_i$ con CO₂eq = emissioni di CO₂ equivalente in kt/anno, GWPI = "Global Warming Potential", coefficienti IPCC pari a 1, 0,021 e 0,31 rispettivamente per CO₂, CH₄ e N₂O (IPCC, 2001). E_i = emissioni di CO₂, CH₄ e N₂O (in kt/anno).

^e Anche il calcolo del *target* è stato effettuato con la formula usata per la determinazione del totale di emissioni di gas serra applicata al valore del *target* delle singole emissioni di CO₂, CH₄ e N₂O. Il *target* inoltre è stato espresso in termini *pro capite* utilizzando la popolazione totale nazionale stimata dall'ISTAT per il 2012. I *target* per le singole emissioni sono stati calcolati, per ciascuna emissione, sottraendo al dato del 2000 il 6,5%.

^f È stato calcolato il *target pro capite* utilizzando il totale della popolazione italiana stimata al 2012.

^g La SAU (superficie agricola utilizzata) comprende la superficie a seminativi, i prati permanenti e pascoli e le coltivazioni permanenti.

^h Il SECA è un indice sintetico, introdotto dal D.Lgs. 152/99, che definisce lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali.

ⁱ Il SEL è un indice sintetico che permette di valutare lo stato di salute dei sistemi lacustri sulla base della loro qualità ambientale e funzionalità ecologica.

^l L'indice TRIX consente una classificazione del livello trofico delle acque marine costiere.

Per ogni indicatore è stato utilizzato un *target* di sostenibilità ambientale di medio-lungo periodo. Tali *target* (così come nel caso dei *target* adottati nella costruzione dell'EPI) sono stati tratti per lo più dalle documentazioni relative ad accordi internazionali oppure rappresentano dei *benchmark* di medio-lungo termine fissati da organizzazioni internazionali o dalle autorità nazionali competenti in materia ambientale⁵⁰. Poiché tali *target* sono tutti definiti a livello nazionale, mentre la nostra analisi è a livello regionale, per alcuni di essi si è posto il problema di ricondurre i *target* nazionali a *target* regionali. In questi casi, per potere applicare il *target* nazionale al livello regionale, si è scelto di esprimere il *target* (e l'indicatore a cui si associa) in termini *pro capite*⁵¹.

La Tabella 1 riporta, per ogni indicatore, anche i *target* con l'indicazione dell'anno in cui deve essere conseguito l'obiettivo prefissato.

Per ogni regione e per ognuno dei 23 indicatori è stato calcolato un valore di “vicinanza al *target*” secondo la formula (1) riportata nel paragrafo 3. Come già anticipato, tale formula dà come risultato un numero compreso nell'intervallo 0-100, con 100 corrispondente al *target* e 0 al peggiore risultato osservabile e cioè la massima distanza dal *target*.

Così come nella metodologia dell'EPI, prima di procedere al calcolo dei valori di “vicinanza al *target*” per singola variabile ed indicatore, per eliminare la presenza di *outlier*, è stata effettuata la cosiddetta “winsorizzazione” dei dati già descritta nel paragrafo 3. La “winsorizzazione” consiste nel sostituire un'osservazione che ecceda un certo valore soglia *c* (*cut-off point*) con lo stesso *c*. In maniera più formale possono essere effettuate due tipi di “winsorizzazione”, in quella del I tipo:

$$\begin{aligned} y_i^{wins} &= y_i && \text{se } y_i^{wins} < c \text{ dove } c \text{ è il } \textit{cut-off} \\ y_i^{wins} &= c && \text{altrimenti;} \end{aligned} \quad (2)$$

nella “winsorizzazione” del II tipo:

$$\begin{aligned} y_i^{wins} &= y_i && \text{se } y_i^{wins} < c \text{ dove } c \text{ è il } \textit{cut-off} \\ y_i^{wins} &= f(y_i) + (1-f)c && \text{altrimenti.} \end{aligned} \quad (3)$$

⁵⁰ Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro (2005).

⁵¹ È il caso dei seguenti indicatori: Emissioni di sostanze acidificanti, Emissioni di gas serra, Prelievo di acqua potabile, Certificazioni UNI-EN-ISO 14001, Registrazioni EMAS. Il dato sul totale della popolazione italiana, per il quale è stato diviso il *target* nazionale per ottenere il *target pro capite*, è quello stimato dall'ISTAT (Demo ISTAT) relativamente all'anno in cui l'obiettivo fissato deve essere raggiunto. Ad esempio, per l'indicatore ‘Prelievo di acqua potabile’, il *target* nazionale pari ad un prelievo massimo di 5 miliardi di metri cubi di acqua all'anno entro il 2012 è stato diviso per il totale della popolazione italiana stimata dall'ISTAT per l'anno 2012.

Nella “winsorizzazione” del I tipo quindi si sostituisce il valore anomalo direttamente con il valore soglia, mentre in quella di II tipo l’*outlier* viene rimpiazzato con un valore intermedio fra il valore originario ed il *cut-off*⁵².

Seguendo la scelta metodologica fatta per il calcolo dell’EPI, sono stati eliminati i valori anomali attraverso una “winsorizzazione” del I tipo. I valori estremi, infatti, sono stati “schiacciati” su entrambe le code della distribuzione, prendendo come *cut-off* il 5° percentile ed il valore del *target* stesso⁵³.

I 23 indicatori elencati nella Tabella 1 sono stati raggruppati in 4 temi, secondo lo schema raffigurato in Tabella 2: ‘Qualità dell’ambiente urbano’; ‘Tutela ambientale’; ‘Qualità del suolo’; ‘Qualità dell’acqua’.

Tabella 2 - Schema del raggruppamento nei 4 temi ambientali

Indicatori	Temi
Concentrazione urbana di ozono (O ₃)	Qualità dell'ambiente urbano
Concentrazione urbana di benzene (C ₆ H ₆)	
Concentrazione urbana di biossido di azoto (NO ₂)	
Concentrazione di polveri sottili - particolato PM10	
Depurazione delle acque reflue	
Produzione di rifiuti urbani	
Raccolta differenziata	
Emissioni di sostanze acidificanti (H ⁺)	Tutela ambientale
Emissioni di sostanze lesive per l'ozono	
Emissioni di gas serra	
Prelievo di acqua potabile	
Energia prodotta da fonti rinnovabili	
Aree naturali protette	
Certificazioni UNI-EN-ISO 14001	
Registrazioni EMAS	Qualità del suolo
Pratiche agricole sostenibili	
Uso di fertilizzanti in agricoltura	
Uso di fitosanitari in agricoltura	
Rischio idrogeologico	Qualità dell'acqua
Stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA)	
Stato ecologico dei laghi (SEL)	
Stato trofico delle acque (TRIX)	
Balneabilità delle coste	

Così come nella costruzione dell’EPI, per ognuna delle tematiche è stato calcolato un indice sintetico, per consentire una valutazione della *performan-*

⁵² Battipaglia (2000); Barnett e Lewis (1994).

⁵³ Se il raggiungimento del *target* implica una riduzione dell’indicatore, ad esempio nel caso delle emissioni, il *target* viene preso come *cut-off* per la coda sinistra e il 95° percentile per la coda destra.

ce relativa delle regioni italiane per quanto concerne questi 4 importanti temi ambientali. A tale scopo è stata utilizzata l'analisi delle componenti principali.

Attraverso l'analisi delle componenti principali non solo è stato possibile determinare i pesi da attribuire agli indicatori per calcolare i 4 indici tematici, ma si è anche potuto verificare la coerenza della scelta di raggruppamento degli indicatori stessi nelle 4 tematiche attraverso l'analisi dei cosiddetti "loadings" delle componenti principali.

Come vedremo nel prossimo paragrafo relativo ai risultati, mentre le prime tre tematiche sono nettamente rappresentate dalle prime tre componenti principali, questo non avviene per il quarto tema 'Qualità dell'acqua', né sulla base dei risultati dell'analisi delle componenti principali è possibile identificare altri raggruppamenti oltre i quattro già prescelti *a priori*. Di conseguenza, per il calcolo degli indici sintetici relativi ai 4 temi, sono stati usati i pesi calcolati tramite l'analisi delle componenti principali per gli indicatori appartenenti alle prime tre tematiche, mentre si è scelto di assegnare pesi uguali ai 4 indicatori che compongono il tema 'Qualità dell'acqua'.

Una volta calcolati gli indici tematici, si è passato alla determinazione dell'indice sintetico EnvIndex. Tale indice è stato calcolato come somma ponderata degli indici tematici con attribuzione di pesi uguali.

5. I risultati

Nell'analisi delle componenti principali effettuata sui 23 indicatori puntuali descritti nella Tabella 1, abbiamo preso in considerazione solo le prime sei componenti principali con autovalori λ maggiori di 1,5 e varianza spiegata cumulata pari al 72,29% (Tabella 3). Dato che gli autovalori sono calcolati utilizzando la matrice di correlazione dei dati, essi rappresentano la varianza spiegata da ogni singola componente.

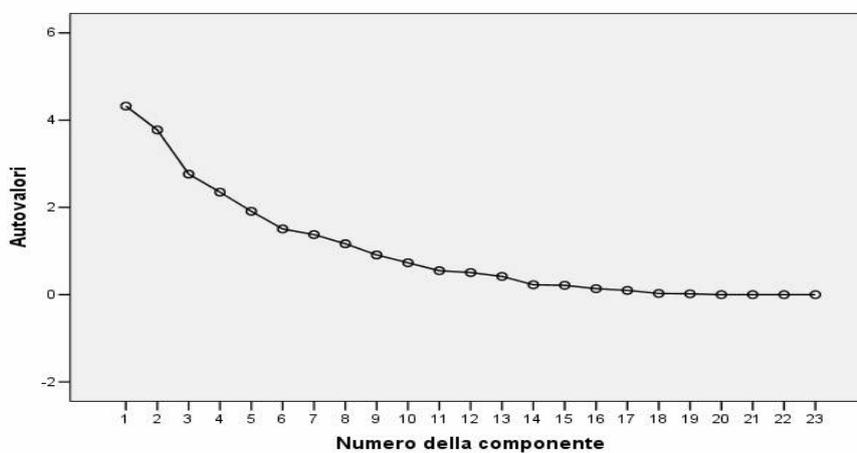
Di solito, come regola, si prendono le componenti principali che hanno autovalore λ maggiore di 1. Questo in genere consente di includere nell'analisi solo le componenti che spiegano al meglio il fenomeno in esame (e quindi quelle che spiegano il massimo della varianza). In questo lavoro si è deciso di derogare a questa prassi; infatti sono state considerate solo sei componenti principali (quelle con autovalore λ maggiore di 1,5), in quanto si è potuto riscontrare che, estendendo l'analisi ad otto componenti (quelle con autovalori λ maggiori di 1), la quota di varianza aggiuntiva derivante dalle due componenti in più non offre informazioni supplementari di rilievo sul fenomeno. La scelta di includere nell'analisi solo sei componenti principali anziché otto sembra supportata anche dall'esame del grafico cosiddetto *scree-plot*, che rappresenta l'andamento degli autovalori per tutte le componenti principali (Figura 1)⁵⁴.

⁵⁴ Con il criterio dello *scree-plot* si decide il numero di componenti da utilizzare osservando da quale punto, e quindi da quale componente, in poi la pendenza del grafico tende a diminuire più rapidamente. La componente corrispondente al punto di gomito del grafico è l'ultima da includere nell'analisi.

Tabella 3 - *Analisi delle componenti principali (autovalori e varianza spiegata dalle componenti)*

Componenti	Autovalori		
	Totale	% di varianza	% di varianza cumulata
1	4,32	18,79	18,79
2	3,78	16,42	35,21
3	2,76	12,02	47,22
4	2,35	10,22	57,44
5	1,91	8,30	65,74
6	1,51	6,55	72,29
7	1,38	5,98	78,27
8	1,17	5,07	83,35
9	0,91	3,96	87,31
10	0,73	3,18	90,48
11	0,55	2,38	92,87
12	0,51	2,20	95,07
13	0,42	1,81	96,88
14	0,23	0,98	97,86
15	0,21	0,93	98,79
16	0,14	0,59	99,38
17	0,10	0,42	99,81
18	0,03	0,11	99,92
19	0,02	0,08	100,00
20	0,00	0,00	100,00
21	0,00	0,00	100,00
22	0,00	0,00	100,00
23	0,00	0,00	100,00

Figura 1 - *Scree-plot*



Per ogni componente principale si possono calcolare i cosiddetti “loadings” degli indicatori che esprimono l’importanza che l’indicatore assume per la componente stessa. Quanto più alto è un “loading” per un certo indicatore, tanto maggiore sarà la sua utilità a spiegare la variazione nella direzione della componente principale. La matrice dei “loadings” delle componenti, raffigurata nella Tabella 4, mostra gli indicatori che influenzano simultaneamente una stessa componente principale, in quanto tra loro correlati lungo la direzione della componente stessa. Di conseguenza, l’analisi di tale matrice fa anche emergere gli indicatori che non hanno un grosso impatto su una qualsiasi delle sei componenti considerate.

Dall’analisi dei “loadings” nella Tabella 4 emergono tre dimensioni più importanti che sostanzialmente confermano la suddivisione degli indicatori fatta precedentemente all’analisi dei dati e riportata nella Tabella 2. La prima componente principale, infatti, descrive il tema ‘Qualità dell’ambiente urbano’, la seconda il tema ‘Tutela ambientale’ e la terza ‘Qualità del suolo’.

Dalla quarta alla sesta componente l’interpretazione delle componenti principali come temi diviene più ambigua non solo in quanto tali componenti spiegano meno variabilità, ma anche perché di fatto non sembra esistere tra queste una concentrazione di “loadings” con valori sufficientemente alti su un singolo tema ambientale. Per gli indicatori raggruppati precedentemente sotto il tema ‘Qualità dell’acqua’, l’analisi delle componenti principali non dà un’univoca collocazione sotto un determinato raggruppamento. Nel calcolo degli indici tematici, questo ha comportato la scelta di pesi derivati dall’analisi delle componenti principali per gli indicatori raggruppati sotto le prime tre tematiche, mentre per la quarta tematica ‘Qualità dell’acqua’, agli indicatori sono stati attribuiti pesi uguali.

Tabella 4 - *Analisi delle componenti principali ("loadings" e pesi calcolati per i 4 temi)*

Indicatore	Componenti principali - "Loadings"						Pesi *
	1	2	3	4	5	6	
Qualità dell'ambiente urbano							
Concentrazione urbana di benzene (C ₆ H ₆)	-0.16	-0.02	0.75	0.31	0.23	0.29	0.16631
Concentrazione urbana di biossido di azoto (NO ₂)	0.47	0.51	0.19	-0.09	0.17	-0.09	0.11327
Concentrazione urbana di ozono (O ₃)	0.62	0.22	0.19	-0.17	0.30	-0.18	0.12379
Concentrazione di polveri sottili - particolato PM10	0.50	0.46	0.09	-0.19	-0.28	0.25	0.12962
Depurazione delle acque reflue	-0.74	0.25	-0.03	0.21	0.19	-0.16	0.14408
Produzione di rifiuti urbani	0.51	0.08	0.27	0.45	0.07	-0.45	0.15139
Raccolta differenziata	-0.84	-0.08	0.27	0.07	0.02	-0.25	0.17154
Tutela ambientale							
Emissioni di sostanze acidificanti (H ⁺)	-0.42	0.45	-0.05	0.06	0.24	-0.08	0.07580
Emissioni di sostanze lesive per l'ozono	0.23	0.84	0.20	-0.17	0.02	-0.07	0.13893
Emissioni di gas serra	-0.10	0.44	-0.40	0.62	-0.34	0.12	0.14720
Energia prodotta da fonti rinnovabili	-0.21	0.74	0.00	0.51	0.16	0.00	0.14712
Prelievo di acqua potabile	-0.21	-0.68	0.30	0.03	0.05	0.30	0.11495
Registrazioni EMAS	-0.47	0.55	-0.23	-0.45	-0.07	0.02	0.13056
Certificazioni UNI-EN-ISO 14001	-0.26	0.58	0.07	-0.46	0.25	-0.16	0.11709
Aree naturali protette	0.18	0.29	0.04	0.56	-0.57	0.13	0.12836
Qualità del suolo							
Pratiche agricole sostenibili	-0.64	0.28	0.48	-0.10	-0.41	0.13	0.28797
Uso di fertilizzanti in agricoltura	0.36	0.03	-0.51	0.50	0.17	0.08	0.21499
Uso di fitosanitari in agricoltura	0.22	-0.05	-0.51	0.07	0.62	0.32	0.25560
Rischio idrogeologico	0.33	-0.43	0.40	0.08	-0.10	-0.54	0.24144
Qualità dell'acqua							
Stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA)	0.28	0.13	0.49	-0.13	0.12	0.67	0.25**
Stato ecologico dei laghi (SEL)	0.67	0.20	-0.02	-0.32	-0.28	-0.09	0.25**
Stato trofico delle acque (TRIX)	0.21	0.17	0.68	0.35	0.24	0.02	0.25**
Balneabilità delle coste	0.10	-0.04	-0.01	-0.12	-0.54	0.04	0.25**

* Pesi normalizzati ad 1 nei gruppi.

** Peso non derivante dal calcolo dell'analisi delle componenti principali.

Nella Tabella 4 sono rappresentati sia i pesi derivati dall'analisi delle componenti principali che quelli assegnati in maniera uniforme sulla base di un criterio non statistico. I primi non sono altro che le cosiddette "communalities" degli indicatori e cioè la quota di varianza che spiegano le componenti principali considerate (nel nostro caso sei) per quel particolare indicatore⁵⁵. Tali "communalities" sono state normalizzate ad 1 per ognuno dei tre gruppi ('Qualità dell'ambiente urbano', 'Tutela ambientale' e 'Qualità del suolo').

I pesi per gli indicatori del tema 'Qualità dell'acqua' hanno naturalmente valore uguale e sono pari a 0,25.

Come già anticipato nel paragrafo 4, attraverso i pesi, sia quelli calcolati statisticamente, sia quelli assegnati in uguale misura, possiamo calcolare gli indici sintetici per le 4 tematiche. Il primo indice che presentiamo è quello del tema 'Qualità dell'ambiente urbano'. Nella Tabella 5 sono rappresentati i valori di tale indice per le regioni italiane.

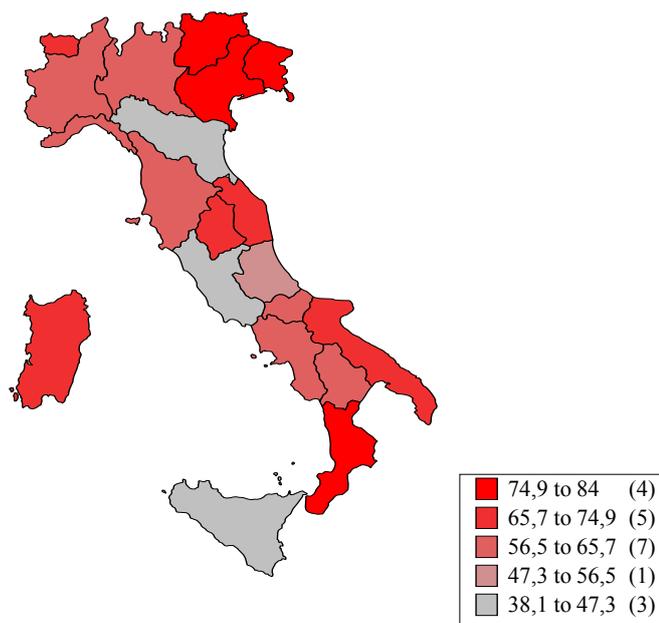
⁵⁵ Le "communalities" sono calcolate come la somma del quadrato dei "loadings" di un determinato indicatore lungo tutte le sei componenti principali.

Tabella 5 - *Indice della 'Qualità dell'ambiente urbano' per le regioni italiane*

Graduatoria	Regione	Valore dell'indice
1	TRENTINO-ALTO ADIGE	83,94
2	FRIULI-VENEZIA GIULIA	76,61
3	VENETO	76,49
4	CALABRIA	75,99
5	VALLE D'AOSTA	73,37
6	UMBRIA	72,69
7	MARCHE	71,04
8	SARDEGNA	70,61
9	PUGLIA	66,03
10	CAMPANIA	65,61
11	BASILICATA	64,98
12	PIEMONTE	64,88
13	LOMBARDIA	61,79
14	MOLISE	60,10
15	LIGURIA	57,16
16	TOSCANA	56,99
17	ABRUZZO	55,08
18	SICILIA	42,83
19	EMILIA-ROMAGNA	42,60
20	LAZIO	38,15

L'indice di 'Qualità dell'ambiente urbano', presentato nella Tabella 5 e nella Figura 2, riporta, fra le prime cinque in classifica, delle regioni del Nord Italia, ad eccezione della Calabria. Troviamo il Trentino-Alto Adige ed il Friuli-Venezia Giulia rispettivamente al primo ed al secondo posto della graduatoria. Questo risultato probabilmente deriva da un'attenzione di tali regioni a statuto speciale per le tematiche ambientali, attraverso l'attuazione di politiche a favore della qualità dell'ambiente anche a livello urbano. L'assenza tuttavia, in questi territori, di centri urbani di grosse proporzioni fa sì che le amministrazioni locali siano facilitate nel portare avanti tali politiche di riduzione delle pressioni sull'ambiente nell'ambito urbano. Stupisce in senso positivo la presenza al terzo posto di una regione fortemente industrializzata ed urbanizzata come il Veneto. Il Lazio si classifica invece all'ultimo posto. La sua vicinanza al *target* relativamente alle altre regioni è la più bassa. La pressione dell'area metropolitana di Roma sicuramente ha una grossa influenza su questo risultato negativo. La Campania, il Piemonte e la Lombardia si classificano rispettivamente al decimo, al dodicesimo ed al tredicesimo posto nonostante siano anch'esse delle regioni che ospitano grossi centri urbani quali Napoli, Torino e Milano.

Figura 2 - *Graduatoria delle regioni italiane basata sull'indice di 'Qualità dell'ambiente urbano'*



L'indice di 'Tutela ambientale' presenta rispetto a quello di 'Qualità dell'ambiente urbano' valori più alti di prossimità al *target* nelle posizioni più elevate (Tabella 6 e Figura 3). Infatti, la regione prima in classifica, l'Abruzzo, ha un indice di vicinanza al *target* pari a 91,02 contro l'83,94 del più alto valore per l'indice di 'Qualità dell'ambiente urbano'. Questo risultato denota una minore attenzione a livello nazionale per la tutela della qualità ambientale in ambito urbano.

Le prime cinque regioni in graduatoria, come si può notare dall'osservazione della Tabella 6 e della Figura 3, sono per lo più piccole regioni come la Valle d'Aosta al secondo posto, la Basilicata al quarto posto ed il Molise al quinto posto o comunque regioni che hanno una grossa parte di territorio destinata a riserva naturale come l'Abruzzo in prima posizione ed il Trentino-Alto Adige al terzo posto. Anche una consistente parte del territorio della Valle d'Aosta e del Molise è soggetto a tutela ambientale.

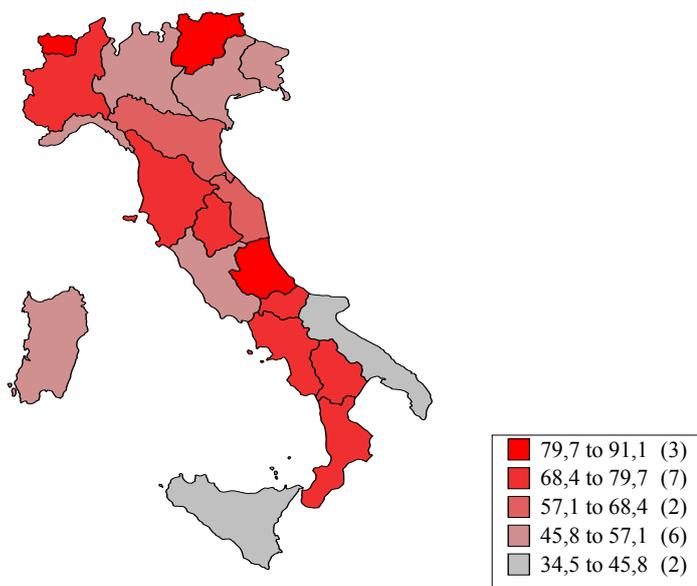
Non si nota nella graduatoria dell'indice di 'Tutela ambientale' una suddivisione territoriale precisa: soprattutto nelle posizioni intermedie troviamo sia regioni del Nord che regioni del Sud Italia.

Un dato deludente ed abbastanza allarmante è la collocazione tra le ultime in classifica di regioni caratterizzate da un patrimonio naturale molto ricco come la Sardegna, la Puglia e la Sicilia rispettivamente al diciassettesimo, al diciottesimo ed al diciannovesimo posto.

Tabella 6 - *Indice di 'Tutela ambientale' delle regioni italiane*

Graduatoria	Regione	Valore dell'indice
1	ABRUZZO	91,02
2	VALLE D'AOSTA	90,79
3	TRENTINO-ALTO ADIGE	87,13
4	BASILICATA	75,36
5	MOLISE	75,03
6	PIEMONTE	73,15
7	CAMPANIA	72,90
8	TOSCANA	70,73
9	UMBRIA	70,09
10	CALABRIA	69,17
11	MARCHE	67,93
12	EMILIA-ROMAGNA	60,63
13	FRIULI-VENEZIA GIULIA	55,95
14	LOMBARDIA	52,01
15	LAZIO	49,97
16	VENETO	48,82
17	LIGURIA	47,98
18	SARDEGNA	46,51
19	PUGLIA	40,43
20	SICILIA	34,55

Figura 3 - *Graduatoria delle regioni italiane basata sull'indice di 'Tutela ambientale'*



Le regioni Sardegna e Puglia tuttavia si collocano in prima e seconda posizione nella classifica costruita tramite l'indice di 'Qualità del suolo' (Tabella 7 e Figura 4). Insieme a queste ultime, tra le prime cinque si posizionano la Toscana, l'Abruzzo e il Lazio rispettivamente al terzo, al quarto ed al quinto posto.

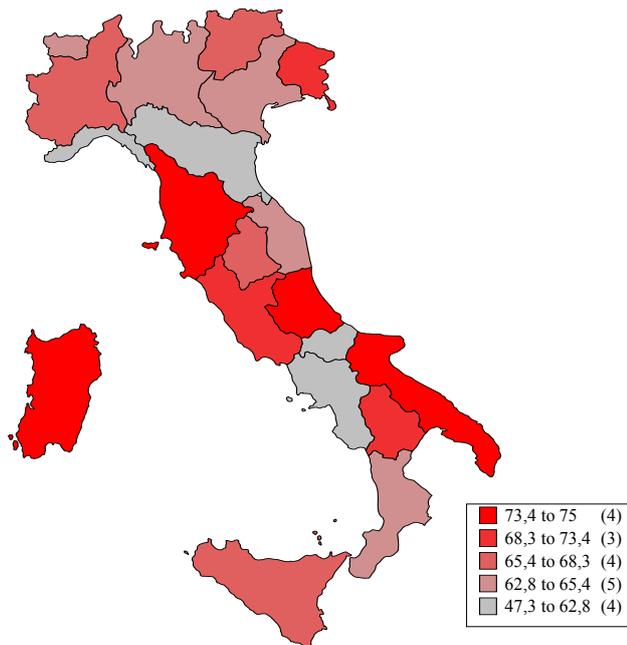
Anche questo indice non fornisce una graduatoria con una precisa suddivisione territoriale tra Settentrione e Meridione. La regione ultima in classifica è la Campania con un indice di prossimità al *target* inferiore a 50.

Il valore massimo di questo indice, misurato per la Sardegna (74,92), è abbastanza basso se confrontato con il valore massimo degli indici sintetici calcolati relativamente alle altre tematiche. C'è quindi ancora molto da fare per garantire una maggiore qualità del suolo sia in termini di lotta al rischio idrogeologico che in termini di una maggiore attenzione per forme di agricoltura che limitino il più possibile l'inquinamento del suolo.

Tabella 7 - *Indice di 'Qualità del suolo' delle regioni italiane*

Graduatoria	Regione	Valore dell'indice
1	SARDEGNA	74,92
2	PUGLIA	73,70
3	TOSCANA	73,65
4	ABRUZZO	73,44
5	LAZIO	72,84
6	BASILICATA	72,81
7	FRIULI-VENEZIA GIULIA	71,56
8	TRENTINO-ALTO ADIGE	68,29
9	SICILIA	68,23
10	UMBRIA	66,43
11	PIEMONTE	65,62
12	LOMBARDIA	65,39
13	MARCHE	65,05
14	CALABRIA	64,30
15	VENETO	63,32
16	VALLE D'AOSTA	62,81
17	MOLISE	56,30
18	EMILIA-ROMAGNA	55,06
19	LIGURIA	53,37
20	CAMPANIA	47,40

Figura 4 - *Graduatoria delle regioni italiane basata sull'indice di 'Qualità del suolo'*



L'ultimo indice che prendiamo in considerazione, prima di passare all'analisi dei risultati raggiunti tramite il calcolo dell'indice sintetico EnvIndex, è quello di 'Qualità dell'acqua'.

In questo caso i risultati in termini di prossimità al *target* sono abbastanza incoraggianti, in quanto la prima regione in classifica, il Molise, è caratterizzata da un indice pari a 100. Tra le prime cinque regioni, insieme al Molise, troviamo nell'ordine la Puglia, la Sardegna, il Friuli-Venezia Giulia e la Sicilia con un indice di vicinanza al *target* superiore a 99.

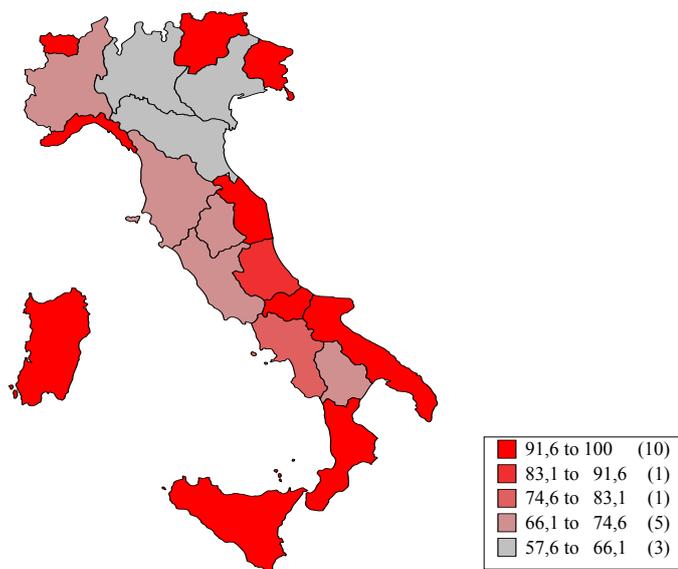
È interessante notare come per quasi tutte le regioni le cui coste sono bagnate dal Mare Adriatico si registra una buona *performance* dal punto di vista della 'Qualità dell'acqua'; fanno eccezione il Veneto e l'Emilia-Romagna rispettivamente penultima ed ultima regione in graduatoria.

La classifica quindi non mostra in questo caso una suddivisione Nord-Sud quanto piuttosto una suddivisione tra le regioni adriatiche, caratterizzate da un buon risultato in termine di 'Qualità dell'acqua', e tra le regioni tirreniche, che invece occupano posizioni più basse nella graduatoria (se si esclude la Calabria che ricopre il settimo posto). Bisogna comunque tener presente che l'indice tematico di 'Qualità dell'acqua' è costituito da indicatori semplici che misurano non solo la qualità dell'acqua marina, ma anche quella dei laghi e dei corsi d'acqua.

Tabella 8 - *Indice di 'Qualità dell'acqua' delle regioni italiane*

Graduatoria	Regione	Valore dell'indice
1	MOLISE	100,00
2	PUGLIA	99,90
3	SARDEGNA	99,79
4	FRIULI-VENEZIA GIULIA	99,58
5	SICILIA	99,43
6	VALLE D'AOSTA	98,00
7	CALABRIA	97,01
8	LIGURIA	96,73
9	MARCHE	95,77
10	TRENTINO-ALTO ADIGE	93,25
11	ABRUZZO	86,68
12	CAMPANIA	82,38
13	LAZIO	73,55
14	BASILICATA	73,26
15	TOSCANA	73,17
16	UMBRIA	70,98
17	PIEMONTE	66,76
18	LOMBARDIA	62,49
19	VENETO	60,93
20	EMILIA-ROMAGNA	57,69

Figura 5 - *Graduatoria delle regioni italiane basata sull'indice di 'Qualità dell'acqua'*



I risultati derivanti dal calcolo dell'indice composito EnvIndex sono rappresentati nella Tabella 9 e nella Figura 10.

I risultati devono essere interpretati cautamente per tutta una serie di problematiche legate alla costruzione di indici sintetici, tra le quali non è da trascurare, come è stato già ricordato, la limitata disponibilità di dati che, in questo caso, non ha consentito di prendere in considerazione e di includere nel calcolo dell'indice alcuni aspetti rilevanti della dimensione 'Ambiente' della sostenibilità.

In prima e seconda posizione vi sono due regioni del Nord Italia a statuto speciale, il Trentino-Alto Adige e la Valle d'Aosta. È un risultato che non sorprende, in quanto si è abituati a pensare a queste regioni come a territori che attraggono soprattutto per le caratteristiche del proprio ambiente naturale. Tra le prime cinque troviamo anche l'Abruzzo, la Calabria e le Marche rispettivamente al terzo, al quarto ed al quinto posto.

Le regioni più grandi le troviamo negli ultimi posti della graduatoria: al quindicesimo il Veneto, al diciassettesimo la Lombardia, al diciottesimo il Lazio ed all'ultimo posto l'Emilia-Romagna. Probabilmente, in tali territori, caratterizzati da un'alta densità di popolazione, le politiche ambientali messe in atto non sono ancora sufficienti a raggiungere un adeguato livello di sostenibilità ambientale.

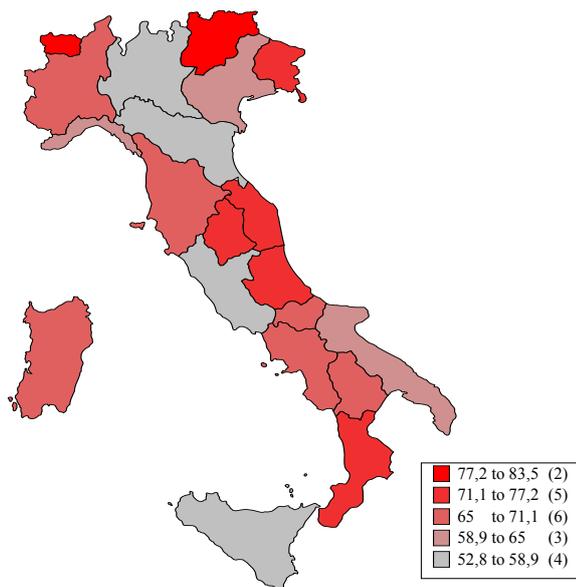
È un risultato preoccupante il fatto che una regione dalle forti potenzialità dal punto di vista naturalistico come la Sicilia si collochi solo al diciannovesimo posto con un indice di prossimità al *target* pari a 53,02.

L'analisi dell'EnvIndex sulle regioni italiane comunque rivela che il raggiungimento del *target* di sostenibilità ambientale, per tutte le regioni, è ancora lontano; infatti, anche il Trentino, che, come abbiamo visto, è la regione più alta in graduatoria, misura un EnvIndex pari ad 83,49. Sarà necessario quindi intraprendere in tutte le regioni italiane, anche se con modalità ed in misura diverse, dei provvedimenti di politica ambientale che consentano di lavorare in maniera più mirata ed efficiente al raggiungimento dei *target* di medio e di lungo periodo.

Tabella 9 - *EnvIndex delle regioni italiane*

Graduatoria	Regioni	EnvIndex
1	TRENTINO-ALTO ADIGE	83,49
2	VALLE D'AOSTA	81,50
3	ABRUZZO	76,11
4	CALABRIA	74,98
5	MARCHE	72,66
6	UMBRIA	72,06
7	FRIULI-VENEZIA GIULIA	71,96
8	MOLISE	70,97
9	BASILICATA	70,77
10	PIEMONTE	68,14
11	SARDEGNA	67,38
12	TOSCANA	67,29
13	CAMPANIA	66,98
14	PUGLIA	63,65
15	VENETO	60,76
16	LIGURIA	59,11
17	LOMBARDIA	58,79
18	LAZIO	54,15
19	SICILIA	53,02
20	EMILIA-ROMAGNA	52,86

Figura 6 - *Graduatoria delle regioni italiane basata sull'indice EnvIndex*



6. Conclusioni

L'EnvIndex, sviluppato nel presente lavoro, è un indice composito diretto a misurare la dimensione 'Ambiente' della sostenibilità per le regioni italiane.

La metodologia seguita per la sua costruzione è quella dell'Indice di *performance* ambientale, che permette di valutare i risultati delle politiche ambientali in termini di percentuale di conseguimento degli obiettivi prefissati, attraverso il metodo della "vicinanza al *target*".

L'EnvIndex aggrega 23 indicatori elementari, articolati in 4 temi: 'Qualità dell'ambiente urbano', 'Tutela ambientale', 'Qualità del suolo', 'Qualità dell'acqua'.

Ai fini del raggruppamento degli indicatori elementari nei 4 temi e dell'individuazione dei pesi da attribuire a ciascun indicatore nella costruzione degli indici tematici, è stata utilizzata l'analisi delle componenti principali, mentre l'indice sintetico EnvIndex è stato calcolato come somma ponderata dei 4 indici tematici con attribuzione di pesi uguali.

Le note problematiche relative alla costruzione del *dataset* sono state accentuate dalla carenza di dati regionali con riferimento a variabili ed indicatori ambientali, a cui si aggiunge la difficoltà di definire appropriati *target* per tutti gli indicatori disponibili. Tali vincoli hanno inevitabilmente portato a trascurare alcuni aspetti rilevanti ai fini della misurazione della sostenibilità ambientale e ciò deve essere tenuto in considerazione nella lettura dei risultati da noi ottenuti.

Analizzando i risultati sia degli indici tematici che dell'EnvIndex non è possibile delineare in Italia un *pattern* territoriale per la sostenibilità ambientale. Infatti i risultati in termini di *performance* relativa delle regioni in materia ambientale non denotano una netta contrapposizione tra Nord e Sud, piuttosto suggeriscono una *performance* tendenzialmente peggiore delle regioni di maggiori dimensioni e a più alta densità di popolazione. Per approfondire tale legame potrebbe essere interessante svolgere un'analisi di correlazione tra l'EnvIndex e variabili quali la densità di popolazione e il pil *pro capite*.

Un dato rilevante è che in tutte le regioni italiane, anche in quelle che possiamo definire più "virtuose", si è ancora lontani dal raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale. Il valore più alto dell'EnvIndex è comunque lontano dal 100%, così come i valori migliori di tutti gli indici tematici, ad eccezione di quello di 'Qualità dell'acqua'.

Confrontando i risultati sui 4 indici tematici si deduce che in Italia è necessario un maggiore impegno a livello regionale in materia di 'Qualità dell'ambiente urbano' e di 'Qualità del suolo' rispetto ai temi di 'Tutela ambientale' e 'Qualità dell'acqua'.

La maggiore debolezza dell'analisi effettuata sta nella disponibilità e qualità dei dati utilizzati, anche in termini di copertura temporale, che ci porta ad auspicare una maggiore attenzione verso la raccolta, elaborazione e diffusione di dati ambientali a livello locale, in linea peraltro con le raccomandazioni dei principali organismi internazionali in tema di sviluppo sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

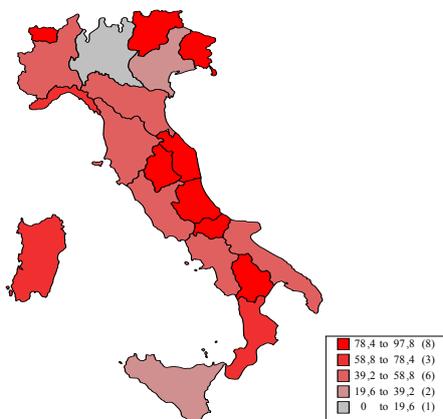
- Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT) (2003), *Annuario dei dati ambientali*, Edizione 2003, <http://www.apat.gov.it>.
- Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT) (2004), *Annuario dei dati ambientali*, Edizione 2004, <http://www.apat.gov.it>.
- Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT) (2006), *Annuario dei dati ambientali*, Edizione 2005-2006, <http://www.apat.gov.it>.
- Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni (APAT CTN-ACE) (2004), *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni. Rapporto finale*, <http://www.inventaria.sinanet.apat.it>.
- Anand, S. – Sen, A.K. (1994), “Human Development Index: Methodology and Measurement”, *Human Development Report Office Occasional Papers*, n. 12, http://hdr.undp.org/docs/statistics/indices/HDI_methodology.pdf.
- Barnett, V. – Lewis, T. (1994), *Outliers in Statistical Data*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Battipaglia, P. (2000), “Robust Estimates of Investments from the Bank of Italy's Business Survey”, *Statistics Research Report*, n. 56, London School of Economics, London.
- Commission of the European Communities (2001), *A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development*, <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro (CNEL) (2005), *Indicatori per lo sviluppo sostenibile in Italia. Rapporto finale*, <http://www.portalecnel.it>.
- Council of the European Union (2006), *Renewed EU Sustainable Development Strategy*, <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- De Leeuw, F. (2002), “A Set of Emission Indicators for Long-range Transboundary Air Pollution”, *Environmental Science and Policy*, vol. 5(2): pp.135-145.
- Esty, D.C. – Levy, M.A. – Srebotnjak, T. – de Sherbinin, A. (2005), *2005 Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship*, Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven, <http://www.yale.edu/esi>.
- Esty, D.C. – Levy, M.A. – Srebotnjak, T. – de Sherbinin, A. – Kim, C.H. – Anderson, B. (2006), *Pilot 2006 Environmental Performance Index*, Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven, <http://www.yale.edu/epi>.
- EUROSTAT (1997), *Indicators of Sustainable Development – A Pilot Study Following the Methodology of the United Nations Commission on Sustainable Development*, European Communities, Lussemburgo.
- EUROSTAT (1999), “Towards Environmental Pressure Indicators for the EU”, *Environment and Energy Paper Theme 8*, Lussemburgo.
- EUROSTAT (2001), *Measuring Progress towards a More Sustainable Europe – Proposed Indicators for Sustainable Development*, European Communities, Lussemburgo, <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- Hotelling, H. (1933), “Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components”, *Journal of Educational Psychology*, 24: pp. 417-441, 498-520.
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) (2001), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (ISSI) (2002), *Un futuro sostenibile per l'Italia. Rapporto ISSI 2002*, Editori Riuniti, Roma.
- Kitzes, J. – Peller, A. – Goldfinger, S. – Wackernagel, M. (2007), “Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts”, *Science for Environment and Sustainable Society*, vol. 4(1): pp. 1-9.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATT) (2002), *Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia*, <http://www.minambiente.it>.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATT) (2003), *Pianificazione territoriale provinciale e rischio idrogeologico: previsione e tutela*, <http://www.minambiente.it>.
- Nardo, M. – Saisana, M. – Saltelli, A. – Tarantola, S. – Hoffman, A. – Giovannini, E. (2005), “Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide”, *OECD Statistics Working Paper*, [http://www.oilis.oecd.org/olis/2005doc.nsf/LinkTo/std-doc\(2005\)3](http://www.oilis.oecd.org/olis/2005doc.nsf/LinkTo/std-doc(2005)3).

- Organisation for Economic Cooperation and Development (1993), “OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews”, *OECD Environment Monographs*, n. 83, OECD, Parigi.
- Pearson, K. (1901), “On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space”, *Philosophical Magazine*, 2(6): pp. 559–572.
- Saisana, M. – Tarantola, S. (2002), *State-of-the-art Report on Current Methodologies and Practises for Composite Indicators Development*, European Commission Joint Research Centre, ISPRA (VA), Italia.
- United Nations (UN) (1992), *Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development*, United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992, http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs_key_conferences.htm.
- United Nations (UN) (1996), *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*, United Nations, New York, http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs_csd4.htm.
- United Nations (UN) (2000), *Millennium Declaration*, <http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.pdf>.
- United Nations (UN) (2001a), *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, United Nations, New York, <http://www.un.org/esa/sustdev/publications/publications.htm>.
- United Nations (UN) (2001b), *Road Map towards the Implementation of the United Nations Millennium Goals*, Report of the Secretary-General, <http://www.un.org/millenniumgoals/sgreport2001.pdf?OpenElement>.
- United Nations (UN) (2002), *Johannesburg Plan of Implementation*, http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm.
- United Nations (UN) (2003), *Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals*, United Nations, New York, <http://millenniumindicators.un.org>.
- United Nations (UN) (2007), *The Millennium Development Goals Report*, United Nations, New York, <http://www.un.org/millenniumgoals>.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2006a), *Revising Indicators of Sustainable Development – Status and Options*, Background paper, Division for Sustainable Development, New York, <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/egmOct06/egm.htm>.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2006b), *Report of the Expert Group Meeting on Indicators of Sustainable Development*, Division for Sustainable Development, New York, <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/egmOct06/egm.htm>.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2007), *Third revised CSD indicators of Sustainable Development – Fact sheet*, Division for Sustainable Development, New York, <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isd.htm>.
- United Nations Development Programme (1990), *Human Development Report 1990 – Concept and Measurement of Human Development*, Oxford University Press, New York, <http://hdr.undp.org/reports/global/1990/en/>.
- United Nations Development Programme (2006), *Human Development Report 2006 – Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis*, Oxford University Press, New York, <http://hdr.undp.org/hdr2006/report.cfm>.
- Wackernagel, M. – Rees, W.E. (1996), *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, Gabriola Island, BC.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987), *Our common future*, <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N87/184/67/IMG/N8718467.pdf?OpenElement>.

APPENDICE

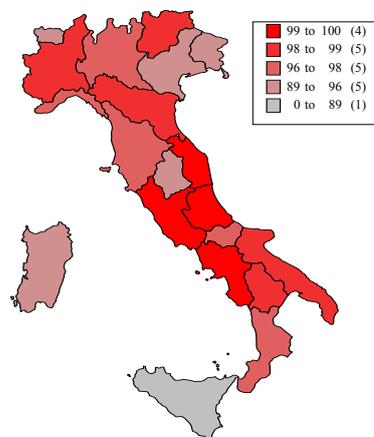
Indicatore: Emissioni di sostanze lesive per l'ozono

Classifica	Regione	Punteggio
1	VALLE D'AOSTA	97,71
2	MOLISE	95,99
3	BASILICATA	90,61
4	UMBRIA	87,25
5	TRENTINO-ALTO ADIGE	86,70
6	MARCHE	82,20
7	ABRUZZO	81,13
8	FRIULI-VENEZIA GIULIA	79,22
9	LIGURIA	70,91
10	SARDEGNA	70,51
11	CALABRIA	66,91
12	TOSCANA	48,05
13	PIEMONTE	44,97
14	CAMPANIA	43,80
15	LAZIO	42,47
16	EMILIA-ROMAGNA	42,01
17	PUGLIA	40,70
18	VENETO	38,39
19	SICILIA	28,94
20	LOMBARDIA	0,00



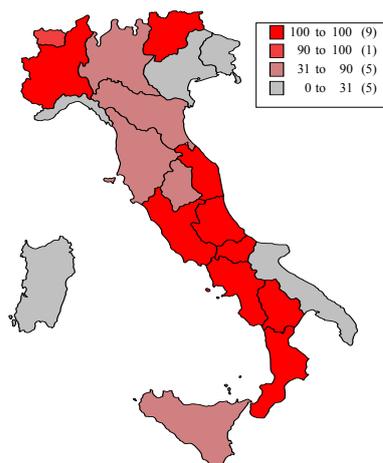
Indicatore: Emissioni di sostanze acidificanti (H⁺)

Classifica	Regione	Punteggio
1	CAMPANIA	100,00
2	LAZIO	100,00
3	MARCHE	99,98
4	ABRUZZO	99,65
5	TRENTINO-ALTO ADIGE	98,77
6	BASILICATA	98,70
7	PIEMONTE	98,60
8	EMILIA-ROMAGNA	98,53
9	PUGLIA	98,16
10	MOLISE	97,83
11	LOMBARDIA	97,30
12	LIGURIA	96,88
13	CALABRIA	96,21
14	TOSCANA	96,21
15	VALLE D'AOSTA	94,50
16	FRIULI-VENEZIA GIULIA	94,31
17	UMBRIA	93,45
18	SARDEGNA	90,24
19	VENETO	89,83
20	SICILIA	0,00



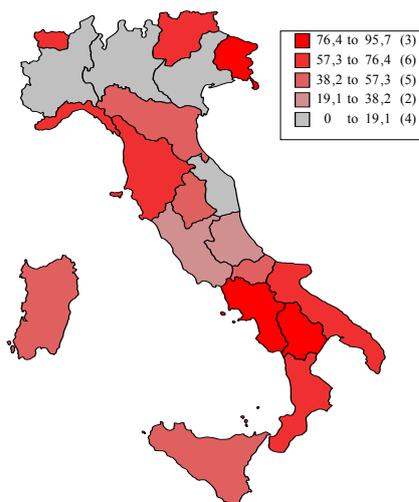
Indicatore: Emissioni di gas serra

Classifica	Regione	Punteggio
1	ABRUZZO	100,00
2	BASILICATA	100,00
3	CALABRIA	100,00
4	CAMPANIA	100,00
5	LAZIO	100,00
6	MARCHE	100,00
7	MOLISE	100,00
8	PIEMONTE	100,00
9	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
10	VALLE D'AOSTA	90,87
11	LOMBARDIA	76,48
12	TOSCANA	68,92
13	EMILIA-ROMAGNA	60,99
14	SICILIA	57,62
15	UMBRIA	31,14
16	VENETO	30,19
17	FRIULI-VENEZIA GIULIA	28,92
18	PUGLIA	25,51
19	SARDEGNA	6,32
20	LIGURIA	0,00



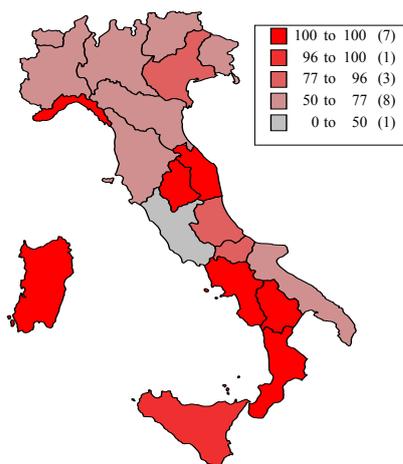
Indicatore: Concentrazione di polveri sottili - particolato PM10

Classifica	Regione	Punteggio
1	CAMPANIA	95,64
2	BASILICATA	84,75
3	FRIULI-VENEZIA GIULIA	84,75
4	CALABRIA	71,68
5	VALLE D'AOSTA	71,68
6	PUGLIA	67,32
7	TRENTINO-ALTO ADIGE	67,32
8	LIGURIA	60,78
9	TOSCANA	60,78
10	MOLISE	56,43
11	SARDEGNA	54,25
12	UMBRIA	54,25
13	SICILIA	52,07
14	EMILIA-ROMAGNA	45,53
15	ABRUZZO	36,82
16	LAZIO	25,93
17	MARCHE	17,21
18	PIEMONTE	17,21
19	LOMBARDIA	4,14
20	VENETO	0,00



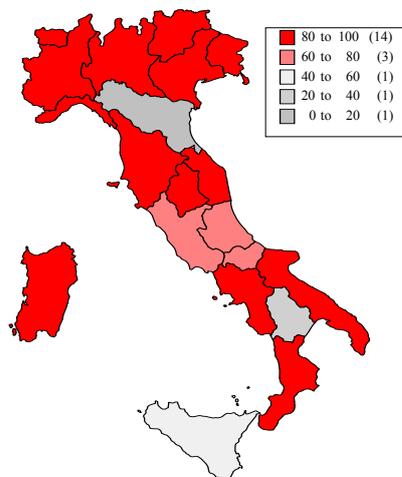
Indicatore: Concentrazione urbana di ozono (O₃)

Classifica	Regione	Punteggio
1	BASILICATA	100,00
2	CALABRIA	100,00
3	CAMPANIA	100,00
4	LIGURIA	100,00
5	MARCHE	100,00
6	SARDEGNA	100,00
7	UMBRIA	100,00
8	SICILIA	96,24
9	MOLISE	83,33
10	ABRUZZO	82,80
11	VENETO	77,96
12	FRIULI-VENEZIA GIULIA	63,44
13	TRENTINO-ALTO ADIGE	59,14
14	PUGLIA	57,53
15	EMILIA-ROMAGNA	54,84
16	PIEMONTE	54,84
17	VALLE D'AOSTA	52,15
18	LOMBARDIA	50,00
19	TOSCANA	50,00
20	LAZIO	0,00



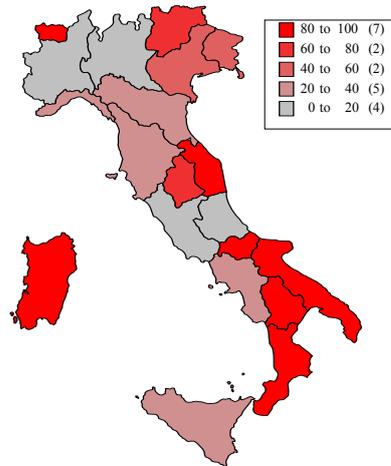
Indicatore: Concentrazione urbana di benzene (C₆H₆)

Classifica	Regione	Punteggio
1	CALABRIA	100,00
2	CAMPANIA	100,00
3	FRIULI-VENEZIA GIULIA	100,00
4	LIGURIA	100,00
5	LOMBARDIA	100,00
6	MARCHE	100,00
7	PIEMONTE	100,00
8	PUGLIA	100,00
9	SARDEGNA	100,00
10	TOSCANA	100,00
11	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
12	VALLE D'AOSTA	100,00
13	VENETO	100,00
14	UMBRIA	81,96
15	LAZIO	77,45
16	ABRUZZO	66,18
17	MOLISE	66,18
18	SICILIA	43,64
19	BASILICATA	27,63
20	EMILIA-ROMAGNA	0,00



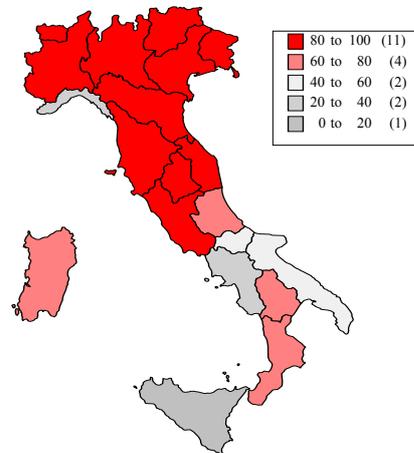
Indicatore: Concentrazione urbana di biossido di azoto (NO₂)

Classifica	Regione	Punteggio
1	BASILICATA	100,00
2	CALABRIA	100,00
3	MARCHE	100,00
4	PUGLIA	100,00
5	SARDEGNA	100,00
6	VALLE D'AOSTA	100,00
7	MOLISE	86,64
8	TRENTINO-ALTO ADIGE	77,73
9	UMBRIA	77,73
10	VENETO	53,23
11	FRIULI-VENEZIA GIULIA	44,32
12	EMILIA-ROMAGNA	35,41
13	LIGURIA	33,18
14	SICILIA	30,96
15	TOSCANA	30,96
16	CAMPANIA	28,73
17	ABRUZZO	15,37
18	PIEMONTE	8,69
19	LAZIO	4,23
20	LOMBARDIA	0,00



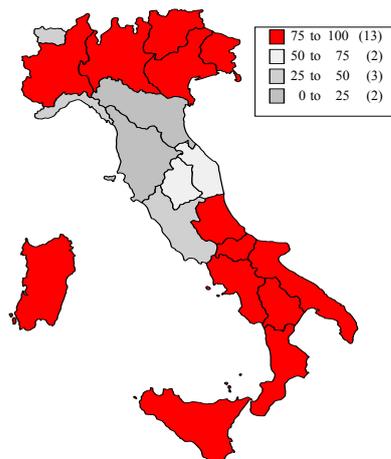
Indicatore: Depurazione delle acque reflue

Classifica	Regione	Punteggio
1	EMILIA-ROMAGNA	100,00
2	PIEMONTE	100,00
3	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
4	UMBRIA	100,00
5	VALLE D'AOSTA	100,00
6	VENETO	100,00
7	TOSCANA	97,26
8	MARCHE	93,15
9	FRIULI-VENEZIA GIULIA	89,03
10	LAZIO	89,03
11	LOMBARDIA	86,29
12	ABRUZZO	79,44
13	BASILICATA	72,58
14	CALABRIA	69,84
15	SARDEGNA	69,84
16	MOLISE	45,17
17	PUGLIA	45,17
18	LIGURIA	36,94
19	CAMPANIA	27,35
20	SICILIA	0,00



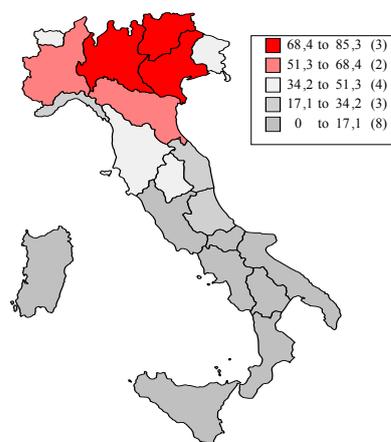
Indicatore: Produzione di rifiuti urbani

Classifica	Regione	Punteggio
1	BASILICATA	100,00
2	CALABRIA	100,00
3	CAMPANIA	100,00
4	MOLISE	100,00
5	VENETO	100,00
6	PUGLIA	97,12
7	FRIULI-VENEZIA GIULIA	96,63
8	TRENTINO-ALTO ADIGE	96,63
9	SICILIA	87,98
10	LOMBARDIA	87,02
11	PIEMONTE	84,62
12	ABRUZZO	81,25
13	SARDEGNA	76,44
14	MARCHE	71,15
15	UMBRIA	65,38
16	VALLE D'AOSTA	48,08
17	LAZIO	45,19
18	LIGURIA	44,23
19	EMILIA-ROMAGNA	16,35
20	TOSCANA	0,00



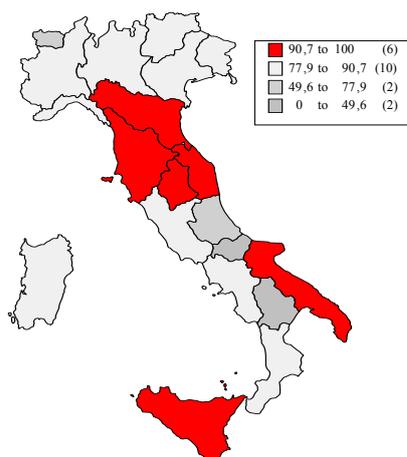
Indicatore: Raccolta differenziata

Classifica	Regione	Punteggio
1	VENETO	85,30
2	TRENTINO-ALTO ADIGE	78,24
3	LOMBARDIA	74,79
4	PIEMONTE	64,30
5	EMILIA-ROMAGNA	52,54
6	TOSCANA	51,23
7	FRIULI-VENEZIA GIULIA	50,49
8	VALLE D'AOSTA	46,54
9	UMBRIA	38,10
10	LIGURIA	26,19
11	MARCHE	24,92
12	ABRUZZO	20,78
13	CAMPANIA	10,87
14	LAZIO	10,28
15	SARDEGNA	9,39
16	CALABRIA	6,75
17	PUGLIA	5,94
18	BASILICATA	0,54
19	SICILIA	0,48
20	MOLISE	0,00



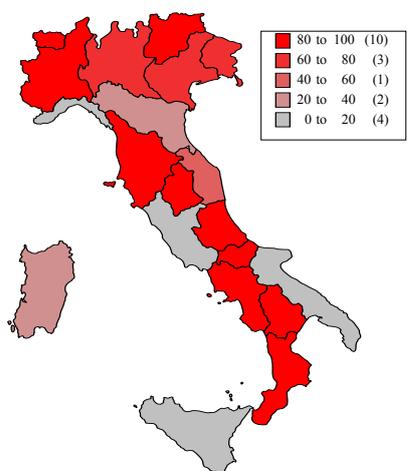
Indicatore: Prelievo di acqua potabile

Classifica	Regione	Punteggio
1	PUGLIA	100,00
2	MARCHE	96,02
3	SICILIA	94,08
4	UMBRIA	93,92
5	TOSCANA	91,35
6	EMILIA-ROMAGNA	90,76
7	PIEMONTE	86,14
8	VENETO	85,08
9	SARDEGNA	84,84
10	LOMBARDIA	83,94
11	FRIULI-VENEZIA GIULIA	81,48
12	CAMPANIA	81,27
13	LIGURIA	80,11
14	CALABRIA	79,59
15	TRENTINO-ALTO ADIGE	79,14
16	LAZIO	77,93
17	ABRUZZO	67,68
18	VALLE D'AOSTA	49,60
19	MOLISE	0,57
20	BASILICATA	0,03



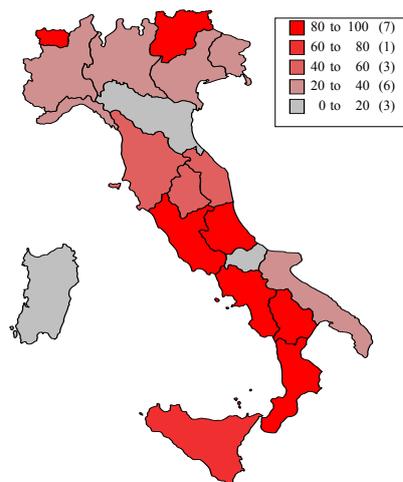
Indicatore: Energia prodotta da fonti rinnovabili

Classifica	Regione	Punteggio
1	ABRUZZO	100,00
2	BASILICATA	100,00
3	CALABRIA	100,00
4	PIEMONTE	100,00
5	TOSCANA	100,00
6	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
7	UMBRIA	100,00
8	VALLE D'AOSTA	100,00
9	MOLISE	99,28
10	CAMPANIA	90,21
11	FRIULI-VENEZIA GIULIA	74,19
12	VENETO	62,30
13	LOMBARDIA	61,67
14	MARCHE	57,57
15	SARDEGNA	22,47
16	EMILIA-ROMAGNA	21,44
17	LAZIO	19,24
18	PUGLIA	6,88
19	SICILIA	3,51
20	LIGURIA	0,00



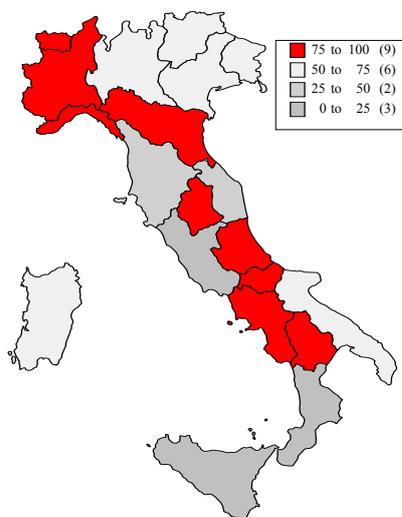
Indicatore: Aree naturali protette

Classifica	Regione	Punteggio
1	ABRUZZO	100,00
2	CALABRIA	100,00
3	CAMPANIA	100,00
4	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
5	VALLE D'AOSTA	86,42
6	BASILICATA	81,58
7	LAZIO	80,52
8	SICILIA	66,71
9	MARCHE	56,75
10	UMBRIA	44,07
11	TOSCANA	40,07
12	FRIULI-VENEZIA GIULIA	39,28
13	PUGLIA	37,84
14	PIEMONTE	37,34
15	LOMBARDIA	28,94
16	VENETO	26,10
17	LIGURIA	23,35
18	EMILIA-ROMAGNA	17,97
19	SARDEGNA	16,89
20	MOLISE	0,00



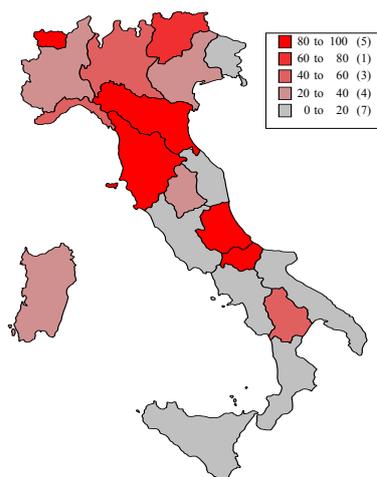
Indicatore: Certificazioni UNI-EN-ISO 14001

Classifica	Regione	Punteggio
1	ABRUZZO	100,00
2	MOLISE	100,00
3	PIEMONTE	100,00
4	UMBRIA	100,00
5	VALLE D'AOSTA	100,00
6	LIGURIA	98,42
7	EMILIA-ROMAGNA	83,92
8	BASILICATA	79,41
9	CAMPANIA	76,03
10	SARDEGNA	70,88
11	TRENTINO-ALTO ADIGE	70,53
12	LOMBARDIA	57,83
13	FRIULI-VENEZIA GIULIA	57,47
14	VENETO	51,37
15	PUGLIA	50,19
16	MARCHE	46,52
17	TOSCANA	41,51
18	SICILIA	18,41
19	CALABRIA	3,23
20	LAZIO	0,00



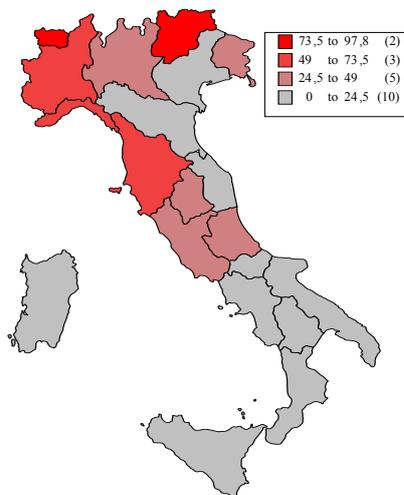
Indicatore: RegISTRAZIONI EMAS

Classifica	Regione	Punteggio
1	EMILIA-ROMAGNA	100,00
2	MOLISE	100,00
3	VALLE D'AOSTA	100,00
4	TOSCANA	89,62
5	ABRUZZO	80,91
6	TRENTINO-ALTO ADIGE	61,25
7	LIGURIA	54,10
8	BASILICATA	46,40
9	LOMBARDIA	40,99
10	SARDEGNA	38,99
11	VENETO	33,08
12	PIEMONTE	31,05
13	UMBRIA	23,68
14	MARCHE	16,36
15	FRIULI-VENEZIA GIULIA	9,80
16	CALABRIA	6,40
17	PUGLIA	5,91
18	CAMPANIA	5,79
19	LAZIO	0,60
20	SICILIA	0,00



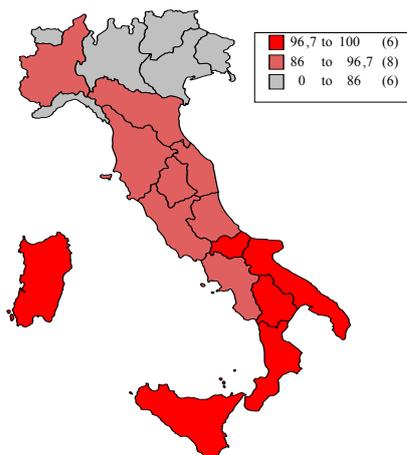
Indicatore: Pratiche agricole sostenibili

Classifica	Regione	Punteggio
1	VALLE D'AOSTA	97,74
2	TRENTINO-ALTO ADIGE	97,20
3	LIGURIA	58,08
4	TOSCANA	54,78
5	PIEMONTE	52,16
6	LAZIO	34,04
7	LOMBARDIA	33,99
8	ABRUZZO	30,26
9	FRIULI-VENEZIA GIULIA	28,76
10	UMBRIA	26,05
11	VENETO	19,97
12	EMILIA-ROMAGNA	19,45
13	MARCHE	18,40
14	PUGLIA	15,48
15	SARDEGNA	13,80
16	BASILICATA	13,20
17	SICILIA	12,27
18	MOLISE	0,63
19	CALABRIA	0,43
20	CAMPANIA	0,00



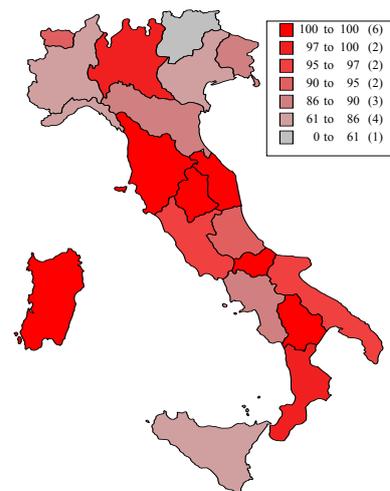
Indicatore: Uso di fertilizzanti in agricoltura

Classifica	Regione	Punteggio
1	BASILICATA	100,00
2	MOLISE	99,86
3	SARDEGNA	98,78
4	CALABRIA	98,33
5	SICILIA	98,17
6	PUGLIA	96,72
7	TOSCANA	94,47
8	MARCHE	94,35
9	ABRUZZO	93,89
10	LAZIO	92,16
11	UMBRIA	91,88
12	CAMPANIA	91,53
13	EMILIA-ROMAGNA	89,59
14	PIEMONTE	86,09
15	FRIULI-VENEZIA GIULIA	76,57
16	TRENTINO-ALTO ADIGE	75,16
17	LOMBARDIA	69,31
18	VENETO	65,59
19	VALLE D'AOSTA	53,63
20	LIGURIA	0,00



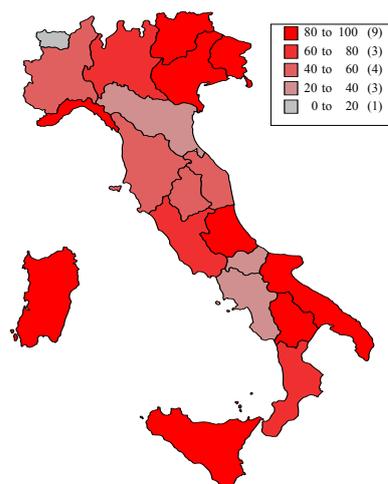
Indicatore Uso di fitosanitari in agricoltura

Classifica	Regione	Punteggio
1	BASILICATA	100,00
2	MARCHE	100,00
3	MOLISE	100,00
4	SARDEGNA	100,00
5	TOSCANA	100,00
6	UMBRIA	100,00
7	LOMBARDIA	99,08
8	CALABRIA	97,94
9	LAZIO	96,36
10	PUGLIA	95,10
11	ABRUZZO	91,81
12	VALLE D'AOSTA	90,50
13	FRIULI-VENEZIA GIULIA	88,71
14	CAMPANIA	88,36
15	EMILIA-ROMAGNA	86,60
16	PIEMONTE	77,99
17	SICILIA	76,09
18	VENETO	75,60
19	LIGURIA	61,47
20	TRENTINO-ALTO ADIGE	0,00



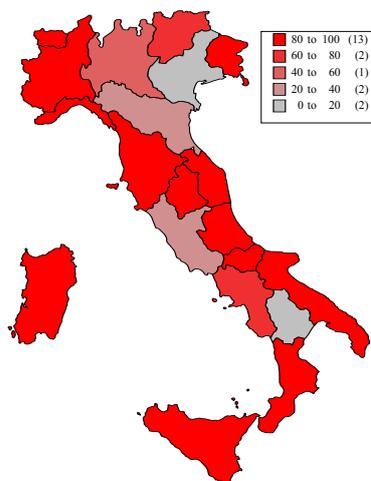
Indicatore: Rischio idrogeologico

Classifica	Regione	Punteggio
1	FRIULI-VENEZIA GIULIA	100,00
2	PUGLIA	100,00
3	SARDEGNA	100,00
4	SICILIA	100,00
5	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
6	VENETO	100,00
7	BASILICATA	90,92
8	ABRUZZO	87,28
9	LIGURIA	86,68
10	LAZIO	76,99
11	CALABRIA	74,57
12	LOMBARDIA	63,67
13	MARCHE	57,61
14	UMBRIA	56,40
15	PIEMONTE	50,35
16	TOSCANA	49,74
17	MOLISE	37,63
18	EMILIA-ROMAGNA	33,39
19	CAMPANIA	21,28
20	VALLE D'AOSTA	0,00



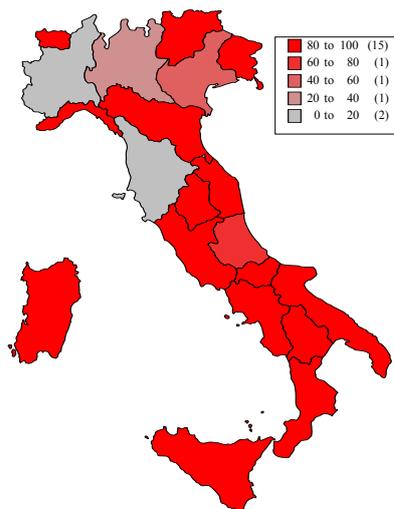
Indicatore: Stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA)

Classifica	Regione	Punteggio
1	CALABRIA	100,00
2	FRIULI-VENEZIA GIULIA	100,00
3	MOLISE	100,00
4	PUGLIA	100,00
5	SARDEGNA	100,00
6	SICILIA	100,00
7	VALLE D'AOSTA	100,00
8	LIGURIA	88,47
9	MARCHE	84,94
10	PIEMONTE	84,21
11	TOSCANA	83,94
12	UMBRIA	83,94
13	ABRUZZO	80,85
14	TRENTINO-ALTO ADIGE	76,00
15	CAMPANIA	70,00
16	LOMBARDIA	52,74
17	EMILIA-ROMAGNA	36,37
18	LAZIO	32,50
19	VENETO	5,11
20	BASILICATA	0,00



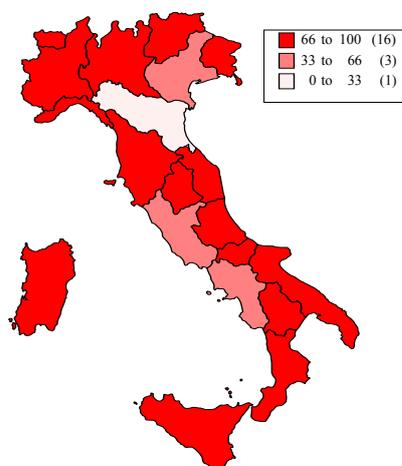
Indicatore: Stato ecologico dei laghi (SEL)

Classifica	Regione	Punteggio
1	BASILICATA	100,00
2	CALABRIA	100,00
3	CAMPANIA	100,00
4	EMILIA-ROMAGNA	100,00
5	FRIULI-VENEZIA GIULIA	100,00
6	LAZIO	100,00
7	LIGURIA	100,00
8	MARCHE	100,00
9	MOLISE	100,00
10	PUGLIA	100,00
11	SARDEGNA	100,00
12	SICILIA	100,00
13	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
14	UMBRIA	100,00
15	VALLE D'AOSTA	92,00
16	ABRUZZO	73,28
17	VENETO	54,24
18	LOMBARDIA	20,00
19	TOSCANA	11,04
20	PIEMONTE	0,00



Indicatore: Stato trofico delle acque (TRIX)

Classifica	Regione	Punteggio
1	ABRUZZO	100,00
2	BASILICATA	100,00
3	CALABRIA	100,00
4	FRIULI-VENEZIA GIULIA	100,00
5	LIGURIA	100,00
6	LOMBARDIA	100,00
7	MARCHE	100,00
8	MOLISE	100,00
9	PIEMONTE	100,00
10	PUGLIA	100,00
11	SARDEGNA	100,00
12	SICILIA	100,00
13	TOSCANA	100,00
14	TRENTINO-ALTO ADIGE	100,00
15	UMBRIA	100,00
16	VALLE D'AOSTA	100,00
17	VENETO	90,00
18	LAZIO	75,00
19	CAMPANIA	64,29
20	EMILIA-ROMAGNA	0,00



Indicatore: Balneabilità delle coste

Classifica	Regione	Punteggio
1	MOLISE	100,00
2	VALLE D'AOSTA	100,00
3	PUGLIA	99,58
4	SARDEGNA	99,17
5	LIGURIA	98,44
6	FRIULI-VENEZIA GIULIA	98,34
7	MARCHE	98,13
8	SICILIA	97,71
9	TOSCANA	97,71
10	TRENTINO-ALTO ADIGE	96,98
11	CAMPANIA	95,21
12	EMILIA-ROMAGNA	94,38
13	VENETO	94,38
14	BASILICATA	93,03
15	ABRUZZO	92,61
16	CALABRIA	88,03
17	LAZIO	86,68
18	PIEMONTE	82,83
19	LOMBARDIA	77,21
20	UMBRIA	0,00

