

“Analisi integrata e valutazione della sostenibilità ambientale di aree omogenee in Italia”

Dott. Dario Rocchi

Tutor: Ing. Michele Munafò

Con la collaborazione del Prof. Carlo Cellamare

Prefazione

Tra le finalità del Sistema Informativo Nazionale Ambientale vi è l'integrazione delle conoscenze ambientali con l'obiettivo dello sviluppo di un sistema in grado di convogliare le informazioni provenienti da differenti livelli (nazionale, regionale, locale) in un'unica base informativa e conoscitiva. Si configura così come un efficace strumento di supporto ai decisori delle politiche ambientali su cui devono essere veicolate tutte le informazioni utili per le decisioni in campo ambientale, opportunamente organizzate, derivanti da vari soggetti distribuiti su tutto il territorio.

Il sistema conoscitivo necessita, al fine di garantire una piena integrazione delle informazioni ed una loro valutazione strategica, di un modulo valutativo orientato a estrarre dalla rappresentazione analitica della realtà elementi informativi sintetici, necessari a sostenere giudizi e valutazioni di carattere generale su di essa, sul suo stato e sulla efficacia delle azioni intraprese. In tale ambito si pone il lavoro svolto nell'ambito della terza linea di attività del Tavolo Tecnico Interagenziale "Strumenti Standard e Dati SINAnet", uno dei progetti realizzati nel 2006 da APAT in collaborazione con il sistema delle Agenzie Ambientali. In particolare il progetto si è articolato su tre linee di attività:

- a. definizione e proposta di strumenti per la catalogazione e fruizione di quanto già disponibile e per la raccolta, gestione e condivisione dei dati e delle informazioni;
- b. definizione di servizi e metodologie, così come definite dal Centro Nazionale per l'Informatica nella P.A.;
- c. metodologie di integrazione dei dati ambientali e territoriali, con particolare riferimento ad aree omogenee.

La terza linea di attività è stata realizzata anche grazie all'attività di stage e ad una collaborazione scientifica con l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza". In questa tesi viene quindi illustrato il lavoro che ha portato alla definizione della metodologia proposta per l'analisi integrata e la valutazione della sostenibilità ambientale di un'area omogenea come, ad esempio, un'area costiera o un'area montana.

Tale metodologia, basata sull'analisi delle performance, attraverso la misurazione della distanza di un set di indicatori da specifici obiettivi di sostenibilità, e sul trend di sviluppo dei fenomeni significativi, prevede la produzione di un indice sintetico che consente la valutazione della

sostenibilità ambientale di un contesto territoriale rispetto ad altre realtà territoriali e della sua evoluzione temporale.

Il caso di studio affrontato nel corso dello stage ha permesso di evidenziare gli aspetti problematici e le opportunità informative offerte dalla metodologia proposta e di studiarne la sua possibilità di applicazione a vasta scala.

Analisi integrata e valutazione della sostenibilità ambientale di aree omogenee in Italia

Il lavoro ha come obiettivo generale la produzione di una metodologia che possa permettere l'analisi integrata e la valutazione della sostenibilità ambientale di un'area omogenea, come ad esempio un'area costiera o un'area montana, con particolare riferimento all'uso del territorio.

In particolare, gli obiettivi specifici che si prefigge di raggiungere sono:

- la definizione e l'individuazione delle aree omogenee, a livello nazionale, mediante analisi normative e scientifiche e attraverso l'ausilio di descrittori riguardanti la morfologia del territorio, l'uso prevalente di suolo, la vegetazione e gli ecosistemi prevalenti;
- la costruzione, per le diverse componenti ambientali, di modelli D.P.S.I.R. (Determinanti – Pressioni – Stato – Impatti - Risposte) determinati mediante l'identificazione di indicatori di determinante, di pressione, di stato, di impatto e di risposta al fine di costruire catene complete di indicatori “ideali”;
- la realizzazione di un sistema condiviso di indicatori per lo sviluppo sostenibile basato su indici, su indicatori e su *target* per valutare la sostenibilità ambientale delle aree omogenee in Italia;
- la costruzione di una metodologia capace di descrivere lo stato attuale della sostenibilità ambientale in Italia e di consentirne il monitoraggio nel futuro.

Il punto di partenza del lavoro è l'analisi svolta dal C.T.N.-T.E.S. (Centro Tematico Nazionale – Territorio e Suolo) e presentata durante il seminario nazionale di Lignano Sabbiadoro nel Settembre del 2005. La metodologia sviluppata dal C.T.N.-T.E.S. va consolidata attraverso la definizione di un *set* di indicatori e indici comuni per ogni tipologia di area omogenea, disegnato per essere usato nella sua interezza e per dare un quadro completo della sostenibilità ambientale posseduta dalle zone omogenee individuate in Italia.

Il lavoro risulta essere articolato fondamentalmente in quattro parti.

La prima parte riferisce il quadro istituzionale internazionale, europeo e nazionale dello sviluppo sostenibile. Si espone il quadro di riferimento internazionale allo stato

attuale del negoziato per l'ambiente e per lo sviluppo sostenibile e si analizza il percorso dell'Unione Europea verso lo sviluppo sostenibile. In ultima battuta, si esamina la storia dello sviluppo sostenibile in Italia.

La seconda parte illustra la metodologia adottata per l'individuazione delle aree omogenee a livello nazionale derivante dall'analisi normativa e scientifica effettuata su varie tipologie di aree omogenee. Infine, vengono analizzati i risultati ottenuti.

La terza parte è incentrata sullo sviluppo dei sistemi di indicatori e del *database* da utilizzare per la valutazione della sostenibilità ambientale. L'obiettivo è la definizione di un *set* di indicatori comuni che, all'occorrenza, possa essere adattato alla caratterizzazione ambientale di realtà territoriali di diverso tipo, come le macro tipologie di aree omogenee. In particolare, vengono realizzati, per le componenti ambientali individuate, i modelli D.P.S.I.R. e vengono descritti gli approcci di riferimento per la costruzione di un sistema di indicatori con particolare attenzione a quegli elementi che, ormai condivisi a livello internazionale, fanno da quadro sicuro di riferimento per il progetto. Viene trattata con particolari approfondimenti la tematica degli obiettivi.

Infine, nella quarta parte, si riporta nel dettaglio la metodologia scelta per essere utilizzata al fine di valutare il livello di sostenibilità ambientale. Vengono messe in luce le caratteristiche della metodologia in termini di punti di forza e punti di debolezza e vengono evidenziate le motivazioni che hanno portato alla scelta di questo metodo piuttosto che di un altro per effettuare la valutazione delle aree omogenee individuate. L'obiettivo finale è quello di ottenere un indice sintetico in grado di fornire una valutazione quantitativa del grado di sostenibilità ambientale in Italia e delle politiche attuali e future intraprese. Si cerca di creare, quindi, uno strumento sensibile alle criticità nazionali che però possa anche essere utilizzato da Regioni, Province, Comuni od Enti Locali per la valutazione dello stato e della tendenza dello sviluppo sostenibile dei loro ambiti territoriali. Questi Enti possono utilizzare altri indicatori capaci di rappresentare le specificità economiche e sociali del territorio e le relative peculiarità integrando o sostituendo parzialmente la lista degli indicatori utilizzati per questo lavoro.

L'approccio sviluppato si basa sull'analisi delle *performance*, attraverso la misurazione della distanza di ogni indicatore da uno specifico *target* o obiettivo di sostenibilità. L'indice sintetico finale è fondamentalmente un vettore multidimensionale che varia nel tempo seguendo i dati delle serie storiche degli indicatori in relazione al sistema di obiettivi assegnato. L'obiettivo è definito mediante un bersaglio, il vettore

target, stabilito per l'anno obiettivo che in linea di principio può essere diversamente assegnato per ciascun indicatore.

Il lavoro si conclude con l'analisi dell'andamento dell'Indice sintetico di Sostenibilità Ambientale in un'area campione e con la discussione dei risultati ottenuti.

Integration analysis and evaluation of the of the environmental sustainability of a homogeneous area in Italy

The general aim of this result is to give a method enabling the complete analysis and the evaluation of the environmental sustainability of a homogeneous area, such as a coastal area or a mountain area, with a specific reference to the use of the territory. In particular, the specific goals to be reached in this result are:

- definition and identification of homogeneous areas, on national level, through normative and scientific analysis and through markers regarding the morphology of the territory, the main use of the soil, vegetations, and main ecosystems;
- design of models D.P.S.I.R., for the several environmental components, detected by the identification of driving force, pressure, state, impact and answer markers in order to elaborate complete series of “ideal” indicators;
- formulation of a common system of indicators for the sustainable development based on indexes, indicators and targets in order to consider the environmental sustainability of homogeneous areas in Italy;
- formulation of a methodology describing the present situation of the environmental sustainability in Italy and allowing its future monitoring.

The starting point of this result is the analysis of the C.T.N.-T.E.S. presented at the national seminar held in Lignano Sabbiadoro on September 2005. The methodology developed by C.T.N.-T.E.S. has to be consolidated through the definition of a set of indicators, common to each type of homogeneous area, intended to be completely used and to give a complete frame of the environmental sustainability of the homogeneous areas in Italy.

The result is basically divided into four sections.

The first refers to the international, european and national institutional frame of the sustainable development. It shows the international frame of reference based on present negotiation for the environment and sustainable development and it analyses the way of the

E.U. to the sustainable development. Finally it examines the history of the sustainable development in Italy.

The second section shows the methodology for the identification of the homogeneous areas on national level descending from the normative and scientific analysis made on several types of homogeneous areas. The achieved results are then examined.

The third section regards the development of the system of indicators and the database to be used for the evaluation of the environmental sustainability. The aim is the definition of a *set* of common indicators which, if necessary, can be fitted to the environmental peculiarities of different territories, such as the macrotypes of homogeneous areas. In particular the D.P.S.I.R. models are realized according to the detected environmental components and the approaches to follow for the formulation of a system of indicators are described focusing to those internationally common elements which are a consolidated reference basis for the project.

The fourth section describes in particular the methodology chosen to examine the environmental sustainability. Not only the strong and weak points of this methodology are emphasized, but also the reasons which led to the choice of this specific method to value the homogeneous identified areas. The final aim is to obtain an index able to assess the environmental sustainability in Italy and the present and future policies. We try to create an instrument sensitive to national problems, which also Provinces, Districts, Municipalities and local organizations can refer to in developing and evaluating their territory. These organizations can use other indicators able to represent the economic and social peculiarities of the territory, by integrating or partially substituting the list of the indicators we referred to in this work.

The developed approach is based on the *performance* analysis, through the distance measuring of each indicator from a specific sustainability *target*. The final index is basically a multidimensional vector, changing with time according to the indicators historical series data related to the system of the assigned target. The goal, defined through a target vector, refers to the target year which can be differently assigned for each indicator.

The work conclusion is a trend analysis of the Environmental Sustainability Index in a sample area, with the discussion of the achieved results.

INDICE

1. Introduzione e obiettivi	Pag. 1
------------------------------------	--------

PARTE I - IL QUADRO DI RIFERIMENTO ISTITUZIONALE

2. Lo sviluppo sostenibile: crescita o sviluppo?	Pag. 7
2.1 Lo sviluppo sostenibile: definizioni	Pag. 8
2.2 La qualità territoriale: fondamento della sostenibilità dello sviluppo	Pag. 10
3. Il quadro di riferimento internazionale	Pag. 14
4. Il quadro di riferimento europeo	Pag. 22
5. Il quadro di riferimento italiano	Pag. 31

PARTE II - IL QUADRO DI RIFERIMENTO METODOLOGICO

6. Le aree omogenee: definizione e individuazione	Pag. 42
6.1 Le aree omogenee nella legislazione internazionale, nazionale e regionale	Pag. 48
6.1.1 Le aree omogenee montane nella legislazione nazionale e regionale	Pag. 49
6.1.2 Le aree omogenee umide nella legislazione internazionale e nazionale	Pag. 53
6.1.3 Le aree omogenee costiere nella legislazione internazionale e nazionale	Pag. 55
6.1.4 Le aree omogenee metropolitane e artificiali nella legislazione nazionale	Pag. 56
6.2 Le aree omogenee nei diversi ambiti disciplinari	Pag. 61
6.2.1 Le aree omogenee montane nei diversi ambiti disciplinari	Pag. 61
6.2.2 Le aree omogenee umide nei diversi ambiti disciplinari	Pag. 64

6.2.3 Le aree omogenee costiere nei diversi ambiti disciplinari	Pag. 68
6.2.4 Le aree omogenee metropolitane e artificiali nei diversi ambiti disciplinari	Pag. 75
6.3 Il G.I.S.: lo strumento per la gestione e l'analisi di dati spaziali riferiti ad un territorio	Pag. 79
7. Il progetto I.N.S.P.I.R.E.: l'istituzione di una Infrastruttura per l'Informazione Territoriale nella Comunità Europea	Pag. 83
8. Procedure operative e dati utilizzati per la delimitazione delle aree omogenee	Pag. 86
8.1. La Carta dell'Altitudine	Pag. 86
8.2 La Carta della Pendenza	Pag. 92
8.3 La Carta della Distanza dalla Linea di Costa verso Terra	Pag. 97
8.4 La Carta dell'Uso Prevalente di Suolo	Pag. 102
8.5 La Carta della Vegetazione Prevalente	Pag. 111
8.6 La Carta delle Aree Omogenee in Italia	Pag. 118
9. Analisi e discussione dei risultati: pregi e difetti della metodologia utilizzata	Pag. 123
 PARTE III – IL SISTEMA DEGLI INDICATORI	
10. L'analisi integrata e gli indicatori: strumenti di supporto alla pianificazione	Pag. 128
10.1 I modelli P.S.R. e D.P.S.I.R.: analogie e differenze	Pag. 131
11. L'individuazione delle componenti ambientali e la strutturazione del modello D.P.S.I.R	Pag. 138
11.1 Atmosfera	Pag. 139
11.2 Ambiente Idrico (Acque superficiali e Sotterranee)	Pag. 143
11.3 Litosfera (Suolo e Sottosuolo)	Pag. 147
11.4 Vegetazione e Flora	Pag. 151

11.5 Fauna	Pag. 156
11.6 Rumore e Vibrazioni	Pag. 160
11.7 Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti	Pag. 164
11.8 Paesaggio	Pag. 167
11.9 Rifiuti	Pag. 170
 12. La selezione, lo sviluppo, il popolamento e la spazializzazione degli indicatori	Pag. 175
12.1 Gli indicatori di Determinante	Pag. 184
12.2 Gli indicatori di Pressione	Pag. 192
12.3 Gli indicatori di Stato	Pag. 204
12.4 Gli indicatori di Impatto	Pag. 210
12.5 Gli indicatori di Risposta	Pag. 214
 13. Le principali carenze informative sulla base conoscitiva: conclusioni, osservazioni e proposte	Pag. 220
 PARTE IV – LA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	
 14. La valutazione della sostenibilità ambientale: il modello I.S.S.I.	Pag. 225
14.1 L'aggregazione degli indicatori mediante il metodo delle distanze dal <i>target</i>	Pag. 227
14.1.1 Elaborazione della linea del <i>target</i> e dell'andamento degli indicatori	Pag. 231
14.1.2 Elaborazione della dipendenza tra gli indicatori	Pag. 233
14.2 L'Indice di Sostenibilità Ambientale come strumento di supporto alla pianificazione: caso applicativo	Pag. 235
 15. Conclusioni: la valutazione del progresso verso lo sviluppo sostenibile	Pag. 246

Bibliografia

Pag. I

Lista degli acronimi

Pag. VI

1. Introduzione e obiettivi

Al fine di fornire informazione e strumenti idonei a supportare una politica di programmazione territoriale e settoriale in linea con le reali esigenze del territorio, l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici ha attivato una serie di tavoli tecnici che consentono di realizzare un sistema di collaborazioni tra l'Agenzia Nazionale e il Sistema delle Agenzie Ambientali delle Regioni e delle Province Autonome (A.R.PA./A.P.P.A.). Lo scopo è quello di espletare le attività necessarie per la realizzazione della tutela, con riferimento alla tematica ambientale pertinente a ciascun tavolo e individuarne le priorità: ciò vuol dire intervenire a supporto delle Amministrazioni fornendo l'assistenza tecnica necessaria.

Tra i vari tavoli avviati, il tavolo "Standard, Strumenti e Dati S.I.N.A.net", si propone a tal fine di sviluppare:

1. strumenti per la catalogazione e fruizione di quanto già disponibile per la raccolta, gestione e condivisione dei dati e delle informazioni;
2. servizi e metodologie, così come definite dal Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione;
3. metodologie per la lettura integrata delle informazioni ambientali.

Dal punto di vista operativo, sono state individuate cinque linee di attività, ognuna divisa in alcune *task*. Nello specifico la *task 1* della linea C prevede la produzione di un documento di proposta metodologica che possa permettere l'analisi integrata e la valutazione della sostenibilità ambientale di un'area omogenea.

Il presente lavoro, prendendo spunto dalla *task 1* della linea di attività C, ha come obiettivo generale la produzione di una metodologia che possa permettere l'analisi integrata e la valutazione della sostenibilità ambientale di un'area omogenea, come ad esempio un'area costiera o un'area montana, con particolare riferimento all'uso del territorio.

In particolare, gli obiettivi specifici che si prefigge di raggiungere sono:

- la definizione e l'individuazione delle aree omogenee, a livello nazionale, mediante analisi normative e scientifiche e attraverso l'ausilio di descrittori riguardanti la

morfologia del territorio, l'uso prevalente di suolo, la vegetazione e gli ecosistemi prevalenti;

- la costruzione di modelli D.P.S.I.R. (Determinanti – Pressioni – Stato – Impatti - Risposte) per le diverse componenti ambientali individuate mediante l'identificazione di determinanti, pressioni, stato, impatti e risposte al fine di individuare catene complete di indicatori “ideali”;
- la realizzazione di un sistema condiviso di indicatori per lo sviluppo sostenibile basato su indici (aggregati tematici di indicatori), su indicatori (descrittori diretti di fenomeni ambientali) e su *target* (obiettivi da perseguire nel tempo) per valutare la sostenibilità ambientale delle aree omogenee in Italia;
- la costruzione di una metodologia capace di descrivere lo stato attuale della sostenibilità ambientale in Italia e di consentirne il monitoraggio nel futuro.

In generale, il concetto di sostenibilità è definito attraverso quattro dimensioni:

1. Sostenibilità economica, come capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento delle popolazioni.
2. Sostenibilità sociale, come capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, salute, istruzione, ecc.) equamente distribuite per classi e per genere.
3. Sostenibilità ambientale, come capacità di mantenere qualità e riproducibilità delle risorse naturali.
4. Sostenibilità istituzionale, come capacità di assicurare condizioni di stabilità, democrazia, partecipazione, informazione, formazione, giustizia.

La sostenibilità ambientale è, quindi, solo una delle componenti chiave della sostenibilità. Questa sottolineatura si rende opportuna perché spesso si fa coincidere, equivocando, sostenibilità con sostenibilità ambientale. La valutazione della sostenibilità dovrebbe dunque riguardare il grado di conseguimento degli obiettivi di tutte le componenti, affiancando alla valutazione della componente ambientale l'analisi degli aspetti sociali e l'analisi costi/benefici per gli aspetti economici.

La presente tesi, inoltre, ha come punto di partenza l'analisi svolta dal C.T.N.-T.E.S. (Centro Tematico Nazionale – Territorio e Suolo) e presentata durante il seminario nazionale di Lignano Sabbiadoro nel Settembre del 2005.

I Centri Tematici Nazionali rappresentano il principale strumento di supporto operativo nell'ambito della struttura S.I.N.A.net (Sistema Informativo Nazionale Ambientale) per favorire l'integrazione territoriale e tematica delle informazioni ambientali e di coordinamento generale delle attività di alimentazione della base conoscitiva a livello nazionale.

I Centri Tematici Nazionali, che hanno operato per due trienni consecutivi dal 1999 al 2004, si compongono di sei linee progettuali tematiche:

1. A.C.E. - Aria Clima e Emissioni in atmosfera
2. A.G.F. - AGenti Fisici
3. A.I.M.- Acque Interne e Marino costiere
4. N.E.B. - Natura e Biodiversità
5. R.F.M. - Rifiuti e Flussi di Materiali
6. T.E.S. - Territorio e Suolo

In particolare, le attività del C.T.N.-T.E.S. comprendono l'esame della domanda di conoscenza sul suolo derivante da atti di indirizzo, convenzioni, leggi e norme a livello europeo e nazionale, l'individuazione di indicatori e indici utili a descrivere la matrice suolo, le linee guida per la costruzione di questi indicatori e indici, il censimento delle sorgenti dei dati necessari per la formulazione degli stessi e l'acquisizione dei dati disponibili, la qualificazione e l'integrazione di questi dati.

Nel nostro caso, la metodologia sviluppata dal C.T.N.-T.E.S. va consolidata attraverso la definizione di un *set* di indicatori e indici comuni per ogni tipologia di area omogenea, disegnato per essere usato nella sua interezza e per dare un quadro completo della sostenibilità ambientale posseduta dalle zone omogenee individuate in Italia.

Gli indicatori e gli indici sono necessari per rendere l'informazione disponibile in forma concisa e fruibile a livello di decisione politica e di opinione pubblica.

Gli indicatori ambientali utilizzati nel lavoro sono stati sufficientemente sperimentati, consolidati e concordati nelle sedi internazionali. Più complessa è la questione degli indicatori di sostenibilità che, pur non costituendo una categoria completamente separata, hanno il compito aggiuntivo di rappresentare contestualmente processi originati nell'economia e nella società, oltre che nell'ambiente, in un una forma che sia capace di evidenziarne le interdipendenze e valorizzarne gli equilibri. A questi indicatori è richiesto

anche un “buon successo di pubblico”, perché dalla conoscenza e coscienza dei cittadini possa essere derivato un forte supporto alle scelte politiche necessarie.

Su queste premesse è stato sviluppato il presente lavoro. La tesi che di seguito lo illustra è articolata fondamentalmente in quattro parti.

La prima parte riferisce il quadro istituzionale internazionale, europeo e nazionale dello sviluppo sostenibile. Si espone il quadro di riferimento internazionale allo stato attuale del negoziato per l'ambiente e per lo sviluppo sostenibile e si analizza il percorso dell'Unione Europea verso lo sviluppo sostenibile, che è entrato come categoria costituzionale già a far parte dei Trattati di Maastricht e di Amsterdam, poi di Nizza ed ora della Costituzione Europea. In ultima battuta, si esamina la storia dello sviluppo sostenibile in Italia.

La seconda parte illustra la metodologia adottata per l'individuazione delle aree omogenee a livello nazionale derivante dall'analisi normativa e scientifica effettuata su varie tipologie di aree omogenee. In particolare, vengono messi in luce i dati utilizzati e vengono descritte le procedure mediante le quali, tramite il *Software ArcGis 9.1*, è stato possibile realizzare le carte che hanno permesso l'individuazione di aree territoriali, della stessa specie o natura, aventi determinate specificità dal punto di vista geografico, urbanistico, fisico, biologico. Infine, vengono analizzati i risultati ottenuti.

La terza parte è incentrata sullo sviluppo dei sistemi di indicatori e del *database* da utilizzare per la valutazione della sostenibilità ambientale. L'obiettivo è la definizione di un *set* di indicatori comuni che, all'occorrenza, possa essere adattato alla caratterizzazione ambientale di realtà territoriali di diverso tipo, come le macro tipologie di aree omogenee. In particolare, vengono realizzati, per le componenti ambientali individuate, i modelli D.P.S.I.R. e vengono descritti gli approcci di riferimento per la costruzione di un sistema di indicatori con particolare attenzione a quegli elementi che, ormai condivisi a livello internazionale, fanno da quadro sicuro di riferimento per il progetto. Viene trattata con particolari approfondimenti la tematica degli obiettivi. Un indice di sostenibilità ambientale si distingue sostanzialmente da un generico indicatore statistico proprio perché viene associato ad un obiettivo da raggiungere entro un certo tempo. La selezione degli obiettivi è dunque il cuore delicato della costruzione di un sistema complesso di indici per la sostenibilità ambientale e, più degli indici stessi, dà al progetto il senso di un percorso da effettuare.

Infine, nella quarta parte, si riporta e si descrive nel dettaglio la metodologia scelta per essere utilizzata al fine di valutare il livello di sostenibilità ambientale. Vengono messe in

luce le caratteristiche della metodologia in termini di punti di forza e punti di debolezza e vengono evidenziate le motivazioni che hanno portato alla scelta di questo metodo piuttosto che di un altro per effettuare la valutazione delle aree omogenee individuate. L'obiettivo finale è quello di ottenere un indice sintetico in grado di fornire una valutazione quantitativa del grado di sostenibilità ambientale in Italia e delle politiche attuali e future intraprese. Si cerca di creare, quindi, uno strumento sensibile alle criticità nazionali che però possa anche essere utilizzato da Regioni, Province, Comuni od Enti Locali per la valutazione dello stato e della tendenza dello sviluppo sostenibile dei loro ambiti territoriali. Questi Enti possono utilizzare altri indicatori capaci di rappresentare le specificità economiche e sociali del territorio e le relative peculiarità integrando o sostituendo parzialmente la lista degli indicatori utilizzati per questo lavoro

L'approccio sviluppato si basa sull'analisi delle *performance*, attraverso la misurazione della distanza di ogni indicatore da uno specifico *target* o obiettivo di sostenibilità. L'indice sintetico finale è fondamentalmente un vettore multidimensionale che varia nel tempo seguendo i dati delle serie storiche degli indicatori in relazione al sistema di obiettivi assegnato. L'obiettivo è definito mediante un bersaglio, il vettore *target*, stabilito per l'anno obiettivo che in linea di principio può essere diversamente assegnato per ciascun indicatore.

Il lavoro si conclude con l'analisi dell'andamento dell'Indice sintetico di Sostenibilità Ambientale e con l'analisi dei risultati ottenuti.

PARTE I

IL QUADRO DI RIFERIMENTO ISTITUZIONALE

2. Lo sviluppo sostenibile: crescita o sviluppo?

Il concetto di sviluppo sostenibile sintetizza un problema di grande complessità, ovvero come rendere compatibili le esigenze dell'economia con le ragioni dell'ambiente, a livello dell'intero Pianeta. Le riflessioni intorno a questo nodo sono scaturite dalla consapevolezza, emersa nel corso degli anni Settanta, di una "sostanziale contraddizione tra la crescita continua del prodotto lordo materiale dei diversi Paesi e la limitatezza delle risorse, nonché della capacità dell'ambiente di assorbire i rifiuti e le emissioni inquinanti." (Bresso, 1995).

Il punto di partenza della presa d'atto della nuova situazione si può simbolicamente far risalire alla famosa pubblicazione a cura del Club di Roma "I limiti dello sviluppo" (Meadows, 1972). È sintomatico della cultura allora dominante che, nella traduzione italiana del titolo, il termine "*growth*" sia stato reso con sviluppo, piuttosto che con crescita, come era nelle intenzioni degli autori.

Da allora non è stato più possibile usare come sinonimi i termini crescita e sviluppo. Con il primo ci si riferisce ormai solo ad un aumento puramente quantitativo degli indicatori economici, con il secondo ci si riferisce piuttosto all'evoluzione di un organismo complesso, con attenzione alla dimensione qualitativa.

Storicamente, questa distinzione di significati ha coinciso con l'affermarsi di un grande problema: quello della limitatezza delle risorse energetiche. Sul banco degli imputati le risorse non rinnovabili (carbone, petrolio, uranio, etc.), che in una dimensione di semplice crescita sarebbero condannate ad un più o meno rapido esaurimento, con la conseguenza che le generazioni future si troverebbero di fronte all'impossibilità di seguire il nostro modello di sviluppo. Da qui la necessità di incentivare da subito la ricerca e l'utilizzo di risorse rinnovabili e di tecnologie adeguate. Tale prospettiva è rinforzata dal fatto che la produzione di energia tramite risorse non rinnovabili immette nell'ambiente sostanze nocive, sia all'ambiente stesso che alla salute dell'uomo. Se poi si allarga lo sguardo a livello planetario, ci si accorge facilmente che una piccola parte del mondo, i Paesi

industrializzati, consuma la maggior parte delle risorse del Pianeta (risorse energetiche, materie prime, risorse naturali, etc.).

Gli Stati Uniti d'America, con poco di più del 4% della popolazione mondiale, utilizzano il 24% di tutta l'energia prodotta: l'India, con il 16% della popolazione, utilizza solo il 2% dell'energia. I Paesi industrializzati, con $\frac{1}{4}$ della popolazione mondiale, consumano i $\frac{4}{5}$ dell'energia consumata in tutto il globo.

Bastano questi brevi cenni per capire che gli scenari che si aprono, quando si parla di sviluppo economico e di compatibilità ambientali, sono complessi ed articolati, ma soprattutto nascondono quel fascino particolare che si sprigiona ogni volta che si parla di futuro.

2.1 Lo sviluppo sostenibile: definizioni

Certamente occorre partire dal fatto che non esiste un metodo o una formula che ci consenta di definire una volta per tutte cosa sia sostenibile e cosa non lo sia. Lo sviluppo sostenibile rappresenta piuttosto una visione globale del concetto di sviluppo, una strategia che si articola a diversi livelli: esso, in sintesi, potrebbe essere definito come una forma di sviluppo non solo economico, ma anche sociale, in cui la crescita economica avviene entro i limiti delle possibilità ecologiche degli ecosistemi e della loro capacità di soddisfare i bisogni delle generazioni future. Infatti tutti gli esseri umani, al di là della loro struttura sociale, politica ed economica, hanno bisogno di materiali naturali biologici per soddisfare i loro bisogni inerenti l'alimentazione (l'abitazione, l'energia, i medicinali, etc.) ed in generale per raggiungere un buon livello di qualità della vita.

Poiché lo sviluppo economico dipende dallo *stock* di risorse naturali della Terra, mantenerne la riproducibilità rappresenta la chiave per la sostenibilità. Tale riproducibilità viene mantenuta solo da un uso razionale delle risorse che tenga conto dei meccanismi di funzionamento degli ecosistemi e in generale delle capacità di carico ambientali. In sede internazionale la prima sistematizzazione della materia risale al rapporto redatto dall'U.N.E.P. (*United Nations Environment Programme*) nel 1987, conosciuto come "Rapporto *Brundtland*", dal nome della sua coordinatrice, e pubblicato in Italia con il titolo "Il futuro di noi tutti", dove si afferma che per sviluppo sostenibile dobbiamo intendere quello sviluppo capace di "assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni. Il concetto di sviluppo sostenibile implica dei limiti, non limiti assoluti ma quelli

imposti dal presente stato dell'organizzazione tecnologica e sociale nell'uso delle risorse ambientali e dalla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane”.

Tale concetto presuppone la conservazione dell'equilibrio generale e del valore del patrimonio naturale, la ridefinizione dei criteri e strumenti di analisi costi/benefici nel breve, medio e lungo periodo, in modo da rispecchiare le conseguenze ed il valore socio-economico reale dei consumi e della conservazione del patrimonio naturale oltre ad una distribuzione ed uso equi delle risorse tra tutti i Paesi e le regioni del mondo.

Successivamente, le definizioni di sviluppo sostenibile si sono venute moltiplicando: già nel 1991 se ne registravano 25. Il nodo intorno a cui si muovono è il significato da dare al termine sostenibilità. Secondo alcuni, ad esempio, lo sviluppo sostenibile richiede un aiuto a coloro che sono troppo poveri (perché i poveri hanno come unica possibilità quella di distruggere l'ambiente) e soprattutto richiede criteri economici diversi da quelli tradizionali, perché occorre tenere conto dei costi ambientali, con l'obiettivo di non creare una forma di sviluppo che avviene degradando la qualità ambientale e/o riducendone la produttività nel lungo periodo. Per questi motivi, tra i parametri da utilizzare per valutare lo sviluppo devono essere inclusi anche il controllo della salute, la disponibilità di cibo, la qualità delle acque, un rifugio per tutti, un uso di tecnologie compatibili. Ne deriva che lo sviluppo sostenibile non è semplicemente protezione ambientale, ma anche un concetto nuovo di crescita economica, tale da garantire giustizia ed opportunità a tutti e non solo a pochi privilegiati, senza distruggere le risorse naturali del Pianeta e le sue capacità di carico.

Gli estremi entro cui si muove l'accezione di sviluppo sostenibile vanno da un livello minimo (sostenibilità "debole"), in cui il concetto di sostenibilità è riferito alla sfera strettamente economica, per cui "devono essere assicurati almeno pari livelli di consumo *pro capite* per le presenti e per le future generazioni", ad un livello massimo secondo il quale occorre "assicurare non solo i livelli di consumo umano, ma anche la stabilità degli ecosistemi" (Bresso, 1995).

È evidente, quindi, come esistano diverse teorie e punti di vista riguardo allo sviluppo sostenibile. È infatti alquanto controversa la definizione dei concetti di sviluppo e di sostenibilità, se il concetto di sviluppo sostenibile si concili con quello di crescita economica, quali siano gli indicatori di sostenibilità economica da adottare, se cambiare completamente il sistema di contabilità nazionale o se modificarlo, come modificarlo, cosa è necessario includere, quali metodologie utilizzare per la contabilità ambientale, come calcolare le capacità di carico, ecc. Un elemento è però unanime: lo sviluppo è sostenibile

quando è *self-reliant*, cioè non dipende dalla presenza di un continuo *input* dall'esterno, sia di finanze che di assistenza, ed è pensato e implementato con la partecipazione locale. Lo sviluppo sostenibile perciò è una strategia per affrontare i temi dello sviluppo e dell'ambiente. Ne consegue che è necessario un approccio globale e preventivo, piuttosto che settoriale e curativo. Perciò non basta una buona normativa, in cui comunque i singoli provvedimenti devono essere coerenti tra loro e rispecchiare un comune disegno strategico, ma occorrono anche la volontà politica e la capacità culturale di coinvolgere e di convincere le popolazioni verso la costruzione di nuovi stili di vita.

2.2 La qualità territoriale: fondamento della sostenibilità dello sviluppo

Il territorio può essere definito come il prodotto storico di processi coevolutivi di lunga durata fra insediamento umano e ambienti, fra natura e cultura e, quindi, come esito della trasformazione dell'ambiente ad opera di successivi e stratificati cicli di civilizzazione (Magnaghi, 1990; Turco, 1988; Raffestin, 1984; Dematteis, 1985). Il territorio è, quindi, un prodotto antropico che non esiste in natura, è un costruito storico la cui "massa" si accresce nel tempo, è un sistema relazionale fra ambiente fisico, ambiente antropico e ambiente costruito che produce un insieme di luoghi dotati di identità, di profondità territoriale, di caratteri tipologici e di individualità.

Per tutta l'epoca moderna, culminata con il fordismo e la produzione di massa, il territorio, di cui ci si è progressivamente liberati considerandolo un insieme di vincoli negativi (costruttivi, climatici, ambientali, culturali), è stato trattato come un puro supporto tecnico di attività e funzioni economiche localizzate e organizzate secondo razionalità sempre più indipendenti da relazioni con il luogo e con le sue qualità ambientali, culturali e identitarie.

Questa "liberazione" dal territorio e dai suoi vincoli, alimentata dall'ottimismo tecnologico, ha portato alla costruzione di una seconda natura "artificiale", un sistema insediativo sempre più insensibile alle relazioni con l'ambiente e con la storia. Questa natura "artificiale" è alla base del degrado che ha prodotto l'insostenibilità dello sviluppo.

Il processo di de-territorializzazione ha prodotto:

- luoghi usati per l'urbanizzazione delle periferie industriali e delle conurbazioni metropolitane a scapito di culture, toponimi, paesi e paesaggi agrari;

- luoghi montani e collinari, molto importanti per estensione e per storia, degradati ambientalmente e destrutturati culturalmente a causa dell'abbandono o a causa della localizzazione di funzioni periferiche e nocive del sistema produttivo;
- luoghi di pianura rasi al suolo e trasformati in deserti meccanico/chimici per attrezzare "l'industria verde";
- luoghi costieri cementificati e svalorizzati.

In questo modello di "civilizzazione" il territorio non ha alcun valore e lo si può sacrificare alla crescita economica. In definitiva, il territorio, nella sua accezione complessa e integrata di ambiente fisico, ambiente costruito e ambiente antropico, viene semplicemente sepolto, ridotto allo spazio astratto, senza tempo dell'economia.

Questo processo di de-territorializzazione, sostenuto dallo sviluppo tecnologico e dalla costruzione di una seconda natura "artificiale", per molto tempo ha coinciso con la crescita del benessere e con l'ipotesi diffusiva del modello occidentale a livello del "sistema mondo". Tuttavia, a partire dal 1970, il segno di questo processo si è invertito, costruendo, anziché ricchezza, nuove povertà (di qualità urbana, ambientale, identitaria, territoriale, etc.).

Da queste analisi è emerso con chiarezza che la questione della sostenibilità dello sviluppo è connessa al trattamento di queste nuove povertà, per poter ricostruire una relazione sinergica fra crescita economica e crescita del benessere. Tutto questo richiede un'inversione di tendenza rispetto ai processi di de-territorializzazione e l'avvio di processi di produzione di nuova territorialità come strumento di lotta alle nuove povertà: la "produzione" di territorio (intesa come produzione di qualità ambientale, abitativa, come valorizzazione di produzioni tipiche in paesaggi tipici, di identità territoriali e urbane, di nuove municipalità e appartenenze, come crescita delle società locali in grado di produrre "stili" di sviluppo) diviene fondamento della produzione di ricchezza durevole, con riferimento a modelli di sviluppo sostenibili.

È solo con il maturare di queste questioni (dal rapporto *Brundtland* in poi) che i modi di intendere la sostenibilità si differenziano. Possiamo individuare, fondamentalmente, tre approcci:

1. approccio funzionalista;
2. approccio ambientalista o biocentrico;
3. approccio territorialista o antropocentrico.

L'approccio funzionalista interpreta la questione della sostenibilità dello sviluppo come questione di eco-compatibilità: non vengono messi in discussione i modelli della crescita quantitativa, le leggi del mercato mondiale e della globalizzazione. I passaggi dal fordismo alla società dell'informazione, dalla fabbrica massificata all'impresa virtuale, dal lavoro salariato al lavoro autonomo sono interpretati come evoluzione di un sistema sociale e tecnico che comporta inevitabilmente una ulteriore artificializzazione della seconda natura. Il territorio resta un semplice "supporto" del processo di sviluppo economico globale, i cui costi di riproduzione costituiscono una esternalità rispetto al processo di valorizzazione del capitale. Tutto ciò richiede, tuttavia, che sia posta attenzione alla definizione di *carrying capacity* (capacità di carico) dei sistemi ambientali sottoposti a pressione antropica: il territorio viene considerato come una "bestia da soma" (Magnaghi, 1992) che non deve essere caricato oltre le sue capacità di resistenza, affinché non muoia.

In questo approccio, che risulta essere oggi maggioritario nelle politiche istituzionali, appare evidente la dicotomia fra "sviluppo" e "sostenibile": il termine "sviluppo" continua ad incentrarsi sulla crescita economica, le cui leggi sono dettate dalla competizione fra le imprese, dei sistemi regionali locali e delle città sul mercato mondiale nella loro corsa a posizionarsi verso l'alto; il termine "sostenibile" si misura con soglie massime ammissibili di degrado e inquinamento dell'ambiente, compatibili con la competizione, attraverso le valutazioni di impatto e la definizione di limiti di sfruttamento e consumo delle risorse. Ai governi spetta il compito di fissare questi limiti e vincoli, ma "cosa, dove, come, quanto" produrre continuano a deciderlo le imprese e il mercato mondiale.

L'approccio ambientalista ha, invece, evidenziato l'inattendibilità, per la risoluzione strategica dei problemi ambientali, della posizione semplicemente correttiva dei modelli tradizionali di crescita. Questo approccio propone la sostenibilità come rispetto delle leggi autoriproduttive dell'ambiente, inteso come soggetto vivente e autonomo, del quale rispettare i diritti, pena anche la decadenza del sistema antropico: non si tratta di delimitare il degrado ambientale, ma di non produrlo attraverso la compressione delle attività antropiche entro i confini dell'autoriproducibilità dei sistemi ambientali.

Secondo questo punto di vista, la ricostruzione "dell'economia della natura" è la reale fonte della ricchezza: la costruzione di sistemi ad alta qualità ambientale rappresenta l'orizzonte normativo di questo approccio. La produzione di alta qualità ambientale costituisce, quindi, il nuovo "capitale fisso sociale" e la preconditione della sostenibilità.

L'approccio territorialista assume molte indicazioni dall'approccio ambientalista, ma assume il territorio (e dunque l'ambiente dell'uomo inteso come costruzione storica di

lunga durata), anziché la natura, come riferimento per l'ottimizzazione della qualità. Questo approccio (antropocentrico) riferisce la sostenibilità alla attivazione di sistemi di relazioni fra le tre componenti costitutive del territorio: l'ambiente naturale, l'ambiente costruito e l'ambiente antropico. La produzione di alta qualità territoriale (e non solo ambientale) è la preconditione della sostenibilità, dal momento che la produzione di territorio è assunta come base della produzione di ricchezza. Il concetto di sostenibilità dello sviluppo è riferito non solo alla riproducibilità delle risorse naturali (sostenibilità ambientale), ma a sistemi complessi e interagenti di valutazioni che riguardano l'organizzazione non gerarchica dei sistemi territoriali e urbani (sostenibilità territoriale), la coerenza di sistemi produttivi con la valorizzazione del patrimonio territoriale e con lo sviluppo dell'imprenditorialità territoriale (sostenibilità economica), la crescita delle capacità di autogoverno della società (sostenibilità sociale e politica).

Abbiamo definito il territorio come un organismo vivente ad alta complessità composto da luoghi, regioni o ambienti insediativi dotati di storia, carattere, identità, strutture di lunga durata che formano tipologie territoriali attraverso processi di coevoluzione fra insediamento umano e ambiente. È la valorizzazione di questo patrimonio genetico, attraverso una sua trasformazione, innovazione e crescita non distruttiva, che costituisce, per l'approccio territorialista, il fondamento della sostenibilità.

In definitiva, il degrado territoriale comprende il degrado ambientale e la decontestualizzazione del territorio costruito e il degrado sociale che ne consegue. Il degrado ambientale è interpretato come conseguenza di un sistematico processo di deterritorializzazione, di destrutturazione dell'identità locale, di rottura delle relazioni con il contesto locale e con i suoi modelli sociali e culturali di lunga durata attraverso la creazione di una seconda natura "artificiale". Se a queste cause è fatto risalire il degrado ambientale, è alla rimozione di esse che vanno principalmente indirizzate le azioni della sostenibilità: è necessario, quindi, riprendere, in forme nuove, la produzione interrotta di territorialità, in quanto produzione di valore.

3. Il quadro di riferimento internazionale

Ripercorriamo quelle che sono le tappe fondamentali del pensiero su sviluppo e ambiente globale che hanno determinato la presa di coscienza dei problemi ambientali a livello internazionale (Figura 1).

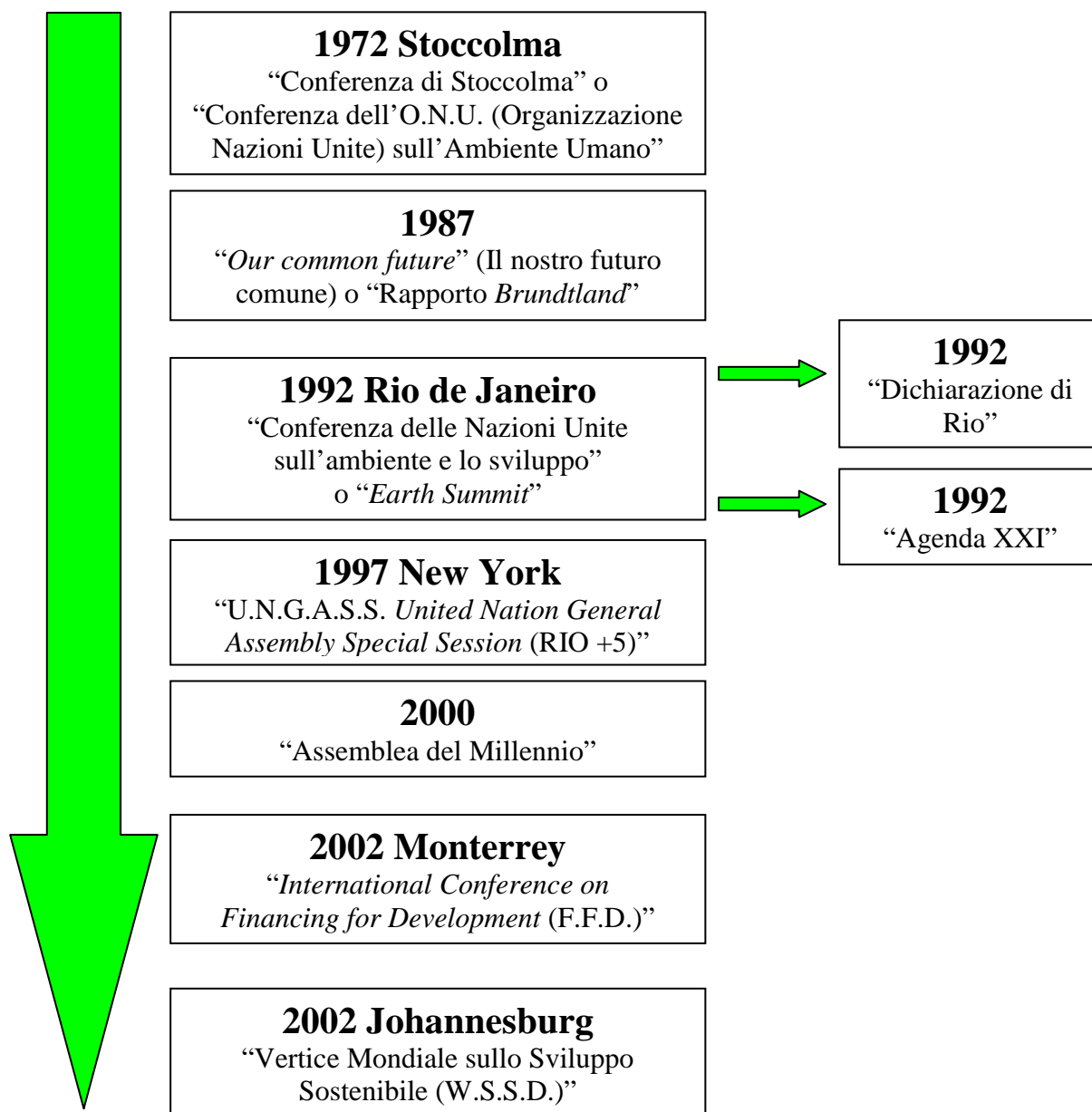


Figura 1 – Quadro istituzionale internazionale dello Sviluppo Sostenibile

Una delle tappe fondamentali è la “Conferenza di Stoccolma” o “Conferenza dell’O.N.U. sull’Ambiente Umano”, del 1972. In risposta alla crescente preoccupazione dell’opinione pubblica sul deteriorarsi delle condizioni ambientali e di vita, delegati da 113

Nazioni si incontrarono e produssero un piano d'azione con 109 raccomandazioni diverse. Essi, inoltre, produssero una Dichiarazione recante 26 principi su diritti e responsabilità dell'uomo in relazione all'ambiente globale, che rimangono come principi guida che devono influenzare l'azione umana e le politiche di sviluppo. Tra i principi affermati vi sono:

- la libertà, l'eguaglianza e il diritto ad adeguate condizioni di vita;
- le risorse naturali della Terra devono essere protette, per il beneficio delle generazioni presenti e future, attraverso appropriata pianificazione e gestione;
- la capacità della terra di produrre risorse rinnovabili vitali deve essere mantenuta e ripristinata, ove possibile;
- la conservazione della natura deve avere un ruolo importante durante il processo di pianificazione dello sviluppo economico;
- gli Stati dovrebbero adottare un approccio integrato e coordinato per raggiungere lo sviluppo, in modo da assicurare che lo sviluppo sia rispettoso dell'ambiente (una pianificazione razionale dovrebbe conciliare conflitti tra diversi bisogni di sviluppo sociale e l'ambiente naturale);
- gli insediamenti umani ed i processi di urbanizzazione devono essere pianificati, in modo da garantire il massimo dei benefici economici e sociali per tutti, con il minimo di effetti negativi sull'ambiente;

In seguito, nel 1987, la W.C.E.D. o *World Commission on Environment and Development* (commissione indipendente stabilita dalla Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel 1983 con il compito di dare raccomandazioni per una agenda globale per il cambiamento) si riunì per esaminare ed analizzare le cause principali della crisi che accomunava l'ambiente e lo sviluppo e per proporre linee guida per azioni di intervento concrete e realistiche che consentissero di raggiungere uno sviluppo sostenibile entro il 2000.

Il rapporto della Commissione prese il nome di “*Our common future*” (Il nostro futuro comune) o “Rapporto *Brundtland*”. Vennero proposti 22 nuovi principi per il raggiungimento dello sviluppo sostenibile e si raccomandò che questi principi fossero incorporati nelle leggi nazionali o in carte che specificano i diritti e doveri di cittadini e

Stato, in convenzioni internazionali e diritti sopranazionali, e responsabilità di tutte le Nazioni.

In seguito, nel 1992 a Rio de Janeiro, si svolse la Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo o "*Earth Summit*", a cui parteciparono 183 Paesi. Durante la Conferenza, si cercò di integrare le questioni economiche e quelle ambientali in una visione intersettoriale e internazionale, definendo strategie ed azioni per lo sviluppo sostenibile. In questa occasione furono approvati i seguenti impegni multilaterali:

- “Dichiarazione di Rio” e “Agenda XXI”, che si prefiggono di giungere a modelli di sviluppo sostenibile a livello mondiale. A questi devono ispirarsi strategie e politiche nazionali.
- Dichiarazione di principio sulle foreste.
- G.E.F. (*Global Environment Facility*) per aiutare i Paesi in via di sviluppo nella realizzazione di attività volte a fronteggiare, inizialmente, quattro rischi ambientali (riscaldamento atmosferico, inquinamento delle acque internazionali, distruzione della biodiversità e impoverimento della fascia di ozono).
- Convenzioni sui cambiamenti climatici per stabilizzare le emissioni dei gas provocanti un effetto serra.
- Convenzione sulla biodiversità per favorire un accesso equilibrato alle risorse biologiche degli ecosistemi (in particolare le foreste tropicali), l'assistenza ai Paesi in via di sviluppo ed il trasferimento delle biotecnologie.

L'Agenda XXI, in particolare, è composta di 40 capitoli che affrontano, dopo due anni di preparazione e la discussione conclusasi a Rio, tutti i campi nei quali è necessario assicurare l'integrazione tra ambiente e sviluppo. Per raggiungere lo sviluppo sostenibile, il documento sottolinea con vigore le seguenti necessità:

- integrazione delle considerazioni ambientali in tutte le strutture dei governi centrali e in tutti i livelli di governo per assicurare coerenza tra le politiche settoriali e sistemi di pianificazione, di controllo e gestione per sostenere tale integrazione;
- incoraggiamento della partecipazione pubblica e dei soggetti coinvolti, che richiede una piena possibilità di accesso alle informazioni.

Vengono messe in evidenza le linee direttrici per uno sviluppo sostenibile, affrontando, oltre le tematiche specifiche (foreste, oceani, clima, deserti, aree montane), anche quelle generali (demografia, povertà, fame, risorse idriche, urbanizzazione) ed intersettoriali (trasferimenti di tecnologie). L'Agenda XXI rappresenta un piano d'azione da adottare a partire dagli anni '90 durante il XXI secolo. In esso sono contenute strategie e misure atte a fermare e cambiare l'attuale *trend* di degrado ambientale e a promuovere uno sviluppo sostenibile per tutti gli Stati.

Cinque anni dopo, nel 1997, una Assemblea Generale Speciale, U.N.G.A.S.S. (RIO +5), fu convocata a New York dalle Nazioni Unite per verificare lo stato di attuazione di Agenda XXI. La citiamo qui tra le tante importanti iniziative di quello straordinario periodo, caratterizzato da ottimismo e voglia di fare per i riflessi che avrebbe avuto sulla politica italiana. Sono gli anni nei quali si firmano le Convenzioni Globali su Clima e Desertificazione, delle Conferenze di Pechino sulla donna e del Cairo sulla popolazione. Alla fine di quell'anno, la C.O.P.-3 (*3rd Session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change*) della Convenzione climatica approva il Protocollo di Kyoto, vera pietra di paragone dello sviluppo sostenibile, entrato in vigore nel febbraio 2005. L'accordo per quel protocollo fu trovato proprio a RIO +5.

La U.N.G.A.S.S. mise in luce ritardi ed inadempienze nel cammino di Agenda XXI specialmente in materia di povertà, equità ed ambiente. Il vero problema era che il piano di aiuti allo sviluppo di Rio - il 7 % del P.I.L. (Prodotto Interno Lordo) dei Paesi ricchi destinato allo sviluppo - era stato apertamente disatteso ed era sceso in cinque anni da 3,4 a 2,7 %. Inoltre, non si era messo in moto il promesso trasferimento di tecnologie e si doveva registrare il fallimento dei tentativi di avviare una Convenzione globale sulle foreste; inoltre, non si erano ottenuti risultati in materia di riduzione del consumo delle fonti fossili e di promozione delle fonti rinnovabili di energia. Tuttavia, furono identificate le priorità immediate nell'immenso quadro di Agenda XXI:

- sradicamento della povertà;
- individuazione di nuovi modelli di produzione e consumo;
- protezione degli oceani;
- riduzione delle emissioni serra.

Il nuovo secolo si apre con l'“Assemblea del Millennio”, una dichiarazione di solidarietà senza precedenti nella lotta alla povertà nel mondo. Le Nazioni Unite riunirono in Assemblea la più larga comunità di Capi di Stato mai vista prima, chiedendo loro di fare quanto più potevano per sradicare la povertà dal mondo, promuovere la dignità umana, l'equità, la pace la democrazia e lo sviluppo sostenibile. .

I *leaders* mondiali si impegnarono a conseguire obiettivi concreti, in pratica il dimezzamento della povertà entro il 2015. Nel corso dell'Assemblea di fine secolo la gran parte dei Paesi del mondo concordarono un pacchetto di obiettivi (*Millennium Goals*) per lo sviluppo che furono associati a *target* ambiziosi e che costituiscono una sfida formidabile per il nuovo millennio. Gli obiettivi sono:

- sradicare la povertà estrema e la fame;
- globalizzare l'educazione primaria;
- ridurre la mortalità infantile;
- promuovere l'eguaglianza di genere e dare potere alle donne;
- migliorare la salute delle madri;
- combattere l'A.I.D.S., la malaria e altre malattie;
- conseguire lo sviluppo sostenibile;
- sviluppare la solidarietà mondiale per lo sviluppo.

L'assemblea del Millennio rappresenta il punto più alto dal punto di vista etico e politico raggiunto dal sistema della cooperazione multilaterale sotto il governo delle Nazioni Unite. Gli accordi raggiunti andranno in seguito a fare parte integrante del programma delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile.

Molte delle promesse fatte a Rio, però, non sono state mantenute. I Paesi ricchi avevano promesso di dare sostegno allo sviluppo sostenibile dei Paesi svantaggiati aumentando i loro contributi pubblici per lo sviluppo allo 0,7% del P.I.L. A dispetto di tali impegni, gli aiuti ufficiali allo sviluppo (O.D.A., *Official Development Aids*) sono diminuiti, dopo Rio, fino a scendere allo 0,24% nel 2002. Nel quadro globale del sostegno allo sviluppo anche le promesse in materia di trasferimento tecnologico sono state eluse. Si è sviluppato, perciò, un diffuso risentimento tra i Paesi svantaggiati, dovuto al fatto che i Paesi sviluppati hanno beneficiato dal processo di globalizzazione, ma non hanno fatto praticamente nulla per controllare gli effetti negativi del loro stesso consumo insostenibile

di risorse naturali. Questi Paesi sono accusati di esprimere grandi preoccupazioni per lo stato dell'ambiente e per il degrado degli ecosistemi, ma di fare finta di niente quando viene loro presentato il conto dei loro propri consumi.

Questo era il quadro delle relazioni internazionali nel quale le Nazioni Unite convocarono una Conferenza che ebbe per oggetto esplicitamente il finanziamento dello sviluppo sostenibile. A Monterrey, in Messico nel Marzo 2002 si tenne la “*International Conference on Financing for Development*” (F.F.D.) nella quale tutti i Governi e molti Capi di Stato si misurano sulla questione del sostegno finanziario allo sviluppo.

I risultati della Conferenza furono ancora una volta deludenti: si decise un finanziamento addizionale di 12 Miliardi di dollari per il 2006, ma le Nazioni Unite giudicarono il contributo insufficiente o, comunque, inadeguato a raggiungere gli obiettivi del Millennio. La “patata bollente” del finanziamento venne passata al *Summit* di Johannesburg, che non sarebbe riuscito nemmeno a porre la questione all'ordine del giorno.

Nell'Agosto 2002 a Johannesburg, a 10 anni da Rio, si tenne il W.S.S.D., il “Vertice Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile”, in un clima di attesa e scetticismo. Si trattava di fare i conti con i risultati deludenti del decennio, con la globalizzazione, con l'avanzare della povertà in un mondo sempre più ricco. Il Rapporto sullo stato globale dell'ambiente G.E.O.-3 dell'U.N.E.P. 2002 (*United Nations Environment Programme*) sullo stato globale dell'ambiente indicava che tra Rio e Johannesburg un ulteriore 15% della superficie terrestre, pari al territorio degli Stati Uniti e del Messico, si è degradato per causa delle attività umane. La metà dei fiumi del mondo è inquinata o prosciugata. La copertura forestale è diminuita del 2,4%. Soltanto il buco dell'ozono, in forza delle politiche indotte del Protocollo di Montreal, pur se ancora in fase di estensione, è destinato a tornare in tempi stabiliti alle dimensioni *quo ante*. Il calcolo dell'impronta ecologica mondiale sulla base dei consumi del mondo occidentale dimostra che la specie umana avrebbe bisogno di 2,6 pianeti Terra. La realtà è che la nostra sopravvivenza è garantita dalla diseguaglianza: il 20% della popolazione consuma l'80% delle risorse.

Alla conferenza preparatoria di Bali le Nazioni Unite hanno fissato in cinque punti le emergenze più gravi da affrontare nello scenario dello sviluppo sostenibile, definendo così il compito assegnato al Summit, W.E.H.A.B.:

1. W, Acqua: scarsità e contaminazione sono le emergenze.

2. E, Energia: 1/3 della popolazione mondiale non ha accesso ai servizi energetici. Il consumo di combustibili fossili è cresciuto del 10% in dieci anni al pari delle emissioni serra. La domanda energetica dei Paesi in via di sviluppo è inarrestabile.
3. H, Salute: il deficit di qualità ambientale è all'origine del 25% delle malattie. La qualità dell'aria peggiora costantemente nelle città occidentali e nelle megalopoli del Terzo mondo. Non si riesce a tenere il conto delle sostanze chimiche e tossiche disperse in acqua e suolo. Insostenibile è il prezzo pagato all'A.I.D.S.
4. A, Agricoltura: cresce l'uso di pesticidi e diserbanti. Cala la produttività dei terreni. Ci sono problemi di desertificazione anche nella zona temperata. Si allarga lo sfruttamento dissennato delle foreste. La fame resta un problema irrisolto. Si profila l'incognita degli O.G.M. (Organismi Geneticamente Modificati).
5. B, Biodiversità: l'inquinamento, il degrado ecosistemico e la pressione selettiva dell'uomo incrementano il ritmo di scomparsa delle specie animali e vegetali e l'esaurimento degli stock naturali.

Dopo dieci anni, a Johannesburg, le Nazioni Unite provarono a dotarsi di un Piano d'attuazione con il quale si intendeva fornire maggiore concretezza e focalizzare il processo di sviluppo sostenibile, attraverso la definizione di nuovi obiettivi e strumenti d'azione in funzione delle priorità riconfermate. A Johannesburg prese corpo la consapevolezza che l'ipotesi di Rio, sostanzialmente basata sull'idea che la crescita economica avrebbe indotto grandi progressi nella protezione dell'ambiente e nella sostenibilità, non si era concretata. Anzi, pur se la ricchezza in termini di prodotto lordo globale si accresce costantemente, l'ambiente è in peggioramento e il nuovo fenomeno della globalizzazione dell'economia e dei mercati finanziari ha esasperato la povertà, anche nei Paesi ricchi, e le differenze di benessere tra gli uomini.

L'Agenda XXI e gli obiettivi del Millennio vennero confermati. Furono sanciti definitivamente i Principi di Rio, in particolare la responsabilità comune, ma differenziata, dei Paesi e il principio di precauzione, entrambi fortemente contestati dalla delegazione degli Stati Uniti. La globalizzazione fu definita come processo promettente, ma ricco di rischi e venne inserito il principio dell'eticità dell'azione ambientale. La Conferenza approvò, inoltre, una Dichiarazione finale che definisce le priorità, in coerenza con gli obiettivi dell'Assemblea Generale del Millennio delle Nazioni Unite e delle Conferenze di Monterrey e Doha che hanno preceduto il *Summit* dell'Agosto 2002. Esse sono fondamentalmente:

- eliminazione della povertà;
- cambiamento dei modelli insostenibili di produzione e di consumo;
- protezione e la gestione sostenibile delle risorse naturali.

La povertà rappresenta, infatti, il primo elemento avverso allo sviluppo sostenibile, impedendo di fatto l'instaurarsi di un adeguato livello di tutela sociale ed ambientale. In un mondo in cui oltre un miliardo di persone vivono con meno di 1 dollaro al giorno l'eliminazione della povertà non può non essere la principale priorità in qualsiasi agenda internazionale.

Strettamente connesse alla povertà sono le questioni relative all'accesso, per le quali sono stati concordati nuovi e ambiziosi obiettivi tra cui quello di dimezzare, entro il 2015, le persone senza accesso ad acqua potabile e servizi igienici e di "migliorare significativamente" la vita di almeno 100 milioni di abitanti degli *slum* delle megalopoli, aggregati urbani di gente senza risorse e senza diritti civili.

Il cambiamento dei modelli di produzione e consumo rappresenta, dunque, una chiave di volta attraverso la quale orientare il modello socio-economico verso la sostenibilità.

A Johannesburg questo cambiamento necessario è stato confermato rispetto a Rio. Pur non essendo stati fissati specifici obiettivi quantitativi, si sono richiamati al massimo impegno gli attori della comunità internazionale per indirizzare il sistema economico, attraverso programmi quadro decennali, verso sistemi energetici e produttivi ad alta eco-efficienza, capaci di garantire equità di accesso, verso sistemi di trasporto a minore impatto sociale ed ambientale, verso una generale riduzione della produzione di rifiuti e della loro pericolosità, verso la salvaguardia ambientale e sanitaria dalle sostanze chimiche pericolose, per le quali si richiede di "minimizzare gli impatti entro il 2020".

Le risorse naturali sono alla base del sistema produttivo e dello stesso benessere sociale. Ogni anno oltre 14 milioni di ettari di foreste vengono irreparabilmente perduti a causa dell'uomo, oltre 11 mila specie animali sono minacciate di estinzione, un quarto delle risorse ittiche del pianeta è sfruttato in maniera intensiva e circa il 27% delle barriere coralline sono andate perse. Una strategia per preservare le risorse naturali dal sovrasfruttamento e dalla contaminazione passa attraverso differenti azioni, e in particolare: sviluppare entro il 2005 programmi di gestione integrata delle risorse idriche e piani di efficienza; proteggere oceani, mari e zone costiere; riportare gli *stock* ittici al massimo rendimento sostenibile entro il 2015 e sviluppare piani di azione nazionale per la

capacità di pesca entro il 2005; prevenire e curare i disastri naturali; affrontare i cambiamenti climatici; promuovere un'agricoltura sostenibile; combattere la desertificazione; promuovere il turismo sostenibile; ridurre in modo significativo nel 2010 la perdita di biodiversità e proteggere le foreste.

4. Il quadro di riferimento europeo

L'evoluzione delle politiche per la sostenibilità nell'Unione Europea è sintetizzata nelle sue fasi essenziali in questo capitolo. Vale la pena di rilevare che, non mancano discrepanze e accentuazioni assai diverse tra i diversi processi avviati in modo parallelo in questi anni (Figura 2).

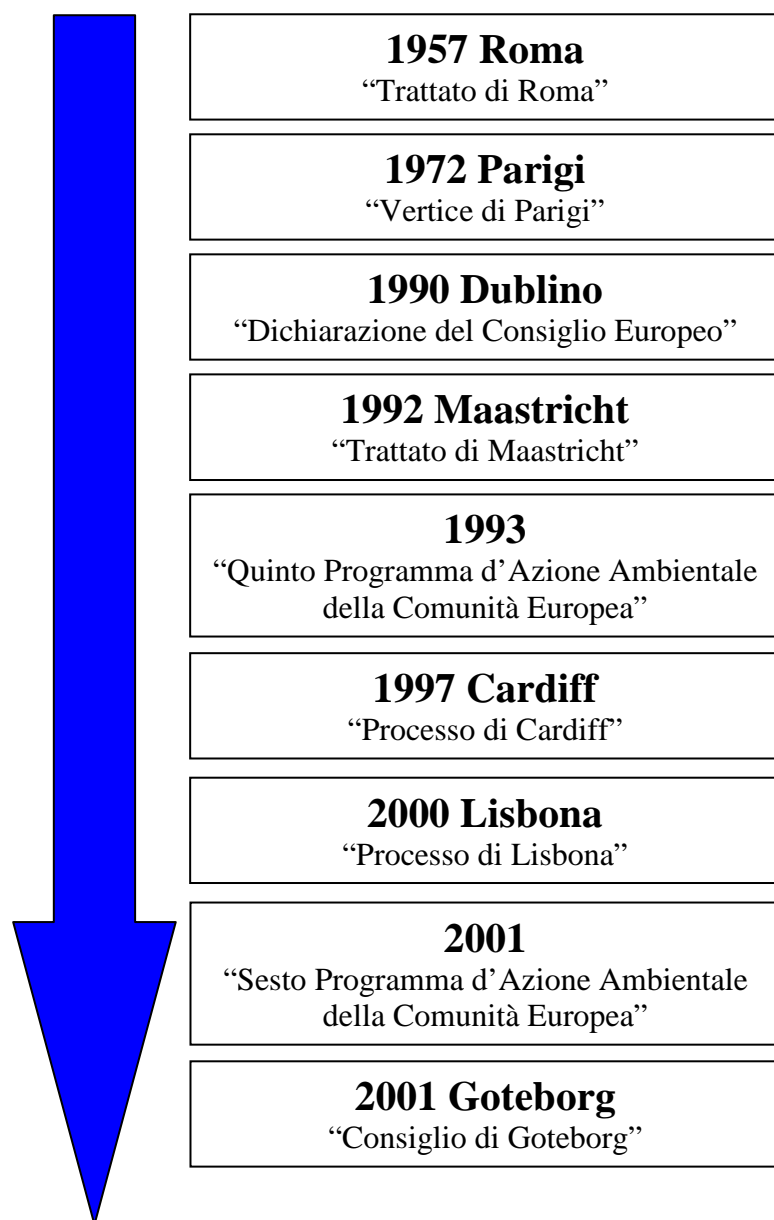


Figura 2 – Quadro istituzionale europeo dello Sviluppo Sostenibile

Nel 1957 venne sancito il “Trattato di Roma”: si trattava di un atto istitutivo della Comunità Europea che non prevedeva alcuna competenza specifica della Comunità in campo ambientale, ma si limitava ad affermare genericamente (nel Preambolo) che la Comunità ha il compito di assicurare "il miglioramento costante delle condizioni di vita e di occupazione dei cittadini europei" e (art. 2.) di garantire "uno sviluppo armonioso delle attività economiche" consentendo "un globale miglioramento del tenore di vita."

Successivamente, nel 1972, si svolse il “Vertice di Parigi” della C.E.E. (Comunità Economica Europea): i Capi di Governo e di Stato dei Paesi membri posero il problema della salvaguardia dell’ambiente e del miglioramento della qualità della vita, delineando lo scenario in cui avrebbe dovuto operare il Primo Programma di azione della comunità in materia ambientale.

Più tardi, nel 1990 a Dublino, fu promulgata la “Dichiarazione del Consiglio Europeo” al fine di “promuovere uno sviluppo sostenibile nel rispetto delle ricchezze naturali comuni”.

In seguito, il 07/02/1992 a Maastricht, venne firmato il “Trattato di Maastricht” che si poneva come obiettivo prioritario la promozione e la crescita sostenibile e rispettosa dell’ambiente (art. 2). Nel Trattato vengono specificati gli obiettivi ed i principi guida di detta politica, nonché i fattori che devono essere presi in considerazione nel predisporla. Vengono, inoltre, inserite tra le attività dell’Unione Europea anche programmi d’azione della Comunità a favore dell’ambiente: sono stati adottati quattro programmi d’azione fino al 1992. Questi hanno portato a notevoli passi avanti, ma avevano un approccio del tipo curativo più che preventivo, cioè miravano alla soluzione di problemi particolarmente acuti esistenti e basati quasi esclusivamente su provvedimenti legislativi (approccio dall’alto verso il basso). Si è avvertita, di conseguenza, l’esigenza di utilizzare una più vasta gamma di strumenti e di un approccio dal basso verso l’alto, che presupponesse l’interazione tra tutti gli attori economici e sociali e la cui efficacia sarebbe dipesa dal tipo e qualità del dialogo.

Nel 1993 fu elaborato il “Quinto Programma d’Azione in Materia di Ambiente della Comunità Europea” per uno sviluppo durevole e sostenibile, che rappresentò il primo atto rilevante dell’Unione Europea dopo la Conferenza di Rio del 1992.

L’ambizione della Conferenza di Rio si riflette, almeno in parte, nella struttura del nuovo Programma d’Azione che incardina le politiche dell’Unione Europea verso lo sviluppo sostenibile e presenta per la prima volta un insieme di azioni e obiettivi che

delineano un quadro non più settoriale, ma integrato, delle politiche ambientali. Le principali caratteristiche che definiscono la sostenibilità nel Piano sono:

- mantenere la qualità della vita complessiva;
- mantenere l'accesso alle risorse naturali;
- evitare il perdurare dei danni ambientali;
- considerare come sostenibile lo sviluppo che consenta di soddisfare i bisogni attuali senza compromettere la possibilità delle future generazioni di soddisfare i loro bisogni.

Il Quinto Programma rappresenta un approccio più globale inerente all'ambiente e allo sviluppo, preventivo oltre che curativo. L'approccio adottato non corrisponde a quello dei precedenti programmi di azione a favore dell'ambiente: esso è centrato sugli operatori e sulle attività che distruggono le risorse naturali e danneggiano l'ambiente, e non aspetta che si creino i problemi. Tale approccio preventivo:

- intende iniziare un cambiamento delle tendenze e delle pratiche nocive per l'ambiente, in modo da garantire il benessere e l'espansione sociale ed economica alle generazioni attuali e anche a quelle future;
- tende ad un cambiamento del modello di comportamento della società ottimizzando la partecipazione di tutti i settori sociali, in uno spirito di corresponsabilità che si estende all'amministrazione pubblica, alle imprese pubbliche e private e alla collettività (in qualità di singoli cittadini e consumatori). Vengono ampliati gli strumenti a disposizione per l'attuazione del programma stesso che adesso contano su strumenti legislativi, di mercato, orizzontali di supporto, e sostegno finanziario.

Questo programma è stato concepito anche al fine di rispecchiare gli obiettivi ed i principi dello sviluppo sostenibile, dell'azione preventiva e precauzionale e della corresponsabilità contenuti nel "Trattato di Maastricht" del 1992.

Due novità distinguono questo Programma dai precedenti in campo ambientale:

1. la necessità di integrare le politiche ambientali nelle politiche di settore come leva fondamentale per la sostenibilità;

2. passare da un assetto delle politiche basato sul “*command and control*” a un approccio che coinvolga le responsabilità dei diversi attori in campo, dai Governi alle imprese, ai cittadini.

Il Programma identifica cinque settori-chiave in cui realizzare l'integrazione delle politiche ambientali: industria, energia, trasporti, agricoltura e turismo. I temi ambientali prioritari identificati dal Quinto Programma sono sette: clima globale, emissioni di inquinanti acidificanti, aree urbane, gestione dei rifiuti, gestione delle risorse idriche, aree costiere e protezione della biodiversità.

Degli obiettivi fissati dal Quinto Programma, i temi che hanno presentato i maggiori progressi riguardano la riduzione delle sostanze lesive per lo strato d'ozono, le emissioni di metalli pesanti e di anidride solforosa, la tutela delle aree naturali protette, la difesa della qualità delle acque superficiali e la gestione dei rischi e dei rifiuti industriali. Il settore per il quale i progressi sono risultati più evidenti è quello dell'industria, mentre per i trasporti, anche se si è registrato un miglioramento negli standard dei carburanti e di emissione dei veicoli, le emissioni complessive non si sono ridotte per la crescita del parco veicolare. Pochi invece i progressi che si registrano nel settore del turismo e dell'agricoltura.

Quello del Quinto Programma d'Azione Ambientale è dunque un bilancio che si chiude con successi e criticità. Tra queste ultime: il tema delle emissioni di gas a effetto serra, la questione delle aree urbane e della qualità dell'aria, il tema del rumore e la gestione dei rifiuti.

In effetti, il tema dell'integrazione delle politiche ambientali nelle politiche di settore era emerso come un nodo cruciale per la promozione dello sviluppo sostenibile già nel Quinto Programma. Il Consiglio Europeo del giugno 1998 aveva lanciato il tema dell'integrazione delle politiche ambientali (denominato “Processo di Cardiff”) che deve coinvolgere nove settori cruciali. Lo stesso Consiglio di Cardiff si esprime anche su energia, trasporti e agricoltura e nei mesi successivi si ebbe l'avvio dell'integrazione per industria, mercato interno, politiche di sviluppo, affari economici e finanziari, affari generali, inclusi il commercio, la politica estera e la pesca.

Analizziamo, pur se in modo sommario, come il “Processo di Cardiff” si sia andato realizzando in questi anni, con una breve descrizione dello sviluppo delle strategie di integrazione e dei suoi passaggi significativi nei diversi settori identificati al Consiglio di Cardiff, richiamandone gli aspetti salienti.

- Agricoltura

La strategia di integrazione ambientale venne adottata dal Consiglio Europeo nel novembre del 1999. Il tema della riduzione dei rischi in agricoltura fu integrato nella Politica Agricola Comune (2002) attraverso obiettivi specifici: il disaccoppiamento dei sussidi dalla produzione quantitativa, l'incremento di una politica per lo sviluppo rurale e lo sviluppo delle misure agroambientali, la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, la promozione dell'uso sostenibile delle risorse naturali, tra cui l'acqua, e la promozione dell'agricoltura.

- Trasporti

La strategia di integrazione delle politiche ambientali nel settore dei trasporti fu adottata nel 1999. Dopo il processo di revisione della strategia e di decisione del Consiglio, venne redatto il Libro Bianco sui Trasporti e fu elaborato un sistema integrato di indicatori (T.E.R.M. *Transport and Environment Reporting Mechanism*) per il *reporting* sullo stato delle politiche nell'Unione Europea. Questo contiene l'indicazione di una serie di misure specifiche (tariffe e investimenti specifici nella rete ferroviaria trans-europea), con l'obiettivo di riportare entro il 2010 l'equilibrio modale ai livelli del 1998. Altri aspetti riguardano la promozione dei biocarburanti di nuova produzione e gli accordi con l'industria automobilistica per migliorare lo standard di emissione di CO₂ delle flotte.

- Energia

Sempre del 1999 è l'approvazione della strategia di integrazione. Nel 2000 fu pubblicato il Libro Verde sull'energia della Commissione "Verso una strategia europea per la sicurezza dell'approvvigionamento energetico". Nel marzo del 2001 si ebbe la prima revisione della strategia di integrazione e nel maggio la risoluzione dei Consigli Europei per l'energia e l'industria sull'Integrazione dell'energia. Nel 2002 le conclusioni del Consiglio sullo sviluppo sostenibile asserirono che la realizzazione della strategia di integrazione è in linea con gli impegni definiti al *Summit* mondiale di Johannesburg.

Tra le principali direttive che riguardano il tema dell'integrazione nel campo dell'energia, ricordiamo quelle relative alla promozione delle fonti rinnovabili (2001), quelle relative all'etichettatura energetica degli elettrodomestici (2002 e 2003), quella sull'efficienza degli edifici (2002), le direttive per la riforma del mercato interno dell'elettricità e del gas (2003), e quella sulla cogenerazione (2004).

- Industria

Il Rapporto del Consiglio sull'integrazione risale al 1999 e l'adozione della strategia al 2001. Nel giugno del 2002 giungono le conclusioni del Consiglio sulle politiche d'impresa e lo sviluppo sostenibile. Diverse le iniziative, tra cui la proposta di direttiva sulla regolamentazione delle sostanze chimiche e lo sviluppo di un sistema regolamentare e autorizzativi. L'unica direttiva emanata che coinvolge il settore è quella che regola la commercializzazione dei permessi di emissione di gas a effetto serra (*Emission Trading*) del 2003.

- Mercato interno

Anche la comunicazione della Commissione sulla strategia di integrazione delle politiche ambientali in quelle per il mercato interno è del 1999. La strategia fu adottata dal Consiglio Europeo nel 2001 e nel novembre del 2002 venne presentato il Rapporto del Consiglio sull'integrazione delle politiche ambientali con gli aspetti interni delle politiche della competitività. Gli acquisti pubblici sono oggetto di due specifiche direttive del 2004, una concernente le politiche di acquisto delle aziende di servizi di pubblica utilità e una sul coordinamento degli appalti pubblici per la fornitura di beni, servizi e lavori pubblici.

- Cooperazione allo sviluppo

Le conclusioni del Consiglio Europeo sull'integrazione delle politiche ambientali nella politiche di cooperazione dell'Unione sono del 1999. Nel 2000 furono emanati un regolamento e una dichiarazione comune di Consiglio e Commissione per la piena integrazione degli aspetti ambientali negli strumenti per la cooperazione con i Paesi in via di sviluppo. Nel 2001 venne stabilita, insieme con le conclusioni del Consiglio, la strategia di integrazione. Del 2003 sono le conclusioni del Consiglio Europeo per il Piano d'azione sulle foreste, per combattere la povertà rurale, l'iniziativa sull'acqua dell'Unione Europea e per gli aspetti relativi ai cambiamenti climatici nelle politiche di cooperazione.

- Pesca

Il Libro Verde sulla riforma della politica comune della pesca è del marzo 2001, come anche il Piano d'azione per la biodiversità nella pesca e nell'acquacultura; nell'aprile uscirono le conclusioni del Consiglio sull'integrazione delle politiche ambientali nelle politiche comuni per la pesca. Nel 2002 venne emanato il regolamento che include le misure per l'uso delle risorse ittiche che promuovano lo sviluppo sostenibile. Regolamenti o risoluzioni per la protezione nelle attività di pesca di specie a rischio (squali, cetacei)

sono stati emanati nel 2003 e nel 2004. Del 2003 è anche il regolamento per l'eliminazione dei sussidi alla modernizzazione delle flotte.

- Affari economici e finanziari

La comunicazione della Commissione sulle strategie di integrazione delle politiche economiche è del 2000, ma la strategia venne adottata dal Consiglio solo nel 2002. Nel 2003 fu emanata la direttiva sulla fiscalità sui prodotti energetici.

Successivamente, l'obiettivo strategico lanciato nel marzo del 2000 dal Consiglio Europeo a Lisbona rappresentò la piattaforma politica dell'Unione Europea per una società la cui competitività economica sia basata sulla conoscenza, con una "crescita economica sostenibile", l'aumento dell'occupazione e della coesione sociale. L'ambizione del Consiglio di Lisbona era quella di creare "l'economia basata sulla conoscenza più competitiva del mondo".

Anche se pienamente coerenti con questo disegno generale, i temi della sostenibilità ambientale, però, erano assenti – nonostante il "Processo di Cardiff" fosse già stato avviato – e solo con il "Consiglio di Göteborg", del 2001, si sarebbe avuta una loro integrazione, che sarebbe stata rappresentata anche dall'inclusione di indicatori ambientali in quelli strutturali.

Le sfide che il processo di Lisbona voleva affrontare sono :

- la disuguaglianza tra uomini e donne;
- il ritardo nello sviluppo del settore dei servizi e del terziario;
- gli squilibri regionali in termini di disoccupazione;
- la disoccupazione di lungo periodo;
- la mancanza di qualificazione professionale;
- la disparità tra classi d'età per l'occupazione.

Gli obiettivi erano dunque quelli di rendere più dinamica e competitiva l'economia, al fine di rendere più larga e stabile l'occupazione, e l'"economia della conoscenza" è l'orizzonte entro cui realizzare questi obiettivi.

Nel 2001, partendo dai temi sui quali il Quinto Programma aveva mostrato le maggiori criticità, venne elaborato il "Sesto Programma d'Azione Ambientale". Particolare enfasi era data alla necessità dell'attuazione della normativa esistente e alla promozione degli

strumenti di mercato, quali incentivi e fiscalità, certificazione ambientale volontaria di processo e di prodotto, sviluppo del mercato dei “prodotti verdi”.

Un altro aspetto importante era il miglioramento dell'applicazione degli strumenti di pianificazioni, come la V.I.A. (Valutazione di Impatto Ambientale) e l'introduzione della Valutazione Ambientale Strategica nel processo di decisione su piani e programmi (compresi i fondi strutturali).

Per quanto riguarda l'integrazione delle politiche ambientali nelle politiche di settore, invece, il Sesto Programma rimaneva sulle generali e rimandava all'ulteriore strutturazione di meccanismi in seno alla Commissione, affinché gli aspetti ambientali siano presenti sin dalla genesi delle direttive nelle varie materie. Infine, si identificarono azioni per le misure in campo agro-ambientale da integrare nella politica agricola comune.

Il quadro strategico dell'Unione Europea, dunque, è caratterizzato da una molteplicità di processi e strategie che insistono sui principali temi dello sviluppo, ma che allo stato attuale non sembrano in grado di agire in maniera sufficientemente coordinata. L'approvazione della strategia comunitaria per lo sviluppo sostenibile da parte del “Consiglio di Goteborg” nel 2001, se ha il pregio alquanto formale di ristabilire il primato “politico” del Consiglio sull'azione amministrativa della Commissione, risolve solo in parte le carenze di armonizzazione delle politiche comunitarie. Oltre il termine del 2004 era previsto il primo esame degli esiti di tale strategia, ma è ancora presto per dire se si siano raggiunti il chiarimento e la razionalizzazione dei processi dell'Unione. Al momento l'unica cosa certa è che la strategia comunitaria per lo sviluppo sostenibile, pur se integrata dalla dimensione internazionale (esterna) sulla base degli accordi sottoscritti dall'Unione a Johannesburg, non è ancora riuscita a sviluppare appieno le sue priorità.

I principi dell'azione dell'Unione Europea in campo ambientale, in sussistenza di una profonda crisi del sistema delle Nazioni Unite, sono attualmente il principale sostegno e presidio degli enunciati della Dichiarazione di Rio, assunti poi come regole guida del negoziato internazionale multilaterale. Tra essi, hanno un ruolo particolare proprio quelli messi più duramente in discussione, come il principio della “responsabilità comune ma differenziata”, il principio di precauzione e di azione preventiva, il principio di correzione in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, o il principio “chi inquina paga”. Questi dovranno essere armonizzati con quello che nella strategia di Lisbona è stato indicato come principale obiettivo socio-economico dell'Unione: “diventare entro il 2010 l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di

realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di lavoro e una maggiore coesione sociale”. Questa integrazione per ora non si è realizzata.

A Goteborg, il Consiglio ha definito sei aree prioritarie di intervento per lo sviluppo sostenibile, fissando per ognuna obiettivi, target, molti dei quali direttamente derivati dagli impegni internazionali, e individuando adeguati strumenti e metodi di azione:

1. limitare il cambiamento climatico e potenziare l’uso di energia pulita, rispettando e spingendo gli altri Paesi a rispettare gli impegni di Kyoto e, in seguito, abbassando le emissioni dell’1% anno fino al 2020;
2. affrontare le minacce per la salute pubblica, garantendo una maggiore sicurezza e qualità dei prodotti alimentari, affrontando le malattie infettive e in particolare i fenomeni di resistenza agli antibiotici, limitando gli effetti negativi a lungo termine delle sostanze chimiche;
3. gestire le risorse naturali in maniera più responsabile, disaccoppiando il consumo di risorse e la produzione di rifiuti dalla crescita economica, arrestando la perdita di biodiversità, combattendo il sovrasfruttamento delle risorse ittiche anche attraverso pratiche di pesca sostenibile;
4. migliorare il sistema dei trasporti e la gestione dell’uso dei trasporti, riportando al 2010 la percentuale di trasporto su strada a valori non superiori a quelli registrati nel 1998, disaccoppiando la crescita dei trasporti dalla crescita economica, riequilibrando lo sviluppo regionale e diminuendo le disparità sul territorio;
5. combattere la povertà e l’esclusione sociale, intervenendo per diminuire il numero di persone povere, aumentando il tasso di occupazione fino al 70% nel 2010 e riducendo l’ineguaglianza di genere, dimezzando entro il 2010 il numero dei giovani (18-24) che non proseguono negli studi;
6. affrontare le implicazioni socio-economiche connesse con l’invecchiamento della popolazione attraverso sistemi pensionistici e di assistenza sanitaria agli anziani adeguati ed economicamente sostenibili ed aumentando il tasso di occupazione per uomini e donne tra i 55 e i 64 anni fino al 50% nel 2010.

5. Il quadro di riferimento italiano

La via ambientalista italiana è particolare e contraddittoria, poco legata al dibattito ed al movimento internazionale che si è sviluppato fortemente dopo l'incidente di Chernobyl, a parte alcune delle attività di associazioni collegate al livello internazionale come il W.W.F. *World Wildlife Fund* (sui temi della biodiversità) e *Greenpeace* (sulla protezione dello strato dell'ozono e poi sul clima globale).

La prima legge organicamente ambientale in Italia è la Legge Merli numero 319 sull'inquinamento delle acque che resta sostanzialmente inattuata. Seguono le leggi sui rifiuti e sulla difesa del mare e delle coste (1982) e la legge Galasso sulla tutela del paesaggio (1985). Nel '79 il Governo istituisce un Comitato di Ministri per l'Ambiente. Nel 1983 Bettino Craxi nomina il primo Ministro per l'Ecologia. Il Ministero nasce senza supporti tecnici, con limitate capacità iniziali di sciogliere l'intrico delle competenze ed avviare una politica ambientale non solamente emergenziale.

In Italia, durante gli anni di Rio, non esiste una piattaforma programmatica per la tutela ambientale e lo sviluppo economico e sociale paragonabile ad Agenda XXI. Tuttavia, come spesso sarebbe accaduto in seguito, l'Italia fu in prima linea al “*Earth Summit*”, anche se gli esiti della Conferenza tardarono a manifestarsi: una Commissione Ministeriale per l'Ambiente Globale fu incaricata di redigere un “Piano Italiano per lo Sviluppo Sostenibile” in attuazione di Agenda XXI.

Il Piano, buono ma privo di concertazione e di consenso, privo per altro di risorse finanziarie, venne approntato adottando uno schema derivato dal “Quinto Programma d'Azione in Materia di Ambiente della Comunità Europea”, votato dal Consiglio Europeo nel febbraio del '93. Il Piano, approvato nel Dicembre del 1993, finì relegato in un cassetto e lì sarebbe rimasto, incapace sì di produrre azioni concrete, ma non di orientare le politiche ambientali su scala nazionale e locale in tutto il decennio seguente.

La svolta avviene nel 1996 ad opera del nuovo Ministro dell'Ambiente, Edo Ronchi, che dà alla politica del Governo l'auspicata dimensione strategica e l'equilibrio programmatico necessario alle politiche di sviluppo sostenibile. Nel suo Ministero e nelle strutture esperte in materia di ambiente, E.N.E.A. (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), A.N.P.A. (Agenzia Nazionale Protezione Ambiente), I.C.R.A.M. (Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare) vengono chiamati per la prima volta i quadri di punta dell'ambientalismo italiano.

Nella relazione al Consiglio dei Ministri del Febbraio del 1997, a nove mesi dall'insediamento, presentando la nuova legge (22/97) sui rifiuti, Ronchi dichiarò che per l'Italia, che ha il più importante patrimonio naturale e culturale d'Europa, lo sviluppo sostenibile è l'orizzonte necessario della politica ambientale, apportatore di tecnologie, innovazione, prodotti e processi industriali fondamentali per la competitività e l'occupazione.

Il superamento del *deficit* ambientale venne invocato, dunque, come occasione per rilanciare, riqualificare e modernizzare lo sviluppo del Paese liberandolo da talune carenze strutturali, prima delle quali la scarsa propensione all'innovazione del sistema delle imprese. A distanza di anni, la diagnosi è ancora la stessa se si esaminano le cause del declino dell'economia italiana e dei suoi gravi riflessi sociali ed occupazionali. Più tardi, lo stesso Ronchi avrebbe detto che uno sviluppo senza equità è di bassa qualità sociale e portatore di conflitti. Uno sviluppo che danneggia l'ambiente e consuma troppe risorse naturali è di bassa qualità ecologica e non può essere durevole. Uno sviluppo che non abbia una prospettiva durevole, che non si fondi su un utilizzo efficiente di risorse limitate è di bassa qualità economica.

In quegli anni occorre una visione chiara e scelte nette, anzitutto il riallineamento della politica italiana all'azione ambientale dell'Europa e ai principi di Rio. Un nuovo programma nazionale doveva garantire lo sviluppo e la competitività delle imprese e la tutela dell'ambiente. La priorità andava alla manutenzione ed alla valorizzazione dello straordinario patrimonio naturale e territoriale del Paese piuttosto che ad una ulteriore infrastrutturazione.

Il Governo diede incarico all'E.N.E.A. di organizzare la prima "Conferenza Energia ed Ambiente" per il 1998 e diede corso alla pianificazione dei Trasporti con il "Piano Generale dei Trasporti", per il quale lavorano affiancati il Ministero dei Trasporti e quello dell'Ambiente.

I due punti di massima rappresentazione della nuova politica ambientale risiedono nella pianificazione dello sviluppo sostenibile e nelle politiche di attuazione degli impegni per la riduzione delle emissioni che alterano il clima. Il Ministro dell'Ambiente portò alla Conferenza di Kyoto la proposta europea di riduzione di 10 punti delle emissioni, dopo che negli incontri di preparazione a Bruxelles era stata abbandonata la proposta del -15% uscita dal Consiglio Ambiente del 1996. L'Italia, a valle del negoziato che portò alla definizione dei criteri di "*burden sharing*" delle emissioni tra i Paesi europei, ebbe assegnato dal

Consiglio Ambiente il *target* del -6,5% di emissioni da conseguire entro il 2012 rispetto al 1990. Nel 2005 questo obiettivo ha definitivamente assunto valore di legge.

Dal 1995 ad oggi l'Italia ha presentato tre comunicazioni alla Convenzione Globale sui Cambiamenti Climatici ed il C.I.P.E. (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica) ha prodotto due delibere, la prima delle quali nel '98 per definire le Linee Guida dell'importante cambiamento strutturale indirizzato alla riduzione delle emissioni, impegnative per tutti i settori dell'economia. La seconda delibera, in chiave di "controriforma", fu emanata a ridosso della Conferenza di Johannesburg 2002 in un clima ormai profondamente mutato.

L'industria italiana, dunque, si è trasformata nel tempo ed ha assunto un assetto molto particolare. Produce il 24% del P.I.L. e occupa il 23% dei lavoratori. Non è oggi tra i settori che generano pressioni crescenti sull'ambiente, ma alcuni suoi cicli tradizionali hanno provocato molti fenomeni irreversibili di degrado sociale ed ambientale.

Per fronteggiare un quadro tanto complesso, il Ministero dell'Ambiente ha promosso nel tempo alcune iniziative legislative di riferimento che, metodologicamente e nei dispositivi attuativi, contrastavano le contraddizioni esposte e ci avvicinavano all'Europa. Tra tutti, ricordiamo il Decreto 22/97 sui rifiuti, divenuto nel tempo il vero e proprio punto di riferimento per l'innovazione e lo sviluppo del settore, il 152/99 per la tutela delle acque e il 351/99 per la protezione della qualità dell'aria. Si è dato corso all'integrazione della V.I.A., Valutazione di Impatto Ambientale, con la procedura I.P.P.C. (*International Panel on Climate Change*) per il controllo integrato degli inquinanti. Si è adottata sistematicamente la V.A.S., Valutazione Ambientale Strategica dei programmi e dei piani in funzione dello sviluppo sostenibile.

Un terreno globale nel quale si misura la *performance* ambientale del sistema industriale è quello della qualità, che ha i suoi paradigmi strettamente legati al prodotto presentato sul mercato ma che, recentemente, ha acquisito la nuova dimensione della qualità ambientale e della sostenibilità. Negli anni Novanta si diede lo *spin-off* alla certificazione ambientale ed all'analisi del ciclo di vita dei prodotti e dei servizi che, concettualmente, estendono il concetto di qualità ai processi di produzione, ai flussi materiali a monte ed a valle delle imprese e ed alla cosiddetta "chiusura" dei cicli industriali. Si è potuta introdurre questa fondamentale novità su tre direttrici: la promozione delle certificazioni di qualità ambientale dei processi su standard privati, tipicamente mediante l'applicazione della norma I.S.O. (*International Organization for Standardization*) 14001; la diffusione delle certificazioni d'impresa secondo lo schema

E.M.A.S. (*Eco-Management and Audit Scheme*), controllato dalle Amministrazioni Pubbliche e l'adozione dei marchi di qualità, *Ecolabel*, per le merci ma anche per i servizi.

In materia di Energia fu organizzata nel 1998 la “Conferenza Energia ed Ambiente”. Ridurre la pressione ambientale dell'energia significa in Italia ridurre la quota dei combustibili fossili, a partire da quelli più inquinanti, carbone e petrolio. Le priorità programmatiche furono fissate in:

- sicurezza degli approvvigionamenti - 40% di risorse interne;
- più gas naturale da più *partners* internazionali;
- più efficienza negli usi energetici;
- raddoppiare la quota di energia rinnovabile entro il 2010;
- potenziare la ricerca scientifica nel settore energetico.

Tali priorità vanno perseguite mediante la liberalizzazione del mercato elettrico, la finalizzazione degli impegni di Kyoto all'innovazione del settore, l'introduzione della *Carbon Tax*, il nuovo ruolo delle Regioni, il Patto per l'energia e per l'ambiente per la partecipazione e la responsabilizzazione di tutti gli operatori economico-sociali.

Si tratta di un quadro di opzioni di grande rilevanza, in massima parte, però, disattese negli anni successivi alla Conferenza, fino a portare il Paese al rischio dell'abbandono degli impegni assunti con la Comunità internazionale e, cosa altrettanto grave, fuori dal percorso virtuoso dell'innovazione e della competitività. Furono, inoltre, varati i Programmi “Comuni solarizzati” e “10.000 Tetti solari” e fu introdotto, per le Compagnie che producono elettricità, l'obbligo di una quota crescente di produzione rinnovabile, ovvero del ricorso all'acquisto di quote sul mercato dei certificati verdi.

Nel settore dei Trasporti, dove si accumula il massimo del *deficit* di sostenibilità, si registra un aumento del traffico in auto superiore a gran parte dei Paesi O.E.C.D. (*Organisation for Economic Co-operation and Development*). La “Conferenza Nazionale dei Trasporti”, convocata a Roma nel 1998, ha avviato la definizione di un “Nuovo Piano dei Trasporti e della logistica” che viene affidato ai Ministeri dell'Ambiente e dei Trasporti. Il Piano fissa le seguenti priorità:

- integrare la questione ambientale nella politica trasportistica;
- superare la programmazione settoriale delle diverse modalità trasportistiche;

- privilegiare il trasporto pubblico su rotaia e merci su ferro e cabotaggio;
- nuovi Piani Urbani e Regionali per una mobilità integrata a livello di sistema;
- innovazione tecnologica dei mezzi di trasporto e dei sistemi di gestione;
- *Car sharing* e taxi collettivi.

Si incentiva il *road pricing* e le zone a traffico limitato (Z.T.L.) nei centri urbani, si studia la possibilità di inserire i costi esterni del trasporto nei prezzi delle risorse e delle infrastrutture.

Per quanto riguarda l'Agricoltura il Ministero dell'Ambiente promuove con successo la disincentivazione dell'uso dei fertilizzanti e dei pesticidi, le coltivazioni biologiche e la diffusione dei marchi di qualità, anche sfruttando una legislazione europea ora più favorevole. Si accentua il fronte del negoziato internazionale per il commercio dei prodotti agricoli e per riconsiderare, dal lato dei Paesi poveri, il *dumping* ambientale e, da parte nostra, l'uso improprio delle norme di qualità ambientale in agricoltura per fini protezionistici, come accade in molti Paesi d'Europa.

Per l'Italia, inoltre, la questione del turismo è di fondamentale importanza per lo sviluppo ed è immediatamente condizionata dalla qualità della gestione delle risorse ambientali e della conservazione del patrimonio culturale ed archeologico che, come è noto, è una quota rilevante dell'intera risorsa mondiale. Vengono, dunque, promosse iniziative per il riequilibrio stagionale del turismo e perché il Mezzogiorno abbia una quota di arrivi proporzionata alla sua straordinaria risorsa. Si introducono la certificazione E.M.A.S. e i marchi di qualità nel settore, ma, soprattutto, si dà grande impulso alla istituzione dei parchi naturali marini e terrestri; il turismo viene introdotto in forma organica nel sistema delle Agende XXI locali.

A fronte di questa imponente serie di azioni e provvedimenti in favore dello sviluppo sostenibile, il Ministero Ronchi ha incrementato anche gli aspetti giuridico/programmatici, mettendo in cantiere la riscrittura del "Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile" in attuazione di Agenda XXI, che in Italia era restato in un cassetto per oltre un quinquennio. La pianificazione della sostenibilità fu rilanciata nella chiave dell'integrazione nelle politiche economiche e sociali del fattore ambientale, secondo il dettato del "Processo di Cardiff", ma anche rilanciando le politiche attuative di Agenda XXI.

La riscrittura del "Piano Italiano per lo Sviluppo Sostenibile" del 1993 venne affidata dal Ministro Ronchi nel gennaio del 1999 all'E.N.E.A., cui venne assegnato

contestualmente, con la Legge 36/99, il ruolo di Agenzia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile. Il documento, la “Strategia di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile”, fu approvato, però, dal C.I.P.E. (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica) soltanto nell’Agosto 2002. Per effetto dell’urgenza e della pressione esercitata dall’imminente *summit* di Johannesburg, il testo sviluppato dal progetto Ronchi non venne modificato dall’Amministrazione subentrata, ma la fase di attuazione non ha avuto alcun corso, non diversamente dal Piano precedente.

La Strategia, pur rinnovata rispetto al Piano del 1993, contiene programmaticamente soltanto la dimensione ambientale, alla quale esclusivamente il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio è stato in grado di contribuire. Lo schema concettuale della Strategia rispecchia il “Sesto Programma d’Azione Ambientale della Commissione Europea”.

La “Strategia di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile” è stata sviluppata dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio mediante la concertazione con tutti i principali *stakeholder* a livello nazionale. Essa rappresenta quindi un punto di riferimento parziale, ma sicuro, e raffigura l’unico quadro organico di riferimento a livello nazionale per lo sviluppo sostenibile. La Strategia si articola in quattro aree d’intervento, per ognuna delle quali si individuano obiettivi generali, specifici, indicatori e, quando possibile, *target*. Gli obiettivi e le azioni della strategia si ispirano a tre criteri di fondo:

1. la progressiva dematerializzazione del sistema economico con riduzione del prelievo di risorse naturali;
2. la diminuzione dei rischi connessi a specifiche forme di inquinamento e di degrado ambientale superando la logica emergenziale;
3. la partecipazione consapevole di tutti gli attori.

La “Strategia di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile” si dotò, a partire dall’estate del 2000, per iniziativa del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, del primo grande *Forum* nazionale di consultazione in materia di sviluppo sostenibile pur se, come si è visto, ristretto alle sole tematiche ambientali. Il *Forum* impegnò i soggetti istituzionali e sociali per un periodo di dodici mesi e la Strategia venne mantenuta aperta alla consultazione telematica libera mediante *internet* fino alla vigilia del *summit* di Johannesburg del 2002. La Strategia ne uscì profondamente modificata, a riprova della straordinaria efficacia della consultazione.

Nel 1999 la O.E.C.D. tenne a Roma il suo ultimo *meeting* formale sugli indicatori di sviluppo sostenibile. Nemmeno questa opportunità si è dimostrata sufficiente a far partire un progetto organico di indicatori di sostenibilità a livello nazionale, anche se la O.E.C.D. aveva prodotto già nel 1994 un primo rapporto sull'Italia, incentrato sulla *performance* ambientale. Lo stile di tale rapporto andava al di là del monitoraggio dello Stato dell'Ambiente, già oggetto dai primi anni 1990 di un importante Rapporto biennale edito dal Ministero dell'Ambiente, per introdurre i primi elementi di valutazione della capacità di conseguire gli obiettivi ambientali da parte del Paese.

La seconda edizione del Rapporto è stata pubblicata nel 2002. Presentato come una valutazione delle politiche ambientali, è già un vero rapporto sullo sviluppo sostenibile, capace di evidenziare le priorità ed indicare obiettivi e *target* anche nei settori dell'economia e della società. Grande rilievo viene dato all'economia delle fonti energetiche e materiali ed all'uso sostenibile delle risorse naturali.

L'attribuzione di *target* quantitativi nel rapporto O.E.C.D. è sottoposta al vincolo della condivisione. I *target* quantitativi, pertanto, sono sempre richiamati da Convenzioni e da Trattati vincolanti per l'area O.E.C.D., ovvero dalle leggi nazionali italiane.

Il settore ambientale riceve l'attenzione maggiore nella valutazione della *performance* ed all'ambiente viene spesso ricondotta anche la valutazione degli altri fattori. I temi critici vengono individuati nelle politiche attive di protezione, nel finanziamento del Ministero dell'Ambiente, nel consolidamento della rete delle Agenzie Ambientali, nella diffusione della consapevolezza delle tematiche ambientali, nel rispetto di leggi e regolamenti e nell'adozione degli schemi volontari di certificazione ambientale da parte delle imprese. Il Rapporto dà atto del forte miglioramento nel decennio di riferimento nel recepire le disposizioni comunitarie. L'ambiente, però, abbisogna di nuove e più efficienti politiche di gestione dell'aria, delle acque, dei rifiuti e della protezione di natura e biodiversità. Vengono rilasciate 27 raccomandazioni di cui 8 a carattere quantitativo.

Gli accordi sottoscritti nel corso della "Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo" (U.N.C.E.D., 1992) hanno posto le basi per la definizione di numerosi strumenti innovativi in grado di migliorare l'efficacia delle politiche ambientali, impostate fino a quel momento più sulla regolamentazione e sul controllo del rispetto degli *standard* fissati per legge che sull'approccio preventivo e volontario. Infatti, proprio la volontarietà, l'integrazione, il miglioramento continuo e l'approccio preventivo sono tra gli aspetti ricorrenti nelle metodologie sviluppate sulla base dei principi e degli obiettivi negoziati a Rio de Janeiro.

L'Agenda XXI locale rappresenta il primo tentativo di organizzare strategie per lo sviluppo sostenibile a livello di programmazione e di pianificazione locale.

In diversi Paesi, questo strumento, come molti altri analoghi, è stato applicato per lungo tempo in forma sperimentale, senza essere inserito in un preciso quadro di riferimento sovra-locale e senza il sostegno di politiche governative di coordinamento, di incentivi e di azioni di assistenza tecnica.

Anche in Italia, l'intervento di politiche nazionali e regionali a favore della sostenibilità locale ha tardato a venire. Nel "Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile" del 1993 è del tutto assente il riferimento alla dimensione locale di intervento: obiettivi, azioni e strumenti sono stati tarati per essere inseriti in un quadro di attuazione di livello esclusivamente nazionale, dispensando le Regioni e gli Enti Locali dal mettere in atto un sistema coerente e strategico di programmi che contribuissero all'attuazione del Piano.

Il Ministero dell'Ambiente ha iniziato a riconoscere le buone pratiche di sviluppo sostenibile locale solo alla fine degli anni Novanta, premiando e diffondendo esperienze sperimentate in maniera completamente autonoma dalle Amministrazioni locali più sensibili ai problemi ambientali. L'applicazione sperimentale dell'Agenda XXI locale è stata avviata grazie all'iniziativa autonoma di poche città (Roma, Modena, Ferrara) che, dal 1994, hanno indirizzato processi locali di sviluppo sostenibile senza alcun riferimento metodologico ancora ben definito né, tanto meno, indirizzi o linee guida per uniformare i programmi posti in essere. Fino alla fine degli anni Novanta, le esperienze condotte in Italia hanno riguardato un numero limitatissimo di Amministrazioni, per lo più del Centro e Nord Italia, che senza attendere l'intervento del Governo centrale e delle Regioni si sono costituite in un coordinamento nazionale, al fine di attivare una rete che favorisse il confronto, lo scambio di buone pratiche e lo sviluppo di metodologie coerenti con le specificità locali del nostro Paese.

Nel 2000, lo stanziamento di risorse per avviare un programma di finanziamento dedicato alle Agende XXI locali ha segnato la conclusione della fase sperimentale e l'inizio di una nuova stagione per le strategie di sostenibilità urbana promosse dal Governo. I due bandi ministeriali, per i quali sono stati destinati complessivamente 26 milioni di euro (provenienti in parte dal Fondo per lo Sviluppo Sostenibile, ex-art. 109 legge n.388/2000), oltre ad aver ridisegnato in brevissimo tempo il panorama applicativo dell'Agenda XXI locale, hanno rappresentato il definitivo riconoscimento della metodologia nell'ambito delle politiche governative per lo sviluppo sostenibile.

L'opera di diffusione avviata con i bandi del 2000 e del 2002 è servita, dunque, a creare il presupposto operativo più efficace per assicurare la coerenza e il contributo della pianificazione locale alle strategie di sostenibilità di livello superiore.

Diversamente da quanto avvenuto con il “Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile” del 1993, infatti, la “Strategia di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia” ha riconosciuto nell'Agenda XXI locale lo strumento più efficace per trasferire localmente gli indirizzi nazionali e regionali, secondo una logica strategica impostata sulla valutazione in chiave ambientale di piani e programmi predisposti ad ogni livello di governo.

La delibera C.I.P.E. n. 57 dell'Agosto 2002, infine, definendo un preciso meccanismo procedurale e istituzionale, ha posto le basi per mettere in atto un sistema coerente di programmazione per lo sviluppo sostenibile del Paese, che assicurasse l'integrazione degli obiettivi di politica ambientale in senso sia orizzontale sia verticale.

Negli ultimi anni, tuttavia, le politiche ambientali del Governo hanno ridimensionato l'importanza dell'ambiente urbano come luogo ottimale in cui attuare politiche di sviluppo sostenibile. La mancata attuazione della “Strategia Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia” sta facendo perdere al nostro Paese una concreta occasione, non solo per allinearsi e confrontarsi con le politiche di sviluppo sostenibile degli altri Paesi dell'Unione Europea, ma anche per dotarsi di un utile quadro strategico di riferimento per il coordinamento delle politiche ai livelli subregionale e locale.

Nonostante questa carenza istituzionale, le politiche per la promozione dell'Agenda XXI locale continuano ad essere oggi particolarmente vivaci. Dopo i due bandi di cofinanziamento promossi dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, che hanno portato al cofinanziamento di 228 progetti di Agenda XXI locale, anche le Regioni hanno deciso di investire risorse in questo settore promuovendo bandi (vedi Puglia, Sardegna, Lombardia, Toscana, Emilia Romagna) e, talvolta, addirittura le Province, come nel caso di Roma. Questo positivo fermento rischia, però, di non portare al raggiungimento di concreti obiettivi, misurabili sia quantitativamente che qualitativamente, proprio perché la mancanza di un coordinamento delle politiche di sviluppo sostenibile tra i diversi livelli istituzionali non permette di stabilire in quale misura le azioni che gli Enti Locali stanno attuando contribuiscano a raggiungere i *target* e gli obiettivi che il nostro Paese si è impegnato a rispettare a livello comunitario e in base agli accordi internazionali sottoscritti.

In ultima battuta, da menzionare sono i Fondi Strutturali Comunitari 2000-2006. I Fondi sono il principale strumento di finanziamento europeo, che attinge da circa 1/3 del bilancio dell'Unione Europea. I finanziamenti vengono erogati con tre obiettivi principali:

- Obiettivo 1: promuovere lo sviluppo e l'adeguamento strutturale delle Regioni che presentano ritardi nello sviluppo;
- Obiettivo 2: favorire la riconversione economica e sociale delle zone con difficoltà strutturali;
- Obiettivo 3: favorire l'adeguamento e l'ammodernamento delle politiche e dei sistemi di istruzione, formazione e occupazione;

I Fondi contribuiscono a dare attuazione alle politiche nazionali e comunitarie in ciascuna regione europea, ponendosi come fine ultimo la coesione economica e sociale, ovvero il raggiungimento di un livello medio di sviluppo. Tutte le attività che prevedano il loro utilizzo devono conformarsi ai principi di equità sociale, coesione economica e tutela dell'ambiente dettati dal Trattato dell'Unione Europea. In particolare, uno dei principali obiettivi trasversali da perseguire nel ciclo programmazione/realizzazione/controllo dei Fondi è l'integrazione della componente ambientale in tutte le politiche di settore. Questo si è tradotto, in particolare per le Regioni Obiettivo 1, nel cofinanziamento di interventi per l'attuazione del ciclo integrato dei rifiuti, il miglioramento della gestione dei rifiuti, la realizzazione della rete ecologica, la difesa del suolo e la riqualificazione di zone degradate, la diffusione di tecnologie per lo sfruttamento delle energie alternative, la diffusione dell'*information technology*, la promozione di tecnologie a basso impatto e di sistemi di gestione ambientale nell'industria, per citare solo alcuni settori.

Alla luce di queste premesse, si può affermare che l'impianto teorico dei Fondi assicura la sostenibilità delle politiche regionali e locali. A questo punto della programmazione è già possibile fare una prima verifica dell'efficacia degli elementi sopra evidenziati.

In Italia il finanziamento totale, per il periodo 2000-2006, ammonta a circa 30 miliardi di euro, di cui oltre il 75 % destinato alle regioni del Mezzogiorno, rientranti all'interno dell'Obiettivo 1. In queste regioni, agli interventi a diretta finalità ambientale viene riservato all'incirca il 18% delle risorse, di cui al 30/09/2004 risulta speso circa il 25%, con una previsione di spesa da realizzare entro il 2006 pari al 40%. Considerando che il termine entro il quale è possibile spendere le risorse assegnate è il dicembre 2008, la percentuale di spesa prevista per il 2006 presenta a prima vista delle criticità. Comunque,

non si può ad oggi trarre conclusioni, vista la possibilità di repentini incrementi di spesa da un semestre all'altro. La stesura definitiva è stata ultimata, in molti casi al secondo tentativo, soltanto due anni dopo l'avvio dei programmi, invalidandone il carattere preventivo e correttivo.

PARTE II

IL QUADRO DI RIFERIMENTO METODOLOGICO

6. Le aree omogenee: definizione e individuazione

Nel proporre una metodologia per l'analisi integrata e la valutazione della sostenibilità ambientale applicata ad aree omogenee, è necessario un preliminare inquadramento e definizione del termine "aree omogenee". Esistono infatti differenti definizioni a seconda della tematica trattata: aree omogenee all'interno dei piani regolatori, aree omogenee dal punto di vista ecologico (le ecoregioni), aree omogenee dal punto di vista climatico, paesaggistico, strutturale, etc. Da ciò deriva che il numero, la tipologia e le definizioni delle diverse aree omogenee sono piuttosto elevati e, di conseguenza, possono risultare poco gestibili, specialmente nel caso di confronto tra aree omogenee di territori o regioni diverse.

Da una prima analisi documentale, per aree omogenee si possono intendere porzioni di superfici della stessa specie o natura, convenzionalmente delimitate e fornite di particolari caratteri, utilizzate per designare aree territoriali aventi determinate specificità dal punto di vista geografico, urbanistico, fisico, biologico, culturale, economico, etc. (Agenzia Europea per l'Ambiente).

In particolare, si è deciso che tali specificità possono essere rappresentate attraverso l'utilizzazione di alcune variabili (descrittori). Con il termine descrittore ci si riferisce generalmente ad un termine o a una frase di un linguaggio documentario, definito e non ambiguo, usato come termine di indicizzazione che si utilizza al momento dell'inserimento di un nuovo documento nell'archivio documentale o per le ricerche successive. Questi elementi vengono indicati anche con il nome di "termini autorizzati" o "termini di indicizzazione".

Il descrittore, dunque, è un termine che rappresenta un concetto e si differenzia dalle parole chiave del linguaggio naturale in quanto è univoco. L'insieme dei descrittori utilizzati nell'ambito di un determinato argomento sono raccolti in un *thesaurus* e, ogni volta che un documento tratta un determinato concetto, lo si associa allo stesso descrittore indipendentemente dai termini (sinonimi) effettivamente utilizzati nel testo.

Utilizzando l'indicizzazione mediante descrittori, si è certi di poter trovare tutte e unicamente le informazioni riguardanti il concetto espresso dal descrittore stesso.

Un descrittore quindi deve essere:

- selettivo, in quanto deve registrare soltanto i documenti contenenti un'informazione interessante per l'utente;
- completo, in quanto deve registrare tutti i concetti espressi in un documento sia esplicitamente che implicitamente.

Il descrittore risulta essere, quindi, un parametro che non consente di formulare valutazioni o giudizi, ma che viene utilizzato per catalogare, indicizzare e descrive specifiche caratteristiche dell'ecosistema o del sistema sociale ed economico.

I descrittori selezionati e utilizzati in questo lavoro, necessari per individuare le aree omogenee sul territorio nazionale, derivano da una approfondita analisi normativa e scientifica, descritta dettagliatamente nel prosieguo del lavoro, effettuata su varie tipologie di aree omogenee in Italia (Tabella 1).

Tabella 1 - Analisi normativa e scientifica effettuata su varie tipologie di zone omogenee in Italia

AREE OMOGENEE	DEFINIZIONE NORMATIVA	DEFINIZIONE "SCIENTIFICA"
Aree montane	<p>LIVELLO NAZIONALE</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE 25 Luglio 1952, n. 991: Provvedimenti in favore dei territori montani; - D.P.R. 10 Giugno 1955, n. 987; - LEGGE 30 Luglio 1957, n. 657 (GU n. 196 del 07/08/1957): modifica all'articolo 1 della Legge 25 - - Luglio 1952, n. 991, concernente provvedimenti a favore dei territori montani; - LEGGE 3 Dicembre 1971, n. 1102: nuove norme per lo sviluppo della montagna; - LEGGE 8 Giugno 1990, n. 142: Ordinamento delle autonomie locali. <p>LIVELLO REGIONALE (Veneto)</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE REGIONALE 27 marzo 1973, n. 10 (BUR n. 12/1973) Abrogata: Ripartizione in zone omogenee del territorio montano della regione per la costituzione delle comunità montane; - LEGGE REGIONALE 3 luglio 1992 n. 19 (BUR n. 72/1992): norme sull'istituzione e il funzionamento - delle comunità montane; - LEGGE REGIONALE 9 settembre 1999, n. 39 (BUR 79/1999): modifiche della Legge Regionale 3 luglio 1992 n. 19. <p>LIVELLO REGIONALE (Valle d'Aosta)</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE REGIONALE n. 13 del 05 04 1973: norme sull'istituzione 	<ul style="list-style-type: none"> - Classificazione statistica ISTAT; - Telerilevamento e progetto CORINE - Biotopes; - Telerilevamento e Carta della Natura scala 1:50.000; - Classificazione morfologica in base alla pendenza (servizio di conservazione del suolo degli USA); - Classificazione morfologica in base alla pendenza (Centro di Studi Fitosociologici ed Ecologici di Montpellier).

	<p>e il funzionamento delle comunità montane;</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE REGIONALE N. 92 DEL 15-12-1982: Modificazioni delle delimitazioni territoriali stabilite con legge regionale 5 aprile 1973, n. 13, recante norme sulla istituzione e sul funzionamento delle comunità montane; - LEGGE REGIONALE N. 91 DEL 02-11-1987: Norme concernenti le Comunità montane; - LEGGE REGIONALE N. 16 DEL 06-05-1994: Modificazioni alla legge regionale 2 novembre 1987, n. 91 (Norme concernenti le Comunità montane). <p>LIVELLO REGIONALE (Friuli Venezia Giulia)</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE REGIONALE N. 29 DEL 04-05-1973: Norme di attuazione e di adeguamento della legge 3 dicembre 1971, n. 1102, sullo sviluppo della montagna; - LEGGE REGIONALE 33/02: Istituzione dei Comprensori montani del Friuli Venezia Giulia. <p>LIVELLO REGIONALE (Sardegna)</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE REGIONALE 17 agosto 1978, n. 52: Delimitazione nei territori montani delle zone con caratteri omogenei ai sensi dell'articolo 2 della legge regionale 3 giugno 1975, n. 26. <p>LIVELLO REGIONALE (Sicilia)</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE REGIONALE N. 34 DEL 17-07-1972 : Norme sulla costituzione delle Comunità montane; - LEGGE REGIONALE N. 46 DEL 15-12-1973 Ripartizione dei territori montani della Sicilia in zone omogenee. 	
Aree umide	<p>LIVELLO INTERNAZIONALE</p> <ul style="list-style-type: none"> - CONVENZIONE INTERNAZIONALE relativa alle Zone Umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, meglio nota come Convenzione di Ramsar, 2 febbraio 1971 <p>LIVELLO NAZIONALE</p> <ul style="list-style-type: none"> - D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448: Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 febbraio 1971 - D.P.R. 11 febbraio 1987, n. 184 (Gazz. Uff., 15 maggio, n. 111): Esecuzione del protocollo di emendamento della convenzione internazionale di Ramsar del 2 febbraio 1971 sulle zone umide di Importanza internazionale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Telerilevamento e progetto CORINE - Land Cover (legenda VOCE n. 4); - Telerilevamento e progetto CORINE - Biotopes; - Telerilevamento e Carta della Natura - Specie di uccelli acquatici significative in zone umide (WWF e LIPU Giornata mondiale delle zone umide World Wetlands Day 2 Febbraio 2003); - Specie vegetali significative in zone umide (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare).
	<p>LIVELLO NAZIONALE</p> <ul style="list-style-type: none"> - LEGGE 142/1990: Ordinamento delle autonomie locali; - LEGGE 3 agosto 1999, n. 265: Disposizioni in materia di autonomia e ordinamento degli enti locali, nonché modifiche alla legge 8 giugno 1990, n. 142; - DECRETO LEGISLATIVO 18 agosto 2000, n. 267 : Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali; 	<ul style="list-style-type: none"> - Telerilevamento e progetto CORINE - Land Cover (legenda VOCE n. 1); - Progetto Moland; - Classificazione ISTAT; - U.M.Z. dell'E.E.A. (1990).

<p>Aree artificiali e aree metropolitane</p>	<ul style="list-style-type: none"> - D.P.R. 23-3-1998 n. 138 “Regolamento recante norme per la revisione generale delle zone censuarie, delle tariffe d'estimo delle unità immobiliari urbane e dei relativi criteri nonché delle commissioni censuarie in esecuzione dell'articolo 3, commi 154 e 155, della L. 23 dicembre 1996, n. 662”; - D.Lgs 31-3-1998 n. 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della L. 15 marzo 1997, n. 59”; - D.P.R. 26-10-1972 n. 650 “Perfezionamento e revisione del sistema catastale”; - D.M. 28-10-1965 “Entrata in vigore del nuovo catasto edilizio urbano nella provincia di Trieste”; - D.M. 4-12-1961 “Entrata in vigore del nuovo catasto edilizio urbano a partire dal 1° gennaio 1962”; - D.P.R. 1-12-1949 n. 1142 “Approvazione del Regolamento per la formazione del nuovo catasto edilizio urbano”; - DECRETO INTERMINISTERIALE 2 aprile 1968, n. 1444: “Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi, da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge n. 765 del 1967”. 	
<p>Aree costiere</p>	<p>LIVELLO INTERNAZIONALE</p> <ul style="list-style-type: none"> - DIRETTIVA 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane; - DIRETTIVA 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. <p>LIVELLO NAZIONALE</p> <ul style="list-style-type: none"> - DECRETO LEGISLATIVO 152/99 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”; - DECRETO LEGISLATIVO sulla Tutela delle Acque (settembre 2005). 	<ul style="list-style-type: none"> - Telerilevamento e progetto CORINE - Land Cover (legenda VOCE n. 5); - Telerilevamento e progetto CORINE - Biotopes; - Telerilevamento e Carta dell Natura scala 1:50.000; - Inman e Brush (1973); - Cowell e Thom (1994); - Thurman e Trujillo (2002); - Progetto Lacoast (Land cover changes in COASTal zones); - Progetto EUROSION; - E.E.A. (Environment in the European Union at the turn of the century, 1999); - Gruppo di Lavoro CNR-GNDCI; - Criterio biologico ed ecologico (Hinrichsen D., “Coastal waters of the world: trends, threats and strategies”, Washington DC 1998); - Criterio commerciale e marittimo (O.E.C.D. , “Coastal zone management-integrated policies”, Paris 1993).

Dall'analisi svolta sono stati selezionati i seguenti descrittori:

1. Altitudine;
2. Pendenza;
3. Distanza dalla Linea di Costa Verso Terra;
4. Uso del Suolo Prevalente;
5. Vegetazione Prevalente.

Sulla base dei descrittori selezionati, quindi, sono state delimitate delle aree omogenee secondo la seguente classificazione:

- Altitudine (Zone altimetriche statistiche I.S.T.A.T.)

Classe 1: altitudine < 300 m (Pianura).

Classe 2: altitudine compresa fra 300 m e 600 m (Collina interna).

Classe 3: altitudine > 600 m (Montagna).

- Pendenza (Guerra e Motriol, 1978)

Classe 1: pendenza < 3% (Zona pianeggiante).

Classe 2: pendenza compresa fra 3% e 5% (Zona con pendenza lieve).

Classe 3: pendenza compresa fra 5% e 8% (Zona con pendenza moderata).

Classe 4: pendenza compresa fra 8% e 15% (Zona con pendenza moderatamente accentuata).

Classe 5: pendenza compresa fra 15% e 25% (Zona con pendenza accentuata).

Classe 6: pendenza > 25% (Zona con pendenza molto accentuata).

- Distanza dalla linea di costa verso terra

- Ambito nazionale (Progetto *Lacoast: Land cover changes in coastal zones*)

Classe 0: mare.

Classe 1: distanza < 10 km dalla linea di costa (Zona costiera).

Classe 2: distanza > 10 km dalla linea di riva (Zona non costiera).

- Ambito locale (Gruppo di Lavoro CNR-Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche)

Classe 0: mare

Classe 1: distanza < 600m dalla prima duna o dalla linea di costa (Zona costiera).

Classe 2: distanza > 600m dalla prima duna o dalla linea di costa (Zona non costiera).

- Uso prevalente suolo (Legenda *Corine Land Cover 2000* livello I, Figura 3)

Classe 1: suolo Urbanizzato.

Classe 2: suolo Agricolo.

Classe 3: suolo Naturale e Seminaturale.

Classe 4: misto tendente all'Urbanizzato.

Classe 5: misto tendente all'Agricolo.

Classe 6: misto tendente al Naturale o Seminaturale.

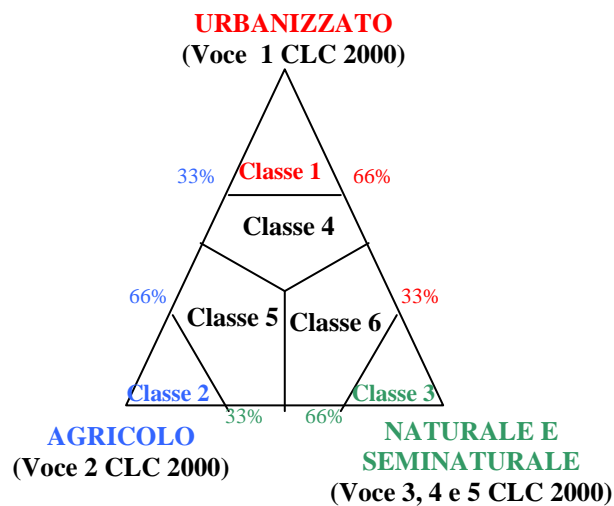


Figura 3 - Classi prevalenti di uso del suolo

- Vegetazione prevalente (Legenda *Corine Land Cover 2000* livello IV e V)

Classe 1: latifoglie.

Classe 2: conifere.

Classe 3: specie esotiche, tropicali e subtropicali.

Classe 4: ecosistemi acquatici.

Classe 5: praterie, brughiere, macchie basse e cespuglieti.

Classe 6: sterile.

Classe 7: zone agricole e artificiali.

Partendo dai cinque descrittori selezionati, sono state elaborate, tramite il *Software ArcGis 9.1*, cinque carte tematiche:

1. Carta dell'Altitudine (dati utilizzati: DTM 75 m UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84).
2. Carta della Pendenza (dati utilizzati: DTM 75 m UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84, griglia 5 km x 5 km).
3. Carta della Distanza dalla Linea di Costa verso Terra (dati utilizzati: DTM 75 m UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84, linea di costa penisola italiana).
4. Carta dell'Uso Prevalente di Suolo (dati utilizzati: CLC 2000 livello I, griglia 1 km x 1 km, DTM 75m UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84).
5. Carta della Vegetazione Prevalente (dati utilizzati: CLC 2000 livello 4° e 5°, griglia 5 km x 5 km, DTM 75 m UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84).

Mediante la sovrapposizione delle cinque carte ottenute, è stato possibile costruire una sesta carta, la Carta delle Aree Omogenee, che permette l'individuazione di aree, della stessa specie o natura, aventi determinate specificità dal punto di vista geografico, urbanistico, fisico e biologico.

Nei capitoli successivi, verrà descritta dettagliatamente l'analisi normativa e scientifica effettuata per la definizione delle aree omogenee in Italia e per la scelta dei cinque descrittori utilizzati per l'individuazione. Inoltre, verranno delineate le procedure operative, compiute mediante il *Software ArcGis 9.1*, necessarie per la realizzazione della cartografia e i dati utilizzati per la costruzione di ogni singola carta.

6.1 Le aree omogenee nella legislazione internazionale, nazionale e regionale

Per la definizione del termine “aree omogenee” e per la scelta dei cinque descrittori necessari per l'individuazione di tali aree in Italia, come detto nei paragrafi precedenti, è stato necessario effettuare una profonda e attenta analisi normativa a livello internazionale, nazionale e regionale.

Nella ricerca normativa effettuata, quindi, l'attenzione è stata posta sulla legislazione vigente nelle regioni Friuli Venezia Giulia, Valle d'Aosta, Sardegna, Sicilia e Veneto, che partecipano alla linea di attività *C task 1*, di cui abbiamo già parlato nell'introduzione, e su una serie di tipologie di aree omogenee:

- aree montane;

- aree umide;
- aree costiere;
- aree metropolitane e artificiali.

Nei paragrafi successivi verranno messi in evidenza i principali riferimenti legislativi internazionali, nazionale e regionali per le varie tipologie di aree omogenee considerate.

6.1.1 Le aree omogenee montane nella legislazione nazionale e regionale

Per quanto riguarda le aree montane, a livello nazionale, cinque sono i riferimenti normativi fondamentali nei quali viene effettuata una classificazione del territorio montano e vengono definite le zone montane omogenee:

1. Legge 25 Luglio 1952, n. 991: “Provvedimenti in favore dei territori montani”;
2. Decreto del Presidente della Repubblica 10 Giugno 1955, n. 987: “Decentramento di servizi del Ministero dell’agricoltura e delle foreste”;
3. Legge 30 Luglio 1957, n. 657 (G.U. n. 196 del 07/08/1957): “Modifica all’articolo 1 della Legge 25 Luglio 1952, n. 991, concernente provvedimenti a favore dei territori montani”;
4. Legge 3 Dicembre 1971, n. 1102: “Nuove norme per lo sviluppo della montagna”;
5. Legge 8 Giugno 1990, n. 142: “Ordinamento delle autonomie locali”.

In particolare, nell’articolo 1 della Legge del 25 Luglio 1952, n. 991, sono considerati “territori montani i Comuni censuari situati per almeno l’80 per cento della loro superficie al di sopra di 600 metri di altitudine sul livello del mare e quelli nei quali il dislivello tra la quota altimetrica inferiore e la superiore del territorio comunale non è minore di 600 metri, sempre che il reddito imponibile medio per ettaro, censito, risultante dalla somma del reddito dominicale e del reddito agrario, determinati a norma del regio decreto-legge 4 aprile 1939, n. 589, convertito nella legge 29 giugno 1939, n. 976, maggiorati del coefficiente 12 ai sensi del decreto legislativo 12 maggio 1947, n. 356, non superi le lire 2400. La Commissione censuaria centrale compila e tiene aggiornato un elenco nel quale d’ufficio o su richiesta dei Comuni interessati, sono inclusi i terreni montani. La Commissione censuaria centrale notifica al Comune interessato e al Ministero dell’agricoltura e delle foreste l’avvenuta inclusione nell’elenco. La predetta Commissione

ha altresì facoltà di includere nell'elenco stesso i Comuni, o le porzioni di Comune, anche non limitrofi ai precedenti, i quali, pur non trovandosi nelle condizioni di cui al primo comma del presente articolo, presentino pari condizioni economico-agrarie, con particolare riguardo ai Comuni già classificati montani nel catasto agrario ed a quelli riconosciuti, per il loro intero territorio, danneggiati per eventi bellici ai sensi del decreto legislativo presidenziale 22 giugno 1946, n. 33. La Commissione censuaria provinciale può inoltrare proposta alla Commissione censuaria centrale per la inclusione nei territori montani di Comuni, o di porzioni di Comune, aventi i requisiti di cui ai commi precedenti. Spetta inoltre alla Commissione censuaria provinciale suddividere l'intero territorio montano della Provincia in zone costituenti ciascuna un territorio geograficamente unitario ed omogeneo sotto l'aspetto idrogeologico, economico e sociale. Tale competenza è demandata alla Commissione censuaria centrale nei casi in cui, a giudizio delle Commissioni censuarie provinciali interessate, la costituenda zona debba comprendere territori montani contigui appartenenti a due o più Province".

L'articolo della Legge 25 Luglio 1952, n. 991 viene successivamente sostituito, senza molti stravolgimenti, dall'articolo unico Legge del 30 Luglio 1957, n. 657 (Gazzetta Ufficiale n. 196 del 07/08/1957) e poi abrogato dalla Legge dell'8 Giugno 1990, n. 142.

Il Decreto del Presidente della Repubblica 10 Giugno 1955, n. 987, aggiunge tre commi all'articolo 1 della Legge 25 Luglio 1952, n. 991 recante provvedimenti in favore dei territori montani. In particolare, nell'articolo 12 si afferma che "spetta inoltre alla Commissione censuaria provinciale suddividere l'intero territorio montano della Provincia in zone costituenti ciascuna un territorio geograficamente unitario ed omogeneo sotto l'aspetto idrogeologico, economico e sociale"

Successivamente, con la Legge 3 Dicembre 1971, n. 1102 articolo 3, viene confermata una classifica e una ripartizione dei territori montani: "I territori montani sono quelli determinati in applicazione degli articoli 1, 14 e 15 della legge 25 luglio 1952, n. 991 dell'articolo unico della legge 30 luglio 1957, n. 657, e dell'art. 2 della legge regionale del Trentino-Alto Adige 8 febbraio 1956, n. 4. La classifica dei territori montani predetti sarà valida a qualsiasi effetto di legge o di regolamento. I territori montani saranno ripartiti con legge regionale in zone omogenee in base a criteri di unità territoriale economica e sociale entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge. Le delimitazioni già eseguite ai sensi dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica 10 giugno 1955, n. 987, dovranno essere riadattate o corrette con legge regionale in base agli stessi criteri con il fine precipuo di individuare zone che consentano l'elaborazione e l'attuazione della

programmazione sovracomunale. Tali delimitazioni saranno adottate dalle regioni d'intesa con i comuni interessati".

Per quanto riguarda la normativa a livello regionale, il territorio montano del Friuli Venezia Giulia trova la sua definizione nell'articolo 2 della Legge Regionale del 20 dicembre 2002, n. 33: "Istituzione dei Comprensori montani del Friuli Venezia Giulia" (come successivamente integrato dall'articolo 3, comma 6, della Legge regionale del 30 aprile 2003, n. 12). In particolare, nell'articolo 2 si afferma che "il territorio montano è costituito dai territori classificati tali alla data di entrata in vigore della presente legge ed è suddiviso in zone montane omogenee, secondo criteri di unità territoriale economica e sociale.

La vigente delimitazione del territorio montano è integrata con l'inclusione in esso dei territori dei Comuni delle Province di Pordenone e Udine riconosciuti parzialmente montani aventi popolazione inferiore a 3.000 abitanti. È classificato montano, in provincia di Trieste, anche il territorio dei comuni di Muggia, di San Dorligo della Valle e, oltre a quello già classificato montano, il territorio dei comuni censuari di: Santa Croce, Prosecco, Contovello, Roiano, Longera e Santa Maria Maddalena Superiore del comune di Trieste.

Sono altresì classificati montani i territori delle aree industriali e delle aree degli insediamenti produttivi, confinanti con le nuove delimitazioni comprensoriali, se gestiti da Consorzi industriali partecipati con presenza maggioritaria numerica di Comuni montani o parzialmente montani, purché la nuova perimetrazione contenga entro il limite di 1.000 le persone residenti sul territorio interessato all'inclusione.

In applicazione dei criteri di cui ai commi 1, 2 e 3 il territorio montano è ripartito nelle zone montane omogenee di cui all'allegato A, costituite dai territori dei Comuni interamente montani e dei Comuni parzialmente montani, limitatamente alla parte montana".

Il territorio montano del Veneto, invece, trova la sua definizione nella Legge Regionale del 27 Marzo 1973, n. 10 (BUR n. 12/1973): "Ripartizione in zone omogenee del territorio montano della regione per la costituzione delle comunità montane". In particolare, nell'articolo 1 si dichiara che "la presente legge ripartisce in zone omogenee il territorio montano della Regione Veneta per la costituzione delle Comunità Montane, secondo i principi fissati dalla legge 3 dicembre 1971, n. 1102, recante nuove norme per lo sviluppo della montagna" e nell'articolo 2 si afferma che "I territori della Regione Veneta classificati montani in applicazione degli art. 1, 14, 15 della legge 25 luglio 1952, n. 991 e dell'articolo unico della legge 30 luglio 1957, sono ripartiti, sulla base dei criteri di unità

territoriale economica e sociale e secondo le delimitazioni risultanti dall'allegata corografia 1:200.000, nelle seguenti zone omogenee:

1. Zona omogenea dell'Agordino comprendente i comuni di: Agordo, Alleghe, Cencenighe Agordino, Colle Santa Lucia, Falcade, Canale d'Agordo, Gosaldo, La Valle Agordina, Livinallongo del Col di Lana, Rivamonte Agordino, Rocca Pietore, S. Tommaso Agordino, Selva di Cadore, Taibon Agordino, Vallada Agordina, Voltago Agordino.
2. Zona omogenea dell'Alpago comprendente i comuni di: Chies d'Alpago, Farra d'Alpago, Pieve d'Alpago, Puos d'Alpago (parte), Tambre d'Alpago.
3. Zona omogenea del Basso Cadore - Longarone - Zoldano comprendente i comuni di: Castellavazzo, Forno di Zoldo, Longarone, Ospitale di Cadore, Perarolo di Cadore, Soverzene, Zoldo Alto, Zoppè di Cadore. [...]"

La Legge Regionale del 27 Marzo 1973, n. 10 viene successivamente integrata dalla Legge Regionale del 3 Luglio 1992 n. 19 (BUR n. 72/1992): "Norme sull'istituzione e il funzionamento delle comunità montane" modificata, in seguito, dalla Legge Regionale del 9 settembre 1999, n. 39 (BUR 79/1999): "Modifiche della Legge Regionale 3 luglio 1992 n. 19".

Per quanto concerne il territorio montano della Sardegna, la Legge Regionale del 17 Agosto 1978, n. 52, "Delimitazione nei territori montani delle zone con caratteri omogenei ai sensi dell'articolo 2 della legge regionale 3 giugno 1975, n. 26", afferma che "i territori montani della Regione autonoma della Sardegna, classificati tali in applicazione degli articoli 1, 14 e 15 della legge 25 luglio 1952, n. 991, e dell'articolo unico della legge 30 luglio 1957, n. 657, sono delimitati, ai sensi dell'articolo 3 della legge 3 dicembre 1971, n. 1102, e dell'articolo 2 della legge regionale 3 giugno 1975, n. 26, nelle zone territoriali con caratteri omogenei elencate nell'allegata tabella A che fa parte integrante della presente legge".

Il territorio montano della Sicilia, invece, trova la sua definizione nella Legge Regionale del 17 Luglio 1972, n. 34: "Norme sulla costituzione delle Comunità montane" e nella Legge Regionale del 15 Dicembre 1973, n. 46: "Ripartizione dei territori montani della Sicilia in zone omogenee". In particolare, nell'articolo 1 della Legge Regionale del 17 Luglio 1972, n. 34 si sostiene che "nell'ambito della Regione siciliana, i territori montani, determinati in applicazione degli articoli 1, 14 e 15 della legge 25 luglio 1952, n. 991 e dell'articolo unico della legge 30 luglio 1957, n. 657, sono ripartiti in zone omogenee, in base a criteri di unità territoriale, economica e sociale, di intesa con i comuni interessati e con una Commissione parlamentare composta da 15 deputati nominati

dal Presidente dell'Assemblea regionale siciliana, garantendo la rappresentanza proporzionale di ciascun gruppo parlamentare, con decreto del Presidente della Regione, emanato su proposta dell'Assessore regionale per l'agricoltura e le foreste, previa deliberazione della Giunta regionale" e nell'articolo 1 della Legge Regionale del 15 Dicembre 1973, n. 46 si attesta che "fermo restando il disposto dell'art. 1 della legge regionale 17 luglio 1972, n. 34, nella prima applicazione della legge medesima, i territori montani della Sicilia sono ripartiti nelle seguenti zone omogenee:

- Zona << A >> estesa Ha. 33.465, comprendente i territori montani dei Comuni di: Castelmola, Floresta, Francavilla di Sicilia, Gaggi, Graniti, Malvagna, Moio Alcantara, Mongiuffi Melia, Montalbano Elicona, Motta Camastra, Roccella Valdemone, S. Domenica Vittoria, Taormina. [...]"

In ultima analisi, il territorio montano della Valle d'Aosta trova la sua caratterizzazione nella Legge Regionale del 05 Aprile 1973, n. 13: "Norme sull'istituzione e il funzionamento delle comunità montane" (modificata dalla Legge Regionale del 15 Dicembre 1982 e successivamente abrogata dall'art. 24 della Legge Regionale 2 Novembre 1987, n. 91 a sua volta abrogata dall'art. 129 della Legge Regionale 7 Dicembre 1998, n. 54). Nell'articolo 1 si dichiara che "la presente legge disciplina l'istituzione e l'attività delle Comunità montane previste dalla legge 3-12-1971 n. 1102, in relazione alle norme della legge costituzionale 26 febbraio 1948 n. 4" e nell'articolo 2 si afferma che "nell'ambito della Regione Valle d'Aosta i territori montani determinati in applicazione degli articoli 1, 14 e 15 della legge 25-7-1952 n. 991 e successive modificazioni, sono ripartiti, in base a criteri di unità territoriale, economica e sociale, nelle seguenti zone omogenee:

zona 1: comprendente i Comuni di: Courmayeur, Prè St-Didier, La Thuile, Morgex e La Salle; [...]"

6.1.2 Le aree omogenee umide nella legislazione internazionale e nazionale

Per quanto riguarda le aree umide, a livello internazionale, uno è il riferimento normativo fondamentale:

1. Convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 febbraio 1971.

Nell'introduzione della convenzione si afferma che “le parti contraenti, riconoscendo l'interdipendenza tra l'uomo ed il suo ambiente, considerando le funzioni ecologiche fondamentali delle zone umide come regolatori del regime delle acque e come habitat di una flora e di una fauna caratteristiche e, in particolare di uccelli acquatici; convinti che le zone umide costituiscono una risorsa di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo, la cui perdita sarebbe irreparabile; desiderando arrestare ora e per l'avvenire la progressiva invasione da parte dell'uomo e la scomparsa delle zone umide; riconoscendo che gli uccelli acquatici, nel periodo delle migrazioni stagionali, possono attraversare le frontiere così da dover essere considerati come risorsa internazionale; essendo persuasi che la tutela delle zone umide, della loro flora e fauna può essere assicurata mediante l'unione di una politica nazionale lungimirante con una azione internazionale coordinata.”.

Entrando nel dettaglio, nell'articolo 1 della convenzione “si intendono per zone umide le paludi (termine col quale si indica un territorio caratterizzato dalla presenza di acque dolci stagnanti di profondità ridotta) e gli acquitrini (termine che indica un bacino prossimo alla costa caratterizzato da acque salmastre poco profonde la cui limitata comunicazione con il mare non consente movimenti di marea), le torbe oppure i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra, o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i sei metri”. Continuando, nell'articolo 2 si dichiara che “ciascuna Parte contraente designa le zone umide idonee del proprio territorio, da inserire nell'Elenco delle zone umide di importanza internazionale, chiamato qui di seguito «l'Elenco», che viene conservato dall'ufficio istituito in virtù dell'art. 8. I confini di ciascuna zona umida vanno indicati con precisione, e riportati su una carta e possono comprendere le zone rivierasche, fluviali e marine, adiacenti alle zone umide, le isole o le distese di acqua marina con profondità superiori ai sei metri durante la bassa marea, situate entro i confini delle zone umide, in particolare quando tali zone, isole o distese d'acqua, hanno importanza come habitat degli uccelli acquatici.

La scelta delle zone umide da inserire nello Elenco dovrebbe essere effettuata sulla base della loro importanza internazionale dal punto di vista dell'ecologia, della botanica, della zoologia, della limnologia o dell'idrologia. In primo luogo andrebbero inserite nell'Elenco le zone umide di importanza internazionale come habitat degli uccelli acquatici in qualsiasi stagione”.

Il recepimento della convenzione, a livello nazionale, è avvenuto tramite il Decreto del Presidente della Repubblica del 13 marzo 1976, n. 448: “Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 Febbraio 1971” e attraverso il Decreto del Presidente della Repubblica del 11 Febbraio 1987, n. 184 (Gazzetta Ufficiale, 15 maggio, n. 111): “Esecuzione del protocollo di emendamento della convenzione internazionale di Ramsar del 2 febbraio 1971 sulle zone umide di Importanza internazionale”.

Ad oggi 50 siti del nostro Paese sono stati riconosciuti e inseriti nell'elenco d'importanza internazionale stilato ai sensi della Convenzione di Ramsar. Si tratta di aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie comprese zone di acqua marina la cui profondità, quando c'è bassa marea, non superi i sei metri.

Viene così garantita la conservazione dei più importanti ecosistemi "umidi" nazionali, le cui funzioni ecologiche sono fondamentali, sia come regolatori del regime delle acque, sia come habitat di una particolare flora e fauna.

6.1.3 Le aree omogenee costiere nella legislazione internazionale e nazionale

È fondamentale affermare che una qualunque definizione di zona costiera non può prescindere dal contesto dinamico di un ambiente, in cui i tre principali elementi terrestri, ovvero l'acqua, l'atmosfera e la terra, si incontrano e interagiscono (Carter, 1988; Inman e Brush 1973; Woodroffe, 2003). Inoltre, va sottolineato che gli oceani ed i mari esercitano un profondo effetto sui continenti, influenzando sia le condizioni meteorologiche sia il clima (Inman e Brush, 1973; E.E.A., 1995), di modo che i limiti spaziali della zona costiera non sono di facile attribuzione.

Dal punto di vista legislativo, due sono i riferimenti all'interno dei quali vengono definiti dei limiti per l'area costiera:

1. Decreto Legislativo 152/99: “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”. Nel Decreto si afferma che le zone costiere sono “quelle comprese entro

la distanza di 3.000 metri dalla costa e comunque entro la batimetria dei 50 metri”(Allegato 1 par. 1.1.3).

2. Schema di Decreto Legislativo sulla Tutela delle Acque (settembre 2005), art. 2 nel quale si afferma che: “le acque superficiali situate all’interno rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento per definire il limite delle acque territoriali e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione” (circa 13 miglia).

Come si può ben capire, si tratta di definizioni e limitazioni di carattere molto generale che considerano solamente il limite della zona costiera verso il mare e non il limite verso terra, molto più interessante ai fini di questo lavoro. Quindi, per la definizione e delimitazione delle zone omogenee costiere si è effettuata una approfondita analisi scientifica, esplicitata nei paragrafi successivi, dal punto di vista geologico, ecologico, amministrativo, commerciale e ingegneristico.

6.1.4 Le aree omogenee metropolitane e artificiali nella legislazione nazionale

A livello legislativo, le aree metropolitane italiane sono state individuate dalla Legge 142/90 (modificata da numerosi interventi successivi) nei contesti territoriali delle città di Bari, Bologna, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Roma, Torino, Venezia. Le Regioni a Statuto Speciale hanno a loro volta individuato le aree metropolitane di Palermo, Catania, Messina, Cagliari e Trieste.

La realtà delle aree metropolitane, dopo aver giaciuto per lunghi decenni nelle analisi di attenti studiosi, lungi da un riconoscimento legislativo, si è trovata nel corso di meno che un decennio, per ben due volte al centro dell’attenzione del legislatore: una prima volta nella Legge 142/1990 per inserirla nella riforma generale dell’amministrazione locale e successivamente nella Legge 265/1999 e nel successivo e recentissimo Decreto Legislativo 267/2000 che ha costituito il nuovo Testo Unico delle leggi sull’ordinamento degli Enti Locali.

Estrapolando dalla complessiva normativa sugli Enti Locali la sola questione delle aree metropolitane, l’importanza della Legge 142/1990, sta nell’aver finalmente preso atto di una realtà effettivamente esistente sul territorio. Già il panorama urbano postbellico, in

Italia ma anche all'estero, si è, infatti, presentato con una distribuzione della popolazione a macchia di leopardo, con zone ad elevata concentrazione ed altre a bassissima densità. Pochi centri urbani, capaci di fornire servizi, hanno esercitato una straordinaria forza d'attrazione nei confronti di quei piccoli centri che dovrebbero assolvere funzioni di servizio a livello locale.

La conseguenza più vistosa è stata quel processo definito di “gerarchizzazione del territorio”, consistente nella formazione costante di centri e di periferie, di aree forti e di aree dipendenti, vale a dire di una conurbazione centrale, nella quale sarebbero confluite le più importanti funzioni urbane, e di periferie in condizione di pressoché integrale assoggettamento alla prima. È in questa contrapposizione che nasce e si identifica l'area metropolitana. Si tratta di un'area urbana che si è estesa oltre i limiti determinati dal punto di vista amministrativo, risultando da una stretta integrazione fra la città centrale (il capoluogo) e gli agglomerati circostanti, vale a dire tra un centro normalmente di grandi dimensioni e polifunzionale e quella serie composita di centri minori, che vi sono ancorati da un rapporto di dipendenza socioeconomica e funzionale. È stato opportunamente osservato come l'area metropolitana corrisponda all'ampliamento non tanto delle strutture urbane, quanto delle interrelazioni fra realtà urbane che, pur conservando la loro individualità, risultano egemonizzate da una città che si colloca al centro di quel sistema.

Ora, questa realtà, localizzabile dapprima in poche zone precise del Paese, per lo più coincidenti con il noto “triangolo industriale” fra le città di Torino, Genova e Milano, è andata, poi, diffondendosi in numerose altre Regioni, presso quelle aree che, per la loro posizione dominante (per economia, infrastrutture, occasioni di lavoro), costituivano il punto di raccordo di vaste zone circostanti. Ai nostri giorni si è posta, in tal modo, una vera e propria “questione istituzionale” bisognosa di essere affrontata, non più o non soltanto con soluzioni di fatto, strumenti precari e non vincolanti, approntati d'urgenza dagli Enti Locali soffocati da un urbanesimo crescente e disordinato, bensì attraverso una strumentazione più solida e vincolante, che interessasse il legislatore nazionale, pur nel rispetto delle peculiarità istituzionali ed economiche dei singoli luoghi.

La Legge 142/1990 ha, dunque, apprestato la prima disciplina organica, sebbene abbia ricevuto applicazioni disomogenee sul territorio nazionale, in conseguenza della maggiore o minore solerzia con cui vi si è dato attuazione; differente percorso ha, per altro, seguito la Sicilia per effetto dello Statuto Speciale che rimette alla competenza esclusiva della Regione stessa la istituzione o la modificazione di enti territoriali.

La legge 142 ha optato decisamente per la soluzione strutturale, introducendo le aree metropolitane nella riforma dei poteri locali: si è ritenuto, dunque, che non sussistessero veri ostacoli alla istituzione di apposite strutture istituzionali di tipo metropolitano. Per contro, si è rifiutata la soluzione meramente funzionalista, che pure avrebbe consentito di eludere tutte le difficoltà insite nella istituzione di un organismo *ad hoc*. In particolare è stato accolto il modello, che già largo favore aveva incontrato nella precedente progettazione, del doppio livello di governo, utilizzando il Comune e la Provincia ed intervenendo sulle rispettive competenze, in conformità con il nuovo ruolo che essi sono stati chiamati ad assumere.

In secondo luogo, per quanto concerne più specificamente la individuazione delle aree metropolitane, il legislatore ha adottato un criterio misto. L'articolo 17, infatti, per un verso ha indicato nominativamente le città a cui fanno capo le aree metropolitane, menzionando espressamente Torino, Milano, Venezia, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Bari e Napoli; per l'altro, non ha designato in maniera altrettanto netta i Comuni destinati a rientrare nelle rispettive aree, ma ha fatto un generico riferimento a quei Comuni i cui insediamenti abbiano con essi rapporti di stretta integrazione in ordine alle attività economiche, ai servizi essenziali alla vita sociale, alle relazioni culturali e alle caratteristiche territoriali. Il legislatore ha, pertanto, rifiutato un modello di area come categoria astratta ed omogenea, uno schema unico entro cui assumere rigidamente tutte le situazioni; si è limitato a precisare i parametri (gestione dei servizi, integrazione delle attività economiche e via di seguito) in presenza dei quali può legittimamente presumersi l'esistenza di un'area metropolitana e può quindi procedersi alla delimitazione. La formulazione della norma è parsa consentire una scelta fra due possibili moduli:

1. l'ipotesi di 'area ristretta comprendente soltanto la "conurbazione", vale a dire il comune capoluogo di Provincia ed i centri urbani collegati ad esso senza soluzione di continuità;
2. l'ipotesi di 'area vasta' comprendente anche le diverse aree rurali, unite al conglomerato urbano da rapporti del tipo indicato dalla legge.

Il recentissimo Decreto Legislativo 267, del 18 agosto 2000, ha attuato la delega di cui all'articolo 31 della Legge 265/1999 recante "Disposizioni in materia di autonomia e ordinamento degli Enti Locali, nonché modifiche alla legge 8 giugno 1990, n. 142", costituendo il nuovo Testo Unico sull'ordinamento degli Enti Locali. Nel fornire una

nuova regolamentazione del funzionamento degli Enti Locali, ha anche definitivamente accolto le aree metropolitane come livello di governo locale; le norme in materia già presenti nella Legge 142/90 sono state in parte riformulate, per lo più alla luce delle imperfezioni risaltate nell'esperienza attuativa di quella legge, in termini di difficoltà applicative e ipotesi d'incostituzionalità.

Un primo intervento opera sugli stessi presupposti per l'individuazione dell'area. Così, nell'articolo 22 si richiede esplicitamente che, ai fini della costituzione dell'area metropolitana, tra il Comune "egemone" ed i centri orbitanti sussista una "stretta integrazione territoriale", oltre alla "stretta integrazione in ordine alle attività economiche, ai servizi essenziali alla vita sociale, nonché alle relazioni culturali e alle caratteristiche territoriali" già richiesta nella Legge 142 e qui riproposta.

La novità è degna di nota: se, infatti, la precedente dicitura legittimava anche una concezione dell'area metropolitana come area vasta, includendo non solo i centri immediatamente adiacenti al Comune capoluogo, ma altresì quelli solo funzionalmente legati ad esso, a questo punto la contiguità territoriale diventa elemento imprescindibile. Di conseguenza, non potranno ritenersi compresi nell'area metropolitana facente capo ad un Comune quei centri che, pur collegati ad esso per le interazioni economiche e funzionali, non presentano, tuttavia, l'inserimento sul territorio che ne farebbe delle propaggini del primo.

L'intervento innovatore non riguarda soltanto il profilo sostanziale, ma altresì la procedura costitutiva dell'ente metropolitano. Se, infatti, l'art. 17 della Legge 142/90 attribuiva l'iniziativa legislativa alle Regioni, prevedendo che i Comuni e le Province interessate fossero semplicemente "sentiti", oggi tale rapporto è stato invertito, in modo che la Regione è tenuta ad attivarsi soltanto sulla base di una "conforme proposta degli Enti Locali interessati" e la sua eventuale inerzia protratta per 180 giorni legittima il Governo, dapprima a sollecitarla ulteriormente, quindi a provvedere direttamente. Tale modifica non è di scarso rilievo: essa riporta la disciplina delle aree metropolitane entro l'alveo costituzionale. Viene in particolare ripristinata la conformità all'art. 133 della Costituzione, il quale disciplina la procedura per le modifiche territoriali delle Province, che appariva aggirata dal precedente testo normativo, rispetto al quale erano stati, infatti, mossi dei rilievi di incostituzionalità.

Ferma restando la volontà di far subentrare l'area metropolitana all'attuale Provincia, si disciplina in maniera più accurata la procedura attraverso cui pervenire a questo obiettivo. La Città metropolitana è il nuovo Ente risultante dal Comune capoluogo e dai Comuni ad

esso legati da rapporti di contiguità territoriale; essa riceve un proprio Statuto che viene adottato dall'Assemblea degli Enti Locali interessati, all'uopo convocata dal Sindaco del Comune capoluogo e dal Presidente della Provincia.

Da non dimenticare è anche il Decreto Interministeriale del 2 aprile 1968, n. 1444: "Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi, da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge n. 765 del 1967". All'interno del Decreto, in particolare nell'articolo 2, vengono delimitate e definite le "zone territoriali omogenee" secondo la seguente classificazione:

- A) le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestano carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi;
- B) le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A): si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq;
- C) le parti del territorio destinate a nuovi complessi insediativi, che risultino inedificate o nelle quali l'edificazione preesistente non raggiunga i limiti di superficie e densità di cui alla precedente lettera B);
- D) le parti del territorio destinate a nuovi insediamenti per impianti industriali o ad essi assimilati;
- E) le parti del territorio destinate ad usi agricoli, escluse quelle in cui - fermo restando il carattere agricolo delle stesse - il frazionamento delle proprietà richieda insediamenti da considerare come zone C);
- F) le parti del territorio destinate ad attrezzature ed impianti di interesse generale.

Per ognuna di queste zone territoriali omogenee si stabiliscono:

- i rapporti massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti residenziali e gli spazi pubblici o riservati alle attività collettive, a verde pubblico o a parcheggi;

- le quantità minime di spazi pubblici o riservati alle attività collettive, a verde pubblico o a parcheggi da osservare in rapporto agli insediamenti residenziali nelle singole zone territoriali omogenee;
- i massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti produttivi e gli spazi pubblici destinati alle attività collettive, a verde pubblico o a parcheggi;
- i limiti di densità edilizia;
- i limiti di altezza degli edifici;
- i limiti di distanza fra i fabbricati.

6.2 Le aree omogenee nei diversi ambiti disciplinari

Parallelamente all'analisi legislativa, esplicitata nei paragrafi precedenti, è stato necessario svolgere anche una approfondita analisi scientifica, in modo da riuscire a definire in maniera completa il termine “aree omogenee” e da consentire una scelta adeguata dei descrittori necessari per l'individuazione di tali aree in Italia.

La ricerca scientifica è stata effettuata tenendo conto di diversi ambiti disciplinari (ingegneristico, statistico, amministrativo, economico, ecologico, climatico, strutturale, pianificatorio, etc.) e ponendo l'attenzione su una serie di tipologie di aree omogenee:

- aree montane;
- aree umide;
- aree costiere;
- aree metropolitane e artificiali.

È importante soffermarsi sul fatto che è stata effettuata una ricerca scientifica molto più approfondita per quelle tipologie di aree omogenee, come le aree omogenee costiere, per le quali la normativa non fornisce molte indicazioni.

Nei paragrafi successivi verrà messa in evidenza l'analisi scientifica effettuata per le varie tipologie di zone omogenee considerate.

6.2.1 Le aree omogenee montane nei diversi ambiti disciplinari

L'analisi scientifica effettuata per definire in maniera completa le aree omogenee montane e per scegliere adeguatamente i descrittori necessari per la delimitazione di tali

aree in Italia non ha richiesto particolari approfondimenti, in quanto la normativa fornisce sufficienti ed esaustive indicazioni a riguardo.

Chiarito ciò, nonostante sia abbastanza immediato capire cosa sia un'area montana, non esiste un termine comune od univoco per identificarla. Ad esempio, l'I.S.T.A.T. per le proprie elaborazioni statistiche utilizza le zone altimetriche omogenee, intese come ripartizione del territorio in zone omogenee derivanti dall'aggregazione di Comuni contigui sulla base di valori soglia altimetrici. Si distinguono, in questo modo, zone altimetriche di montagna, di collina e di pianura e, per tenere conto dell'azione moderatrice del mare sul clima, le zone altimetriche di montagna e di collina vengono divise in zone altimetriche di montagna interna e litoranea e di collina interna e litoranea, includendo nelle zone litoranee i territori bagnati dal mare o in prossimità di esso, esclusi dalla zona di pianura.

In particolare, la zona altimetrica di montagna è caratterizzata dalla presenza di notevoli masse rilevate aventi altitudine non inferiore a 600 metri nell'Italia settentrionale e 700 metri nell'Italia centro-meridionale ed insulare e la zona altimetrica di collina, invece, è caratterizzata dalla presenza di diffuse masse rilevate aventi altitudine inferiore a 600 metri nell'Italia settentrionale e 700 metri nell'Italia centro-meridionale ed insulare.

Accanto alla definizione statistica I.S.T.A.T. esistono una serie di sistemi "indiretti" utilizzabili per definire e individuare le aree omogenee montane. Ad esempio, il clima influenza direttamente la distribuzione e la diffusione in senso altitudinale delle specie vegetali. Il clima, infatti, attraverso i suoi fattori (temperatura, acqua, luce, neve, etc.) condiziona notevolmente la distribuzione delle varie specie arboree: vi sono piante che preferiscono o meglio si adattano ad ambienti aridi o umidi, a climi continentali o oceanici, a climi freddi o temperati.

Sfruttando queste informazioni e utilizzando i progetti, descritti nei paragrafi successivi, Carta della Natura, in ambito nazionale, o *CORINE Biotopes*, in ambito europeo, è possibile distinguere (Figura 4):

- la pianura, i fondovalle maggiori e la fascia montana inferiore dove prevalgono le latifoglie (querce, castagno, frassini, aceri, ciliegi, carpini, etc.);
- la fascia montana dove trovano ancora diffusione le latifoglie ed in particolare il faggio, ma gradualmente compaiono, dapprima in mezzo alle latifoglie, poi sempre più diffuse fino a diventare esclusive, le aghifoglie;

- la fascia sub-alpina dove, per il processo di selezione e adattamento a condizioni sempre più rigide, le specie presenti si riducono di numero e sono esclusivamente aghifoglie;
- la fascia alpina, posta sulle Alpi tra 1.800 e 2.200 m, oltre il quale il bosco non può salire e sono presenti cespuglieti e praterie.

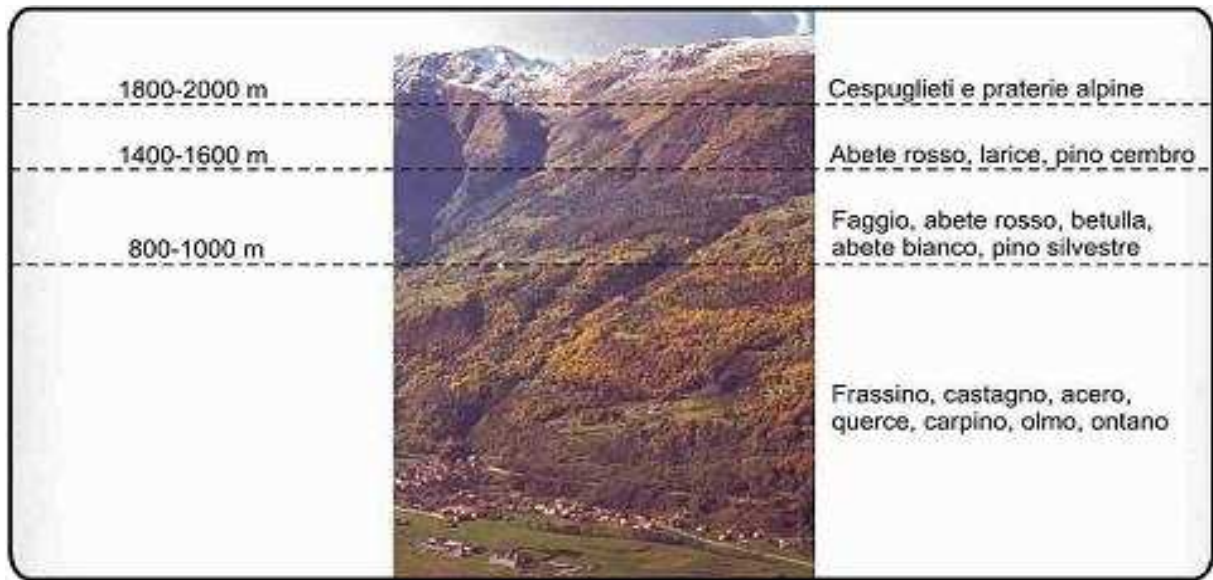


Figura 4 – Tipi di vegetazione in funzione della quota altimetrica

Accanto alle definizioni di carattere statistico, climatologico e vegetazionale esistono anche definizioni di natura morfologica. Infatti, è possibile sfruttare indirettamente, per la delimitazione e la caratterizzazione delle aree omogenee montane, informazioni legate alla pendenza. In particolare, per precisare quantitativamente il confronto tra salite o discese si può caratterizzare ogni tratto di terreno indicando di quanti metri esso si innalza ogni 100 metri di avanzamento in orizzontale. È possibile in questo modo creare delle classi di pendenza mediante le quali discriminare una area pianeggiante da una collinare o una area collinare da una montana.

Ad esempio, il servizio di conservazione del suolo degli U.S.A., ha proposto una classificazione morfologica in base alla pendenza, secondo lo schema riportato di seguito (Tabella 2):

Tabella 2 - Classificazione morfologica in base alla pendenza

Morfologia	Pendenza in %
1 - Zone pianeggianti	< 3
2 - Zone con pendenze soavi	3 - 10
3 - Zone con pendenze moderate	10 - 20
4 - Zone con pendenze accentuate	20 - 30
5 - Zone con pendenze molto accentuate	30 - 50
6 - Scarpate	> 50

Il numero di classi "N" di pendenza varia generalmente da 2 a 10. Non esiste una regola generale per la scelta di "N"; possiamo comunque affermare che 3 classi sono poco indicative, mentre 10 classi sono di norma eccessive poiché si prestano esclusivamente al trattamento automatico (informatico) dei dati. Il numero più conveniente è di 5/6 classi. Altro problema riguarda la grandezza o l'intervallo di valori all'interno della medesima classe. L'intervallo può essere sia fisso sia variabile, la scelta si basa, in genere, sulla carta degli usi del suolo.

6.2.2 Le aree omogenee umide nei diversi ambiti disciplinari

Come detto nei paragrafi precedenti, nell'articolo 1 della Convenzione di Ramsar si afferma che per aree omogenee umide “si intendono le paludi (termine col quale si indica un territorio caratterizzato dalla presenza di acque dolci stagnanti di profondità ridotta) e gli acquitrini (termine che indica un bacino prossimo alla costa caratterizzato da acque salmastre poco profonde la cui limitata comunicazione con il mare non consente movimenti di marea), le torbe oppure i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra, o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i sei metri” e che spetta ai vari Paesi designare le aree umide del proprio territorio indicandone con precisione i limiti. Si tratta, quindi, di una definizione molto accurata, attenta e dettagliata che rende abbastanza facile individuare le molteplici aree umide nei diversi ambiti territoriali.

Strumento importante per poter individuare e delimitare le aree omogenee e per poter fare una analisi qualitativa di una qualsiasi zona oggetto di studio è il telerilevamento, ovvero l'acquisizione a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente, nonché l'insieme di metodi e delle tecniche per la successiva elaborazione e interpretazione. Tale

strumento è in grado di fornire informazioni tramite immagini a media e alta risoluzione e permette, attraverso l'utilizzo di *software* specifici di analisi di immagine, di effettuare elaborazioni, confronti e sintesi che producono informazioni aggiuntive e di più immediata lettura. Il telerilevamento è, quindi, la scienza per mezzo della quale le caratteristiche di un oggetto possono essere identificate, misurate e analizzate senza entrare in contatto diretto con esso.

Il principio del telerilevamento si basa sulla capacità di differenziare il maggior numero possibile di elementi o oggetti sul territorio (suolo, vegetazione, acqua, urbanizzato, etc.) cercando di descriverne le caratteristiche spettrali alle diverse lunghezze d'onda a cui sono sensibili i diversi strumenti utilizzati (sensori), compatibilmente con la loro risoluzione spaziale.

Per l'analisi delle caratteristiche degli oggetti presenti sul territorio, viene presa in considerazione la riflettanza, ovvero la porzione di radiazione incidente che una data superficie è in grado di riflettere. Ogni oggetto avrà una propria curva di riflettanza spettrale (acqua, vegetazione suolo, urbanizzato, etc) e, nello studiarla, sarà necessario conoscere il coefficiente di riflettività, ovvero il rapporto tra energia riflessa e incidente. Infatti, graficando la riflettività dell'oggetto in funzione della lunghezza d'onda della radiazione incidente si ottiene la curva di riflettanza spettrale (in alcuni casi detta anche firma spettrale). Questo strumento è di notevole importanza per conoscere la condizione degli oggetti, ad esempio lo stato di salute della vegetazione, dato che non è percepibile solo nel campo del visibile.

Le caratteristiche di riflettanza degli oggetti vengono tradotte nei toni di colore dei *pixel* contenuti all'interno di essa, in particolare ogni *pixel* è caratterizzato da una terna di valori (x,y,z), dove x è il numero di colonna, y è il numero di riga e z è numero digitale (traduzione numerica della riflettanza spettrale dell'oggetto).

Dal telerilevamento deriva il programma *CORINE* (*COoRdination of INformation on the Environment*), di cui parleremo più nel dettaglio nei paragrafi successivi, creato per dotare l'Unione Europea, gli Stati associati e i Paesi limitrofi dell'area mediterranea e balcanica di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell'ambiente.

Nello specifico, mediante i progetti *CORINE Land Cover* e *CORINE Biotopes*, realizzati nell'ambito del programma *CORINE*, è possibile individuare e delimitare le aree omogenee umide. Il progetto *CORINE Land Cover*, infatti, prevede la realizzazione di una cartografia della copertura e dell'utilizzo del suolo alla scala di 1:100.000 con una legenda di 44 voci su 3 livelli gerarchici e fa riferimento ad unità spaziali omogenee o composte da

zone elementari appartenenti ad una stessa classe, di superficie significativa rispetto alla scala, nettamente distinte dalle unità che le circondano e sufficientemente stabili per essere destinate al rilevamento di informazioni più dettagliate. In particolare, la quarta voce del primo livello gerarchico individua proprio le zone umide (Tabella 3).

Tabella 3 - Sistema di nomenclatura *CORINE Land Cover*

4. Zone umide	4.1. Zone umide interne	4.1.1. Paludi interne
		4.1.2. Torbiere
	4.2. Zone umide marittime	4.2.1. Paludi salmastre
		4.2.2. Saline
		4.2.3. Zone intertidali

Il progetto *CORINE Biotopes*, invece, risponde all'obiettivo di monitorare l'attuazione delle convenzioni internazionali e direttive europee in materia di conservazione della natura:

- Convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come *habitat* degli uccelli acquatici (1971)
- Direttiva sulla conservazione degli uccelli selvatici (1979);
- Convenzione di Berna sulla conservazione della fauna selvatica e degli *habitat* naturali (1981);
- Convenzione di Bonn sulla conservazione delle specie migratorie e degli animali selvatici (1982);
- Convenzione sul commercio di specie rare (1984);
- Direttiva sulla Conservazione della fauna, flora e degli *habitat* (1992).

La base dati del progetto *CORINE Biotopes* contiene informazioni sull'ubicazione e lo stato degli ecosistemi, *habitat* e specie che richiedono protezione. Infatti, il progetto ha portato ad una ricognizione delle valenze naturalistiche presenti sul territorio europeo, individuando e proteggendo i biotopi (porzioni di territorio che costituiscono un ambiente di rilevante interesse per la conservazione della natura) e, nello specifico, ha reso possibile individuare le aree umide omogenee sia in maniera diretta, conoscendo l'ubicazione e lo stato degli ecosistemi, sia in maniera indiretta, considerando le tipologie e le specie di animali e vegetali che possono essere presenti in questo tipo di area.

Il progetto riporta una classificazione molto dettagliata degli *habitat* naturali o semi-naturali presenti nei Paesi della Comunità Europea, identificati essenzialmente, ma non solo, in base a criteri fitosociologici (scienza che descrive la vegetazione attraverso l'individuazione e la descrizione di tipologie ben definite). Gli ambienti più pesantemente influenzati dall'uomo sono invece trattati con minor dettaglio. La classificazione degli *habitat* del progetto *CORINE Biotopes* è definita da un sistema gerarchico che, oltre a fornire una flessibilità strutturale (è possibile inserire facilmente nuove voci), permette di rispondere alle diverse realtà presenti sul territorio (sistemi costieri, praterie, foreste, zone umide, etc.).

Tuttavia, è importante considerare il fatto che *CORINE Biotopes* include gli *habitat* di tutta l'Europa occidentale: estrarre quelli italiani è spesso difficile ed in qualche caso può risultare anche arbitrario. Per questo motivo, in ambito italiano è stata creata la Carta della Natura. Gli indirizzi metodologici stabiliscono che una Carta della Natura debba essere elaborata sulla base della classificazione *CORINE Biotopes* e che si arrivi alla realizzazione di una cartografia con una legenda comprendente circa 200 voci, ciascuna delle quali corrispondente ad un tipo di *habitat*.

Il progetto Carta della Natura è nato con la Legge Quadro per le Aree Naturali Protette (L.N. 394/91) ed è uno strumento finalizzato alla pianificazione territoriale che consente di identificare lo stato dell'ambiente naturale evidenziando i valori naturali e i profili di vulnerabilità del territorio. La Carta della Natura è realizzata in due scale di analisi: 1:250.000 e 1:50.000. Nella prima sono evidenziati gli aspetti fisiografici dei paesaggi italiani, nella seconda vengono considerati prevalentemente le componenti biotiche in quanto elementi determinanti la definizione dello stato dell'ambiente. In questa scala vengono individuati ambiti omogenei che corrispondono agli *habitat*, nonché la loro valutazione mediante l'impiego di indicatori biotici, floristici e faunistici.

La procedura utilizzata per l'individuazione del mosaico di *habitat* è basata sull'impiego del telerilevamento. Il metodo prevede l'interazione tra un operatore che interpreta le informazioni telerilevate e un botanico esperto conoscitore della realtà territoriale in esame, il quale fornisce le necessarie informazioni di carattere ecologico. Per permettere una maggiore definizione nella classificazione degli *habitat*, qualora la sola firma spettrale non sia sufficiente ad una loro precisa individuazione, viene utilizzato un metodo interpretativo detto di "nicchia ecologica" che permette di distinguere ulteriormente le classi di *habitat* sulla base di caratteristiche ecologiche e geomorfologiche.

6.2.3 Le aree omogenee costiere nei diversi ambiti disciplinari

Sebbene sia abbastanza intuitivo capire cosa sia la zona costiera, non esiste una definizione comune, od univoca per identificarla. Esistono, piuttosto, delle definizioni complementari ed ognuna di esse viene utilizzata per un fine diverso.

Come detto in precedenza, va rilevato che una qualunque definizione di zona costiera non può prescindere dal contesto dinamico di un ambiente, in cui i tre principali elementi terrestri, ovvero l'acqua, l'atmosfera e la terra, si incontrano e interagiscono (Carter, 1988; Inman e Brush, 1973; Woodroffe, 2003). Inoltre, va sottolineato che gli oceani ed i mari esercitano un profondo effetto sui continenti, influenzando sia le condizioni meteorologiche sia il clima (Inman e Brush, 1973; E.E.A., 1995), di modo che i limiti spaziali della zona costiera non sono di facile attribuzione.

La definizione dei limiti dell'area costiera non è normalmente possibile, in quanto molto spesso questi ultimi sono contraddistinti da un ambiente di transizione, ovvero da un ambiente che occupa una posizione intermedia fra quello continentale e quello marino, come per esempio i delta, gli estuari e le lagune. In ogni località, inoltre, la zona costiera può essere definita in funzione di criteri fisici, biologici, o culturali, che solo occasionalmente coincidono.

Inman e Brush consigliano di differenziare una zona costiera (*coastal zone*) da una zona litorale (*shore zone*). Secondo questi autori, la "zona costiera" può essere definita in funzione delle sue caratteristiche tettoniche ed erosivo-deposizionali a grande scala. Per quanto riguarda i limiti spaziali, essa si ritiene composta, da terra verso mare, dalla pianura costiera e dalla piattaforma continentale fino al suo limite con la scarpata (Figura 5). Al suo interno si individuano, inoltre, le grandi baie, gli ambienti transizionali, le lagune, i campi di dune costiere e le foci fluviali. All'interno di questa zona si individua la "zona litorale", che rappresenta la superficie sedimentaria e solida direttamente influenzata dall'azione del moto ondoso e delle correnti e dagli apporti solidi provenienti dall'entroterra. La zona litorale include la spiaggia, la zona dei frangenti e le acque sottocostiere, dove l'azione del moto ondoso permette il movimento dei sedimenti di fondo. Verso terra, a seconda del tipo di costa, questa zona si protrae fino alle scogliere che bordano il retrospiaggia o, nel caso siano presenti morfologie di accumulo sedimentario legate al moto ondoso, come per esempio isole-barriera e frecce litorali, fino al margine interno degli specchi acquei posti alle loro spalle. Tutti i corpi d'acqua possiedono una zona litorale, la cui estensione dipende dai parametri d'onda, dal regime mareale,

dall'esposizione ai venti e dalle dimensioni delle strutture deposte ad opera del moto ondoso.

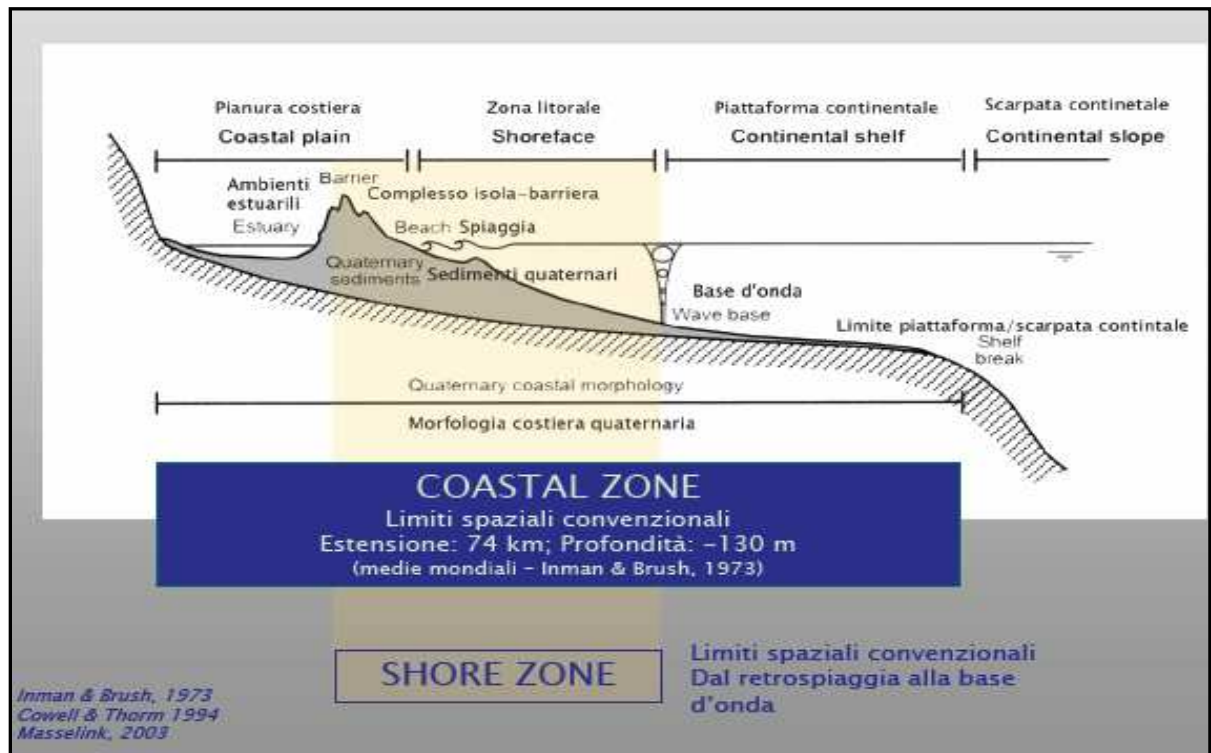


Figura 5 - Limiti spaziali zona costiera Inman e Brush

Cowell e Thom, invece, pur riprendendo i limiti spaziali di Inman e Brush, ritengono che, essendo la costa un ambiente dinamico, sia fondamentale definire anche i limiti spaziali in cui operano i processi agenti su di una zona costiera. Come riportato in Figura 6, gli autori individuano fondamentalmente quattro classi temporali:

1. **Scala temporale istantanea:** riguarda l'evoluzione della morfologia durante un singolo ciclo delle forze che guidano i cambiamenti morfologici (onde, maree). La distruzione dei *ripple* a seguito di una serie di onde di grande altezza e la migrazione *onshore* di una barra intertidale durante un singolo ciclo tidale sono esempi di cambiamenti geomorfologici a scala istantanea.
2. **Scala temporale dell'evento:** riguarda l'evoluzione costiera in risposta ai processi che operano ad una scala variabile da quella del singolo evento a quella stagionale. Esempi di variazioni morfologiche a questa scala sono la zappatura delle dune costiere in relazione alle mareggiate di maggiore intensità e la chiusura stagionale degli estuari a seguito della formazione di barriere sabbiose.

3. Scala temporale ingegneristica: l'evoluzione costiera che risulta da molte fluttuazioni delle forze primarie agenti sul sistema si esplica a una scala temporale ingegneristica. Essa è la scala a cui gli ingegneri costieri lavorano e va dagli anni ai secoli. La migrazione delle bocche tidali e lo sviluppo di avandune sono esempi di dinamismi costieri a questa scala temporale.
4. Scala temporale geologica: questa scala va dalle decadi ai millenni. Se nei tre casi precedenti i cambiamenti morfologici sono principalmente il risultato di fluttuazioni nelle forze agenti, a questa scala l'evoluzione costiera avviene principalmente in risposta ai loro andamenti medi (livello del mare, clima). Esempi sono l'interramento di lagune costiere o di estuari, la migrazione dei sistemi isola-barriera o dei lobi deltizi.

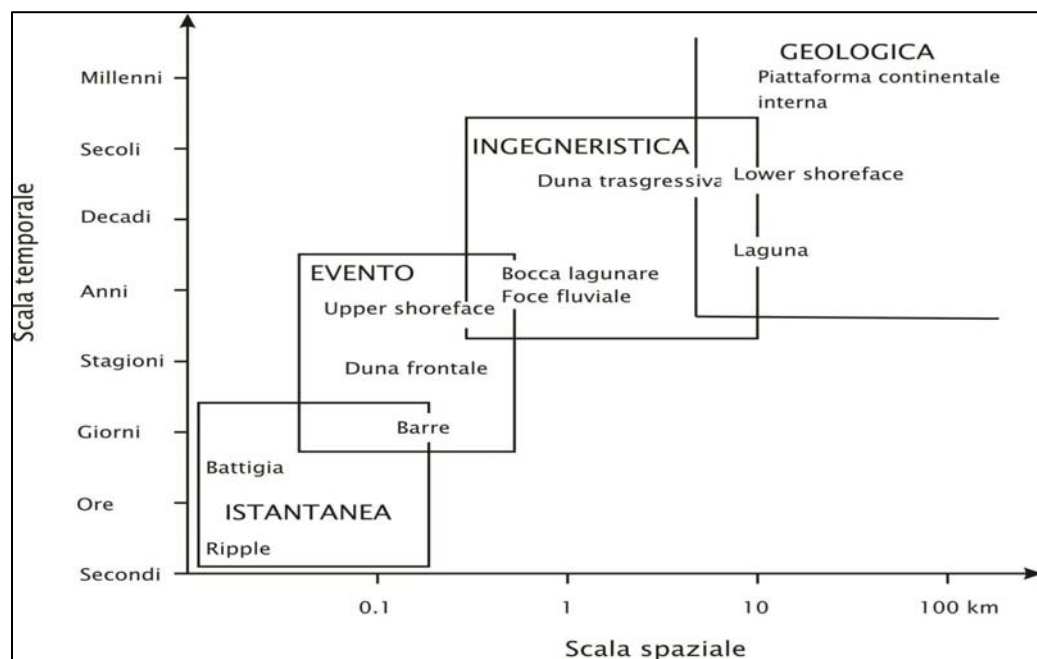


Figura 6 - Le quattro classi temporali individuate da Cowell e Thom

A fini gestionali appare evidente, quindi, come le scale temporali di interesse siano quelle dell'evento e quella ingegneristica, per quanto il controllo geologico sia comunque da tenere in considerazione, dal momento che l'assetto tettonico ed i processi di denudazione dei margini continentali influenzano gli apporti sedimentari terrestri e, di conseguenza, l'evoluzione della piattaforma continentale. È palese che la zona litorale di Inman e Brush risulta di maggior interesse rispetto alla zona costiera così come definita dagli stessi Autori, in quanto nella prima si esplicano i maggiori processi morfodinamici alle scale temporali ritenute più idonee a fini gestionali.

Continuando il discorso, la zona litorale viene, a sua volta, comunemente suddivisa in quattro zone (Thurman e Trujillo, 2002) (Figura 7):

1. il retrospiaggia, o *backshore*, che si trova al di sopra del livello medio dell'alta marea, identificato da una rottura di pendenza denominata berma ordinaria; questa zona risulta sommersa unicamente in occasione delle mareggiate, o delle alte maree eccezionali;
2. la spiaggia intertidale, o *foreshore*, che si estende dal livello medio dell'alta marea al livello medio della bassa marea; questa zona risulta, di conseguenza, perennemente sommersa in alta marea ed esposta in bassa marea;
3. la zona sottocostiera, o *nearshore*, che si estende dal livello medio della bassa marea alla linea di frangenza in condizioni di bassa marea; essa risulta sempre sommersa, ma è continuamente influenzata dall'azione del moto ondoso al fondo;
4. la zona *offshore*, che è tutta la zona che si estende verso mare e che, essendo sufficientemente profonda, è raramente affetta dall'azione del moto ondoso al fondo.

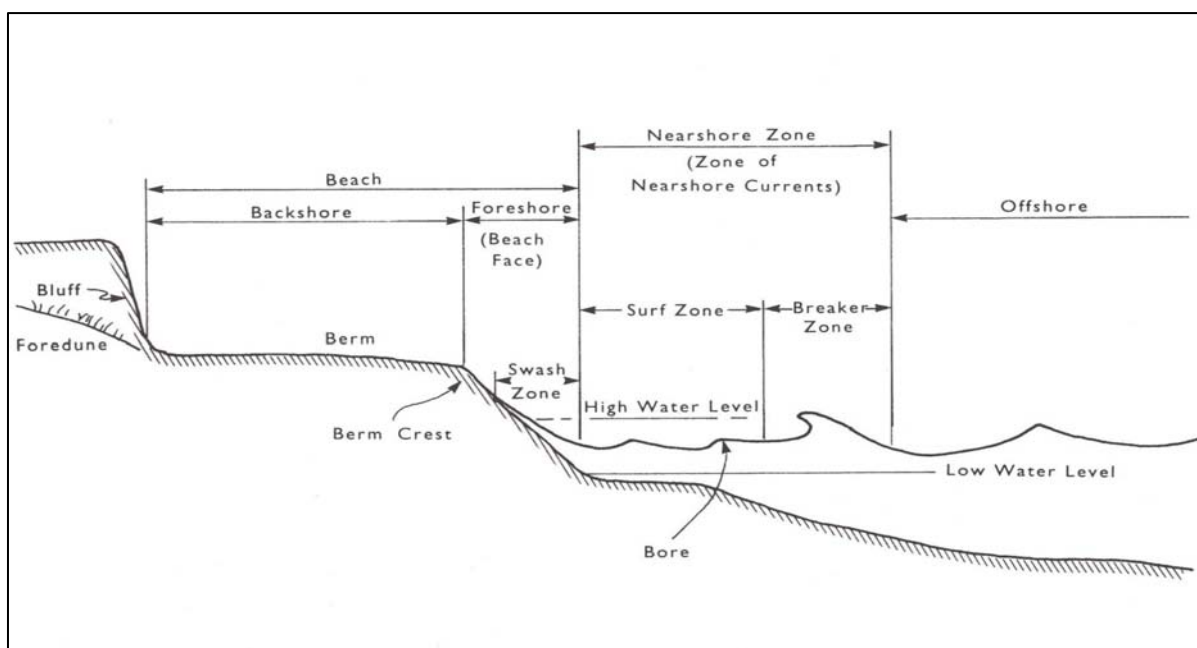


Figura 7 - La suddivisione in quattro zone della zona litorale di Thurman e Trujillo

Accanto alle definizioni e limitazioni di natura geologica e ingegneristica, esistono anche delimitazioni di carattere amministrativo. Infatti, per il Progetto *EUROSION* si è adottata una classificazione di carattere amministrativo in cui entrano in gioco parametri

relativi anche alla “parte marina” della fascia costiera (Figura 8), come di seguito riportato (Eurosion, 2003):

- parte terrestre: sono comprese nella parte terrestre della fascia costiera le unità amministrative situate parzialmente o per intero a meno di 10 km dalla linea di riva; per classificare suddette unità viene utilizzato il livello 5 di N.U.T.S. (*Nomenclature of Territorial Units for Statistics*) stabilito da EUROSTAT e che identifica come più piccole unità territoriali le municipalità;
- parte insulare: vengono prese in considerazione solo le isole la cui superficie è superiore ad 1 km² e la cui popolazione supera i 50 abitanti;
- parte marittima: vengono considerate le fasce di giurisdizione marittima degli Stati membri dell’Unione Europea;

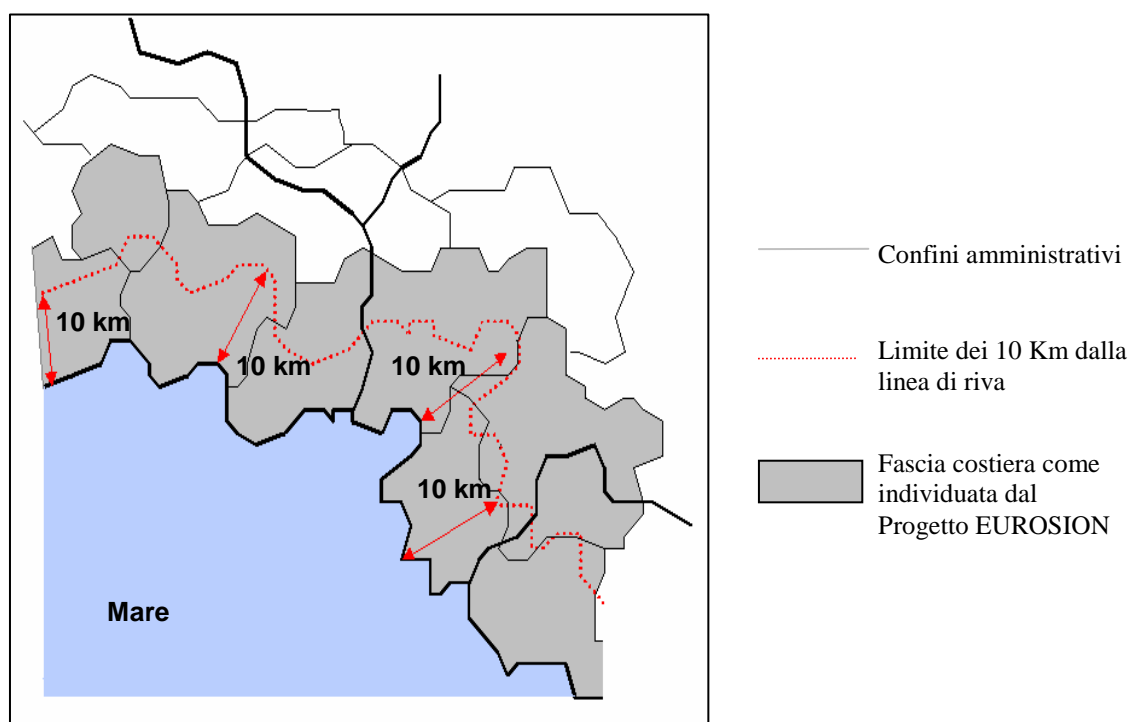


Figura 8 - La fascia costiera terrestre come identificata nel Progetto EUROSION

Accanto al Progetto EUROSION, esiste anche il Progetto *Lacoast* (*Land cover changes in COASTal zones*) che tratta unicamente la “parte terrestre” della fascia costiera, identificando per quest’ultima un limite di tipo rigido, uguale per tutti i Paesi e per tutte le tipologie costiere, posto a 10 km dalla linea di riva. Il progetto *Lacoast*, finanziato dal Centro Comune di Ricerche di Ispra, ha la finalità di verificare le variazioni intervenute tra

il 1975 e gli anni Novanta nella copertura del suolo nell'ambito delle aree costiere dei Paesi aderenti all'UE. Allo scopo, è stato realizzato il confronto tra la cartografia *CORINE Land Cover* (1992-1993) e le immagini satellitari *Landsat MMS* (1973-1975) per una fascia di territorio compresa tra la linea costiera e i 10 km nell'entroterra. Le immagini *Landsat* sono state sottoposte ad opportune correzioni per renderle confrontabili con quelle utilizzate nel progetto *CORINE*. Per aumentare la precisione dei risultati, anche in questo progetto, sono stati utilizzati a corollario alcuni dati complementari, quali foto aeree, mappe tematiche, statistiche e quant'altro disponibile. I principali risultati del progetto *Lacoast* si possono sintetizzare nella realizzazione di un *database* georeferenziato e compatibile con i dati *CORINE Land Cover* dell'uso del suolo per le zone costiere europee per gli anni compresi fra il 1975 ed il 1978, di statistiche e relative rappresentazioni spaziali riguardanti i cambiamenti dell'uso del suolo e lo sviluppo di un approccio metodologico nell'assegnazione dell'uso del suolo nel passato e la sua dinamica.

Continuando l'analisi scientifica per le zone omogenee costiere, è necessario soffermarci sul lavoro svolto dal gruppo CNR-GNDICI (Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche) che ha optato per una più corretta definizione dei limiti in termini morfodinamici. In questo ambito il limite verso mare è stato posto alla profondità di chiusura (h_c)¹ in quanto si ritiene (Hallermeier, 1981) che al di sotto di essa non si osservino più variazioni del profilo attivo di spiaggia. I valori di h_c , se non direttamente misurabili *in situ*, possono essere estrapolati dalle registrazioni degli ondametri della rete nazionale, in modo da rendere questo limite di facile attribuzione per buona parte del territorio italiano. In Tabella 4 e Figura 9 si riportano sinteticamente l'ubicazione degli ondametri della rete nazionale, gli anni di registrazione e i valori medi di h_c .

¹ h_c (profondità di chiusura) rappresenta il limite delle variazioni sensibili del profilo attivo di spiaggia.
 H_i (base d'onda) rappresenta la prima interferenza dell'onda sul fondale

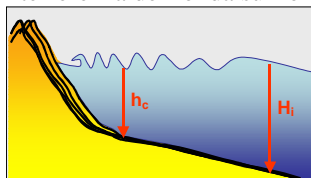


Tabella 4 - La rete degli ondometri nazionali

ONDAMETRO	ANNI DI REGISTRAZIONE	hc (m)
Alghero	13	12.36
Catania	13	7.12
Crotone	13	7.28
La Spezia	13	7.53
Mazara del Vallo	13	7.43
Monopoli	13	6.05
Ortona	13	6.74
Ponza	13	7.25
Ancona	3	5.20
Cetraro	3	6.39

Il gruppo di lavoro CNR- GNDCI ha, tuttavia, trovato maggiori difficoltà nel definire il limite verso terra della fascia costiera, in quanto in Italia, generalmente, i litorali risultano fortemente antropizzati. In ogni caso, per una spiaggia naturale viene considerata l'area di entroterra alle spalle della prima duna (avanduna), mentre per le spiagge antropizzate, generalmente prive di corpi dunosi, viene considerata un'area alle spalle della spiaggia per un'estensione variabile da un minimo di 300 m ad un massimo pari al tasso di arretramento annuo per cinquanta anni (Figura 9). Va, a tale scopo, notato che un'estensione pari a 300 m può considerarsi altamente cautelativa, corrispondendo ad un tasso di erosione pari a 6m/anno in 50 anni, che in ambito nazionale è estremamente raro.



Figura 9 - Identificazione del limite verso terra proposto dal CNR-GNDCI

Accanto alle limitazioni e delimitazioni di carattere amministrativo, geologico e ingegneristico, esistono anche definizioni di natura ecologica e biologica. L'E.E.A., ad esempio, nel lavoro *“Environment in the European Union at the turn of the century”* del 1999, definisce la zona costiera come “quella parte di terraferma influenzata, per la sua vicinanza, dal mare e quella parte di mare influenzata, per la sua vicinanza, dalla terraferma per una estensione in relazione alla quale le attività umane hanno una influenza misurabile sulla chimica dell'acqua e sull'ecologia marina”. Invece, Hinrichsen D. nel suo lavoro *“Coastal waters of the world: trends, threats and strategies”* del 1998 afferma che la zona costiera è quella “zona di circa 120 miglia che si estende verso il mare includendo ecosistemi come le praterie di fanerogame e le barriere coralline e che, comunque, incorpora gli estuari e le acque salmastre”.

6.2.4 Le aree omogenee metropolitane e artificiali nei diversi ambiti disciplinari

Analogamente alla zona costiera, nonostante sia abbastanza immediato capire cosa sia la zona metropolitana o urbana, non esiste un termine comune, od univoco per identificarla.

Ad esempio, l'Agenzia Europea per l'Ambiente afferma che l'area metropolitana è una zona circostante una agglomerazione (o una conurbazione) che per i vari servizi dipende dalla città centrale (metropoli) ed è caratterizzata dall'integrazione delle funzioni e dall'intensità dei rapporti che si realizzano al suo interno. Per agglomerazione si può intendere un'area urbana che comprende il tessuto costruito da un Comune centrale unito ai sobborghi e alle città satellite che lo circondano. Una definizione scientifica largamente condivisa individua l'agglomerazione quale tessuto urbano che presenti distanze fra il costruito inferiori ai duecento metri, esclusi parchi ed aree protette. L'agglomerazione, monocentrica, si differenzia dunque dalla conurbazione, policentrica. Una conurbazione, invece, è un'area urbana comprendente alcune città che, attraverso la crescita della popolazione e l'espansione urbana, si sono fisicamente unite a formare un'unica area edificata. La conurbazione è dunque una forma policentrica di agglomerazione.

Continuando su questa strada, l'I.S.T.A.T. intende per centro abitato un aggregato di case contigue o vicine con interposte strade, piazze e simili, o comunque con brevi soluzioni di continuità, caratterizzato dall'esistenza di servizi od esercizi pubblici (ad esempio, chiesa, scuola, stazione, ufficio pubblico, etc.) costituenti la condizione di una

forma autonoma di vita sociale e, generalmente, determinanti un luogo di raccolta ove sogliono concorrere anche gli abitanti dei luoghi vicini. Il nucleo abitato, invece, è una località abitata caratterizzata dalla presenza di case contigue o vicine con almeno cinque famiglie e con interposte strade, sentieri, spiazzi, aie, piccoli orti, piccoli incolti e simili, purché l'intervallo tra casa e casa non superi i 30 metri e sia in ogni modo inferiore a quello intercorrente tra il nucleo stesso e la più vicina delle case sparse e purché sia priva del luogo di raccolta che caratterizza il centro abitato.

Da un punto di vista urbanistico, a livello europeo, molto utili per la definizione e delimitazione delle aree omogenee urbane e artificiali sono le Zone Morfologiche Urbane (U.M.Z.) definite nel 1990.

Le Zone Morfologiche Urbane (U.M.Z.) sono definite mediante i codici di categoria dei tipi di terreno del *CORINE Land Cover 2000* che contribuiscono al tessuto urbano. I codici di categoria dei tipi di terreno del *CORINE Land Cover 2000* sono:

- 1.1.1 - Tessuto urbano continuo
- 1.1.2 - Tessuto urbano discontinuo
- 1.2.1 - Unità industriali o commerciali
- 1.2.2 - Reti della guida e della strada e terra collegata
- 1.4.1 - Aree urbane verdi
- 1.4.2 - Sport ed attrezzature ricreative

I perimetri delle “*Urban Morphological Zones*” definite dall'E.E.A. sono costituiti da un insieme di poligoni classificati urbani (o comunque connessi al tessuto urbano per funzioni ed utilizzo: commerciali, industriali, ricreativi, etc.) tra loro contigui o non più distanti di 200 m. È importante evidenziare che ciascuna U.M.Z. (delimitata con procedure grafico/geometriche automatizzate) può estendersi oltre i limiti amministrativi di un Comune e comprendere al suo interno più di un insediamento. Per questo motivo le U.M.Z. non vengono associate ai nomi delle singole città. Con riferimento al numero di abitanti le U.M.Z. sono raggruppate in tre categorie dimensionali:

- U.M.Z.1 - grandi aree urbane, con più di 500.000 abitanti;
- U.M.Z.2 - aree urbane intermedie, con popolazione tra 100.000 e 500.000 abitanti;
- U.M.Z.3 - piccole aree urbane, tra 50.000 e 100.000 abitanti.

L'assegnazione ad una determinata categoria, comunque, non tiene conto del numero "reale" di residenti censiti all'interno del poligono, in quanto le banche dati geografiche disponibili non contengono informazioni così dettagliate. La categoria risulta pertanto associata alla classe di appartenenza dell'insediamento di maggiori dimensioni il cui centroide ricade all'interno del perimetro della U.M.Z. Ne consegue che la categoria va intesa come orientativa in quanto una U.M.Z. che comprenda, ad esempio, più insediamenti di categoria 100-500 mila abitanti sarà classificata come U.M.Z.2 anche se potrebbe avere una popolazione reale superiore ai 500 mila abitanti.

Molto validi per la definizione e delimitazione delle aree omogenee urbane e artificiali sono anche i due progetti *Murbandy* e *Moland*.

Il progetto *Murbandy* (*Monitoring Urban Dynamics*) è stato avviato nel 1998 dall'Istituto per l'Ambiente e la Sostenibilità (*Institute for Environment and Sustainability*) del Centro Comune di Ricerca (C.C.R.) della Commissione Europea (*Joint Research Centre*), con l'intento di fornire indicazioni sui *trend* di sviluppo urbano in Europa. Successivamente, il progetto è stato esteso (con il nome *Moland* - *Monitoring Land Use/Cover Dynamics*) per comprendere il calcolo di indicatori (rispondendo alle esigenze di Eurostat e della Agenzia Europea per l'Ambiente) e per valutare l'impatto di fattori di pressione antropogenici (in particolare, espansione insediativa, trasporto e turismo) dentro ed intorno alle aree urbane e lungo i corridoi di sviluppo.

Il progetto *Moland* ricostruisce l'evoluzione dell'uso del suolo e delle reti di trasporto per quattro date, comprese nel periodo 1950 - 2000, mediante la creazione di banche dati e mappe a scala 1:25.000.

La mappa relativa al 2000, che rappresenta l'anno di riferimento, è stata realizzata mediante la foto-interpretazione di immagini derivanti principalmente dal satellite indiano IRS (risoluzione 5,7 metri) ed in alcuni casi da IKONOS e SPOT, mentre le tre precedenti sono state ricostruite da foto aeree e mappe militari declassificate. Per la classificazione del suolo sono state utilizzate 100 variabili, o classi, così come definite dal progetto *CORINE Land Cover 2000*, con l'introduzione di un quarto livello di dettaglio (Tabella 5) per le superfici artificiali.

Tabella 5 - Variabili utilizzate per la classificazione della copertura del suolo nel progetto Molad

<i>I livello</i>	<i>II livello</i>	<i>III livello</i>	<i>IV livello</i>
1.TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE	1.1 Zone urbanizzate	1.1.1. Tessuto Urbano continuo	1.1.1.1 Tessuto residenziale continuo e denso
			1.1.1.2 Tessuto residenziali continuo mediamente denso
			1.1.1.3 Insediamenti residenziali non convenzionali
		1.1.2. Tessuto urbano discontinuo	1.1.2.1 Tessuto residenziale discontinuo
			1.1.2.2 Tessuto residenziale discontinuo e rado
			1.1.2.3 Tessuto residenziale caratterizzato da grandi edifici
			1.1.2.4 Tessuto residenziale discontinuo ed informale
	1.2 Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione	1.2.1. Aree industriali o commerciali dei servizi pubblici e privati	1.2.1.1 Aree industriali.
			1.2.1.2 Aree commerciali.
			1.2.1.3 Aree dei servizi pubblici e privati.
			1.2.1.4 Infrastrutture tecnologiche di pubblica utilità
			1.2.1.5 Siti archeologici
			1.2.1.6 Luoghi di culto (non cimiteri)
			1.2.1.7 Cimiteri non vegetati
			1.2.1.8 Ospedali
			1.2.1.9 Aree ad accesso limitato
			1.2.1.10 Complessi Agro-industriali
			1.2.1.11 Condotte superficiali
		1.2.2. Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	1.2.2.1 Strade a transito veloce e superfici annesse
			1.2.2.2 Altre strade e superfici annesse
			1.2.2.3 Ferrovie e superfici annesse
			1.2.2.4 Altre linee ferroviarie
			1.2.2.5 Strutture aggiuntive di trasporto
			1.2.2.6 Parcheggi per veicoli privati
			1.2.2.7 Parcheggi per veicoli pubblici
		1.2.3. Aree portuali	
		1.2.4. Aeroporti	1.2.4.1 Aeroporti civili
			1.2.4.2 Aeroporti militari
	1.3 Zone estrattive, discariche e cantieri	1.3.1. Aree estrattive	
		1.3.2. Discariche	
		1.3.3. Cantieri	
		1.3.4. Terreni abbandonati	
	1.4 Zone verdi artificiali non agricole	1.4.1. Aree verdi urbane	1.4.1.1 Cimiteri con presenza di vegetazione.
		1.4.2. Aree sportive e ricreative	
2. TERRITORI AGRICOLI	2.1. Seminativi	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue	
		2.1.2. Seminativi in aree irrigue	
		2.1.3. Risaie	
	2.2. Colture permanenti	2.2.1. Vigneti	
		2.2.2. Frutteti e frutti minori	
		2.2.3. Oliveti	
	2.3. Prati stabili	2.3.1. Prati stabili	
	2.4. Zone agricole eterogenee	2.4.1. Colture annuali associate a colture permanenti	
		2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	2.4.2.1 Sistemi colturali e particellari complessi senza insediamenti sparsi
			2.4.2.2 Sistemi colturali e particellari complessi con insediamenti sparsi
		2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali (formazioni vegetali naturali, boschi, lande, cespuglieti, bacini d'acqua, rocce nude, ecc.) importanti	
		2.4.4. Aree agroforestali	
5. CORPI IDRICI	5.1. Acque continentali	5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie	5.1.1.1 Canali
			5.1.1.2 Fiumi
		5.1.2. Bacini d'acqua	5.1.2.1 Bacini d'acqua naturali
			5.1.2.2 Bacini d'acqua artificiali
	5.2. Acque marittime	5.2.1. Lagune	
		5.2.2. Estuari	
		5.2.3. Mari e oceani	

6.3 Il G.I.S.: lo strumento per la gestione e l'analisi di dati spaziali riferiti ad un territorio

I sistemi informativi geografici (*Geographical Information System*) sono un insieme di strumenti informatici volti alla creazione, manipolazione, rappresentazione ed analisi di *database* elettronici contenenti informazioni territoriali georiferite. Le informazioni riferite a matrici ambientali diverse o a diversi aspetti del territorio possono essere combinate per evidenziarne le relazioni logiche, temporali, causali o spaziali, oppure essere sottoposte ad analisi statistiche o classificate secondo diversi paradigmi o criteri definiti *a priori*.

L'uso di tali strumenti nella produzione di una metodologia che possa permettere un'analisi integrata e la valutazione della sostenibilità ambientale di un'area omogenea è evidente: utilizzando i G.I.S. è possibile, oltre ad analizzare lo stato attuale di un territorio, esplorare una possibile serie di scenari valutando le possibili conseguenze di azioni ed interventi sul territorio.

Occorre sottolineare come i G.I.S. siano solo strumenti di analisi e come abbiano precisi limiti nella gestione di informazioni molto complesse. Ciò che possono fare al meglio è facilitare la gestione coerente e consistente delle metodologie di valutazione di impatto ed essere d'ausilio nel dare testimonianza dei risultati con una documentazione completa e difendibile, direttamente utile a supporto del processo di decisione.

Le caratteristiche salienti che sono alla base sistemi informativi geografici sono:

- acquisizione dei dati da fonti diverse;
- archiviazione digitale efficiente;
- gestione dei dati razionale attraverso registri sviluppati nella forma di basi di dati centralizzate;
- recupero dei dati attraverso *queries SQL* verso un *database* che è possibile condividere tra diversi utenti;
- conversione dei dati nella forma più conveniente; in base alla necessità si possono visualizzare i dati in una determinata proiezione geometrica, a differenti scale e evidenziando solo gli elementi di maggiore interesse;
- analisi e manipolazione dei dati per la produzione di nuove informazioni e per la visualizzazione intuitiva dei contenuti;
- modellizzazione dei dati per la produzioni di schemi semplificati dei processi reali;

- visualizzazione dei dati in maniera concisa e intuitiva attraverso mappe e tabelle.

I sistemi G.I.S., essendo spesso costruiti in maniera modulare, sono molto flessibili nelle tipologie e strutture dei dati che possono essere gestite e offrono la possibilità di integrare tali dati tra di loro, con la capacità di condividere i risultati finali delle analisi in diversi ambienti di sviluppo, C.A.D.(*Computer Aided Design*), *in primis*.

Le tipologie di dati gestite dai sistemi informativi geografici comprendono:

- Mappe: il sistema più comune di rappresentazione spaziale. È prevedibile che in futuro i formati digitali diventeranno il sistema di archiviazione preferenziale per questo tipo di dati.
- Immagini: fotografie e altri dati telemetrici da fonti aeree e satellitari.
- Rilevamenti G.P.S.: speciale sistema pubblico di localizzazione della posizione, che fornisce dati accurati sulle coordinate di un apparecchio ricevitore satellitare in qualunque parte del globo, assieme ad informazioni sulla velocità, direzione ed elevazione.
- Media digitali: archivi dati registrati in forma digitale su supporti ottici, magnetici e attraverso reti di telecomunicazione.
- Testo: rapporti a soggetto geografico
- Dati tabulari: liste e tabelle composte da dati numerici, come per esempio i dati risultato di censimenti.

Esistono diversi modi di ottenere dati geografici, sia a pagamento che da archivi di libero dominio. Le informazioni possono essere codificate in fogli di lavoro (*Spreadsheets*) o sistemi basati su *database* relazionali e acquisiti in un ambiente di lavoro G.I.S. Esse comunque devono essere georeferenziate, ossia devono possedere un sistema di coordinate basato su un determinato sistema di riferimento; in altri casi, esse possono essere associate a *database* esistenti, qualora le informazioni siano organizzate secondo un sistema di classificazione omogeneo. Per l'acquisizione di dati esistenti si possono seguire diversi procedimenti: possono essere digitalizzati con un'adeguata strumentazione, scansionati, richiesti a varie agenzie pubbliche o acquistati da privati operanti nel settore.

Esiste chiaramente la possibilità di creare *ex novo* un proprio sistema informativo. Il fattore primario da considerare, quando si crea un proprio *database*, è che abbia riferimenti

spaziali. I dati possono essere acquisiti da un sistema di posizionamento G.P.S., scansionati o digitalizzati. La generazione di un sistema informatizzato, a partire dal censimento di dati, è probabilmente quello che necessita del maggior numero di risorse. Per questo motivo, vista la diffusione di strutture dati di pubblico dominio, si cerca in genere di lavorare sui dati geografici esistenti integrandoli con le informazioni oggetto della propria analisi. Bisogna tenere presente, comunque, che lavorando su informazioni provenienti da fonti diverse si ereditano approssimazioni e possibili errori dell'autore originale.

Nel campo dei sistemi informativi territoriali o G.I.S., i dati utilizzati nella rappresentazione cartografica digitale possono essere di due tipi (Figura 10):

- formato *raster*;
- formato vettoriale.

I dati in formato *raster* sono la tipologia di organizzazione di dati digitale per immagini più diffusa nell'ambiente informatico per la loro analogia con il sistema visivo umano, basato su elementi fotosensibili. Essi, nella pratica, sono organizzati in una griglia di celle dette "*pixel*" che descrivono l'area di interesse: ad ogni cella sono associate generalmente informazioni sui valori dei tre canali rosso, verde, blu (R.G.B.) che ne determinano il colore percepito e sul numero di riga e colonna che la identificano. Ai tre canali primari, che possono avere diverse profondità espresse in *bit* per *pixel*, se ne possono aggiungere altri per l'associazione di dati addizionali. Per esempio, ad un'immagine codificata in 24 *bit* per *pixel* (8 *bit* per canale, corrispondenti a 256 valori) si possono aggiungere canali addizionali per definire informazioni sulla trasparenza di una determinata cella.

Un grande vantaggio nell'archiviazione di immagini tramite i formati *raster* è la possibilità di utilizzare algoritmi di compressione dei dati basati sulla ripetizione dei dati in celle adiacenti e sulla definizione di domini locali per le informazioni sulla profondità di colore. I formati *raster* di questo tipo (jpg2000, ECW), proprio per questa caratteristica, rivestono in ambiente G.I.S. una grande importanza per la loro insostituibilità nella rappresentazione di immagini satellitari, *file* che nella forma non compressa sono in genere di grandi dimensioni.

In ambito strettamente G.I.S., ulteriori vantaggi nell'utilizzo dei formati *raster* sono:

1. possibilità di analizzare celle adiacenti a quella del punto che si vuole analizzare;
2. flessibilità nella rappresentazione di dati discreti;

3. maggiore velocità negli algoritmi di calcolo statistico rispetto ai dati vettoriali;
4. compatibilità con altre strumenti *software* al di fuori dell'ambiente G.I.S.

I dati vettoriali, invece, sono rappresentazioni di elementi tramite punti, linee e poligoni. Un punto è definito da due coordinate spaziali x ed y, una linea è una stringa di punti consecutivi e un poligono una stringa chiusa di punti consecutivi. Ai dati vettoriali può essere associata una funzione topologia, ossia in aggiunta alla posizione di ogni elemento il *software* genera in automatico le relazioni spaziali di adiacenza e connessione tra i poligoni.

I vantaggi del formato vettoriale sono:

1. minore dimensione dei *file* rispetto alle immagini *aster*, perchè non è necessario registrare informazioni all'interno di aree omogenee;
2. possibilità di identificare univocamente i singoli elementi che compongono una immagine;
3. maggiore qualità dei *file* e indipendenza dai fattori di scala.

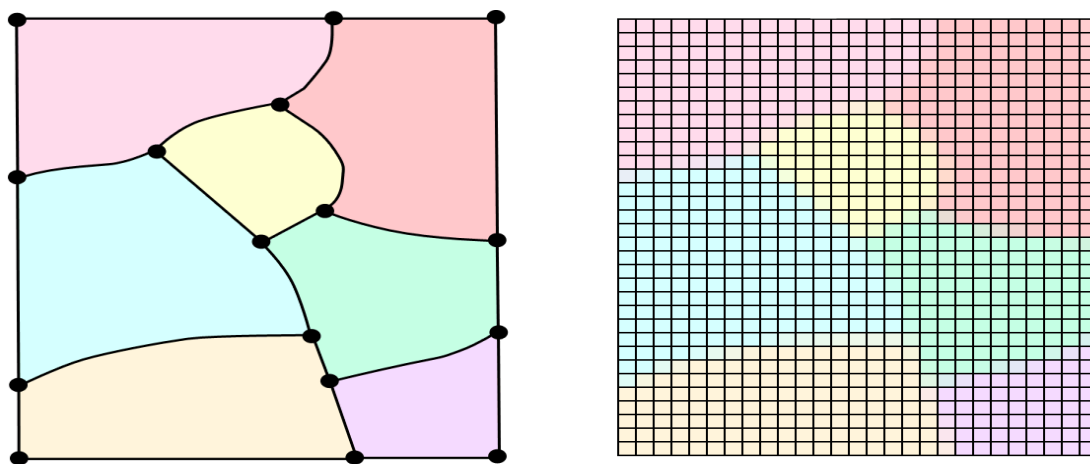


Figura 10 - Comparazione di rappresentazioni di uno stessa immagine registrate in formato vettoriale e *raster*

È possibile convertire dati *raster* in formato vettoriale e viceversa. Tuttavia, mentre è intuitiva la conversione di dati vettoriali in dati basati su *pixel* fissando la risoluzione dei *file* in uscita dal processo, il processo inverso necessita di complicati algoritmi per l'interpretazione dei dati grafici e spesso dell'intervento di un operatore specializzato che deve seguire per intero il processo di conversione suggerendo al *software* la scelta più appropriata.

7. Il progetto I.N.S.P.I.R.E.: l'istituzione di una Infrastruttura per l'Informazione Territoriale nella Comunità europea

La buona efficacia di una politica dipende dalla qualità delle informazioni e da una partecipazione informata del pubblico. Il legislatore è da tempo consapevole della crescente complessità ed interconnessione dei temi che oggi hanno un impatto sulla qualità della vita, e ciò influenza il modo in cui vengono formulate le nuove politiche. Ad esempio, il Sesto Programma di Azione in materia di ambiente, adottato con decisione n. 1600/2002/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 luglio 2002, sottolinea la necessità di fondare le politiche ambientali sulla partecipazione informata e su solide conoscenze, un approccio nuovo che sta trasformando il modo di prendere le decisioni sulle politiche ambientali dell'Unione Europea.

Serve pertanto un nuovo approccio alle tematiche del monitoraggio e della comunicazione delle informazioni, oltre che per la gestione e la diffusione dei dati ai vari livelli dell'amministrazione. Occorre intervenire per evitare di raccogliere più volte le stesse informazioni e per aiutare a promuovere l'armonizzazione e una diffusione e un uso più ampio dei dati. Le politiche applicate a tal fine devono garantire una maggiore efficienza e i benefici connessi possono essere reinvestiti per rendere le informazioni più facilmente disponibili e migliorarne la qualità.

I dati territoriali possono svolgere un ruolo particolare nell'ambito di questo nuovo approccio, che permette di integrare informazioni provenienti da varie discipline e destinate a vari usi. Una descrizione del territorio della Comunità coerente e ampiamente accessibile potrebbe rappresentare il quadro necessario per coordinare la fornitura delle informazioni e il monitoraggio in tutta la Comunità. I dati territoriali possono anche essere utilizzati per preparare mappe, che sono un ottimo strumento per comunicare con il pubblico. Purtroppo, viste le caratteristiche tecniche e socioeconomiche delle informazioni territoriali, i problemi in termini di coordinamento, lacune di informazione, qualità indefinita e ostacoli all'accesso e all'uso dei dati disponibili sono particolarmente acuti.

Per tali ragioni, la Commissione ha deciso di presentare, il 23 Luglio 2004, una proposta di direttiva al Parlamento Europeo e al Consiglio dell'Unione Europea, con la

finalità di mettere facilmente a disposizione dati territoriali interoperabili a sostegno delle politiche nazionali e comunitarie e di consentire al pubblico di accedervi.

Obiettivo della proposta, approvata nel Gennaio 2007, è creare un quadro giuridico per la realizzazione e l'attivazione di una Infrastruttura per l'Informazione Territoriale in Europa (I.N.S.P.I.R.E.), con la finalità di formulare, attuare, monitorare e valutare le politiche comunitarie a tutti i livelli e di fornire informazioni al cittadino. L'Infrastruttura per l'Informazione Territoriale in Europa risulta essere costituita da:

- *metadati* (le informazioni che descrivono i *set* di dati territoriali e i servizi relativi ai dati territoriali e che consentono di ricercare, repertoriare e utilizzare tali dati e servizi);
- *set* di dati territoriali (i dati che attengono, direttamente o indirettamente, ad una località o ad un'area geografica specifica);
- servizi relativi ai dati territoriali (le operazioni che possono essere eseguite, con un'applicazione informatica, sui dati territoriali contenuti nei *set* di dati in questione o sui *metadati* connessi);
- servizi e le tecnologie di rete (per la ricerca e consultazione dei *metadati* e dei *set* di dati territoriali);
- accordi in materia di condivisione, accesso e utilizzo dei dati;
- meccanismi, processi e procedure di coordinamento e di monitoraggio stabilite, attuate o rese disponibili.

Tra gli obiettivi principali dell'iniziativa I.N.S.P.I.R.E. figura la possibilità di rendere disponibile una quantità di dati maggiore e di qualità più elevata ai fini dell'elaborazione delle politiche comunitarie e della loro attuazione negli Stati membri a qualsiasi livello. Il progetto I.N.S.P.I.R.E. è incentrato in particolare sulla politica ambientale, ma è aperto o potrà essere esteso ad altri settori come l'agricoltura, i trasporti e l'energia.

La proposta tratta in modo specifico i dati necessari per monitorare e migliorare lo stato dell'ambiente, in particolare l'aria, l'acqua, il suolo e il paesaggio naturale. Il progetto I.N.S.P.I.R.E. non avvierà un vasto programma di raccolta di dati nuovi negli Stati membri. Il suo obiettivo è invece ottimizzare lo sfruttamento di dati già disponibili, imponendo la documentazione dei dati territoriali esistenti, la realizzazione di servizi per rendere più accessibili e interoperabili tali dati e affrontando gli ostacoli che ne limitano

l'uso. Il progetto I.N.S.P.I.R.E. sarà il primo passo verso la progressiva armonizzazione dei dati territoriali negli Stati membri.

L'importanza della istituzione della Infrastruttura per l'Informazione Territoriale è dovuta al fatto che sarà possibile definire, per tutta la Comunità Europea, sistemi di coordinate per referenziare in maniera univoca le informazioni territoriali nello spazio mediante un sistema di coordinate (x, y, z) e/o latitudine e longitudine e quota, sulla base di un dato geodetico orizzontale e verticale, e sistemi di griglie geografiche multi-risoluzione armonizzate con un punto di origine comune e un posizionamento e una dimensione standard delle celle. Inoltre sarà possibile effettuare una classificazione univoca del territorio della Comunità Europea in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio, ad uso residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo, etc) e controllare l'ubicazione e il funzionamento degli impianti di monitoraggio ambientale per l'osservazione e la misurazione delle emissioni, dello stato dei comparti ambientali e di altri parametri dell'ecosistema (biodiversità, condizioni ecologiche della vegetazione, etc.) da parte o per conto delle autorità pubbliche.

I principali beneficiari della proposta saranno perciò coloro che partecipano alla formulazione, attuazione, monitoraggio e valutazione delle politiche a livello europeo, nazionale e locale, come le pubbliche autorità, il legislatore e i cittadini e le loro organizzazioni. Anche altri gruppi di utenti dovrebbero trarne beneficio, in particolare il settore privato, le università, i ricercatori e i mezzi di comunicazione. La proposta favorirà la formulazione e l'attuazione di una vasta gamma di politiche ambientali e di altro tipo.

8. Procedure operative e dati utilizzati per la delimitazione delle aree omogenee

Come accennato nei capitoli precedenti, mediante l'ausilio del *Software ArcGis 9.1* della società E.S.R.I. che permette la creazione di un sistema informativo geografico (G.I.S.) completo, è stato possibile effettuare la gestione e l'analisi dei dati necessari per la caratterizzazione e la delimitazione delle aree omogenee a livello nazionale. Nei paragrafi successivi verranno delineate con particolare attenzione le procedure operative necessarie per la realizzazione della base cartografica e i dati utilizzati per la costruzione di ogni singola carta.

8.1 La Carta dell'Altitudine

Per la realizzazione della Carta dell'Altitudine, l'unico dato utilizzato è stato il D.T.M. (Modello Digitale del Terreno) in formato *raster* a maglia quadrata con celle aventi dimensioni di 75m*75m dotato di una accuratezza orizzontale di 50 metri e di una accuratezza verticale di 30 metri. Il sistema di riferimento cartografico utilizzato è l'UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.

In generale, accanto ai tradizionali metodi di rappresentazione bidimensionale (carte topografiche, carte tematiche, carte geologiche...) si vanno diffondendo sempre più metodologie di rappresentazione tridimensionale. Un modello tridimensionale (modello 3D) è infatti più facile da capire di una rappresentazione codificata secondo le regole della cartografia tradizionale, spesso ignorate dai non addetti ai lavori. Grazie alla nascita ed allo sviluppo dei *personal computer*, si possono realizzare modelli digitali tridimensionali sempre più complessi e realistici. Una rappresentazione della Terra attraverso un modello matematico tridimensionale non è solamente utile per la presentazione dei dati, ma anche per tutte le operazioni di derivazione ed analisi che con questa si possono realizzare.

In particolare, un Modello Digitale di Elevazione, anche noto come D.E.M., dall'inglese *Digital Elevation Model*, o anche come D.S.M., dall'inglese *Digital Surface Model*, è la rappresentazione della distribuzione delle quote di una certa superficie, in formato digitale. Occorre specificare quale sia la superficie rappresentata: ad esempio, D.E.M. della superficie della vegetazione, D.E.M. della superficie delle acque, D.E.M. della superficie del suolo terrestre, etc. Nella gran parte delle applicazioni pratiche la

superficie che interessa modellare è la superficie del suolo terrestre. In questo caso, si parla più precisamente di Modello Digitale del Terreno o brevemente D.T.M., dall'inglese *Digital Terrain Model*. Un D.T.M. quindi è un tipo particolare di D.E.M.

D.T.M. e D.E.M. descrivono una superficie mediante un insieme finito di punti dotati di coordinate (x, y, z) nello spazio. I punti originali di solito risultano spazati in maniera irregolare e ciò dipende dalla tecnica utilizzata per le misurazioni. In un ambiente G.I.S., un D.E.M. può essere modellato e visualizzato utilizzando una delle seguenti strutture:

- griglia a maglie quadrate o matrice di elevazione (G.R.I.D.),
- rete a maglie triangolari irregolari (T.I.N.).

Nel primo caso, l'insieme dei punti originali, irregolarmente distribuiti, viene trasformato in una griglia regolare (a maglie quadrate uguali), impiegando tecniche di interpolazione spaziale (ad es. *kriging*). Nel D.E.M./D.T.M. risultante, ciascuna tripletta (x, y, z) interpolata rappresenta un quadrato della griglia chiamato anche cella. Sono stati inventati numerosi formati di *file* per memorizzare i D.E.M., tutti comunque presentano il carattere di una matrice. Il formato più semplice e comune consiste nello scrivere una tripletta di valori (x, y, z) su ogni linea di un *file* di testo ASCII. Un *file* D.E.M. di questo tipo si presta ad essere visualizzato in due dimensioni mediante un'immagine *raster* (ad es. bmp, tif) assegnando a ciascun *pixel* dell'immagine un colore corrispondente all'elevazione della corrispondente cella del D.E.M. Per questo motivo il formato *raster* è diventato il modo più diffuso per memorizzare un G.R.I.D. D.E.M.

Nel secondo caso, vengono prodotti modelli costituiti da un insieme di punti quotati collegati da segmenti a formare una rete continua di triangoli. La scelta dei punti significativi può basarsi su vari metodi, così come il collegamento dei punti può avvenire secondo vari criteri (ad es. criterio di *Delaunay*) che assicurino la continuità della superficie. La superficie di ogni triangolo è definita dall'elevazione dei suoi tre vertici ed in genere è assunta piana. In questo caso il modello digitale di elevazione prende il nome di T.I.N., dall'inglese *Triangulated Irregular Network*.

Per memorizzare un T.I.N. esistono sostanzialmente due formati vettoriali:

- per triangoli: in questo caso una riga di solito contiene un numero di riferimento per il triangolo, le coordinate (x, y, z) dei tre vertici, i numeri di riferimento dei tre triangoli confinanti. Poiché un vertice appartiene in genere a più triangoli, si può

evitare la ripetizione di coordinate creando un *file* separato contenente le coordinate di tutti i vertici ed un loro riferimento al *file* dei triangoli.

- per punti: in alternativa si può memorizzare per ciascun vertice un numero identificativo, le coordinate (x, y, z), riferimenti ai vertici confinanti ordinati ad es. in senso orario. Questa struttura fu la prima impiegata (Peucker et al, 1978).

Entrambi i metodi trovano valido impiego, anche in funzione del tipo di informazione da trarre a partire dal T.I.N.: ad es. un'analisi delle pendenze necessita del primo metodo, mentre l'estrazione delle curve di livello funziona meglio con il secondo. Il secondo metodo generalmente richiede meno spazio per la memorizzazione, ma comunque il guadagno è piccolo se confrontato con quello ottenibile impiegando la modellazione a triangoli invece della modellazione a maglie quadrate.

Il modello T.I.N. consente di rappresentare la superficie vera con meno punti rispetto al modello G.R.I.D. Infatti, la densità dei punti può essere adattata al livello di complessità locale della superficie: più punti per i terreni accidentati, meno punti per i terreni con pendenze che variano dolcemente. Il formato G.R.I.D. non è adattabile, tende a semplificare troppo le superfici montuose e a rappresentare con sovrabbondante numero di punti quelle pianeggianti. I triangoli irregolari si prestano molto meglio delle maglie quadrate uguali a rappresentare aree ove le pendenze variano bruscamente (picchi, rotture nella pendenza come creste, strette valli, salti, etc) o risultano particolarmente elevate (si pensi ad es. ad una rupe rocciosa pressoché verticale o addirittura in contropendenza). In aree come queste i lati del T.I.N. possono allinearsi esattamente con le linee che segnano discontinuità di pendenza.

Ciò nonostante il formato G.R.I.D. è molto più utilizzato del formato T.I.N. per via della struttura più semplice e "pronta all'uso" per le operazioni G.I.S. È più semplice da manipolare, analizzare ed integrare con altri dati G.I.S., specialmente nelle applicazioni di Analisi Digitale del Terreno. Per questi motivi, il D.T.M. utilizzato per la realizzazione delle carte in questo lavoro è nel formato G.R.I.D.

Partendo dal D.T.M. mediante l'ausilio del *Software ArcGis*, si è proceduto ad effettuare una riclassificazione secondo le classi altimetriche I.S.T.A.T.:

- Classe 1 (Pianura): altitudine compresa fra 1 metro e 300 m
- Classe 2 (Collina interna): altitudine compresa fra 300 m e 600 m

- Classe 3 (Montagna interna): altitudine > 600 m

Non sono state considerate nella classificazione le zone altimetriche di collina litoranea e montagna litoranea, in quanto già considerate nella Carta della Distanza dalla Linea di Costa Verso Terra.

Di seguito si riporta la procedura operativa precedentemente descritta (Figura 11) e la Carta dell'Altitudine ottenuta .

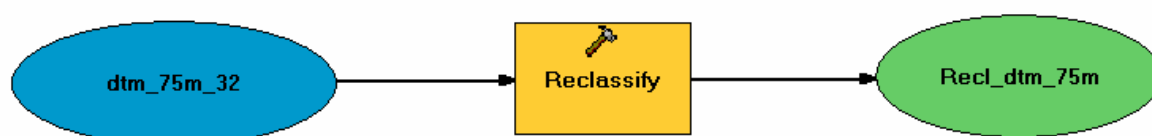


Figura 11 - Procedura operativa necessaria per la realizzazione della Carta dell'Altitudine

Analizzando la Carta dell'Altitudine nel dettaglio (Grafico 1) è facile accorgersi del fatto che la Classe 3 (montagna interna con altitudine > 600 m) occupi circa il 31% della superficie italiana e sia localizzata principalmente in prossimità della catena montuosa delle Alpi dove possiamo trovare le cime più elevate d'Italia, come il Monte Bianco (4.810 m), il Monte Rosa (4.634 m) o il Cervino (4.476 m), e si estenda lungo la dorsale appenninica per circa 1.200 km di lunghezza dal Colle di Cadibona fino in Calabria.

La Classe 2 (collina interna con altitudine compresa fra 300 m e 600 m), invece, occupa il 22,7% della superficie italiana e risulta essere fondamentalmente un'area di transizione fra la montagna interna (Classe 3) e la pianura (Classe 1).

Infine, la Classe 1 (pianura con altitudine compresa fra 1 metro e 300 m) occupa la maggior parte della superficie italiana, circa il 46,3%. Andando da Nord a Sud, da menzionare sono:

1. la Pianura Padana, la più vasta pianura italiana, che occupa una superficie di 46.000 km² e la pianura costiera adriatica (170 km circa) che comincia a sud di Ravenna, ove è larga solo un chilometro circa e si allarga verso l'interno (fino a 30 km) nelle Valli di Comacchio ed alla foce del Po, giungendo fino alle foci dell'Isonzo;
2. il Tavoliere delle Puglie che si affaccia a oriente sul Golfo di Manfredonia e termina a nord contro gli spalti del Gargano. È la seconda pianura italiana in

ordine di grandezza;

3. la Pianura salentina, la terza pianura italiana in ordine di grandezza, che si estende dalle Murge meridionali, lungo tutta la piana brindisina e la piana di Lecce giungendo fino al Capo di Santa Maria di Leuca;
4. la Piana di Catania, la maggiore pianura siciliana, compresa fra il piede meridionale dell'Etna ed il mare, lunga circa 57 km e larga in media 11 km.
5. il Campidano, la maggiore pianura sarda. Si estende da Cagliari fin oltre Oristano ed è compresa tra i due blocchi montuosi principali: il Gennargentu e l'Iglesiente.

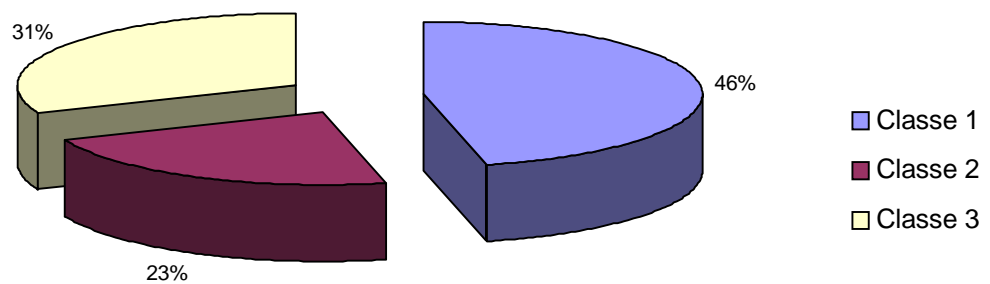
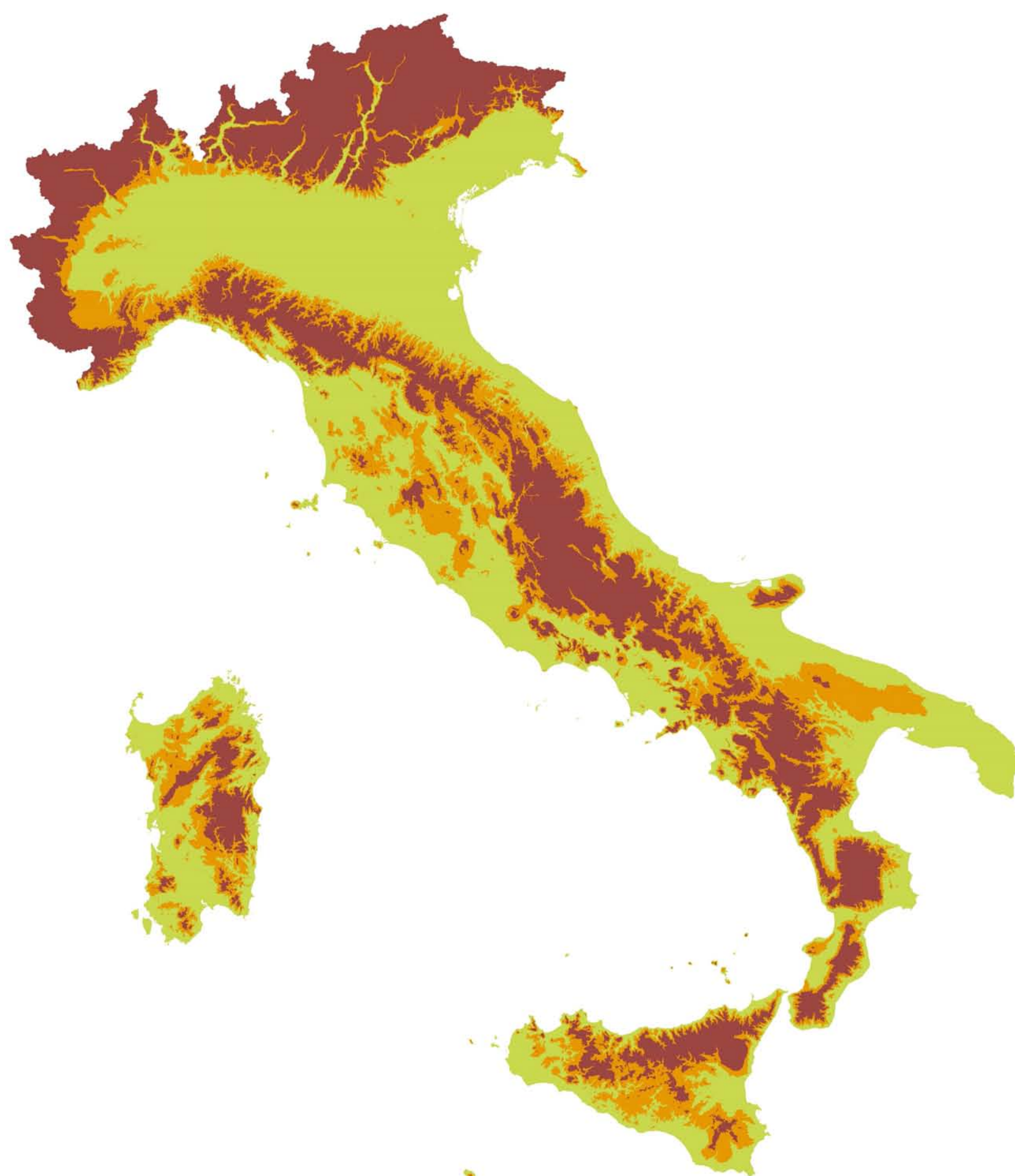



Grafico 1 - Distribuzione in percentuale delle classi altimetriche in Italia

Carta dell'Altitudine



Legenda

-  Classe 1 - Pianura
-  Classe 2 - Collina
-  Classe 3 - Montagna

1:4.000.000
0 50 100 200 300 Km



8.2 La Carta della Pendenza

Per la realizzazione della Carta della Pendenza, i dati utilizzati sono stati:

1. D.T.M. (Modello Digitale del Terreno) in formato *raster* a maglia quadrata con celle aventi dimensioni di 75m*75m dotato di una accuratezza orizzontale di 50 metri e di una accuratezza verticale di 30 metri. Il sistema di riferimento cartografico utilizzato è l'UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.
2. griglia quadrata in formato *raster* con maglie di 25 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.

La griglia quadrata in formato *raster* con maglie di 25 km² è stata utilizzata per la realizzazione di tutte le carte, in modo tale da poterle rendere omogenee, confrontabili e sovrapponibili tra loro, al fine di poter realizzare la Carta delle Aree Omogenee in Italia.

La griglia a maglia quadrata utilizzata deriva dal progetto *CORINE Land Cover 2000*. Infatti, per valutare l'accuratezza tematica della copertura *CORINE Land Cover 2000*, sono stati definiti dei punti di controllo su cui verificare le caratteristiche d'uso del suolo. Il confronto tra questi dati e le coperture *CORINE Land Cover* hanno permesso di valutare la qualità dei prodotti. Il primo insieme di punti, pari a 12.000 unità, è stato selezionato facendo uso della griglia quadrata con maglie di 25 km², definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84. All'interno di ciascuna maglia il punto di sondaggio è stato selezionato casualmente. Intorno ad ognuno dei 12.000 punti di controllo sono state create aree circolari di 50 ettari di superficie, circa 400 m di raggio (Figura 12). Per ognuna di queste aree è stato definito l'uso del suolo prevalente e quello secondario tramite foto-interpretazione della copertura di ortofoto digitali del volo IT2000. Per uso del suolo prevalente si è scelto quello che all'interno del cerchio di 400 m di raggio occupa la frazione di superficie maggiore. L'interpretazione ha permesso di definire il tipo di copertura al 3° e al 4° livello *CORINE Land Cover 2000*.

Indipendentemente da questa prima interpretazione, è stata anche effettuata l'analisi puntuale dell'uso del suolo, riferita ad un'area circolare di 40 metri di raggio nell'intorno del punto selezionato.

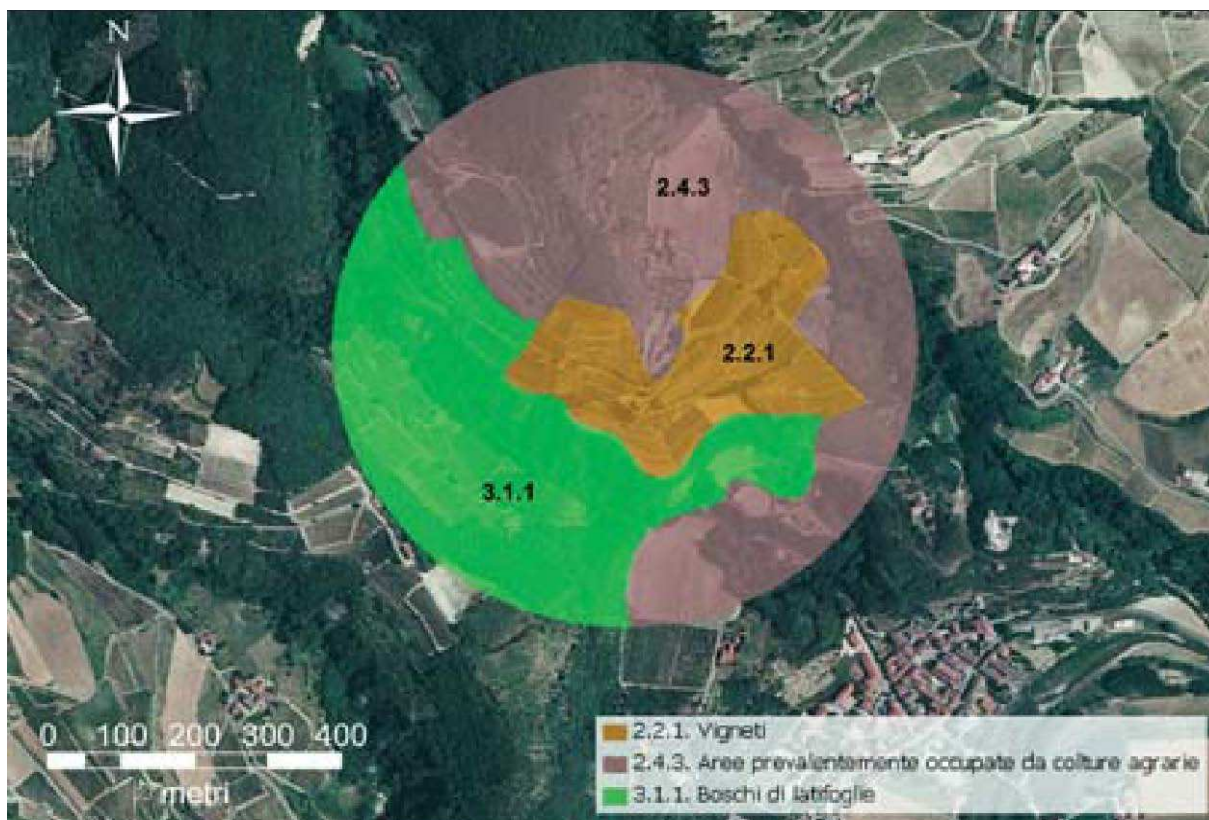


Figura 12 - Esempio di punto di verifica a terra

Analogamente a quanto fatto per la realizzazione della Carta dell'Altitudine, mediante l'ausilio del *Software ArcGis*, si è proceduto ad effettuare una riclassificazione del D.T.M. in due classi in modo tale da eliminare le celle di mare dalla procedura operativa:

1. Classe 0: altitudine pari a 0 m.
2. Classe 1: altitudine compresa tra 1 m e 4.780 m.

Partendo dal D.T.M. riclassificato, in formato *raster*, si è calcolato il valore in percentuale della pendenza nelle celle aventi dimensioni di 75m*75m e, successivamente, si è effettuata una moltiplicazione fra i valori del D.T.M. riclassificato in formato *raster* e i valori, sempre in formato *raster*, della pendenza nelle celle aventi dimensioni di 75m*75m. Mediante queste operazioni è stato possibile calcolare la pendenza, in percentuale, nelle celle a maglia quadrata del D.T.M. (Modello Digitale del Terreno) in formato *raster* escludendo le celle di mare.

Per calcolare la pendenza media in percentuale, invece, è stato necessario utilizzare l'istruzione *Aggregate*, mediante l'ausilio del *Software ArcGis*, che ne ha permesso il calcolo in una griglia a maglie quadrate avente celle di dimensioni di 150m*150m. Successivamente,

si sono andati a determinare i valori interi, sempre in percentuale, della pendenza media nelle celle aventi dimensioni di 150m*150m.

In seguito, si è effettuata una media fra i valori appartenenti alla griglia quadrata, in formato *raster*, con maglie di 25 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84 e i valori interi, sempre in formato *raster*, della pendenza media nelle celle aventi dimensioni di 150m*150m. Il risultato ottenuto è disponibile sotto forma di una tabella.

Successivamente, attraverso l'istruzione *join*, si sono messe in relazione tra di loro le righe della tabella precedentemente ottenuta con lo strato informativo della griglia quadrata con maglie di 25 km². Il prodotto ottenuto è stato convertito in *raster* e, in seguito, si è proceduto ad effettuare la classificazione in classi di pendenza. Il numero di classi "*N*" di pendenza varia generalmente da 2 a 10. Non esiste una regola generale per la scelta di "*N*"; possiamo comunque affermare che 3 classi sono poco indicative, mentre 10 classi sono di norma eccessive poiché si prestano esclusivamente al trattamento automatico (informatico) dei dati. Il numero più conveniente è di 5/6 classi. Altro problema riguarda la grandezza o l'intervallo di valori all'interno della medesima classe. L'intervallo può essere sia fisso sia variabile, la scelta si basa, in genere, sulla carta degli usi del suolo. La scelta delle classi di pendenza, utilizzata per la realizzazione della Carta della Pendenza, deriva dalla classificazione effettuata dal "Centro di Studi Fitosociologici ed Ecologici di Montpellier", in accordo con diversi autori (Guerra, Motriol, 1978):

- Classe 1: pendenza < 3% (Zona pianeggiante).
- Classe 2: pendenza compresa fra 3% e 5% (Zona con pendenza lieve).
- Classe 3: pendenza compresa fra 5% e 8% (Zona con pendenza moderata).
- Classe 4: pendenza compresa fra 8% e 15% (Zona con pendenza moderatamente accentuata).
- Classe 5: pendenza compresa fra 15% e 25% (Zona con pendenza accentuata).
- Classe 6: pendenza > 25% (Zona con pendenza molto accentuata).

Di seguito si riporta la procedura operativa precedentemente descritta (Figura 13) e la Carta della Pendenza ottenuta.

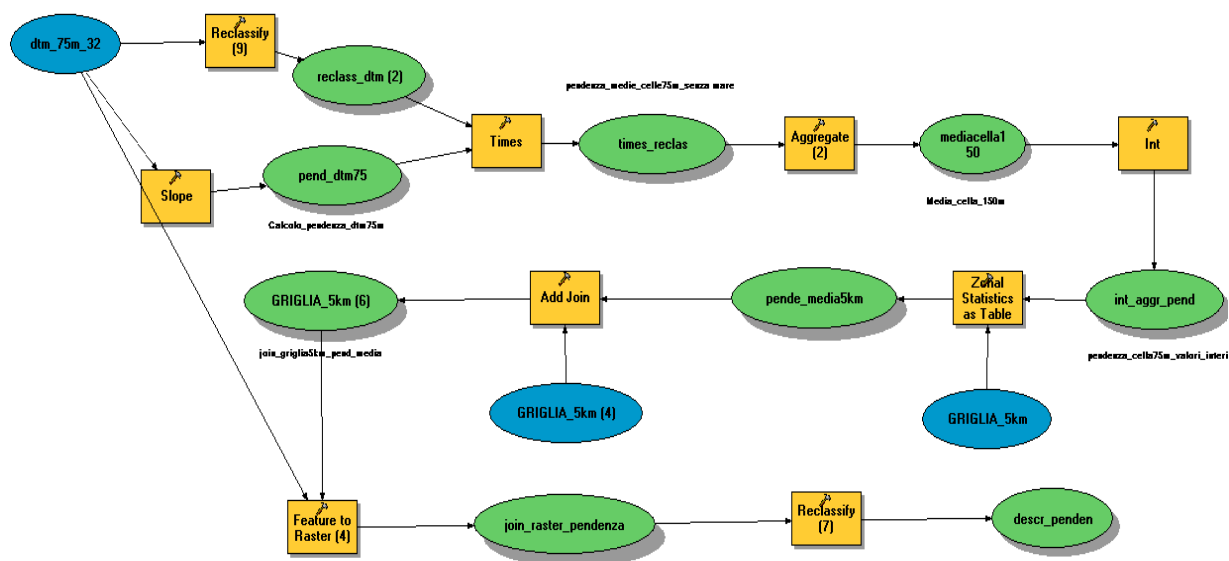


Figura 13 - Procedura operativa necessaria per la realizzazione della Carta dell'Altitudine

Analizzando nel dettaglio la Carta della Pendenza (grafico 2) e tenendo in considerazione anche la Carta dell'Altitudine descritta in precedenza, possiamo notare che le Classi maggiormente presenti sul territorio italiano siano la Classe 1 (pendenza < 3%), la Classe 5 (pendenza compresa fra 15% e 25%) e la Classe 6 (pendenza > 25%), che ricoprono rispettivamente il 25%, il 23% e il 22% della superficie totale. Le zone caratterizzate da una pendenza accentuata e molto accentuata sono localizzate principalmente lungo la catena montuosa alpina e lungo la dorsale appenninica. Al contrario la Classe 1, caratterizzata da una pendenza < 3%, è localizzata principalmente in prossimità delle grandi zone pianeggianti italiane.

Le rimanenti Classi occupano complessivamente circa il 30% del territorio italiano e risultano essere localizzate in prossimità delle zone di transizione e passaggio fra pianura e collina/montagna interna.

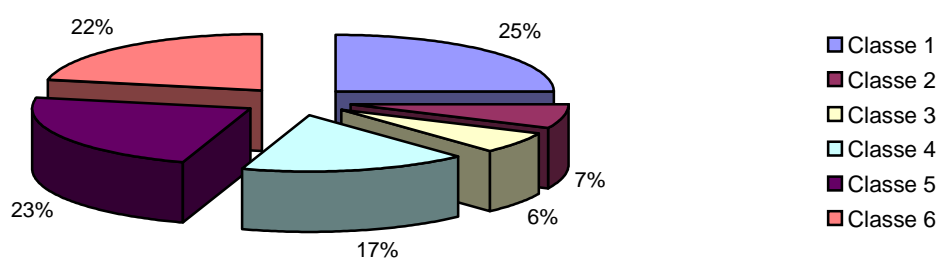
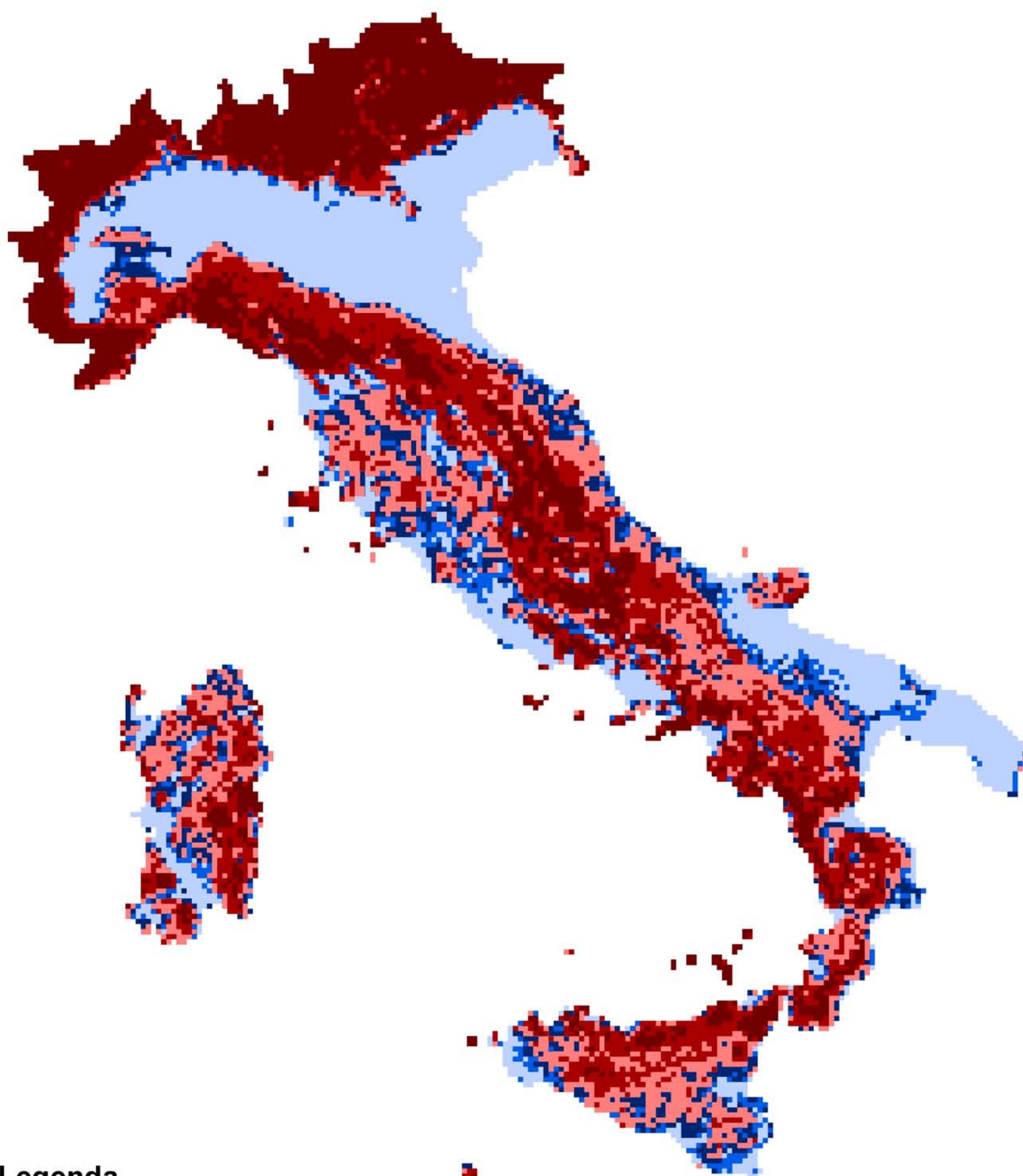








Grafico 2 - Distribuzione in percentuale delle classi di pendenza in Italia

Carta della Pendenza



Legenda

-  Classe 1 - Zona pianeggiante
-  Classe 2 - Zona con pendenza lieve
-  Classe 3 - Zona con pendenza moderata
-  Classe 4 - Zona con pendenza moderatamente accentuata
-  Classe 5 - Zona con pendenza accentuata
-  Classe 6 - Zona con pendenza molto accentuata

1:4.000.000
0 50 100 200 300 Km



8.3 La Carta della Distanza dalla Linea di Costa Verso Terra

Per la realizzazione della Carta della Distanza dalla Linea di Costa verso Terra, i dati utilizzati sono stati:

1. D.T.M. (Modello Digitale del Terreno) in formato *raster* a maglia quadrata con celle aventi dimensioni di 75m*75m dotato di una accuratezza orizzontale di 50 metri e di una accuratezza verticale di 30 metri. Il sistema di riferimento cartografico utilizzato è l'UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.
2. Linea di costa della penisola italiana, della Sicilia, della Sardegna e delle isole minori in formato vettoriale.

Il progetto di definizione della linea di costa italiana è stato realizzato da A.P.A.T. in collaborazione con *Planetek Italia* s.r.l.. Il progetto è stato finalizzato allo studio dello stato delle coste italiane e alla loro evoluzione.

In generale, per la realizzazione della linea di costa della penisola italiana è stata utilizzata la seguente banca dati:

- Ortofoto digitali a colori IT2000 relative alla copertura della costa italiana.
- Cartografia storica di riferimento I.G.M. (Istituto Geografico Militare) a scala 1:25000 in formato digitale e linea di costa da questa estratta in formato digitale vettoriale.
- Reticolo delle tavole I.G.M. 1:25.000 e delle ortofoto IT2000.
- Mappa della suddivisione del litorale nazionale per unità fisiografiche.
- Mappa dei confini comunali dei Comuni costieri di tutta Italia.
- Atlante delle Spiagge del C.N.R., specifiche IntesaGIS e ulteriori monografie disponibili.

La copertura del territorio italiano, fornita con le ortofoto digitali a colori realizzate con il volo IT2000, è stata la sorgente delle informazioni per quanto riguarda la digitalizzazione della linea di costa. La cartografia I.G.M. in scala 1:25.000 e la linea di costa sono state utilizzate per la valutazione dei tratti di costa modificati in avanzamento e in arretramento. Tutti gli altri strati informativi sono stati utilizzati come riferimento per la classificazione e codifica dei tratti di costa e per la produzione di diversi tematismi.

In primo luogo, analogamente a quanto fatto per la realizzazione della Carta dell'Altitudine e la Carta della Pendenza, sempre mediante l'ausilio del *Software ArcGis*, si è proceduto ad effettuare una riclassificazione del DTM in due classi, in modo da mettere in evidenze le celle di mare e le celle di terra:

- Classe 0: mare, altitudine pari a 0 m (valore 0).
- Classe 1: terra, altitudine compresa tra 1 m e 4.780 m (valore 1).

In secondo luogo, si è effettuato un *buffer* di 600 m dalla linea di costa e lo si è convertito in formato *raster*. Il limite di 600 m deriva dal lavoro svolto dal gruppo C.N.R.- G.N.D.C.I. che, per una spiaggia naturale, considera il limite verso terra della fascia costiera l'area di entroterra alle spalle della prima duna (avanduna), mentre per le spiagge antropizzate, generalmente prive di corpi dunosi, viene considerata un'area alle spalle della spiaggia per un'estensione variabile da un minimo di 300 m ad un massimo pari al tasso di arretramento annuo per cinquanta anni. Va, a tale scopo, notato che un'estensione pari a 300 m può considerarsi altamente cautelativa, corrispondendo ad un tasso di erosione pari a 6m/anno in 50 anni, che in ambito nazionale è estremamente raro. Tale limite risulta essere molto utile nel caso di analisi ed elaborazioni a scala regionale.

Si è, quindi, proceduto ad effettuare una riclassificazione del *buffer* di 600 m dalla linea di costa in due classi, in modo da mettere in evidenze le celle interne all'area di *buffer* da quelle esterne:

- Classe 0: celle interne all'area di *buffer* (valore 10).
- Classe 1: celle esterne all'area di *buffer* (valore 0).

In terzo luogo, si è effettuato un secondo *buffer* di 10 Km dalla linea di costa e lo si è convertito in formato *raster*. Il limite di 10 Km deriva dal progetto *Lacoast (Land cover changes in COASTal zones)* che tratta unicamente la “parte terrestre” della fascia costiera, identificando per questa ultima un limite di tipo rigido, uguale per tutti i Paesi e per tutte le tipologie costiere, posto a 10 km dalla linea di riva. Tale limite risulta essere molto utile nel caso di analisi ed elaborazioni a scala nazionale. Si è, quindi, proceduto ad effettuare una riclassificazione del *buffer* di 10 Km dalla linea di costa in due classi in modo da mettere in evidenze le celle interne all'area di *buffer* da quelle esterne:

- Classe 0: celle interne all'area di *buffer* (valore 100).
- Classe 1: celle esterne all'area di *buffer* (valore 0).

Successivamente, si è effettuata, cella per cella, la somma dei valori dei tre prodotti *raster* precedentemente ottenuti e si è effettuata una ulteriore classificazione, come descritto in Figura 14:

- Classe 0: Mare (valore 0, 100 e 110).
- Classe 1: Zona costiera *buffer* 600 m (valore 111).
- Classe 2: Zona costiera *buffer* 10 Km (valore 101).
- Classe 3: Terra (valore 1).

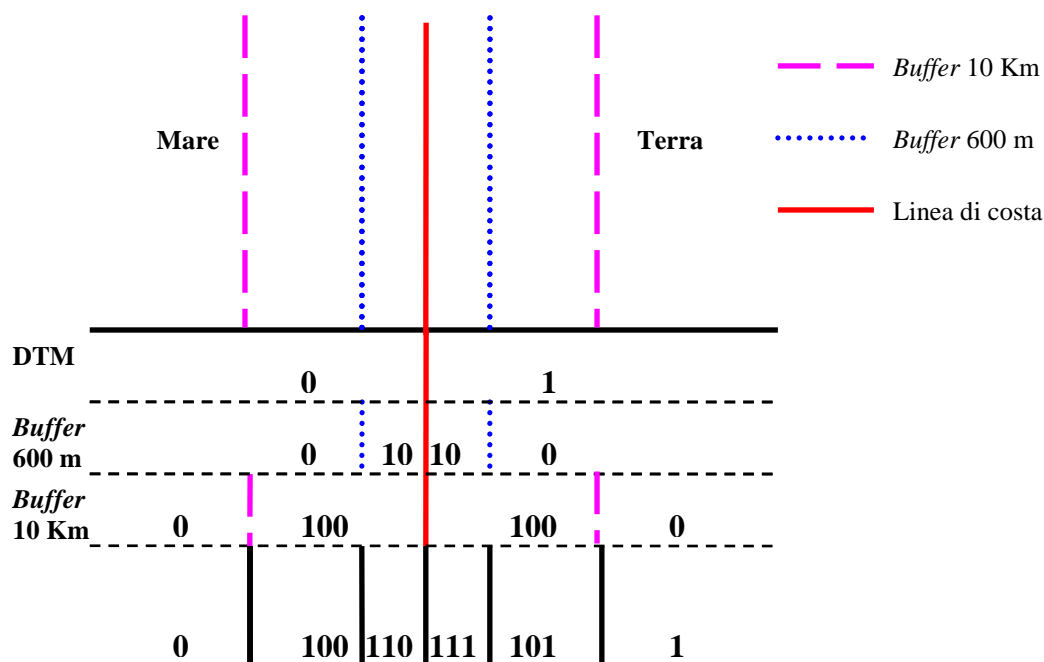


Figura 14 - Procedura utilizzata per la costruzione delle classi di distanza dalla linea di costa

Di seguito si riporta la procedura operativa precedentemente descritta (Figura 15) e la Carta della Distanza dalla Linea di Costa verso Terra ottenuta.

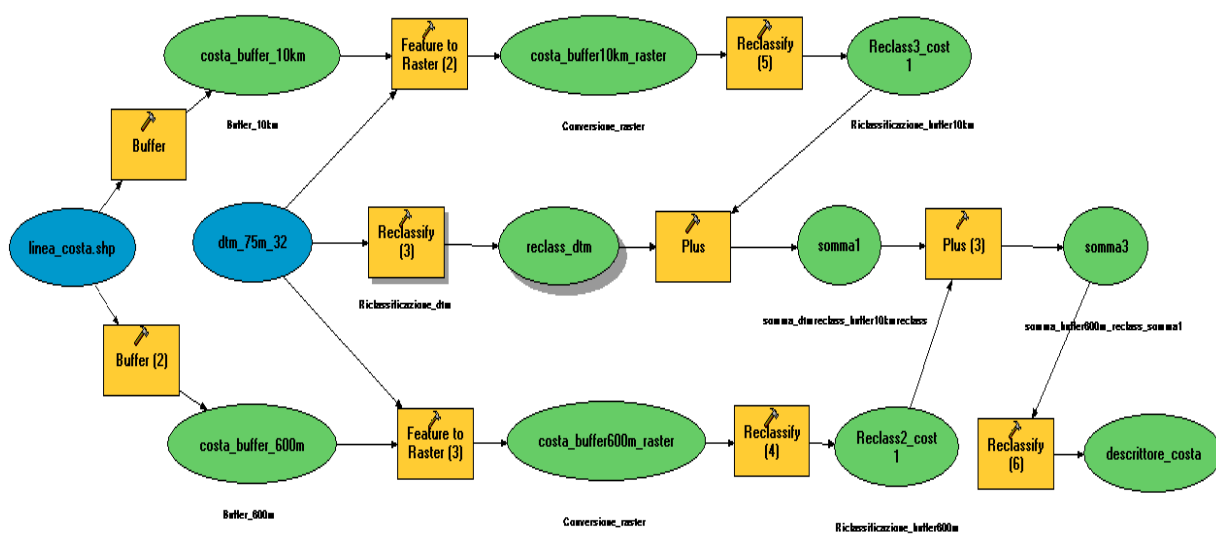


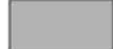


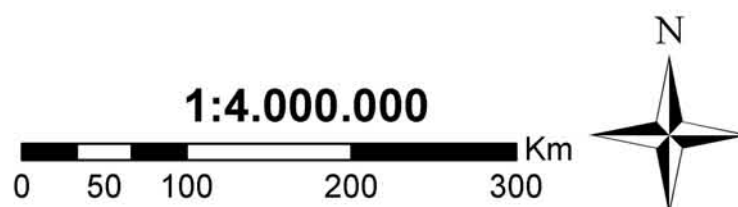
Figura 15 - Procedura operativa necessaria per la realizzazione della Carta della Distanza dalla Linea di Costa verso Terra

Carta della Distanza dalla Linea di Costa verso Terra



Legenda

-  Classe 1 - Zona costiera (buffer 600 m)
-  Classe 2 - Zona costiera (buffer 10 Km)
-  Classe 3 - Terra



8.4 La Carta dell'Uso Prevalente di Suolo

Per la realizzazione della Carta dell'Uso Prevalente di Suolo, i dati utilizzati sono stati:

1. D.T.M. (Modello Digitale del Terreno) in formato *raster* a maglia quadrata con celle aventi dimensioni di 75m*75m dotato di una accuratezza orizzontale di 50 metri e di una accuratezza verticale di 30 metri. Il sistema di riferimento cartografico utilizzato è l'UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.
2. Griglia quadrata in formato vettoriale con maglie di 1 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.
3. Copertura al 1° livello *CORINE Land Cover 2000* in formato vettoriale.

È importante ricordare che, nel 1985, il Consiglio delle Comunità Europee, con la Decisione 85/338/EEC, ha varato il programma *CORINE* (*COOrdination of INformation on the Environment*) per dotare l'Unione Europea, gli Stati associati e i Paesi limitrofi dell'area mediterranea e balcanica di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell'ambiente. Lo scopo principale dell'iniziativa è di verificare dinamicamente lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di fornire supporto per lo sviluppo di politiche comuni, controllarne gli effetti, proporre eventuali correttivi. Obiettivi secondari, ma non per questo meno validi, sono la formazione e la diffusione di standard e metodologie comuni e la promozione di contatti e scambi internazionali, onde facilitare la realizzazione d'iniziative congiunte europee.

Le priorità tematiche del programma *CORINE* sono state identificate nella definizione dei siti di maggiore importanza per la conservazione della natura (*Corine-Biotopes*), emissioni in aria (*Corine-AIR*), copertura del suolo (*Corine Land Cover*), suoli ed erosione (*Corine Erosion*), acque ed erosione costiera. I dati riferibili a queste tematiche sono stati gestiti in un sistema G.I.S. (*Geographical Information System*), unitamente ad altri dati di base, quali le linee di costa, i limiti amministrativi regionali e nazionali, le industrie, le reti di trasporto, etc.

I principali progetti realizzati nell'ambito del programma *CORINE* sono:

1. *CORINE Biotopes*,
2. *CORINAIR*,
3. *CORINE Erosion*,
4. *CORINE Land Cover*.

In particolare, l'obiettivo fondamentale del progetto *CORINE Land Cover* (C.L.C.) è di fornire al programma *CORINE* e ad ogni possibile utilizzatore interessato informazioni sulla copertura del suolo e sulle sue modifiche nel tempo. Queste informazioni devono essere per quanto possibile omogenee, compatibili e comparabili per tutti i Paesi interessati, suscettibili di aggiornamento periodico e di costo sostenibile. L'azione di sviluppo del progetto ha preso le mosse nel 1986 con un intervento pilota sul Portogallo, nel corso del quale sono state individuate e messe a punto esigenze strumentali e metodologie. Una prima versione del *CORINE Land Cover* è stata prodotta negli anni '90. Successivamente è stato lanciato, congiuntamente dalla Commissione Europea e dall'A.E.A., il progetto I&CLC2000 per l'aggiornamento della base dati *CORINE Land Cover*.

L'avvio del programma per i Paesi europei è avvenuto agli inizi degli anni '80 ed ha portato alla realizzazione della base dati C.L.C. 90, che oggi contiene le informazioni relative a 31 Paesi europei e del Nord Africa. Le informazioni sono state ricavate da foto-interpretazione di immagini satellitari ed immagazzinate in un sistema informativo geografico. Il progetto prevede la realizzazione di una cartografia della copertura del suolo alla scala di 1:100.000, con una legenda di 44 voci su 3 livelli gerarchici. La copertura *Corine Land Cover* 90 (CLC90) e i suoi successivi aggiornamenti sono riconosciuti a livello europeo quali strumenti di base per la definizione delle politiche territoriali da parte di diversi servizi della Commissione Europea, quali la DG-Politiche Regionali (*DG-Regional policy*), la DG-Ambiente (*DG Environment*) e la DG Agricoltura (*DG Agriculture*), oltre all'A.E.A. e ai nodi della rete costituita dai Centri Tematici Europei (*European Topic Centres - ETCs*). Essa inoltre rappresenta uno strato informativo di base per lo sviluppo di applicazioni o modelli di analisi spaziale su base G.I.S. finalizzati alla produzione d'informazioni complesse utili a supportare le scelte dei decisori politici a livello europeo e nazionale.

Come detto in precedenza, la finalità del progetto *Corine Land Cover* è la definizione di una base dati relativa all'uso e copertura del suolo e al monitoraggio dei relativi cambiamenti. Per raggiungere tale risultato, sono necessarie rappresentazioni dell'uso e copertura del suolo in momenti differenti: a distanza di circa dieci anni dalla prima realizzazione del *Corine Land Cover* (CLC 90), l'A.E.A. e la Direzione Politiche Regionali della Commissione hanno lanciato il progetto denominato I&CLC2000. Il progetto è stato ideato sulla base delle esperienze maturate nella prima realizzazione del *Corine Land Cover*.

Il progetto I&CLC2000, avviato nel 2000 per gli Stati membri dell'Unione Europea ed esteso nel 2001 ai Paesi in via di accesso, è composto da due componenti principali, tra di loro interconnesse:

1. Image2000, relativo all'acquisizione, orto-rettifica e mosaicatura a livello europeo e nazionale di immagini satellitari;
2. C.L.C.2000, relativo alla identificazione e classificazione del *Land Cover 2000*, aggiornamento del C.L.C.90 e derivazione del C.L.C. *Change*.

Dal punto di vista tecnico-scientifico, l'iniziativa è gestita dall'A.E.A. e dal Centro Comune di Ricerca (C.C.R.) di Ispra. L'A.E.A. è responsabile dei collegamenti con i Paesi in via di accesso e della gestione di C.L.C.2000, mentre il C.C.R. è responsabile dei collegamenti con i servizi della Commissione Europea e della componente Image2000. Le principali specifiche tecniche dei prodotti sono:

- per Image2000 le scene *Landsat* sono state orto-rettificate in modo che l'errore di posizionamento (espresso come errore quadratico medio) sia inferiore a 25 m;
- per i prodotti C.L.C. la scala nominale è 1:100.000, l'unità minima cartografata è pari a 25 ettari (equivalente in scala 1:100.000 a un cerchio di 2,8 mm o un quadrato di 5 x 5 mm) e la larghezza minima dei poligoni è 100 m (1 mm alla scala nominale);
- le coperture C.L.C. sono costituite esclusivamente da poligoni; l'accuratezza geometrica è pari a 100 m, non sono quindi ammessi scostamenti superiori ai 100 m tra le immagini tele-rilevate di riferimento e i confini dei poligoni C.L.C.

Il sistema di nomenclatura adottato per I&CLC2000, coincidente con quello di C.L.C.90, si articola in tre livelli con approfondimento crescente per un totale di 44 classi al terzo livello, 15 al secondo e 5 al primo (Tabella 6). Nella base dati C.L.C. non sono ammessi codici diversi dai 44 ufficiali, così come non sono accettate aree "non classificate".

Tabella 6 - Sistema di nomenclatura *CORINE Land Cover*

1. Superfici artificiali	1.1..Zone urbanizzate di tipo residenziale	1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo
		1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
	1.2..Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
		1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
		1.2.3. Aree portuali
		1.2.4. Aeroporti
	1.3..Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	1.3.1. Aree estrattive
		1.3.2. Discariche
		1.3.3. Cantieri
	1.4. Zone verdi artificiali non agricole	1.4.1. Aree verdi urbane
		1.4.2. Aree ricreative e sportive
2. Superfici agricole utilizzate	2.1..Seminativi	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue
		2.1.2. Seminativi in aree irrigue
		2.1.3. Risaie
	2.2..Colture permanenti	2.2.1. Vigneti
		2.2.2. Frutteti e frutti minori
		2.2.3. Oliveti
	2.3..Prati stabili (foraggiere permanenti)	2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)
		2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti
	2.4..Zone agricole eterogenee	2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi
		2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
		2.4.4. Aree agroforestali
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali	3.1.Zone boscate	3.1.1. Boschi di latifoglie
		3.1.2. Boschi di conifere
		3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie
	3.2.. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie
		3.2.2. Brughiere e cespuglieti
		3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla
		3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
	3.3. Zone aperte con vegetazione rada o assente	3.3.1. Spiagge, dune e sabbie
		3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
		3.3.3. Aree con vegetazione rada
		3.3.4. Aree percorse da incendi
		3.3.5. Ghiacciai e nevi perenni
4. Zone umide	4.1. Zone umide interne	4.1.1. Paludi interne
		4.1.2. Torbiere
	4.2. Zone umide marittime	4.2.1. Paludi salmastre
		4.2.2. Saline
		4.2.3. Zone intertidali
5. Corpi idrici	5.1. Acque continentali	5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie
		5.1.2. Bacini d'acqua
	5.2. Acque marittime	5.2.1. Lagune
		5.2.2. Estuari
		5.2.3. Mari e oceani

Ritornando alla realizzazione della carta, la procedura operativa, molto complessa e articolata, può essere schematizzata in sette punti:

1. conversione in formato *raster* della griglia quadrata con maglie di 1 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84;
2. riclassificazione del DTM in due classi in modo tale da metter in evidenza le celle di mare dalle celle di terra: Classe 0 (mare, altitudine pari a 0 m) e Classe 1 (terra, altitudine compresa tra 1 m e 4780 m);
3. moltiplicazione dei valori del DTM riclassificato in formato *raster* con i valori, sempre in formato *raster*, della griglia quadrata con maglie di 1 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84. Mediante queste operazioni è stato possibile eliminare le celle di mare dalla procedura di elaborazione della carta;
4. eliminazione dal *CORINE Land Cover 2000* in formato vettoriale della classe 5.2.3 (mari e oceani) e conversione in formato *raster*;
5. riclassificazione (Figura 16) della copertura al 1° livello *CORINE Land Cover 2000* in tre classi: Classe 1 (Urbanizzato), Classe 2 (Agricolo) e Classe 3 (Naturale e Seminaturale);

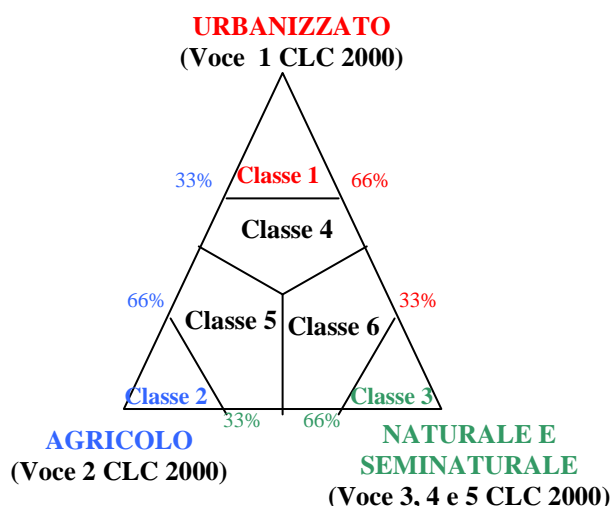


Figura 16 - Classi prevalenti di uso del suolo

6. calcolo delle statistiche e percentuali fra la copertura al 1° livello *CORINE Land Cover 2000* riclassificato in formato *raster* e la griglia con maglie di 1 km² senza le

celle di mare, in formato *raster*, definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.

Il risultato ottenuto è disponibile sotto forma di una tabella. Alla tabella ottenuta sono stati aggiunti nuovi campi essenziali per calcolare l'area, in termini di percentuale, delle classi Urbanizzato, Classe Agricolo e Naturale e Seminaturale all'interno di ogni cella di 1 km² di area. È stata aggiunta, inoltre, un'ulteriore classe necessaria per il calcolo delle classi di uso prevalente di suolo;

7. attribuzione di una classe di uso di suolo prevalente ad ogni cella di 1 km² mediante una semplice espressione scritta in linguaggio *Visual Basic*:

```
dim classe as long
If [perc1] > 0.66 Then
    classe = 1
ElseIf [perc2] > 0.66 Then
    classe = 2
ElseIf [perc3] > 0.66 Then
    classe = 3
ElseIf ([perc1] < 0.66 And [perc2] < 0.66 And [perc3] < 0.66) Then
    If ([perc1] > [perc2] And [perc1] > [perc3]) Then
        classe = 4
    ElseIf ([perc2] > [perc1] And [perc2] > [perc3]) Then
        classe = 5
    Else
        classe = 6
    End If
End If
```

Il *Visual Basic* (formalmente abbreviato V.B.) è un linguaggio di programmazione orientato agli oggetti, la cui sintassi deriva dal BASIC. Sviluppato dalla *Microsoft*, il *Visual Basic* è particolarmente noto per la sua semplicità d'uso (non utilizza formalità di punteggiatura tipica di quasi tutti gli altri linguaggi e la sintassi dei comandi segue una logica "minimalista") e il pratico accesso alle basi dati. Il *Visual Basic* è tuttora uno dei linguaggi di programmazione più utilizzati al mondo.

Di seguito si riporta la procedura operativa precedentemente descritta (Figura 17) e la Carta dell'Uso Prevalente di Suolo ottenuta.

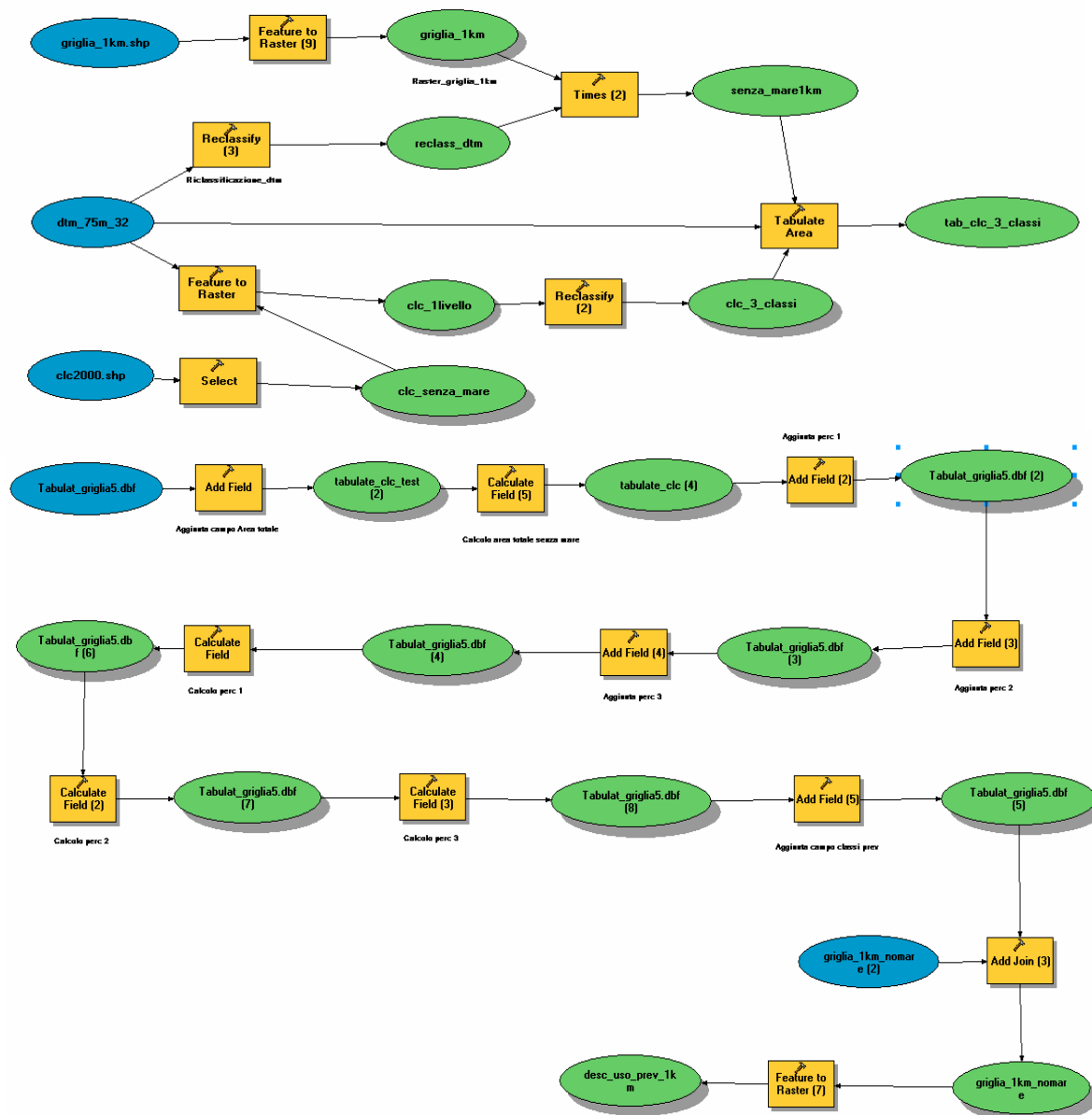


Figura 17 - Procedura operativa necessaria per la realizzazione della Carta dell'Uso Prevalente di Suolo

Analizzando la Carta dell'Uso del Suolo Prevalente (Grafico 3), appare evidente che le classi maggiormente presenti in Italia sono la Classe 2 (Agricolo) e la Classe 3 (Naturale e Seminaturale) che occupano rispettivamente il 50% e il 39% dell'intera superficie.

In particolare, la Classe 2 include superfici agricole destinate a seminativo, risaie, vigneti, uliveti, frutteti, aree agricole eterogenee (sistemi colturali e particellari complessi, aree agroforestali, etc.) e foraggiere permanenti e risulta essere localizzata prevalentemente nelle

aree pianeggianti, aventi una quota altimetrica compresa fra 1 m. e 300 m., o nelle zone caratterizzate da una pendenza soave o moderata, aventi prevalentemente una quota compresa fra 300 m. e 600 m.. La Classe 3, invece, comprende aree boscate (latifoglie, conifere, etc.), aree caratterizzate da una vegetazione di tipo arbustiva o erbacea (praterie, pascoli naturali, cespuglietti, etc.), aree aperte con vegetazione rada o assente (spiagge, dune, affioramenti, falesie, ghiacciai, rupi, etc.), zone umide (paludi, torbiere, saline, etc.) e corpi idrici (lagune, estuari, bacini d'acqua, canali, idrovie, etc.) e risulta localizzata principalmente lungo la catena montuosa alpina, lungo la dorsale appenninica e in prossimità delle aree costiere.

Importanti sono anche la Classe 1 e la Classe 4 che ricoprono circa il 5% della superficie italiana e che mettono in risalto la pressione esercitata sulle aree naturali dalle grandi superfici urbanizzate e seminaturali di tipo residenziale (a tessuto continuo e discontinuo), commerciale, industriale, estrattivo e infrastrutturale (reti stradali e ferroviarie, aeroporti, infrastrutture tecniche, etc.).

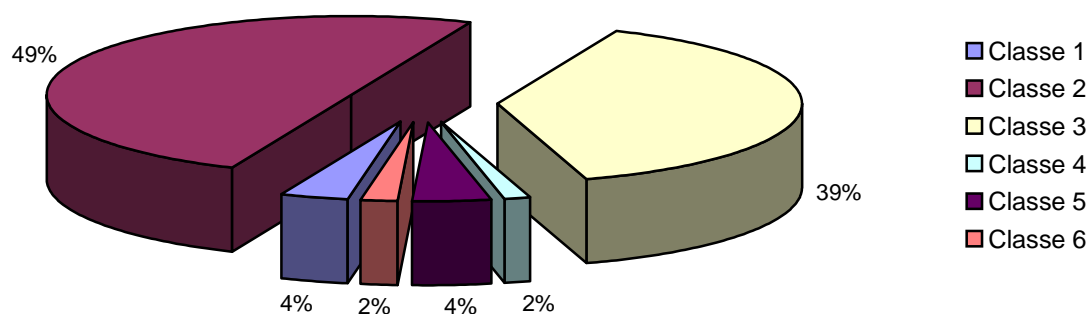
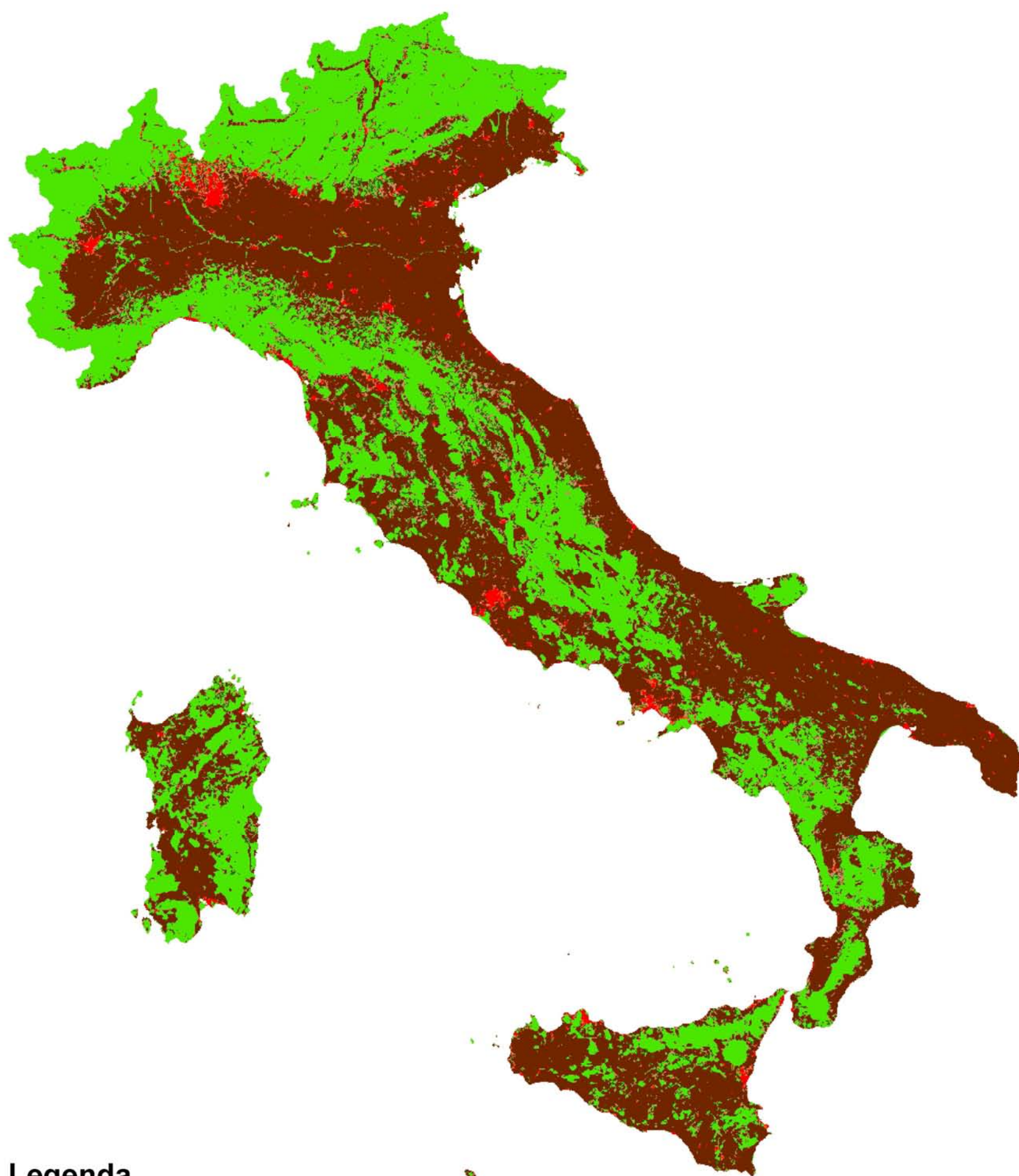








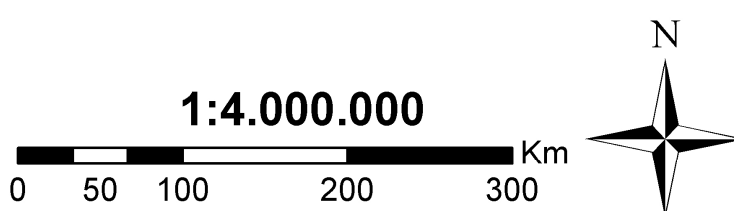
Grafico 3 - Distribuzione in percentuale delle classi di uso del suolo prevalente in Italia

Carta dell'Uso Prevalente di Suolo



Legenda

-  Classe 1 - Urbanizzato
-  Classe 2 - Agricolo
-  Classe 3 - Naturale e Seminaturale
-  Classe 4 - Misto tendente all'Urbanizzato
-  Classe 5 - Misto tendente all'Agricolo
-  Classe 6 - Misto tendente al Naturale e Seminaturale



8.5 La Carta della Vegetazione Prevalente

Per la realizzazione della Carta della Vegetazione Prevalente, i dati utilizzati sono stati:

1. D.T.M. (Modello Digitale del Terreno) in formato *raster* a maglia quadrata con celle aventi dimensioni di 75m*75m dotato di una accuratezza orizzontale di 50 metri e di una accuratezza verticale di 30 metri. Il sistema di riferimento cartografico utilizzato è l'UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.
2. griglia quadrata in formato *raster* con maglie di 25 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84.
3. copertura al 4° e al 5° livello *CORINE Land Cover 2000* in formato vettoriale.

Mediante l'ausilio del *Software ArcGis*, si è proceduto ad effettuare una conversione in formato *raster* della copertura al 4° e al 5° livello *CORINE Land Cover 2000*.

Il dato è stato utilizzato in quanto la copertura al 4° e al 5° livello rappresenta una peculiarità nazionale del progetto I&CLC2000. Il prodotto è stato realizzato come un approfondimento tematico della base dati *Corine Land Cover 2000* per alcune classi del sistema di nomenclatura *CORINE*, prevalentemente per i territori boscati e per gli altri ambienti naturali e semi-naturali. La finalità era quella di giungere, compatibilmente con l'impostazione metodologica di base del progetto I&CLC2000, ad una versione della copertura CLC2000 più dettagliata (4° livello tematico) e il più possibile compatibile con le definizioni nomenclaturali forestali ormai accettate in ambito internazionale (*Eunis Habitat Classification*, *Global Land Cover 2000*, F.A.O. *Forest Resource Assessment 2000* e I.N.F.C. *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*). Questo sistema di nomenclatura permette una caratterizzazione tematica degli ambienti forestali e semi-naturali sufficiente a supportare scelte di pianificazione territoriale, specie nel quadro di una gestione sostenibile delle risorse naturali. Come accennato in precedenza, il sistema di nomenclatura adottato per la copertura al 4° e al 5° livello è quello definito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione Protezione della Natura, nell'ambito del progetto "Completamento delle conoscenze naturalistiche di base" (ConSCN250). Limitatamente alle classi che hanno subito un approfondimento tematico, il sistema di nomenclatura è riportato di seguito. Le altre classi rispecchiano la legenda *CORINE* standard (Tabella 7)

Tabella 7 – Classi che hanno subito un approfondimento tematico al IV e V livello CORINE

2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE

2.1. Seminativi

2.1.1. Seminativi in aree non irrigue

2.1.1.1. Colture intensive

2.1.1.2. Colture estensive

2.2. Colture permanenti

2.2.4. Arboricoltura da legno

2.2.4.1. Pioppicoltura

2.2.4.2. Latifoglie pregiate (quali ciliegio e noce)

2.2.4.3. Eucalitteti

2.2.4.4. Conifere (quali pino insigne)

2.2.4.5. Impianti misti di latifoglie e conifere

3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI

3.1. Zone boscate

3.1.1. Boschi di latifoglie

3.1.1.1 Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)

3.1.1.2 Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)

3.1.1.3. Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)

3.1.1.4 Boschi a prevalenza di castagno

3.1.1.5 Boschi a prevalenza di faggio

3.1.1.6. Boschi a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)

3.1.1.7. Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche (quali robinia, e ailanto)

3.1.2. Boschi di conifere

3.1.2.1. Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)

3.1.2.2 Boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)

3.1.2.3 Boschi a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)

3.1.2.4 Boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro

3.1.2.5 Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)

3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie

3.1.3.1. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di latifoglie

3.1.3.1.1. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)

3.1.3.1.2. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)

3.1.3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)

3.1.3.1.4. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di castagno

3.1.3.1.5. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio

3.1.3.1.6. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)

3.1.3.1.7. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie esotiche

3.1.3.2. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere

3.1.3.2.1. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)

3.1.3.2.2. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)

3.1.3.2.3. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)

3.1.3.2.4. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di larice e/o pino cembro

3.1.3.2.5. Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pi-no strobo)

3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea

3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie

3.2.1.1 Praterie continue

3.2.1.2 Praterie discontinue

3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla

3.2.3.1 Macchia alta

3.2.3.2 Macchia bassa e garighe

Per quanto riguarda la tipologia delle superfici agricole utilizzate, il quarto livello ha previsto la riclassificazione delle aree agricole non irrigue (codice 2.1.1) in due classi: la 2.1.1.1 (seminativi asciutti in coltura intensiva) e la 2.1.1.2 (seminativi asciutti in coltura estensiva), intendendo nel primo caso i seminati asciutti delle zone di pianura più facilmente meccanizzabili e a maggior reddito e quindi su terreni a pendenza inferiore al 15% e nel secondo caso i seminati collinari su terreni più acclivi (pendenza maggiore al 15%) e quindi con maggiori difficoltà di meccanizzazione e meno redditizi. Tale attribuzione è stata applicata avvalendosi di un modello digitale del terreno, ma anche della conoscenza delle caratteristiche geografiche relative ad un determinato comprensorio o tipo di paesaggio.

Per le zone boscate (codici 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3) la classificazione di quarto livello è avvenuta in funzione di un criterio di prevalenza, sulla base dei valori di copertura delle varie specie o gruppi di specie. Nel caso in cui la componente di latifoglie o quella di conifere da sola non raggiunga il 75% di copertura, il soprassuolo è stato considerato misto di latifoglie e conifere.

Per le aree a pascolo naturale e praterie (codice 3.2.1) la distinzione ha riguardato la continuità o discontinuità della copertura vegetale. Se la discontinuità (aree prive di vegetazione) raggiunge il 50%, l'area è definita prateria discontinua, diversamente è definita prateria continua. Per le aree di macchia (codice 3.2.3) la distinzione si è basata sull'altezza presunta a maturità delle formazioni, a seconda che questa possa giungere o meno a 5 metri.

Nel prodotto CLC2000 4° e 5° Livello è scomparsa la classe delle aree percorse da incendio (codice 3.3.4) le quali sono state invece attribuite ad altre classi sulla base della tipologia di vegetazione presente prima dell'incendio. Per tale attività è risultata particolarmente utile la copertura di immagini Landsat 5 TM (Image90). È stata introdotta una nuova classe di terzo livello (codice 2.2.4) di "Arboricoltura da legno", così come definita nell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) in corso di realizzazione da parte del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. Rientrano in questa sottoclasse gli impianti di specie forestali specializzati per la produzione legnosa. Gli impianti devono sempre risultare inseriti nel contesto agricolo là dove occupano, più o meno temporaneamente, terreni pianeggianti o sub pianeggianti, in rotazione con altre colture agricole. Esempi classici di impianti di arboricoltura da legno sono i pioppeti, gli eucalitteti, le pinete di pino insigne e gli impianti di noce e di ciliegio specializzati nella produzione di legno. Non fanno parte di questa sottoclasse i rimboschimenti e gli impianti eseguiti con specie arboree forestali in ambienti di collina e di montagna situati al di fuori del contesto agricolo. Allo stesso modo cessano di far parte di questa sottoclasse gli impianti abbandonati

in cui non vengono più effettuate alcune pratiche agronomiche che impediscono l'insediamento di altre specie arboree ed arbustive. Per esempio, un impianto di eucalitti abbandonato ricade nella classe delle latifoglie esotiche (3.1.2.5).

Risulta molto chiaro, quindi, come l'utilizzo della copertura al 4° e al 5° livello *CORINE Land Cover 2000* sia necessario per l'individuazione degli ecosistemi maggiormente presenti in Italia. Infatti, dopo aver convertito in formato *raster* la copertura al 4° e al 5° livello *CORINE Land Cover 2000*, si è effettuata una riclassificazione ponendo l'attenzione sull'uso del suolo e sulle coperture vegetazionali esistenti. Sono state così individuate sette classi ottenendo la copertura al 4° e al 5° livello *CORINE Land Cover 2000* in formato *raster* riclassificato:

- Classe 1: latifoglie.
- Classe 2: conifere.
- Classe 3: specie esotiche, tropicali e subtropicali.
- Classe 4: ecosistemi acquatici.
- Classe 5: praterie, brughiere, macchie basse e cespuglieti.
- Classe 6: sterile.
- Classe 7: zone agricole e artificiali.

Successivamente, mediante l'ausilio del *Software ArcGis*, è stata utilizzata l'istruzione *Tabulate Area* attraverso la quale è stato possibile calcolare le zone tabulate trasversali fra due gruppi di dati in formato *raster*: la copertura al 4° e al 5° livello *CORINE Land Cover 2000* riclassificato e griglia quadrata con maglie di 25 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84. Il risultato ottenuto è disponibile sotto forma di una tabella. Alla tabella ottenuta è stato aggiunto un nuovo campo "Ecosistemi Prevalenti" necessario per calcolare i valori di prevalenza di una delle sette classe all'interno di ogni cella di 25 km² della griglia a maglia quadrata.

In seguito, attraverso l'istruzione *join*, si sono messe in relazione tra di loro le righe della tabella precedentemente ottenuta con lo strato informativo della griglia quadrata con maglie di 25 km² definita sul sistema di coordinate UTM-Fuso32Nord su Datum WGS84. A questo punto è stato possibile determinare la prevalenza di una delle sette classi di ecosistemi all'interno di ogni cella di 25 km² mediante una semplice espressione: quando l'area della classe 1 è maggiore dell'area della classe 2, 3, 4, 5, 6, 7 allora la cella di 25 km² di area ha

boschi di latifoglie come ecosistema prevalente. Il calcolo è stato successivamente applicato a tutte le celle e a tutti le classi di ecosistemi. Il prodotto ottenuto è stato convertito in *raster*.

Di seguito si riporta la procedura operativa precedentemente descritta (Figura 18) e la Carta della Vegetazione Prevalente ottenuta.

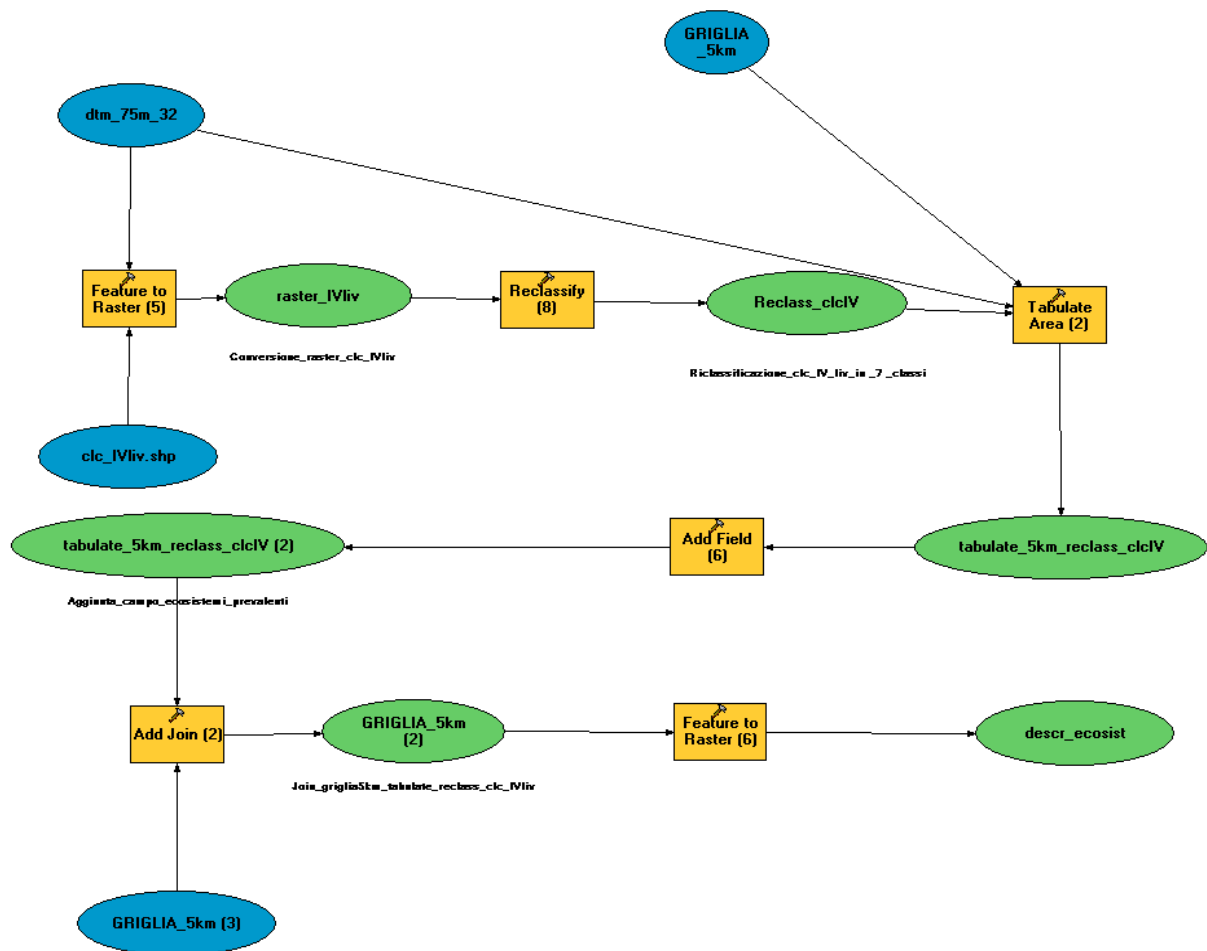


Figura 18 - Procedura operativa necessaria per la realizzazione della Carta della Vegetazione Prevalente

Analizzando la Carta della Vegetazione Prevalente (Grafico 4), è facile capire come il clima e l'altitudine influenzino direttamente la distribuzione e la diffusione delle specie vegetali. Il clima attraverso i suoi fattori (temperatura, acqua, luce, neve, etc.) condiziona notevolmente la distribuzione delle varie specie arboree

Esiste, in primo luogo, un limite montano, posto sulle Alpi tra 1.800 m. e 2.200 m., oltre il quale la vegetazione boschiva non può salire. Nella pianura, nei fondovalle maggiori e nella fascia montana inferiore, detta sub-montana, prevalgono le latifoglie (querce, castagno, frassini, aceri, ciliegi, carpini etc.). Nella fascia montana trovano ancora diffusione le

latifoglie ed in particolare il faggio, ma gradualmente compaiono, dapprima in mezzo alle latifoglie, poi sempre più diffuse fino a diventare esclusive, le aghifoglie (Abete bianco, Abete rosso, Larice, Pino silvestre). È questo il limite oltre il quale non si spingono le latifoglie.

Più in alto nell'orizzonte sub-alpino, per il processo di selezione e adattamento a condizioni sempre più rigide, le specie presenti si riducono di numero e sono esclusivamente aghifoglie (Abete rosso, Larice, Pino mugo e Pino cembro).

Merita di essere ricordata, tra i fattori del clima, l'azione della neve che crea spesso, alle maggiori altitudini, deformazioni dei tronchi per il peso e la spinta del manto nevoso e che arreca gravi danni alle chiome delle piante per l'effetto abrasivo della neve cristallizzata portata dal vento e per l'azione distruttiva delle valanghe.

Anche l'azione del vento ha una sensibile influenza sul bosco e sulle piante sia per i gravi danni che si verificano per sradicamento e stroncamento delle piante in occasione di violente bufere, sia per i danni provocati dai materiali trasportati in sospensione.

La classe maggiormente presente sul territorio italiano è la Classe 7 che occupa circa il 56% della superficie totale contenendo le zone agricole e artificiali. La Classe 1, invece, occupa circa il 20% della superficie italiana includendo i boschi di latifoglie e localizzandosi prevalentemente lungo la dorsale appenninica e in prossimità delle Alpi. A quote maggiori la Classe 1 lascia il posto alla Classe 2 (boschi di conifere), che occupa circa l'8% della superficie italiana e che risulta essere localizzata maggiormente lungo i rilievi alpini ed in prossimità delle zone appenniniche caratterizzate da una quota altimetrica maggiore di circa 1.300 metri.

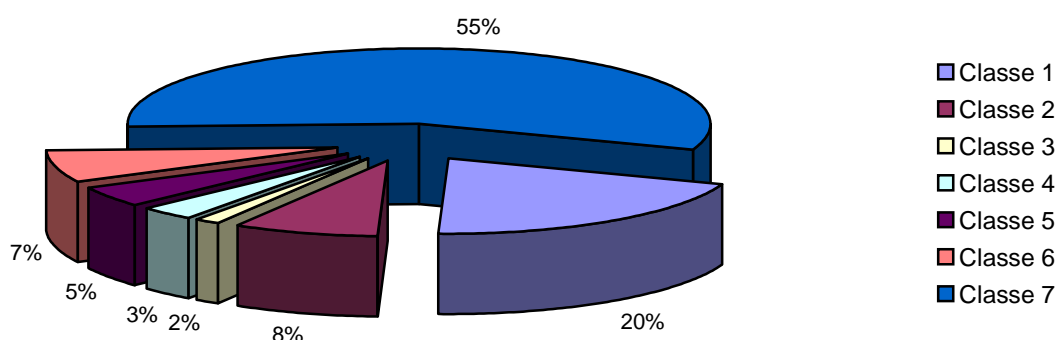
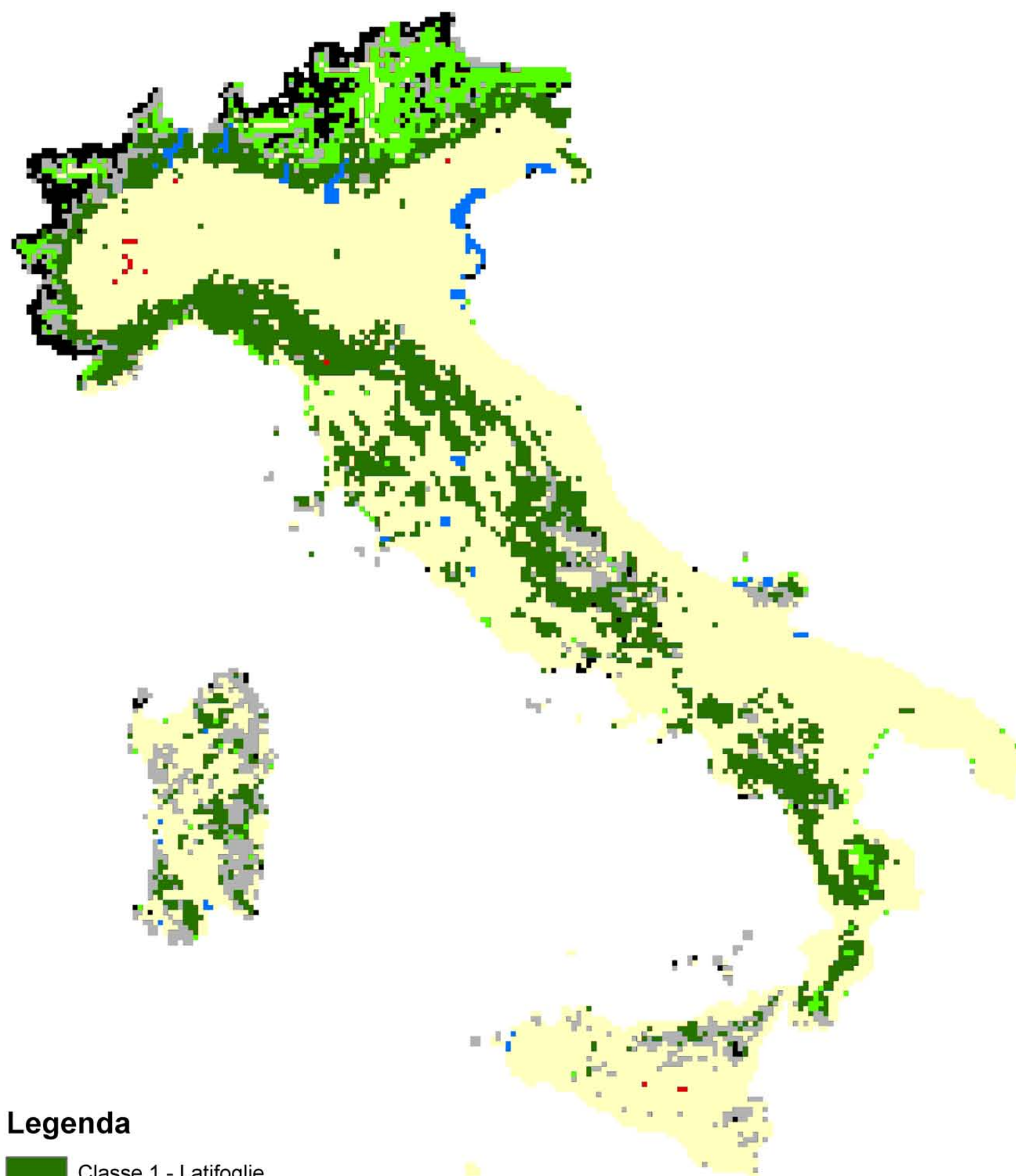









Grafico 4 - Distribuzione in percentuale delle classi di vegetazione prevalente in Italia

Carta della Vegetazione Prevalente



Legenda

-  Classe 1 - Latifoglie
-  Classe 2 - Conifere
-  Classe 3 - Specie esotiche
-  Classe 4 - Ecosistemi acquatici
-  Classe 5 - Praterie, cespuglieti, brughiere e macchia bassa
-  Classe 6 - Sterile
-  Classe 7 - Zone agricole e artificiali

1:4.000.000
0 50 100 200 300 Km



8.6 La Carta delle Aree Omogenee in Italia

Mediante la sovrapposizione delle cinque carte precedentemente descritte è stato possibile costruire una sesta carta, la Carta delle Aree Omogenee in Italia, che permette l'individuazione di aree, della stessa specie o natura, aventi determinate specificità dal punto di vista geografico, urbanistico, fisico e biologico.

Nello specifico, la procedura operativa utilizzata per realizzare la Carta delle Aree Omogenee in Italia può essere schematizzata in quattro punti:

1. utilizzazione dell'istruzione *Combine* (combinazione multipla di *raster* tale che un valore di *output* unico è assegnato ad ogni combinazione unica di valori di *input*) che ha consentito di combinare e sovrapporre tra loro, in formato *raster*, la Carta dell'Altitudine, la Carta della Pendenza, la Carta della Distanza dalla Linea di Costa verso Terra, la Carta dell'Uso di Suolo Prevalente e la Carta della Vegetazione Prevalente (Figura 19). Questa operazione ha permesso di ottenere la Carta delle Aree Omogenee in Italia in formato *raster* caratterizzata da celle aventi valori restituiti dalla combinazione lineare delle classi con cui sono state suddivise le cinque carte. La procedura ha permesso di individuare e delimitare in Italia un numero molto elevato, difficilmente leggibile e poco gestibile di aree omogenee (circa 1.200, livello III) ed ha messo in evidenza la presenza di una situazione ambientale molto frammentata ed eterogenea;

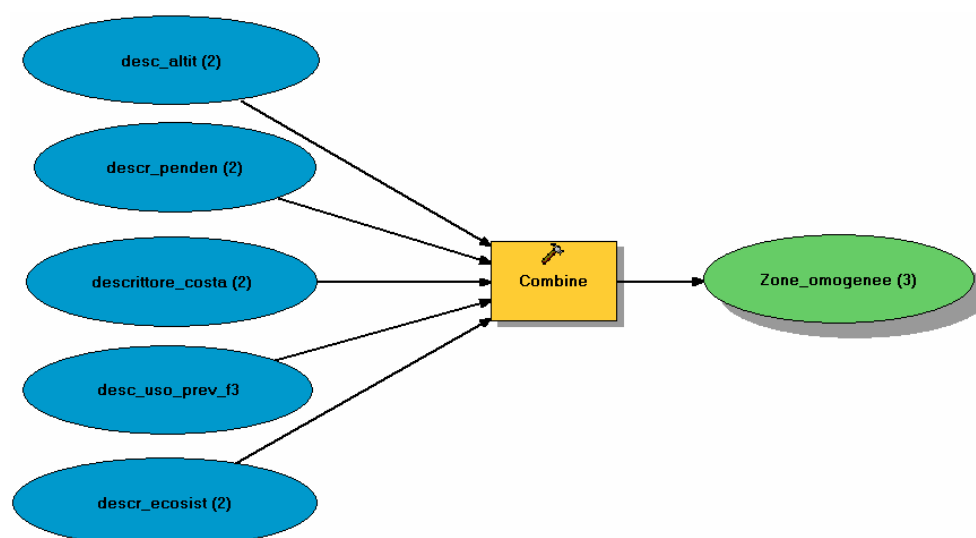


Figura 19 - Procedura operativa necessaria per la realizzazione della Carta delle Aree Omogenee in Italia

2. aggregazione gerarchica (livello II) delle circa 1.200 tipologie di aree omogenee individuate, in modo da rendere la Carta delle Aree Omogenee in Italia maggiormente leggibile e da consentire alla successiva fase di valutazione della sostenibilità ambientale di essere chiara e facilmente gestibile. L'aggregazione è stata effettuata dando la priorità, nell'ordine, all'uso prevalente di suolo, alla distanza dalla linea di costa verso terra, all'altitudine, agli ecosistemi prevalenti e, in ultima battuta, alla pendenza. L'aggregazione è stata effettuata, dal punto di vista operativo, mediante una espressione scritta in linguaggio *Visual Basic* di cui si riporta solo una parte a titolo esemplificativo:

```
Dim classe As Integer
Range("I1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(RC[-2]=1, RC[-3],R[4]C[-2])"
For i = 1 To 1262
    classe = 0
    ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
    ActiveCell.Offset(0, -2).Range("A1").Select
    Select Case (Selection)
    Case (1)
        ActiveCell.Offset(0, -1).Range("A1").Select
        Select Case (Selection)
        Case (1), (0)
            ActiveCell.Offset(0, -2).Range("A1").Select
            Select Case (Selection)
            Case (1)
                ActiveCell.Offset(0, 4).Range("A1").Select
                classe = 1
            Case (2)
                ActiveCell.Offset(0, 4).Range("A1").Select
                classe = 2
            Case (3)
                ActiveCell.Offset(0, 4).Range("A1").Select
                classe = 3
            End Select
        Case (2)
            ActiveCell.Offset(0, -2).Range("A1").Select
            Select Case (Selection)
            Case (1)
                ActiveCell.Offset(0, 4).Range("A1").Select
                classe = 4
            .....
        End Select
```

3. conversione della Carta delle Aree Omogenee in Italia in formato vettoriale;
4. unione delle classi ottenute dalla prima fase di aggregazione in 8 macro-aree omogenee (livello I): urbane e artificiali (aree che hanno un uso del suolo prevalente appartenente alla Classe 1), prevalentemente urbane e artificiali (aree che hanno un uso del suolo prevalente appartenente alla Classe 4), umide (aree che hanno una vegetazione prevalente appartenente alla Classe 4 che hanno un uso del suolo prevalente appartenente alla Classe 3 e 6), umide costiere (aree che hanno una vegetazione prevalente appartenente alla Classe 4 e un uso del suolo prevalente appartenente alla Classe 3 e 6 e una altitudine compresa fra 1 m e 600 m), umide montane (aree che hanno una vegetazione prevalente appartenente alla Classe 4 e un uso del suolo prevalente appartenente alla Classe 3 e 6 e una altitudine maggiore di 600 m), montane (aree che hanno una altitudine maggiore di 600 m), costiere (aree che rientrano nella fascia di 10 km dalla linea di costa) e altro. La procedura di unione e classificazione è necessaria e indispensabile per la successiva fase di spazializzazione degli indicatori popolati.

Tale classificazione ha l'obiettivo di rendere la lettura della carta immediata e comprensibile per i *decision maker* ed ha anche lo scopo di avvicinare alla materia i "non addetti ai lavori", in particolare il pubblico interessato.

Di seguito si riporta la schematizzazione della procedura operativa utilizzata per effettuare l'aggregazione gerarchica delle circa 1.200 tipologie di aree omogenee individuate (Figura 20) e la Carta delle Aree Omogenee in Italia ottenuta dall'unione delle classi conseguite dalla prima fase di aggregazione in 8 macro-aree omogenee (livello I).

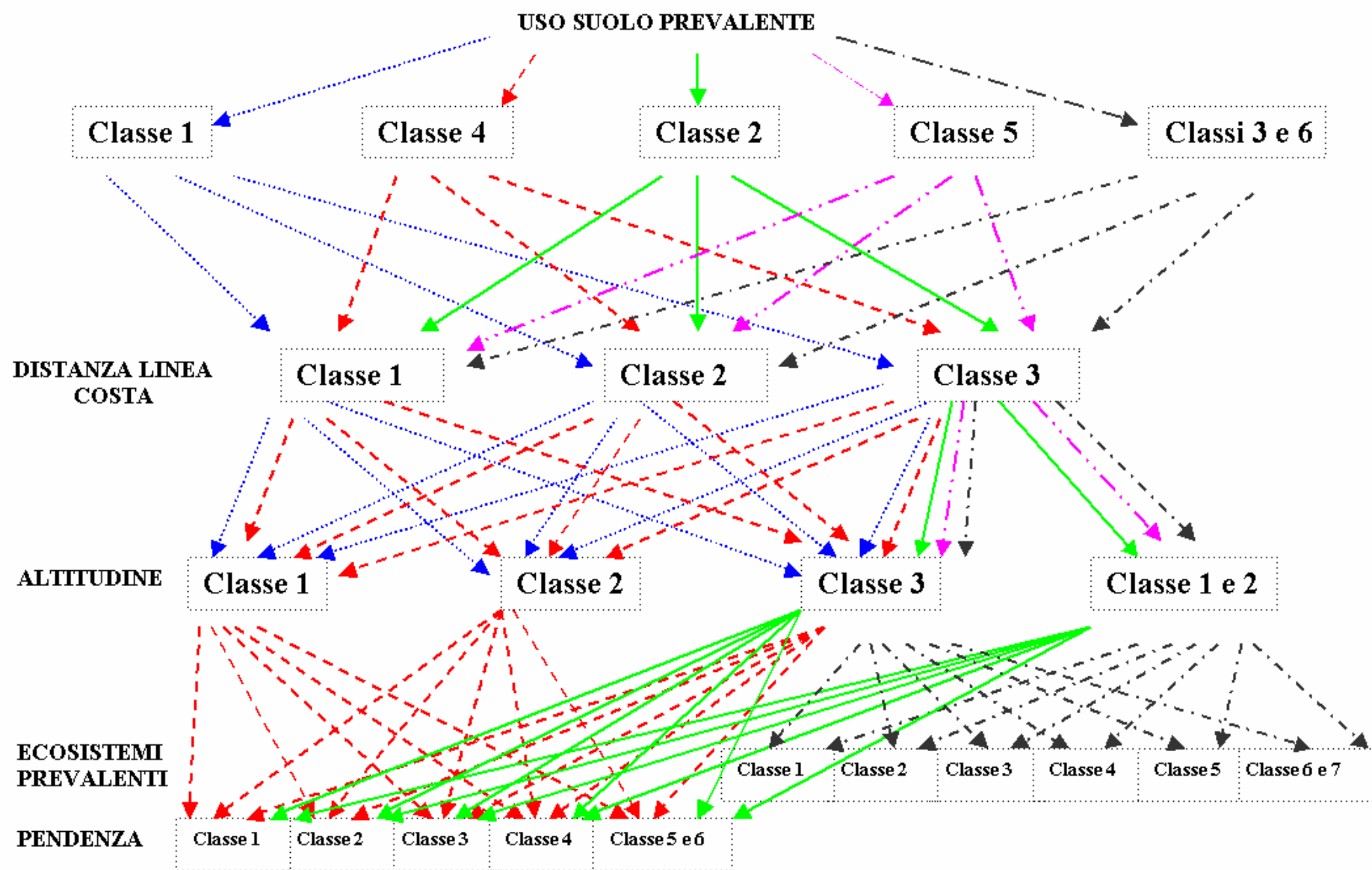
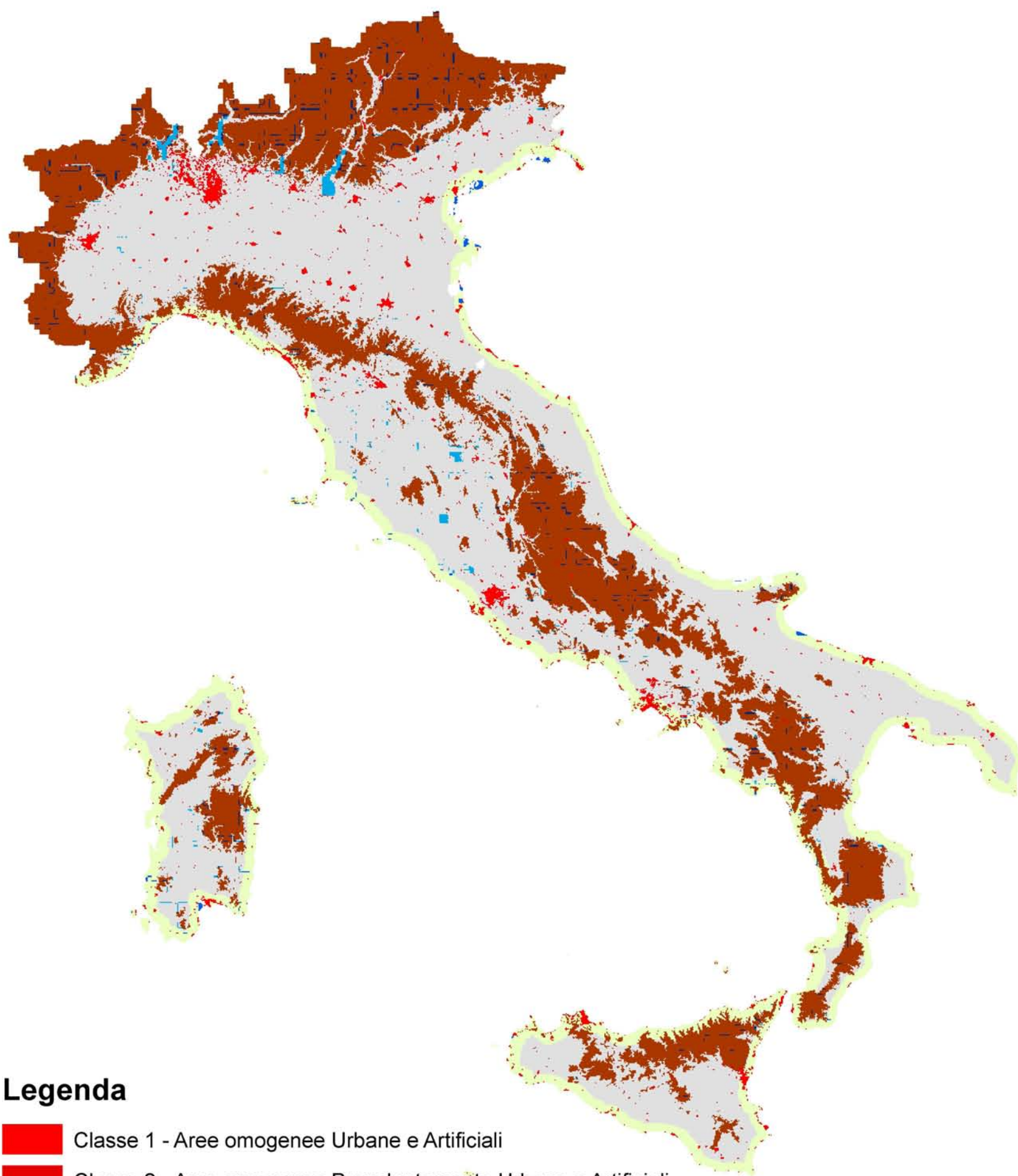


Figura 20 - Procedura operativa utilizzata per aggregare le classi di aree omogenee

Carta delle Aree Omogenee in Italia



Legenda

- Classe 1 - Aree omogenee Urbane e Artificiali
- Classe 2 - Aree omogenee Prevalentemente Urbane e Artificiali
- Classe 3 - Aree omogenee Umide
- Classe 4 - Aree omogenee Umide Costiere
- Classe 5 - Aree omogenee Umide Montane
- Classe 6 - Aree omogenee Montane
- Classe 7 - Aree omogenee Costiere
- Classe 8 - Altro

1:4.000.000
0 50 100 200 300 Km



9. Analisi e discussione dei risultati: pregi e difetti della metodologia utilizzata

Ricapitolando, la sostenibilità ambientale può essere intesa come la capacità di mantenere nel tempo qualità e riproducibilità delle risorse naturali, di preservare la diversità biologica e di garantire l'integrità degli ecosistemi. L'obiettivo generale di questa tesi consiste, come specificato nell'introduzione, nella produzione di una metodologia che possa permettere l'analisi integrata e la valutazione della sostenibilità ambientale di aree omogenee, con particolare riferimento all'uso del territorio, mediante la definizione di un *set* di indicatori comuni che possa essere adattato alla caratterizzazione ambientale di realtà territoriali di diverso tipo, quali le macro tipologie di aree omogenee.

È importante evidenziare il fatto che la suddivisione dell'Italia in aree omogenee per caratteristiche fisiche è stata necessaria, in primo luogo, per semplificare, mettere in evidenza e rendere maggiormente comprensibili e leggibili le peculiarità del territorio caratterizzato da una pluralità di ambiti territoriali, naturali e insediativi diversi, ma singolarmente omogenei per caratteristiche. In secondo luogo, ogni area omogenea, fornita di particolari caratteri e di determinate specificità, richiede l'utilizzo di indicatori caratteristici, di *target* temporali associati ad ogni indicatore e di obiettivi quantificabili per analizzare e valutare il livello di sostenibilità ambientale presente e futuro. In questo modo la sostenibilità ambientale di ciascuna area omogenea viene valutata unicamente prendendo in considerazione un sistema di indicatori specifici e nel rispetto della distanza dall'obiettivo fissato e del tempo necessario per raggiungerlo.

Al di là degli aspetti più tecnici della metodologia adottata, ciò che conta è la possibilità di leggere in modo trasparente la base dei dati e dei *target* associati ad ogni tipologia di area omogenea. L'importanza di aver caratterizzato il territorio italiano in aree omogenee sta, infatti, nella percezione netta del collegamento tra la possibilità di circoscrivere le problematiche comuni all'interno della stessa porzione di territorio e di misurare il fenomeno osservato e l'evoluzione desiderata che è oggetto delle scelte politiche con le quali vengono fissati gli obiettivi e i tempi.

La scelta di descrittori riguardanti la morfologia del territorio (altitudine, pendenza, linea di costa), l'uso prevalente di suolo, la vegetazione e gli ecosistemi prevalenti, necessari per suddividere il complesso territorio italiano in macro aree omogenee, è

stata effettuata, come è facile intuire, prestando una maggiore attenzione e cercando di mettere in risalto la componente fisica, ecologica ed ambientale del contesto di studio, anziché la componente sociale ed economica. Le motivazioni che hanno portato a questa scelta sono da ricondurre al fatto che, in primo luogo, gli aspetti sociali ed economici, essenziali per effettuare una valutazione completa, vengono presi in considerazione e messi in risalto nel momento in cui si individuano i Determinanti che generano le Pressioni e gli Impatti sulle varie componenti ambientali individuate e, in particolare, sulle aree omogenee determinate. In secondo luogo, nel presente lavoro, si cerca di analizzare e valutare la sostenibilità ambientale delle aree omogenee, piuttosto che la sostenibilità sociale o economica,.

Nello specifico, si è utilizzato un criterio puramente fisico ed ambientale per individuare, delimitare e caratterizzare le varie aree omogenee in Italia e, solo successivamente, si è aggiunta la componente sociale e la componente economica per la realizzazione di un sistema completo di indicatori basato su indici, su *trend* e su *target* per valutare la sostenibilità ambientale delle aree omogenee in Italia, in modo da costruire una metodologia capace di descriverne lo stato attuale e di consentirne il monitoraggio nel futuro.

Altra considerazione da fare è che, nella metodologia utilizzata per la caratterizzazione e la localizzazione delle aree omogenee in Italia, non sono stati introdotti e utilizzati, se non nelle fasi successive, descrittori di tipo amministrativo, come limiti comunali, provinciali o regionali. La motivazione che ha portato a questa scelta è da ricercare nel fatto che si è cercato di svincolare da precisi limiti amministrativi convenzionali il sistema territoriale italiano, caratterizzato da una molteplicità di ambiti territoriali, naturali e insediativi in cui si leggono sistemi diversi tra loro e singolarmente omogenei per caratteristiche.

I confini amministrativi, come vedremo in seguito, solo in pochi casi coincidono con i limiti delle aree omogenee, per cui molti Comuni, ad esempio, ricadono dal punto di vista morfologico e paesistico, per notevoli porzioni, in sistemi territoriali omogenei diversi.

Sicuramente la delimitazione delle aree omogenee, che deriva dalla lettura attenta di una serie di caratteristiche del territorio, ha semplificato l'analisi dei fattori peculiari del Paese ed ha permesso di articolare l'indagine mettendo in risalto le continuità ambientali o approfondendone i limiti fisici e d'uso, senza che i confini amministrativi velassero una lettura che si è voluta imparziale e non astratta o convenzionale. Le aree

individuare, quindi, sono viste come elementi omogenei a cui riferire ogni valutazione, poiché su ognuna di esse si è precisata minuziosamente ogni indagine settoriale.

L'obiettivo più generale della metodologia utilizzata è quello di fornire alle amministrazioni (Regioni, Province, Comuni, etc.), insieme alle conoscenze del proprio territorio, anche quelle delle aree confinanti e di indirizzare la pianificazione verso scelte compatibili con l'uso e la gestione di risorse sempre più scarse.

Tuttavia, non è stato possibile svincolare totalmente il sistema territoriale italiano dai limiti amministrativi convenzionali. Infatti, come evidenziato nei capitoli successivi, la maggior parte degli indicatori individuati per valutare la sostenibilità ambientale delle aree omogenee è stata caratterizzata e popolata rispetto ai limiti amministrativi comunali, provinciali o regionali. La causa è da attribuire al fatto che i dati recuperati per popolare gli indicatori sono spesso riferiti ai limiti amministrativi, piuttosto che alla molteplicità delle aree territoriali e naturali che caratterizzano il sistema Italia.

Punti di forza e di debolezza della metodologia adottata sono:

- Possibilità di poter applicare il metodo a qualunque livello di dettaglio (internazionale, nazionale, regionale, provinciale, comunale, etc.) e a qualunque tipo di realtà territoriale. Il problema è legato al fatto che la scelta di un numero elevato di descrittori suddivisi in classi pone in evidenza una quantità eccessiva di aree omogenee e risalta una realtà territoriale molto complessa, frammentata e di difficile lettura che richiede l'elaborazione di complicati criteri di aggregazione e semplificazione. Questa problematica, tuttavia, potrebbe essere vista come un vantaggio nel momento in cui la metodologia venisse applicata a realtà e ad ambiti territoriali ristretti e limitati (Provincia, Comune, Sezione Censimento, etc.), in quanto aiuterebbe le amministrazioni a individuare nel dettaglio le peculiarità del proprio territorio e ad indirizzare la pianificazione verso scelte compatibili con l'uso e la gestione di risorse.

Una possibile soluzione consisterebbe nello sperimentare il metodo su vari ambiti territoriali a differenti livelli di dettaglio, allo scopo di ricercare il numero ottimale di descrittori e di classi da utilizzare per caratterizzare il territorio in aree omogenee, così da ottenere una rappresentazione della realtà che sia sufficientemente significativa, veritiera e di facile lettura e poco frammentata e complessa.

- Possibilità di usare differenti tipi e differenti quantità di descrittori in funzione del livello di dettaglio e dell'ambito territoriale su cui si vuole lavorare. La metodologia risulta essere molto flessibile e adattabile, in quanto consente, senza perdere alcuna significatività ed efficacia, di intercambiare i descrittori in funzione delle caratteristiche dell'area oggetto di studio ed in funzione dell'obiettivo che si intende raggiungere. Se, ad esempio, la metodologia fosse stata applicata ad una singola Regione come l'Umbria il descrittore legato alla distanza dalla linea di costa verso terra non avrebbe avuto significato e sarebbe potuto essere sostituito con un altro descrittore maggiormente rappresentativo e significativo di quella realtà territoriale. Se l'obiettivo da perseguire fosse stato quello di valutare la sostenibilità economica o la sostenibilità sociale, si sarebbe potuto sostituire i descrittori fisici utilizzati con descrittori di tipo amministrativo (ad esempio, i limiti amministrativi comunali) o di tipo economico (ad esempio, il prodotto interno lordo *pro-capite*) o di tipo sociale (ad esempio, la densità di popolazione), in modo da mettere in evidenza peculiarità del territorio più consone al raggiungimento del traguardo fissato.
- Possibilità di ripetere e ripercorrere, in qualunque momento, l'intero metodo utilizzato per individuare i molteplici ambiti territoriali, naturali e insediativi omogenei per caratteristiche giungendo sempre al medesimo risultato. Il problema è legato al fatto la metodologia risulta essere molto laboriosa, complessa e di difficile attuazione per i non "addetti ai lavori", in quanto esige determinate competenze in vari settori tecnico-scientifici e informatici che richiedono molta esperienza, conoscenza e una profonda capacità di analisi e valutazione.

È importante sottolineare anche il fatto che le politiche per lo sviluppo sostenibile richiedono l'adozione di un sistema di descrittori capace di integrare la dimensione ambientale con quella sociale, economica e istituzionale. L'adozione di un sistema integrato di descrittori con riferimento ai quattro pilastri della sostenibilità consentirebbe di superare contemporaneamente tanto l'approccio prevalentemente economicistico nella valutazione della crescita del sistema economico e produttivo, quanto l'approccio prevalentemente ambientalista nella valutazione del grado di sostenibilità del sistema.

Infatti, l'esperienza di vari Paesi dimostra che l'adozione di un sistema integrato di descrittori si pone come punto qualificante tanto nella elaborazione delle strategie politiche tese allo sviluppo, quanto nella valutazione dei loro effetti. L'esperienza dimostra altresì che il sistema di descrittori, affinché si dimostri strumento utile ed efficace per circoscrivere attentamente aree della stessa specie o natura, deve tener conto delle specificità economiche, ambientali e sociali delle zone a cui fanno riferimento.

La metodologia elaborata vuole essere un contributo e una spinta alla definizione e all'aggiornamento periodico di un sistema di descrittori utili per individuare aree omogenee a qualsiasi livello di dettaglio. Al riguardo è doveroso sollecitare le Istituzioni responsabili e gli esperti ad assumere e rendere operativo un sistema di descrittori nazionale per contribuire fattivamente a questo obiettivo.

PARTE III

IL SISTEMA DEGLI INDICATORI

10. L'analisi integrata e gli indicatori: strumenti di supporto alla pianificazione

La descrizione e la quantificazione dei fenomeni rilevanti per lo sviluppo sostenibile richiede l'uso sistematico di indicatori. Un indicatore è un parametro, o un valore derivato da parametri, che fornisce informazioni sullo stato di un fenomeno, un ambito o un'area, con un significato che va oltre ciò che è direttamente associato al valore misurato od osservato. Un indicatore rappresenta un'interpretazione della realtà e non la realtà stessa e traduce dati e statistiche in un'informazione che può essere facilmente compresa da scienziati, politici, amministratori e cittadini, al fine di fornire solide basi ai processi decisionali a tutti i livelli e di contribuire a promuovere capacità di autoregolazione in senso sostenibile dei sistemi economici e ambientali. In definitiva, gli indicatori semplificano informazioni che possono aiutare a rivelare fenomeni complessi.

È importante ricordare che l'Agenzia Europea per l'Ambiente ha adottato un modello descrittivo che classifica gli indicatori in base alle modalità con le quali vengono fissati i *target*:

- Indicatori descrittivi: rappresentano misure puntuali (solitamente espresse in misure fisiche o monetarie), riferite a specifiche caratteristiche dell'ecosistema o del sistema sociale ed economico. Sono utilizzati per descrivere lo stato o l'andamento di un fenomeno, generalmente sulla base di criteri scientifici. Gli indicatori descrittivi mostrano lo sviluppo di una variabile, ma non sono connessi con un obiettivo di politica concreto.
- Indicatori di *performance*: associano a un indicatore descrittivo un parametro di riferimento, che può essere un limite normativo o un obiettivo politico, mettendo in evidenza il tasso di scostamento tra i due valori. Tali indicatori sono utilizzati quindi per monitorare e valutare l'efficacia delle politiche di sviluppo intraprese e possono essere espressi anche come misure di standard di qualità, indicando, per esempio, il numero di volte in cui la concentrazione di un inquinante ha superato i

limiti di legge. Talvolta i parametri di riferimento associati all'indicatore descrittivo propongono un confronto spaziale (*benchmarking* spaziale), tra entità amministrative simili (per esempio tra Comuni della stessa Provincia), oppure temporale, considerando un unico soggetto e la stessa entità nel tempo (*benchmarking* temporale).

- Indicatori di efficienza: legano le pressioni ambientali alle attività umane. Questi indicatori quantificano l'efficienza di prodotti e processi in termini di risorse usate, emissioni e spreco generate per unità di produzione.
- Indicatori "approssimati" o *proxy*: vengono utilizzati quando il reperimento dei dati necessari per costruire un indicatore risulta particolarmente difficile o troppo dispendioso. Forniscono un'informazione rilevante sul fenomeno, basandosi su misure diverse e studiando fenomeni correlati che possono dare indicazioni sul fenomeno da valutare.
- Indicatore globale di *welfare*: misurano il *trend* del benessere generale e globale aggregando le dimensioni ecologica, economica e sociale.
- Indicatori aggregati: aggregano, secondo parametri oggettivi, più misure riferiti a un ambito specifico (ambientale, sociale, economico, ecc.), fornendo un'informazione sintetica e semplificata. Riassumono in un unico valore lo stato o l'andamento di un fenomeno complesso, facilitandone la comprensione.

Utilizzare gli indicatori è un'attività spontanea comune a molte attività umane. Gli indicatori sono valori che si misurano e creano a loro volta valori utili per la comprensione dei fenomeni e per il corretto orientamento delle decisioni. Essi riflettono la realtà, pur se in maniera parziale ed in alcuni casi con qualche incertezza. Occorrono molti indicatori perché la complessità dei fenomeni ecosistemici ed ambientali è grande. È frequente perciò il rischio di generare confusione ed una certa disinvolta intercambiabilità tra uso degli indicatori a fini della descrizione/misurazione ambientale e uso degli indicatori a fini della descrizione/misurazione delle sostenibilità.

La sostenibilità (o la non sostenibilità) non è facilmente misurabile: essa infatti non si presenta direttamente rilevabile come se si trattasse di un fenomeno naturale descrivibile o indicizzabile o diretta conseguenza della lettura di indicatori ambientali. Tuttavia, la misurazione della sostenibilità implica necessariamente il ricorso a indicatori, standard e bilanci ambientali. Si tratta comunque per definizione di un bilancio e, quindi, di una

comparazione e di una valutazione tra il complesso delle trasformazioni, alterazioni, flussi e consumi di risorse, in atto o programmate, messe in gioco da un dato sistema di sviluppo in un dato contesto, e i tassi e le velocità di riproduzione e di rigenerazione (naturale o controllata dall'uomo) delle stesse risorse. Non solo la sostenibilità non appare sempre facilmente misurabile, ma non si è ancora trovato un accordo a livello internazionale e europeo sui suoi indicatori. Un indicatore di sviluppo sostenibile è necessariamente cosa diversa da un indicatore di stato dell'ambiente o di pressione, poiché può essere integrato su una molteplicità di fenomeni, anche non omogenei, che riflettono gli aspetti ambientali ed economico-sociali dello sviluppo.

In questi ultimi anni in Europa e negli Stati Uniti d'America, per affrontare in termini scientifici i problemi relativi allo sviluppo sostenibile ed alle analisi di sostenibilità, sono stati messi a punto vari indicatori e/o indici di sostenibilità. Si tratta di diverse famiglie di indicatori che sono in grado di dare risposte diverse, sia per quanto riguarda il tipo di analisi, sia per quanto riguarda i sistemi a cui possono essere applicati. In particolare, si tratta di indicatori di tipo energetico, ecologico, eco-economico, termodinamico e relativi ad analisi del territorio, di ecosistemi, di produzioni agricole (agro-alimentari, agro-forestali), di produzioni industriali, del ciclo dei rifiuti, dei cicli biochimici e geochimici globali (clima, acqua, etc.). Tra questi possiamo trovare, ad esempio, l'impronta ecologica (*ecological footprint*), un indicatore recentemente messo a punto da William Rees, ecologo della British Columbia University di Vancouver. L'impronta ecologica è una misura della superficie degli ecosistemi ecologici produttivi (foreste, terre agricole, pascoli, bacini idrici, etc.) necessari per sostenere a lungo termine le attività economiche e sociali di un individuo, di una particolare comunità, di un paese, di una nazione o del mondo intero. È, dunque, una misura che tiene conto dei prevalenti sistemi produttivi, delle tecnologie e dell'organizzazione sociale. L'impronta ecologica viene espressa in ettari di superficie ecologicamente produttiva.

Altro strumento che permette di misurare in modo sistematico gli effetti dell'attività umana sull'ambiente è la cosiddetta Analisi del Ciclo di Vita del Prodotto (oppure di un processo o di un'attività) o *life cycle analysis* (L.C.A.), mediante la quale si studiano gli impatti ambientali di un intero ciclo produttivo, dall'uso di materia ed energia, fino al consumo e alla gestione dei rifiuti generati da esso. Questa metodologia permette una diagnosi ambientale di tutta la storia di un prodotto, un ciclo cosiddetto "dalla culla alla tomba", vale a dire dalla sua nascita fino all'esaurimento delle sue funzioni e dei suoi effetti. Pur non potendo affermare che si tratta di una metodologia con valenza assoluta, si

può senz'altro sostenere che essa costituisce un approccio serio e concreto, capace di far individuare le azioni correttive e di verificarne l'efficacia con un rapido aggiornamento delle precedenti risultanze.

Nessuno degli indicatori qui descritti, però, è esaustivo di per sé. Spesso un'analisi integrata, con l'uso di *set* di indicatori diversi, permette risposte più adeguate e puntuali ai problemi da risolvere e porta, quindi, ad indicazioni più precise e praticamente più utili per i *decision makers*.

L'analisi integrata, a partire dalla complessità delle informazioni a vario titolo acquisite, è uno strumento di supporto alla pianificazione, d'individuazione delle criticità e delle problematiche ambientali presenti in un territorio (Bettini e Marotta, 2004). Gli indicatori ambientali costituiscono gli strumenti normalmente utilizzati per effettuare l'analisi integrata. Strutturati sulla base del modello D.P.S.I.R. (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposte), permettono di raccogliere la molteplicità delle informazioni ambientali necessarie alla valutazione del territorio, organizzandole in base alle relazioni che le caratterizzano, di valutare gli effetti sinergici delle diverse pressioni antropiche verso il contesto umano ed ecosistemico e di ottenere un giudizio quali-quantitativo delle componenti, in modo da indirizzare le scelte di pianificazione.

L'analisi integrata con l'uso d'indicatori ambientali può essere considerata lo stadio iniziale della procedura di valutazione della sostenibilità ambientale di un'area. L'ulteriore fase consiste nello sviluppo di indicatori chiave o indici, calcolati attraverso l'aggregazione di un certo numero di indicatori ambientali mediante un appropriato algoritmo di combinazione.

Nei capitoli seguenti vengono perciò descritti rispettivamente i criteri di scelta degli indicatori ambientali da utilizzare per l'analisi integrata delle zone omogenee ed il metodo scelto per l'aggregazione di tali indicatori in indici per la valutazione della sostenibilità.

10.1 I modelli P.S.R. e D.P.S.I.R.: analogie e differenze

La scelta degli indicatori ambientali da utilizzarsi in un determinato contesto è condizionata dalla verifica della coesistenza di alcune condizioni essenziali: l'indicatore ottimale deve corrispondere alla richiesta normativa, deve essere semplice, di facile interpretazione e reperibilità e deve consentire di valutare il *trend* evolutivo del fenomeno nel tempo.

Gli indicatori ambientali non solo devono poter rappresentare la qualità ambientale, ma anche individuare e descrivere le cause che hanno alterato lo stato delle risorse e i provvedimenti correttivi attuati dalla società per porre rimedio al degrado. La cruciale interazione tra stato dell'ambiente, cause del degrado ed azioni intraprese, può essere meglio compresa se gli indicatori vengono selezionati rispetto alle problematiche ambientali che destano maggiore preoccupazione a livello internazionale, europeo e nazionale e vengono organizzati secondo modelli concettuali in grado di esplicitare relazioni ed interdipendenze tra i fenomeni analizzati.

Gli schemi concettuali consolidatisi in letteratura ed attuati nel contesto europeo, con cui strutturare le informazioni ambientali per renderle più accessibili ed intelligibili ai fini decisionali ed informativi, sono quelli elaborati dall'O.E.C.D. (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) nel 1991 e dall'Agenzia Europea per l'Ambiente nel 1995. Il modello proposto dall'O.E.C.D. si è ormai affermato universalmente ed è stato applicato in numerosi studi internazionali. Si articola sinteticamente in una struttura "Pressione - Stato - Risposta" (Figura 21) che esprime la sequenza causale esistente tra azioni antropiche (Pressioni), qualità ambientale (Stato) e risposte della società per mitigare gli impatti (Risposte).

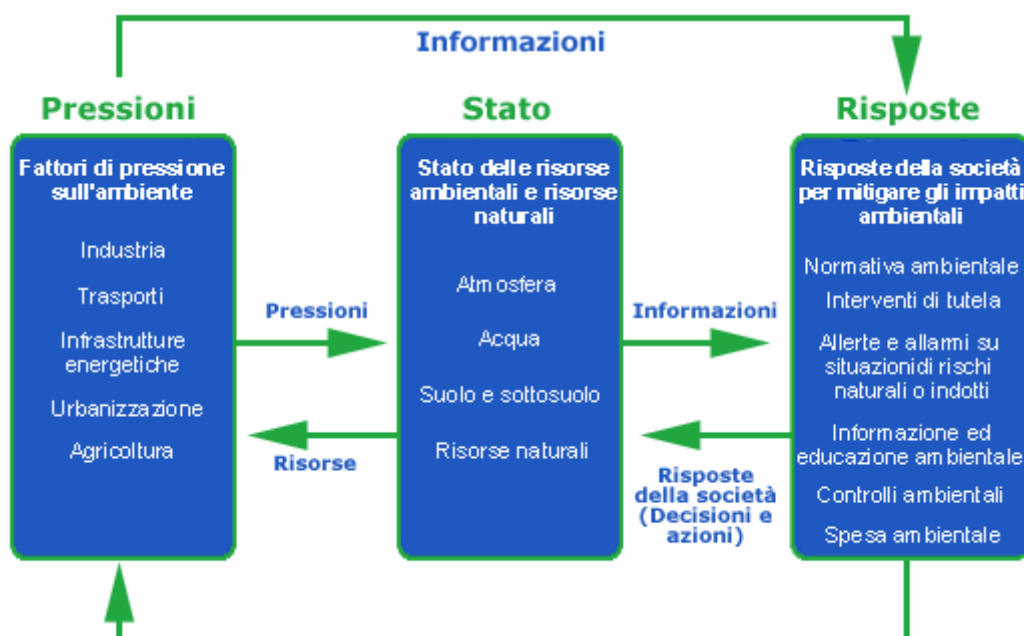


Figura 21 – Modello P.S.R. elaborato dall'O.E.C.D.

Tale schema interpretativo permette di cogliere le relazioni fondamentali che intercorrono fra il sistema ambientale e quello antropico ed esprime un modo efficace di comprendere i rapporti tra società ed ecosistema. Secondo questo schema si individuano tre categorie di indicatori (O.E.C.D.,1994):

- Indicatori di pressione: descrivono la pressione esercitata dalle attività umane sull'ambiente e sulla quantità e qualità delle risorse naturali. Attraverso questi indicatori vengono rappresentati i fattori di pressione che generano problemi ambientali, come l'esaurimento di risorse naturali a causa di un sovrasfruttamento, il rilascio di inquinanti e di rifiuti nell'ambiente, la presenza di grandi infrastrutture o la trasformazione di ecosistemi naturali. Gli indicatori di pressione presentano una particolare efficacia dal punto di vista delle politiche ambientali: non svolgono solo una funzione descrittiva, ma forniscono dei riscontri diretti sul raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalle politiche. Sono, quindi, particolarmente utili nel formulare degli obiettivi e nel valutarne il raggiungimento. Essi sono spesso utilizzati in analisi prospettiche, per valutare l'impatto ambientale di diversi scenari socioeconomici o di proposte di politica ambientale.
- Indicatori di stato: descrivono le trasformazioni qualitative e quantitative indotte nelle componenti ambientali dai fattori di pressione, misurando le condizioni e le variazioni qualitative e quantitative delle risorse ambientali. Essi includono, ad esempio, misure della qualità dell'aria in ambiente urbano, della concentrazione di ozono nella troposfera, dello *stock* di risorse naturali. Occorre sottolineare che la distinzione tra indicatori di stato e di pressione non è sempre agevole, così come il rilevamento delle condizioni ambientali può non essere possibile per ragioni tecniche ed economiche. Ecco perché spesso si utilizzano indicatori di pressione per dare una misura indiretta della qualità dello stato.
- Indicatori di risposta: descrivono gli sforzi con cui la società nel suo complesso, o date istituzioni (ai diversi livelli territoriali), rispondono ai problemi ambientali e si riferiscono ad azioni individuali o collettive per mitigare, adattare o prevenire gli impatti negativi sull'ambiente indotti dall'azione umana, oppure bloccare o riparare i danni inflitti all'ambiente.

Questa categoria di indicatori misura i progressi fatti nel rispetto di normative ambientali, ma non informa su ciò che sta accadendo all'ambiente. Se da un lato, gli

indicatori di pressione sono in gran parte già stabiliti, dall'altro gli indicatori di risposta mancano ancora di una solida base di definizione. L'attenzione su questo tipo di indicatori è infatti relativamente recente, così come è di recente interesse anche la risposta che la società deve dare agli svariati aspetti del problema ambientale.

Sulla base di questo modello è possibile organizzare gli indicatori ambientali rispetto a diversi temi. Essi possono essere considerati singolarmente, oppure a più livelli di aggregazione. Poiché a seconda della scala di analisi sono diversi i fenomeni da monitorare, nel predisporre le liste di indicatori rispetto a tematiche differenti occorre formulare ed utilizzare indicatori specifici per ogni scala. Il modello dell'O.E.C.D., pur essendo quello più diffuso, non è stato esente da critiche: a causa della sua linearità, gli si attribuisce una scarsa flessibilità ed incapacità nel descrivere fenomeni ambientali connessi a complessi legami retroattivi non lineari.

Il modello concepito nel 1995 dall'Agenzia Europea dell'Ambiente per la costruzione e l'organizzazione di nuovi indicatori è, invece, il modello D.P.S.I.R. "Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposte". Tale modello è nato in seguito al riconoscimento dell'incapacità del modello P.S.R. dell'O.E.C.D. di identificare e di tenere conto di quei fattori, poco controllabili e difficilmente quantificabili, che hanno un'incidenza rilevante ma indiretta nel determinare le condizioni ambientali. Vengono introdotti fattori che sono legati alle attività umane (*trend* economici, culturali, settori produttivi) classificati nel modello come "*Driving Forces*", ovvero "Fattori trainanti" (o "Determinanti" o "Fonti di pressione"). Il riconoscimento del ruolo decisivo da loro svolto nel determinare le condizioni ambientali nel lungo periodo ha indotto gli esperti dell'Agenzia Europea dell'Ambiente a fare un'ulteriore distinzione rispetto al modello dell'O.E.C.D.. Le pressioni sull'ambiente sono distinte dagli impatti, intendendo con essi i reali effetti prodotti sulle componenti ambientali dalle complesse interazioni causali delle prime.

Lo schema si propone come una struttura di riferimento generale, un approccio integrato nei processi di *reporting* sullo stato dell'ambiente effettuati a qualsiasi scala geografica. Esso è principalmente un approccio concettuale per sintetizzare e rappresentare la complessità delle dinamiche ambientali, senza comunque perdere la propria flessibilità, che consente di percorrere agevolmente le informazioni, dalle cause agli effetti e viceversa, secondo una struttura a *feedback*. Esso mira a rappresentare l'insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano un qualsiasi tema o fenomeno ambientale, mettendolo in relazione con l'insieme delle politiche esercitate verso di esso.

In conformità al modello D.P.S.I.R. (Figura 22), l'informazione ambientale è perciò acquisita attraverso:

- Indicatori di “*driving forces*”: identificano i fattori sottesi e connessi al *trend* di sviluppo (attività e comportamenti umani derivanti da bisogni individuali, sociali, economici, ovvero stili di vita e processi economici, produttivi e di consumo da cui si originano pressioni sull'ambiente) che influenzano le condizioni ambientali. Essi sono utili per individuare le relazioni esistenti tra i fattori responsabili delle pressioni e le pressioni stesse e per aiutare i decisori nell'identificare le fonti attive negative su cui intervenire per ridurre le problematiche ambientali.
- Indicatori di pressione: individuano le pressioni esercitate sull'ambiente in funzione dei determinanti, cioè le variabili direttamente responsabili (o quelle che possono esserlo) del degrado ambientale. Sono utili per quantificare le cause delle modificazioni ambientali.
- Indicatori di stato: rappresentano le qualità dell'ambiente e delle risorse ambientali (qualità legate a fattori fisici, chimici, biologici, naturalistici, economici) che occorre tutelare e difendere. Gli indicatori di stato sono descrittivi: delineano le condizioni in cui versa l'ambiente all'istante considerato e servono per valutare il reale grado di compromissione dell'ambiente;
- Indicatori di impatto: rappresentano i cambiamenti significativi dello stato dell'ambiente che si manifestano come alterazioni delle risorse naturali, della salute umana e delle *performance* sociali ed economiche. La loro principale funzione è quella di rendere esplicite le relazioni causa-effetto tra pressioni, stato ed impatti.
- Indicatori di risposta: rappresentano azioni adottate per fronteggiare gli impatti e indirizzate ad una qualsiasi fase del D.P.S.I.R. (fonte, pressione, stato, impatto o anche una risposta pregressa da correggere). Le risposte possono assumere la forma di obiettivi, di *target* di programmi, di piani di finanziamento, di interventi, di priorità, di standard, di indicatori da adottare, di autorizzazioni, di verifiche, di controlli, etc. Tali indicatori esprimono gli sforzi operativi compiuti dalla società (politici, decisori, pianificatori, cittadini) per migliorare la qualità della vita e dell'ambiente

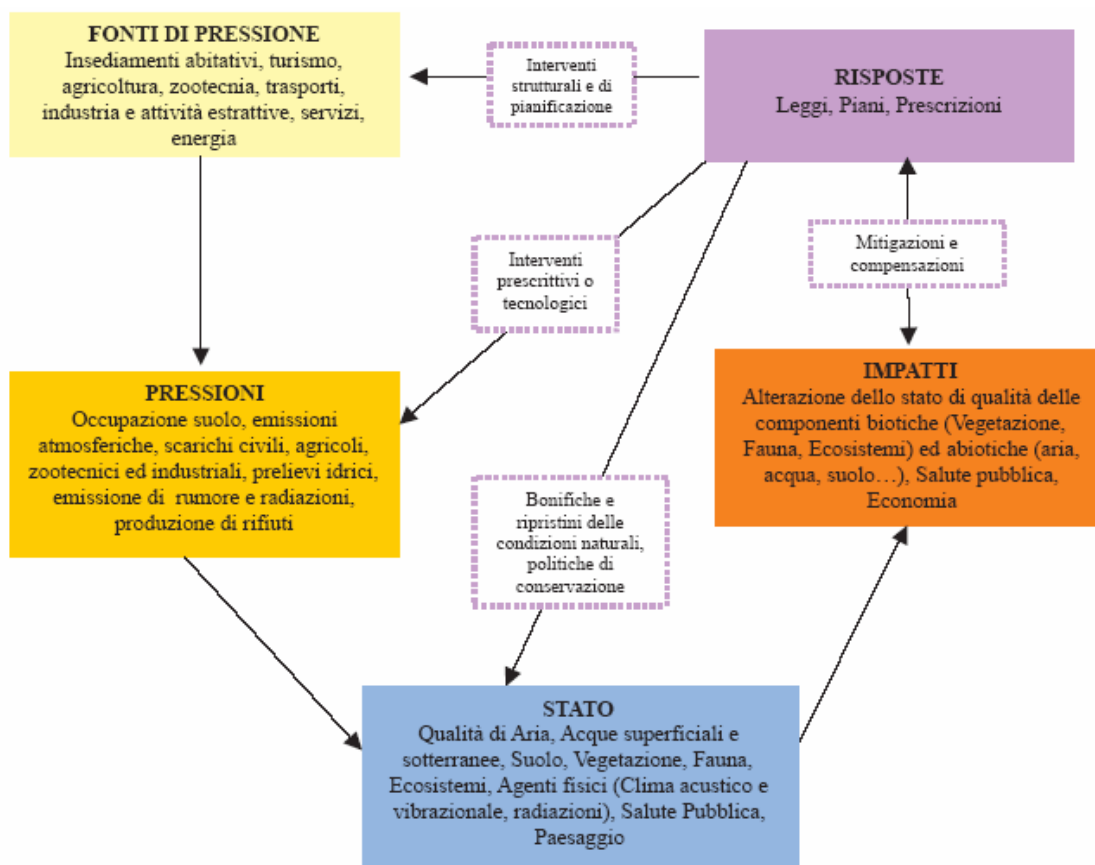


Figura 22 - Modello D.P.S.I.R. elaborato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente

Come emerge dallo schema presentato, il metodo D.P.S.I.R., integrando una varietà di informazioni, consente di effettuare confronti tra realtà anche molto diversificate. Esso rappresenta un utile sistema di aggregazione di dati ambientali, in quanto è strutturato secondo una logica a *feedback*: una volta noti gli impatti sulle componenti ed i *trend* evolutivi del loro stato di qualità, è possibile ripercorrere i rapporti che legano le cause determinanti l'impatto con i relativi effetti. Si può intervenire, pertanto, in corrispondenza dei diversi livelli dello schema mediante l'applicazione di opportune risposte che generalmente discendono da decisioni e strategie politiche:

- a livello dei Determinanti, attraverso atti pianificatori volti ad organizzare secondo un'ottica sostenibile le diverse attività umane che generano pressioni sul territorio;
- a livello delle Pressioni, ricorrendo ad interventi prescrittivi o tecnologici volti all'utilizzo delle migliori tecniche a disposizione, al fine di ridurre al massimo le pressioni che interferiscono con le componenti ambientali compromettendone la qualità;

- a livello dello Stato, realizzando bonifiche volte a recuperare un'area o una componente ambientale specifica compromessa a causa di pregresse azioni antropiche o condizioni critiche legate allo stato naturale di una risorsa;
- a livello degli Impatti, intervenendo con azioni mitigative volte a ridurre al minimo gli impatti su una specifica componente, oppure con azioni volte a compensare i danni derivanti da attività umane;
- a livello di Risposte, indicando nuove proposte di intervento o ricalibrando gli interventi la cui applicazione non è risultata efficace.

11. L'individuazione delle componenti ambientali e la strutturazione del modello D.P.S.I.R.

In questi ultimi anni gli indicatori ambientali hanno dimostrato di essere uno strumento molto utile nei diversi procedimenti di valutazione. In particolare, si è adottato, come detto in precedenza, lo schema D.P.S.I.R. per l'aggregazione delle informazioni in possesso, al fine di svolgere al meglio ed in modo organizzato la funzione di supporto tecnico e scientifico alle Autorità Competenti, il cui ruolo di amministratori locali comporta la responsabilità di decidere politiche di azioni e strategie mirate alla gestione sostenibile del territorio.

Questa parte del lavoro è dedicata all'analisi delle componenti ambientali: viene inizialmente presentata una descrizione generale della componente presa in esame e vengono quindi indicate le informazioni necessarie alla valutazione della componente stessa.

Le componenti ambientali prese in considerazione sono state individuate prendendo spunto dal D.P.C.M. 377/88, "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale" e caratterizzate secondo i contenuti dell'art.5 del D.P.C.M. 27/12/1988, "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377". Le componenti ambientali individuate sono:

1. Atmosfera,
2. Ambiente Idrico (Acque Superficiali e Sotterranee),
3. Litosfera (Suolo e Sottosuolo),
4. Vegetazione e Flora,
5. Fauna,
6. Rumore e Vibrazioni,
7. Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti,
8. Paesaggio,
9. Rifiuti.

L'analisi delle componenti è organizzata secondo lo schema D.P.S.I.R. (descrizione delle caratteristiche dello stato della componente, individuazione delle fonti e delle pressioni da esse generate, elenco dei principali impatti potenziali e possibili risposte).

11.1 Atmosfera

L'analisi della componente atmosfera è stata effettuata secondo il modello D.P.S.I.R. come illustrato in figura 23.

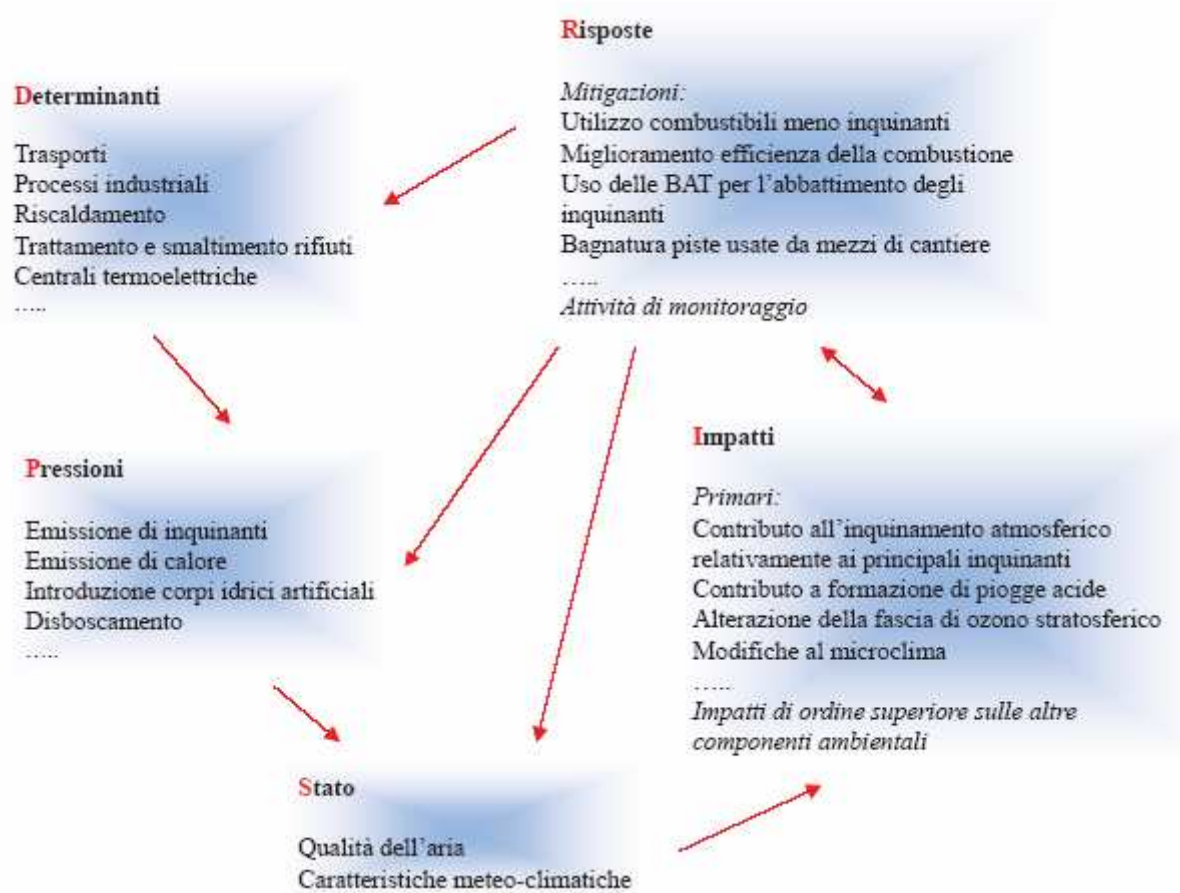


Figura 23 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Atmosfera.

La descrizione dello stato deve comprendere informazioni relativamente allo stato di qualità dell'aria nell'ambito spaziale di riferimento e alla caratterizzazione dello stato fisico (condizioni meteo-climatiche).

Possibili fonti di informazione ai fini della caratterizzazione della qualità dell'aria esistente sono rappresentate da dati in possesso delle Amministrazioni pubbliche che

gestiscono reti di monitoraggio sul territorio (occorre, a tale proposito, verificare l'esistenza di stazioni di monitoraggio atmosferico rappresentative della qualità dell'aria nel sito di progetto), oppure da studi ambientali esistenti. In alternativa, è possibile fare ricorso alla realizzazione di apposite campagne di monitoraggio e/o alla modellistica, qualora non esistano stazioni di monitoraggio rappresentative della qualità dell'aria nel sito oggetto di studio o tali stazioni non siano equipaggiate per il monitoraggio di tutti gli inquinanti di interesse, oppure non esistano dati di letteratura, provenienti ad esempio da altri casi di studio.

La descrizione dello stato fisico dell'atmosfera, invece, è orientata alla definizione di parametri quali il regime anemometrico, regime pluviometrico, condizioni di umidità dell'aria, termini di bilancio radioattivo ed energetico. Dovranno pertanto essere raccolti dati meteorologici convenzionali (temperatura, pressione, precipitazioni, umidità relativa, velocità e direzione del vento) riferiti ad un periodo di tempo significativo, nonché eventuali dati supplementari (radiazione solare, stabilità atmosferica, altezza dello strato rimescolato, etc...).

La conoscenza delle condizioni meteo-climatiche dell'area oggetto dell'intervento, unitamente alle caratteristiche della sorgente e all'orografia del territorio, consente di disporre di informazioni necessarie per l'utilizzo di modelli di diffusione degli inquinati in atmosfera. Tale conoscenza risulta pertanto un requisito fondamentale al fine della stima dell'entità degli impatti.

Per quanto riguarda gli impatti, occorre effettuare, in primo luogo, un'analisi volta ad individuare le possibili fonti di impatto nelle diverse fasi di cui si costituisce un progetto. Oltre alle fonti strettamente riconducibili al progetto è necessario considerare, inoltre, eventuali altre sorgenti già presenti nell'area ristretta e vasta, cui si va a sommare l'opera in questione. Infatti, l'introduzione di una nuova sorgente emissiva in situazioni già critiche dal punto di vista della qualità dell'aria potrebbe comportare il superamento, da parte di alcune sostanze inquinanti, dei limiti imposti dalla normativa di riferimento e non essere pertanto ritenuta compatibile con una situazione territoriale già in parte compromessa.

Le fonti di emissione in atmosfera si distinguono in:

- puntuali, ovvero sorgenti geograficamente localizzabili, quali ad esempio i camini degli impianti industriali. Per caratterizzare una sorgente puntuale, occorre disporre di informazioni relativamente a flussi di massa degli inquinanti emessi, temperatura

e velocità di uscita dei fumi, caratteristiche del camino (altezza, diametro);

- diffuse, cioè distribuite uniformemente sul territorio, quali ad esempio le fonti di riscaldamento domestico o le aree agricole;
- lineari, quali ad esempio le infrastrutture viarie. Per la caratterizzazione delle emissioni provenienti dal traffico, occorre disporre di informazioni relative alle dimensioni e composizione del parco circolante, alle caratteristiche della circolazione e ai fattori di emissione dei singoli composti presi in considerazione.

Le pressioni generate dalle attività progettuali possono provocare impatti diretti o indiretti sulla componente atmosfera. Si parla di impatti diretti quando gli effetti sono direttamente riconducibili alle fonti di pressione che li hanno prodotti. Gli impatti indiretti sono il risultato di pressioni generate dalle attività progettuali su altre matrici ambientali ma che, a causa del sistema complesso di interazioni che regola i rapporti tra le componenti, producono effetti di secondo ordine o di ordine superiore sull'atmosfera. A sua volta, ogni alterazione dello stato chimico o fisico della componente in esame genera una serie di effetti che interessano altre componenti ambientali, quali l'ambiente idrico, il suolo, la vegetazione, la fauna, gli ecosistemi, la salute pubblica, i beni materiali. I principali effetti diretti ed indiretti esercitati dalle fonti di pressione sulla componente in esame sono:

- contributo all'inquinamento atmosferico relativamente ai principali inquinanti atmosferici. L'impatto consiste nell'aumento di concentrazione dei principali inquinanti atmosferici (CO, NO_x, SO₂, polveri, etc.);
- contributo alla produzione di piogge acide per immissione di ossidi di azoto e/o di zolfo. Gli ossidi di azoto e di zolfo, oltre ad avere effetti tossici diretti nei confronti dell'uomo e della vegetazione, sono i maggiori responsabili delle piogge acide. Tali composti, infatti, vengono trasformati in atmosfera in acido nitrico e solforico che vengono successivamente rimossi attraverso processi di deposizione secca ed umida. Le deposizioni acide sono causa dell'acidificazione delle acque superficiali e dei suoli e possono produrre danni ai materiali (ad esempio, l'acido solforico reagisce con il carbonato di calcio con produzione di solfato di calcio, solubile in acqua e quindi asportabile dalle piogge);
- contributo all'alterazione dell'ozono stratosferico per immissioni di gas ozono

riducenti. L'impatto è legato all'emissione di composti quali gli idrocarburi alogenati (clorocarburi, clorofluorocarburi, cloroflorobromocarburi, bromocarburi) che sono stabili in troposfera, dove hanno tempi di vita media molto elevati (dell'ordine di decine o centinaia di anni), mentre vengono fotolizzati in stratosfera con il conseguente rilascio di alogeni nella forma di radicali liberi; questi innescano cicli di reazioni a catena che comportano il consumo di ozono stratosferico. La riduzione della fascia di ozono, in grado di assorbire la radiazione UV-b proveniente dal Sole, comporta rilevanti conseguenze negative sulla salute umana e, più in generale, sull'intera biosfera (la radiazione UV-b può interferire con il DNA ed altre molecole di importanza biologica);

- contributo all'effetto serra per immissioni di gas serra. L'impatto è dovuto all'emissione di sostanze inquinanti in grado di assorbire la radiazione infrarossa emessa dalla Terra alterando il bilancio energetico del sistema Terra-atmosfera-spazio con conseguente aumento della temperatura sul nostro Pianeta;
- contributo alla produzione di particolato secondario;
- effetti sul clima, quali ad esempio variazioni del clima locale indotte dal rilascio di significative quantità di calore nell'aria e variazioni del microclima locale per introduzione e/o eliminazione di corpi idrici.

Per quanto concerne le risposte, si devono prevedere misure di mitigazione per ridurre gli impatti, ai fini di renderli più compatibile con le esigenze di tutela dell'ambiente e della salute pubblica e programmare un'attività di monitoraggio per valutare l'evoluzione dei parametri più critici. Le mitigazioni possono riguardare alternative localizzative e realizzative. In presenza di più alternative localizzative è preferibile evitare la realizzazione di un'opera in siti con una situazione già critica dal punto di vista della qualità dell'aria o in siti con elevata sensibilità intrinseca nei confronti dell'inquinamento atmosferico. Le alternative realizzative possono prevedere, invece, soluzioni tecnologiche che comportano l'utilizzo di combustibili meno inquinanti, oppure la riduzione del contenuto delle impurità del combustibile utilizzato attraverso processi preventivi. Altre alternative realizzative possono essere il miglioramento dell'efficienza della combustione, l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili per l'abbattimento delle emissioni di sostanze pericolose in atmosfera, oppure l'interposizione di barriere tra il punto di emissione e i possibili recettori sensibili.

Di notevole importanza è l'attivazione di un sistema di monitoraggio volto a valutare

nel tempo l'andamento dei parametri più critici in relazione alle attività di progetto che consente di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate e di prevederne di nuove.

11.2 Ambiente Idrico (Acque Superficiali e Sotterranee)

La determinazione delle caratteristiche relative all'Ambiente Idrico e l'organizzazione delle informazioni ad esse legate vengono affrontate utilizzando il metodo D.P.S.I.R. secondo lo schema esposto in figura 24.

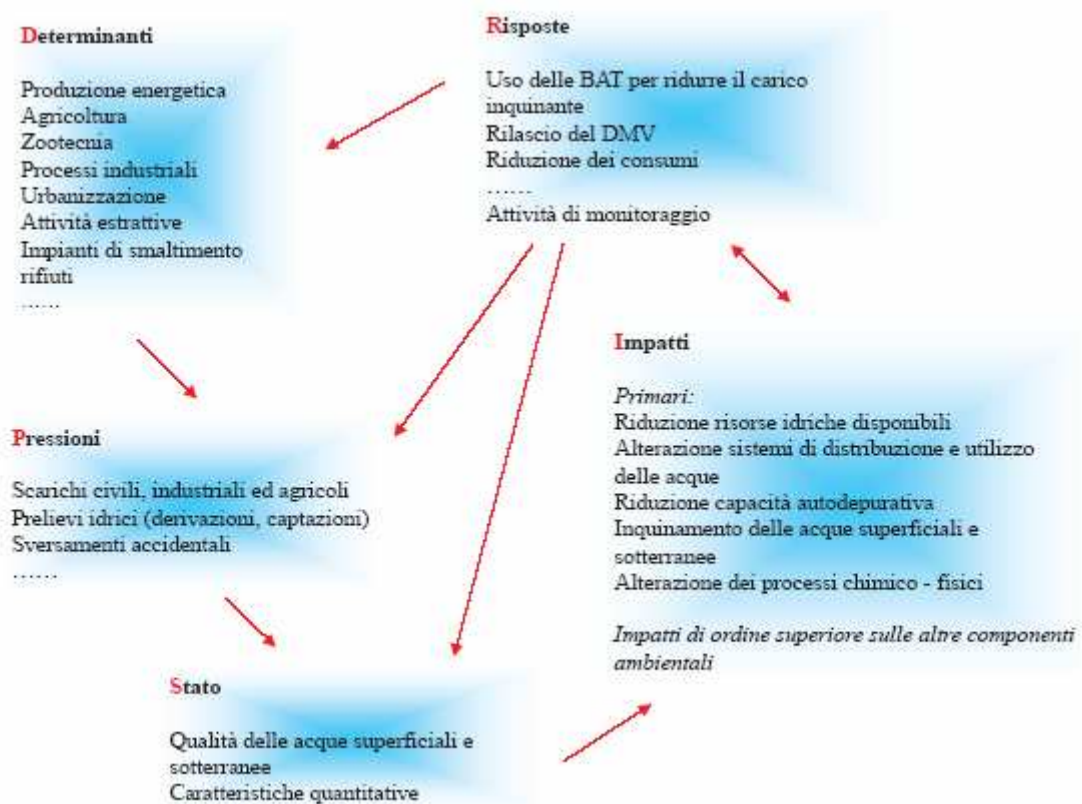


Figura 24 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Ambiente Idrico

In un'analisi articolata dello stato di qualità della risorsa idrica superficiale e dei potenziali effetti di interventi agenti direttamente o indirettamente su di essa, oltre agli aspetti tipicamente morfologici di un bacino, devono essere rivolte particolari attenzioni a condizioni già critiche del corso d'acqua, in particolare:

- acque di corpi idrici superficiali in situazioni ove la conoscenza della qualità delle acque sia insufficiente e necessiti pertanto della verifica dei reali livelli di inquinamento attuali;

- acque di corpi idrici superficiali in situazioni ove già esistano livelli critici di inquinamento idrico, tali da pregiudicare usi attuali o potenziali delle risorse idriche;
- variazioni sulle portate determinate da scarichi e prelievi idrici esistenti (ai fini di una previsione degli eventuali effetti sinergici e cumulativi con gli effetti causati da interventi in progetto);
- acque di scarico con specifica attenzione a quelle di cui non sono conosciute le caratteristiche e che sono pertanto potenzialmente pericolose.

L'analisi dello stato delle acque superficiali deve concentrarsi sulle caratteristiche relative sia alla qualità sia alla quantità della risorsa con particolare attenzione a: portate di piena eccezionali, portate di magra eccezionali, inquinanti organici, fattori di eutrofizzazione (ovvero la presenza di azoto e fosforo totale), metalli pesanti principali (cromo, cadmio, rame, zinco, mercurio, arsenico, piombo), presenza di tensioattivi e fitofarmaci (fattori critici per la vita acquatica), inquinanti microbici colifecali e streptococchi fecali e virus.

Per quanto riguarda le caratteristiche del territorio, devono essere considerati in particolare gli ambiti territoriali definiti come aree sensibili, tra cui emergenze idrografiche, unità idrografiche critiche (quali i corsi d'acqua durante una magra eccezionale), corsi d'acqua con elevato stato ambientale, corsi d'acqua utilizzati per la potabilizzazione delle acque, corsi d'acqua utilizzati per l'itticoltura, aree protette o ecosistemi particolarmente vulnerabili.

Per quanto concerne le acque sotterranee, esse costituiscono una risorsa fondamentale per l'uomo ed il territorio, soprattutto come fonte di acque potabili e utilizzabili per attività produttive (in primo luogo l'agricoltura e la produzione industriale).

Per analizzare lo stato di qualità delle acque sotterranee, occorre effettuare un monitoraggio relativo sia agli aspetti quantitativi sia a quelli qualitativi. Il monitoraggio quantitativo è basato sulla determinazione del livello piezometrico (con le relative escursioni stagionali) e delle portate delle sorgenti o emergenze naturali, con la finalità di acquisire le informazioni di base per la definizione del bilancio idrico e caratterizzare l'acquifero in termini di potabilità, produttività e grado di sfruttamento. La caratterizzazione dell'acquifero prevede la raccolta di informazioni e indagini relative a: geometria dell'acquifero, natura, struttura, profondità e successione degli strati litologici superficiali, permeabilità degli strati d'appoggio, direzione e velocità di scorrimento delle

falde, eventuali rapporti tra falde superficiali e falde profonde e tra acque superficiali e acque sotterranee.

Il monitoraggio qualitativo riguarda i parametri chimici e fisici macrodescrittori, ossia i “parametri di base” per la caratterizzazione della qualità del corpo idrico sotterraneo, quali: temperatura, durezza totale (mg/L CaCO_3), conducibilità elettrica ($\mu\text{S/cm}$ (20°C)), bicarbonato, calcio, cloruri, sodio, solfati come SO_4 , metalli pesanti principali (cromo, cadmio, rame, zinco, manganese, mercurio) e inquinanti microbici.

Le pressioni che si possono esercitare sulla componente idrica superficiale e sotterranea possono essere suddivise in categorie a seconda delle diverse tipologie di fonti che le generano:

- civili, ossia le acque di scarico ricche di sostanze organiche, tensioattivi, oli grassi, acidi, alcali e microorganismi patogeni che possono avere ripercussioni a carattere sanitario, derivanti dall'espletamento delle funzioni metaboliche, dalle attività domestiche e dal dilavamento delle strutture urbane;
- zootecniche, ossia liquami, sversamenti accidentali e acque di lavaggio di stalle, pollai e porcilaie contenenti un elevato carico di residui metabolici, il cui effetto principale si registra con fenomeni di eutrofizzazione dei corsi d'acqua;
- agricole, ossia scarichi conseguenti al dilavamento dei suoli e percolamento nel sottosuolo di residui di antiparassitari e anticrittogamici, con effetti tossici, e di residui di fertilizzanti con effetti eutrofizzanti, determinati dall'impiego sempre più cospicuo di sostanze chimiche e di fertilizzanti in campo agricolo.
- industriali: l'industria impiega l'acqua per molteplici funzioni (processo di produzione di un prodotto, lavaggio dei prodotti base o dei recipienti ed apparecchiature, raffreddamento e trasporto merci) e il potere inquinante degli scarichi prodotti varia in relazione alla tipologia produttiva e al differente utilizzo dell'acqua;
- combustione di combustibili fossili, ossia immissione nell'atmosfera di ossidi di azoto e anidride solforosa, che portano alla formazione delle piogge acide, a seguito del funzionamento di veicoli a motore, impianti di riscaldamento, centrali elettriche, stabilimenti industriali, etc.

Di fronte ai numerosi interventi che possono interferire direttamente o indirettamente

con il sistema idrico superficiale e sotterraneo si apre uno scenario di impatti molto vario e complesso. Volendo delineare, comunque, un quadro generale, è possibile distinguere gli effetti imputabili ad interventi che sfruttano la quantità di acqua disponibile e quelli che ne alterano la qualità. Nel primo caso gli impatti più evidenti sono:

- riduzione delle risorse idriche disponibili causati dai prelievi idrici ad uso idroelettrico, industriale, irriguo e civile;
- alterazione dei sistemi di distribuzione ed utilizzo delle acque a causa delle possibili interferenze con eventuali opere in progetto;
- alterazioni nei bilanci delle risorse idriche a livello di area vasta.;
- alterazione dell'assetto idraulico dei corsi d'acqua interferiti e delle aree di pertinenza;
- alterazione dell'andamento del regime idrologico naturale;
- riduzione della capacità autodepurativa delle acque con rischio di un aumento dell'eutrofizzazione;
- alterazione dei processi chimico e fisici che si verificano in ambiente idrico;
- diminuzione della velocità della corrente con conseguente aumento di sedimentazione.

Nel secondo caso gli effetti che si possono verificare sono:

- depauperamento delle proprietà chimiche e fisiche delle acque per immissione di acque demineralizzate;
- inquinamento di acque superficiali da scarichi diretti di natura industriale, urbana, agricola, zootecnica;
- inquinamento di acque superficiali da dilavamento meteorico di superfici inquinate;
- inquinamento termico delle acque superficiali che, provocato dagli scarichi di impianti di raffreddamento industriale ad acqua, può compromettere l'equilibrio termico e le reazioni biochimiche termoregolate;
- inquinamento delle acque da percolazione e/o ruscellamento di sostanze pericolose;
- inquinamento indiretto delle acque di falda attraverso la movimentazione di suoli contaminati;
- contaminazioni conseguenti a possibili interferenze tra acque inquinate e non

inquinare;

- intorbidamento delle acque superficiali per attività che interferiscono con il corpo idrico.

Sia l'intenso sfruttamento della risorsa idrica sia il peggioramento della qualità delle acque contribuiscono ad aumentare la probabilità che si instaurino situazioni critiche per gli ecosistemi acquatici, che si riflettono sulla fauna ittica e macrobentonica sottoposta a continue condizioni di *stress* ambientale.

Sono varie le risposte di gestione da adottare di fronte al vasto scenario di impatti che si possono verificare sui corpi idrici superficiali, a seconda delle condizioni ambientali al contorno e delle caratteristiche degli interventi sul territorio. Tra le risposte ai problemi connessi allo sfruttamento ed all'inquinamento della risorsa idrica ci sono:

- la riduzione del consumo dell'acqua attraverso un uso sostenibile della risorsa stessa, evitando gli sprechi e pianificando al meglio le attività che la sfruttano, garantendo il Deflusso Minimo Vitale modulato a valle dei prelievi idrici, allo scopo di garantire in alveo una portata sufficiente per garantire la sopravvivenza dell'ecosistema acquatico e delle sue relazioni, modulata a seconda della disponibilità idrica in alveo durante l'anno;
- il controllo delle fonti di pressione e l'adozione di forme di gestione delle stesse finalizzate alla diminuzione dell'entità degli effetti sulla componente idrica;
- la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua attraverso opportune tecniche di ingegneria naturalistica.

L'attivazione di un sistema di monitoraggio, volto a valutare nel tempo l'andamento dei parametri più critici, non solo è utile al fine di guidare le risposte più idonee alla gestione e tutela dell'ambiente idrico, ma permette anche di verificare l'efficacia delle misure mitigative adottate in sede di valutazioni ambientali relative ad un progetto.

11.3 Litosfera (Suolo e Sottosuolo)

La determinazione delle caratteristiche relative alla Litosfera e l'organizzazione delle informazioni ad esse legate vengono di seguito affrontate mediante il metodo D.P.S.I.R. secondo lo schema esposto in figura 25.

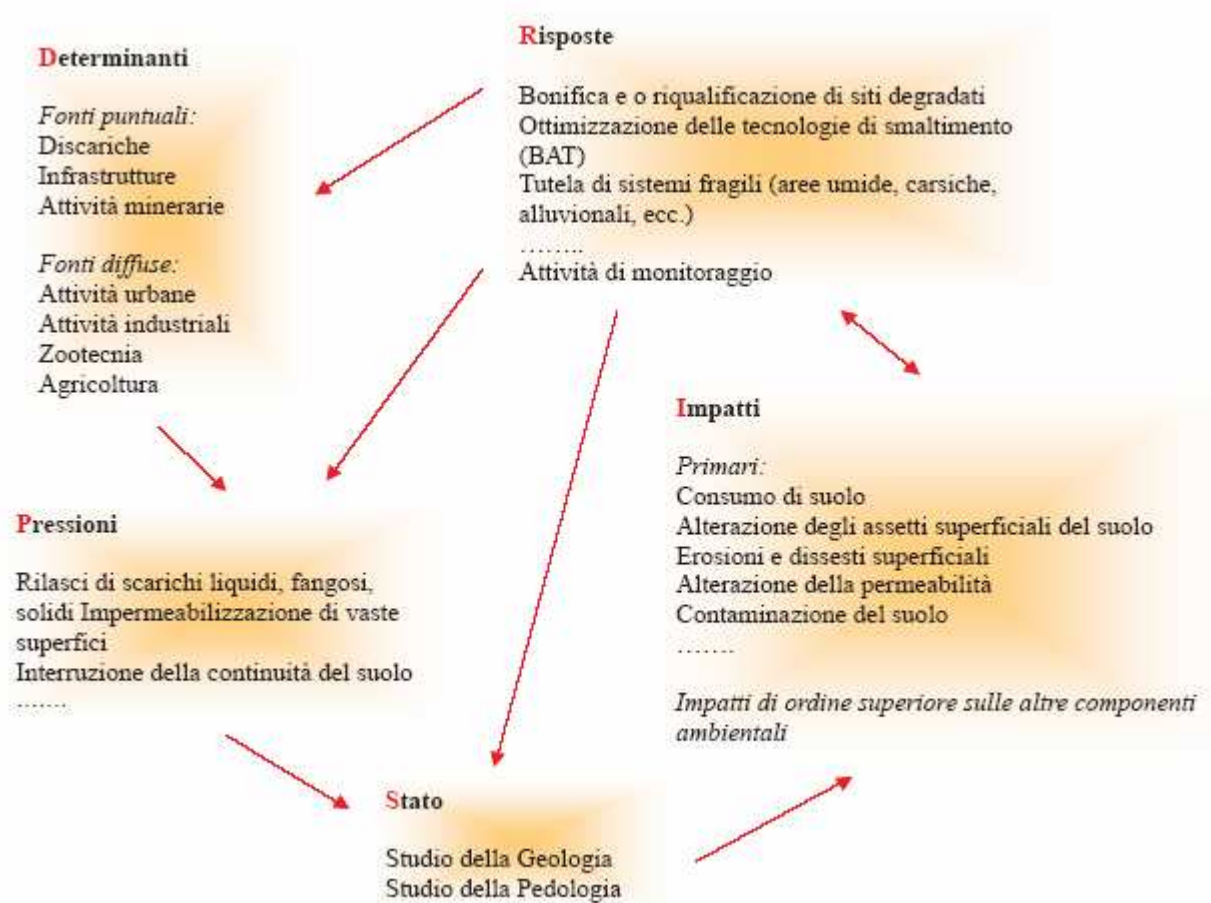


Figura 25 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Litosfera (Suolo e Sottosuolo)

Gli aspetti che devono essere analizzati in dettaglio al fine della caratterizzazione dello stato del sottosuolo afferiscono alla geologia, mentre quelli relativi al suolo sono indagati dalla pedologia. La prima affronta le problematiche relative alle dinamiche geomorfologiche (movimenti gravitativi, subsidenza, etc.), ai fenomeni di erosione e di evoluzione dei versanti e dei corsi d'acqua. La seconda è definita come lo studio della superficie terrestre e delle dinamiche che ne hanno prodotto la formazione, nonché l'analisi delle interazioni con gli usi del suolo e con le tecniche agronomiche, unitamente alle relative funzioni produttive, protettive e naturalistiche.

Lo studio del sottosuolo comprende le dinamiche indotte da agenti di tipo endogeno ed esogeno che in esso si manifestano, ovvero l'insieme dei meccanismi di formazione, strutturazione, modellamento e disaggregazione dei terreni e delle rocce.

La pedologia viene definita, invece, come la scienza che studia i vari tipi di suolo, la loro origine, l'evoluzione, le caratteristiche fisiche e la composizione chimica.

Le fonti di pressione che agiscono direttamente o indirettamente sulla componente

suolo e sottosuolo possono essere individuate nelle attività antropiche che prevedono la trasformazione di ampie superfici esistenti, con particolare riferimento a:

- bacini idrici di grandi dimensioni e discariche di rifiuti;
- interventi che comportano l'impermeabilizzazione di vaste superfici, come lottizzazioni, impianti industriali e parcheggi di grandi dimensioni, aeroporti;
- interventi che comportano modifiche o interruzioni della continuità dei versanti, in particolare strade e linee ferroviarie, impianti di risalita con piloni a terra ed elettrodotti e metanodotti;
- interventi che prevedono consistenti sbancamenti per l'estrazione di materiale di cava o per la sistemazione del terreno, tra i quali cave a fossa su versante, sistemazioni del suolo per discariche e cantieri per interventi di grandi dimensioni;
- interventi volti a sfruttare la risorsa suolo, in termini di fertilità del terreno nel caso di coltivazioni di tipo intensivo o in termini di risorsa per l'allevamento.

Possono essere individuate due distinte fonti generatrici di pressioni legate al problema della contaminazione di suoli e sottosuoli (alla quale sono spesso legate le contaminazioni delle falde superficiali e profonde): sorgenti di tipo puntuale, quali i siti contaminati, e di tipo diffuso, connesse alle attività urbane, industriali ed agrarie.

Gli impatti più importanti che insistono sulla componente suolo e sottosuolo sono legati al parziale o totale danneggiamento di singolarità geologiche (geotopi), o alla modifica degli equilibri di stabilità della componente stessa nel suo insieme (rischio idrogeologico). I processi più determinanti ai fini dell'identificazione e della valutazione degli impatti sono quelli di tipo esogeno che interessano i versanti (frane, erosione e valanghe), cioè quelli che riguardano direttamente la componente Litosfera.

Tra i principali impatti che si possono verificare sulla componente suolo e sottosuolo possono essere individuati:

- consumi di suolo: l'impatto consiste nella sottrazione permanente o temporanea di suolo, connessa all'occupazione di terreno di date caratteristiche di fertilità da parte di nuove strutture e/o macchinari di cantiere;
- alterazioni degli assetti superficiali del suolo: le alterazioni della struttura o della morfologia del suolo possono essere conseguenti a livellamenti o ad altre

sistemazioni agricole, alle modifiche nella gestione delle coltivazioni, ad operazioni di compattazione degli strati superficiali o profondi del suolo, nonché a semplici operazione di movimento terra;

- erosione e dissesti superficiali: l'insieme dei processi di trasformazione delle rocce che danno luogo al fenomeno dell'erosione accelerata del suolo comprende anche alcune pratiche agricole moderne. La velocità di erosione dei versanti influisce in maniera determinante sulle frane e le alluvioni, poiché questi eventi sono legati alla dinamica dei bacini idrografici ed alla stabilità dei versanti;
- riduzione della stabilità complessiva del sottosuolo: tale impatto è strettamente connesso all'alterazione degli assetti profondi del suolo, causata prevalentemente dalle attività minerarie e dal loro riuso e dalle attività di ricerca di risorse geotermiche. Coinvolgono la stabilità del sottosuolo anche le realizzazioni di opere in sotterraneo: gallerie, condotte di derivazione delle acque, pozzi, discariche di rifiuti in sotterraneo, parcheggi, depositi di sostanze e merci varie, abitazioni, centri sportivi, ricreativi e sociali, opere sotterranee per il risanamento e la stabilizzazione del territorio, nonché l'utilizzo di cavità naturali e caverne per lo stoccaggio degli idrocarburi, per usi idroelettrici, per altri usi;
- variazione della capacità d'uso del suolo: tale impatto è generato dalla variazione degli assetti superficiali del suolo, ma è strettamente connesso alla morfologia e al clima che caratterizzano l'area interessata dall'intervento. Più è alta l'erodibilità, più aumenta il rischio di perdita di suolo; pertanto l'ambiente va conservato nel suo stato naturale quanto più esso è a rischio. Nelle zone con bassa erodibilità, ad esempio, si può praticare un'ampia scelta di colture, mentre nelle zone montuose, più a rischio, i fattori limitanti di morfologia e clima rendono l'impatto più probabile e rilevante.

L'identificazione e la stima degli impatti potenziali devono essere seguite dall'individuazione delle risposte di mitigazione volte a ridurre gli effetti dell'intervento, ai fini di renderlo più compatibile con le esigenze di tutela dell'ambiente e della salute pubblica. È necessario, inoltre, definire un'attività di monitoraggio che verifichi e controlli l'evoluzione di prestabiliti parametri critici significativi della qualità della componente ambientale in analisi. La mitigazione degli impatti è attuabile per mezzo di soluzioni realizzative e localizzative. È sempre meglio evitare, per quanto possibile, la localizzazione dell'opera in progetto in siti che presentano una elevata sensibilità intrinseca o una

situazione attuale di significativa criticità ed è opportuno tutelare i sistemi fragili (quali aree carsiche, alluvionali, umide, etc.) e operare una costante manutenzione del territorio (con particolare riferimento ai terrazzamenti).

Le soluzioni realizzative possono prevedere di:

- scegliere le migliori tecnologie esistenti, al fine di ridurre gli effetti della realizzazione dell'intervento in progetto (con particolare riferimento alle tecnologie di smaltimento e trattamento rifiuti);
- utilizzare tecniche e materiali antisismici in zone ad elevato rischio sismico, come previsto dalle normative di settore; particolare attenzione deve essere rivolta verso quegli interventi strutturali il cui cedimento strutturale, provocato da un sisma, potrebbe comportare la diffusione di quantità pericolose nell'ambiente circostante;
- effettuare il consolidamento dei versanti interessati dall'intervento in progetto mediante tecniche appropriate;
- attuare opere di salvaguardia idraulica delle sponde dei corsi d'acqua interferite mediante tecniche appropriate;

L'attivazione di un sistema di monitoraggio, volto a valutare nel tempo l'andamento dei parametri più critici in relazione alle attività di progetto, consente di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate, di prevederne di nuove e di segnalare precocemente situazioni di criticità per l'ambiente e la salute pubblica. Qualora l'intervento in progetto comporti rischi di dissesto idrogeologico o aggravamento dei processi esistenti, si deve provvedere ad uno specifico programma di monitoraggio, che comporti il controllo dei movimenti superficiali e profondi del terreno mediante misure piezometriche e inclinometriche, nonché indagini e controlli geotecnici.

11.4 Vegetazione e Flora

Le informazioni richieste ai fini della caratterizzazione della componente vegetazione e flora sono organizzate secondo il modello D.P.S.I.R. come illustrato in figura 26.



Figura 26 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Vegetazione e Flora

Lo stato della vegetazione e della flora di un luogo o regione è in genere descritto e rappresentato da documenti di tipo cartografico, che danno conto della copertura vegetale di un territorio secondo *legenda* e schemi di lettura differenti, a seconda degli usi del documento e delle tecniche di rilievo. Il documento di base è la carta fisionomico-strutturale che descrive la vegetazione in funzione delle forme dominanti (boschi, arbusteti, praterie, zone umide, etc.), facilmente riconoscibili anche all'analisi aerofotogrammetrica e definite come unità omogenee sulla base del rilievo a terra delle specie e delle strutture dominanti.

Per un maggior dettaglio esistono carte fitosociologiche, che individuano con metodi statistici unità o tipi di vegetazione indagati ed identificati in un numero congruo di stazioni di campionamento con un metodo basato essenzialmente sulla composizione floristica come espressione sintetica dei caratteri ecologici e biologici della vegetazione.

Altre informazioni descrittive della componente vegetale degli ecosistemi sono gli elenchi di specie presenti in un determinato territorio e le tabelle di rilievo botanico che

consentono di mettere in evidenza le specie di interesse conservazionistico ed il grado di specializzazione della flora rispetto alle condizioni ambientali.

È necessario prendere in considerazione anche la stabilità ecologica, come analisi delle condizioni generali vegetative del popolamento e della capacità delle unità vegetazionali di supportare anche piccole modificazioni. Il grado di perturbazione della composizione flogistica, dovuto alla presenza di specie alloctone e/o sinsantropiche, è, in questo senso, uno degli indicatori più utilizzati. In generale, l'estensione del popolamento concorre a definire il livello di qualità della vegetazione; occorre non dimenticare che la conservazione delle specie vegetali e animali di maggior interesse conservazionistico è subordinata alla tutela dell'ambiente circostante anche se di valore inferiore, svolgendo un ruolo di filtro e di attenuazione di eventuali impatti.

Le alterazioni della vegetazione indotte dalla attività antropica hanno subito nel tempo, e soprattutto negli ultimi cinquanta anni, delle notevoli variazioni in funzione dei cambiamenti socioeconomici. Le fonti di pressione dovute all'uso primario della vegetazione per l'alimentazione diretta, per l'alimentazione del bestiame e per la produzione di energia, sono venute progressivamente a diminuire. Viceversa sono aumentate le fonti che tendono a sostituire o ad eliminare la copertura vegetale per fare spazio ad una diversa organizzazione del territorio sia dal punto di vista degli ordinamenti colturali in agricoltura, sia per la urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio. Tra queste ultime, tutte le attività che comportano impermeabilizzazioni del suolo (costruzioni e viabilità), ingenti occupazioni di spazio e modificazioni morfologiche (strade, ferrovie, dighe, discariche, cave, aeroporti, etc.), diminuzione dell'apporto idrico (derivazioni, bonifiche, drenaggi), contaminazione dell'atmosfera (strade, particolari emissioni industriali, centrali termoelettriche) minacciano direttamente o indirettamente la vegetazione. Una fonte particolare è dovuta alla intensa fruizione degli ambienti costieri durante il periodo estivo, che genera una forte pressione soprattutto sulla vegetazione delle spiagge e delle dune. La costipazione delle cotiche erbose, particolarmente quelle di tipo igrofilo, è un elemento di sensibile degrado anche in quegli ambienti naturali, specie nelle zone montane, che attraggono un elevato numero di visitatori.

Dal punto di vista degli ordinamenti colturali in agricoltura, e con riferimento alla particolare situazione italiana, possiamo elencare, quali fonti di pressione, la estensione di colture intensive, che comporta la semplificazione del paesaggio tramite eliminazione di siepi e filari, l'intensificazione delle lavorazioni meccaniche del terreno e l'apporto di fertilizzanti che favoriscono le specie vegetali più opportuniste. Nei settori più marginali e

montani determinate pratiche di pascolo e di gestione selvicolturale possono rappresentare altrettante fonti di pressioni potenzialmente ed effettivamente impattanti sull'assetto della vegetazione.

La sostanziale monotonia delle pressioni genera tipi di impatto molto differenziati in relazione alla effettiva resilienza della vegetazione, ovvero alla sua capacità di riequilibrare, in tempi più o meno lunghi, una situazione alterata e alla esistenza di una più o meno marcata isteresi nei cicli di evoluzione/degrado della vegetazione, ovvero nella diversità nelle successioni evolutive e regressive a livello sia specifico che strutturale.

Tra i potenziali impatti che si possono generare sulla componente vegetazione e sulla flora, si possono distinguere:

- consumi di formazioni vegetali (patrimonio forestale, arbusteti e formazioni erbacee);
- eliminazione di vegetazione naturale residua;
- distruzione o alterazione di stazioni di interesse botanico;
- danni o disturbi a singole specie o formazioni vegetali;
- alterazione nei rapporti specifici all'interno delle formazioni vegetali;
- diminuzione della diversità botanica;
- creazione di presupposti per l'introduzione di specie infestanti;
- alterazioni nelle condizioni pedoclimatiche con conseguente difficoltà o impossibilità di riproduzione di singole specie o di formazioni vegetali o alterazioni delle condizioni ecologiche locali o di area vasta;
- deriva genetica.

Alle diverse tipologie di impatto corrispondono risposte diverse da parte delle Autorità regolatrici o autorizzatrici. È stato sviluppato un *corpus* legislativo piuttosto consistente, a partire dal livello comunitario a quello nazionale, fino alla legislazione regionale che definisce *status* particolari per specie vegetali o *habitat* riferibili a particolari tipi di vegetazione.

Sia che si tratti di singolarità botaniche, che di piante selvatiche utilizzate nell'alimentazione o di vegetazioni minacciate, in queste norme vengono dettate regole di protezione o di limitazione d'uso, tese a preservare la sopravvivenza della entità al limite proteggendo i singoli esemplari.

Dal punto di vista forestale, limitazioni d'uso e vincoli hanno avuto origine inizialmente per la protezione non tanto del bosco, quanto della sua esistenza in funzione dei servizi di protezione idrogeologica che esso fornisce. Solo successivamente, agli stessi vincoli furono assegnati significati di mantenimento della risorsa naturale, garantendone la perpetuità attraverso limitazioni d'uso, dapprima con il vincolo paesaggistico, che prevedeva un vincolo puramente estetico inerente all'aspetto visivo, poi con quello paesaggistico-ambientale, che estendeva il concetto al mantenimento dell'equilibrio naturale salvaguardando da danni ambientali intere categorie di *habitat*.

Inoltre, sparse in diverse previsioni pianificatorie e normative, soprattutto di tipo urbanistico e paesaggistico, vi sono prescrizioni in ordine al mantenimento delle formazioni vegetali relitte nel paesaggio agricolo, mentre la ricostituzione di un reticolo di siepi e filari è direttamente finanziato in alcune Regioni italiane.

Il principio della mitigazione o compensazione è l'*extrema ratio* in termini di risposta all'impatto che porta alla perdita di lembi più o meno grandi di vegetazione: in questo caso viene imposto di effettuare reimpianti con composizione specifica e struttura, tali da simulare le formazioni naturali; il criterio di quantificazione è la superficie di reimpianto, pari a quella persa, adeguatamente moltiplicata per un coefficiente che dovrebbe tenere conto del minore valore naturalistico della vegetazione di nuovo impianto.

Le misure di mitigazione consistono, in generale, in interventi di recupero ambientale riguardanti le aree coinvolte nelle fasi di costruzione ed il raccordo delle aree di stretta pertinenza dell'infrastruttura con il paesaggio e la morfologia del luogo. La loro finalità è quella di contrastare il depauperamento della vegetazione naturale con un complesso di interventi di rinverdimento, che deve risultare tempestivo ed esteso a tutte le aree cantierizzate per essere efficace, al fine di contrastare inevitabili processi spontanei di insediamento di piante ruderali infestanti o non autoctone. Gli interventi possono essere concepiti anche in abbinamento a misure di mitigazione per altre componenti, come ad esempio le barriere acustiche e filtri dell'aria in adiacenza a zone residenziali o il mascheramento delle opere intrusive nel paesaggio.

Le misure di compensazione, che consistono in interventi realizzati nel territorio limitrofo e ancora potenzialmente influenzabile dall'infrastruttura, consentono di recuperare la funzionalità del sistema ecologico sia per addizione di *habitat* naturali sia per apertura di corridoi ecosistemici.

11.5 Fauna

Nel presente contesto l'analisi della componente è stata effettuata secondo il modello D.P.S.I.R., come illustrato in figura 27.

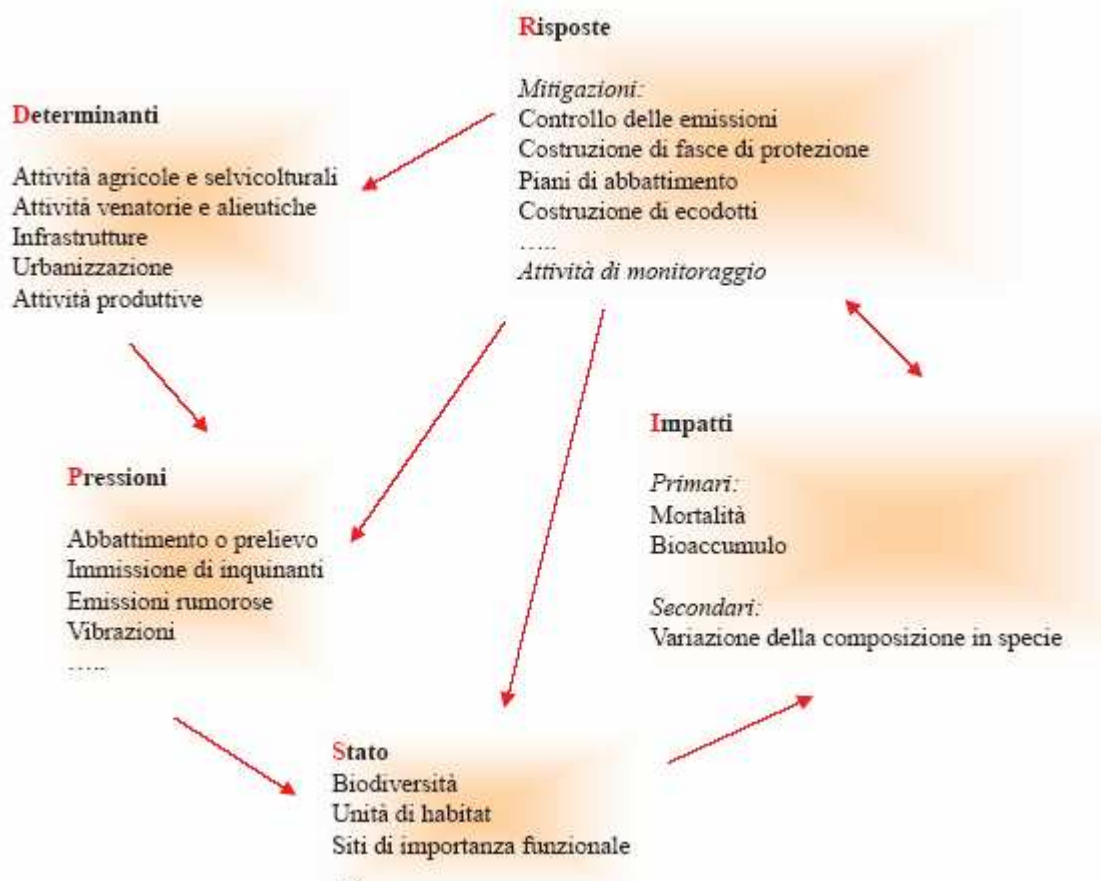


Figura 27 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Fauna

Nell'attività di caratterizzazione dello stato della componente Fauna sarà opportuno dirigere l'attenzione dello studio soltanto sulle specie considerate di maggior interesse in quella zona. Non essendo possibile stilare un elenco predeterminato di specie "interessanti", poiché a situazioni ambientali diverse corrispondono specie diverse, la scelta deve basarsi su criteri che tengano conto dei livelli di protezione esistenti o proposti a livello regionale, nazionale ed internazionale, della rarità delle specie presenti, del loro ruolo all'interno dell'ecosistema, dell'interesse naturalistico che sono in grado di suscitare e dell'interesse economico che rivestono.

Per ottenere un'efficace caratterizzazione faunistica di un ambiente, potrebbe essere opportuno specificare la componente utilizzando le seguenti informazioni:

- descrizione qualitativa a livello di specie di vertebrati e delle principali biocenosi di invertebrati;
- individuazione delle specie chiave e delle specie indicatrici per gli ecosistemi interessati;
- censimento quantitativo e misure di biomassa, produttività, flussi di energia o altri indici significativi (diversità, ricchezza di specie, dominanza, etc.) per le specie chiave e/o indicatrici.

Possibili fonti di informazione per la caratterizzazione della matrice faunistica sono rappresentate dai dati relativi ai censimenti delle specie di interesse naturalistico e scientifico, ai loro *habitat* e all'interesse professionale, venatorio ed alieutico delle specie presenti ricavati da ricerche già svolte sul patrimonio naturalistico.

La caratterizzazione della componente faunistica, tuttavia, non può prescindere dall'analisi delle altre componenti ecosistemiche e dunque, dopo aver raccolto informazioni volte a selezionare quelle che sono le specie più sensibili, sarà necessario ottenere anche un elenco delle unità ambientali sensibili riscontrabili nell'area, quali ad esempio porzioni di areale di specie animali significative, unità di *habitat* per specie di interesse naturalistico e/o ecologico, siti di importanza funzionale per la fauna, siti con specie di potenziale interesse biogenetico futuro o siti per la fruizione naturalistica e/o scientifica.

La stretta interazione che intercorre tra l'*habitat* e la fauna che vi insiste rende limitativa la ricerca di fonti di pressione che agiscano direttamente sulla matrice faunistica, senza valutare quelle che, agendo su matrici ambientali diverse, possono indirettamente influenzare la componente animale. Tutti gli interventi antropici, dunque, dovrebbero essere valutati con attenzione, poiché i percorsi ecosistemici che possono portare ad impatti sulla fauna, oltre ad essere estremamente complessi, non sono ancora interamente noti e possono facilmente essere sottovalutati.

Tenuto conto di ciò, è possibile effettuare comunque un elenco delle principali tipologie di pressioni che possono influire sulla matrice faunistica. Le attività antropiche che possono agire su tale componente sono essenzialmente ascrivibili a quattro grandi categorie:

1. attività agricole e selvicolturali;

2. attività venatorie e alieutiche;
3. realizzazione di infrastrutture sul territorio e urbanizzazione;
4. attività produttive.

Risulta evidente come le ultime tre categorie siano direttamente influenti ai fini della valutazione di impatto, mentre le prime due, nell'ottica del modello D.P.S.I.R., risultano di estrema importanza per la definizione dello stato zero della componente, nel quale è fondamentale valutare per le singole specie il grado di minaccia ed i livelli di pressione antropica esistenti.

Le pressioni appena descritte possono influire sulla componente faunistica di un territorio in maniera diretta o indiretta. Tra gli impatti diretti si ricordano principalmente:

- Mortalità da collisione e/o elettrocuzione: gli interventi che maggiormente incidono su questo aspetto sono la costruzione e l'esercizio delle strade, con le collisioni a carico degli animali in transito, e degli elettrodotti, spesso responsabili di un elevato tasso di mortalità dell'avifauna.
- Bioaccumulo di inquinanti: numerose attività antropiche possono causare l'apporto di sostanze contaminanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo influenzando così sulla biologia della fauna che insiste sull'area soggetta a tali incrementi. I contaminanti possono essere assunti dalle specie viventi tramite semplice deposizione, per ingestione o attraverso la respirazione e possono avere effetti letali o subletali; tra questi si ricordano gli effetti sulla riproduzione, la riduzione del ritmo di crescita, l'irritazione o danni alla pelle e gli effetti cancerogeni, mutageni e teratogeni.

Gli impatti secondari sono invece legati a diverse tipologie di modificazione dell'*habitat* che possono variamente influenzare la matrice faunistica:

- Perdita di habitat: la maggior parte delle specie sono minacciate dalla scomparsa del loro *habitat* di elezione ed essendo tale situazione associata con la maggior parte delle attività di sviluppo risulta essere una delle più assiduamente quantificata rispetto alle altre tipologie di impatto. La trattazione del problema, però, non deve limitarsi alla quantificazione dell'area interessata da un'opera, ma deve valutare quella che è l'effettiva sottrazione di *habitat* ai danni di una determinata specie. Per questo è necessario conoscere, per la singola area, quali specie siano presenti e

come tale area venga da esse utilizzata, così da definire quale porzione dell'*habitat* sia effettivamente necessaria per rispondere ai bisogni di un determinato recettore ecologico.

- Frammentazione dell'*habitat*: si tratta della suddivisione dell'*habitat* in unità più piccole, fenomeno che si origina tipicamente dalla realizzazione di infrastrutture lineari e che comporta una serie di conseguenze a carico della componente faunistica.
- Insularizzazione dell'*habitat*: molti degli studi sulla frammentazione dell'*habitat* tendono a non considerare quello che le specie percepiscono come tale, limitandosi alla sola valutazione dell'estensione spaziale. In tale ottica si inserisce il concetto di insularizzazione (Spellerberg, 1991), che si riferisce agli effetti combinati di riduzione dell'*habitat*, frammentazione ed isolamento, legando l'aspetto esclusivamente spaziale con le capacità di dispersione e la vagilità delle specie interessate.
- Effetti barriera: strade, ferrovie ed alcune tipologie di infrastrutture lineari per il trasporto di fluidi creano degli ostacoli al movimento delle specie nell'ambiente, incrementando gli effetti della frammentazione e dell'isolamento soprattutto per le popolazioni ad "*habitus*" migratorio o che tendono ad utilizzare percorsi abituali obbligati.
- Variazione della composizione in specie: le attività di sviluppo possono variamente influenzare la composizione in specie della comunità ecologica; tali variazioni possono avere molteplici cause legate tra loro e sono particolarmente difficili da esaminare e valutare, perché sono spesso ritardate nel tempo, manifestandosi solo molto dopo il loro effettivo avvio.

Le risposte devono prevedere interventi di mitigazione per ridurre l'impatto, ai fini di renderlo più compatibile con le esigenze di tutela dell'ambiente e programmare un'attività di monitoraggio per valutare l'evoluzione dei parametri più critici.

È necessario tener conto delle numerose normative vigenti in materia di salvaguardia della componente faunistica, considerando in primo luogo l'eventuale presenza di specie minacciate secondo le Liste Rosse I.U.C.N. (Unione Mondiale per la Conservazione della Natura) e le direttive comunitarie 409/79 (nota come Direttiva Uccelli) e la 43/92 (detta Direttiva *Habitat*). La prima normativa è espressamente diretta alla conservazione degli

uccelli selvatici e, perseguendo tale obiettivo, anche alla salvaguardia dei vari *habitat* di elezione per l'avifauna; la seconda ne è invece il logico complemento e si prefigge come obiettivo il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli *habitat* naturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario.

11.6 Rumore e Vibrazioni

Ai fini di una caratterizzazione ambientale della componente analizzata, le informazioni sono organizzate mediante il metodo D.P.S.I.R., secondo lo schema esposto in figura 28.

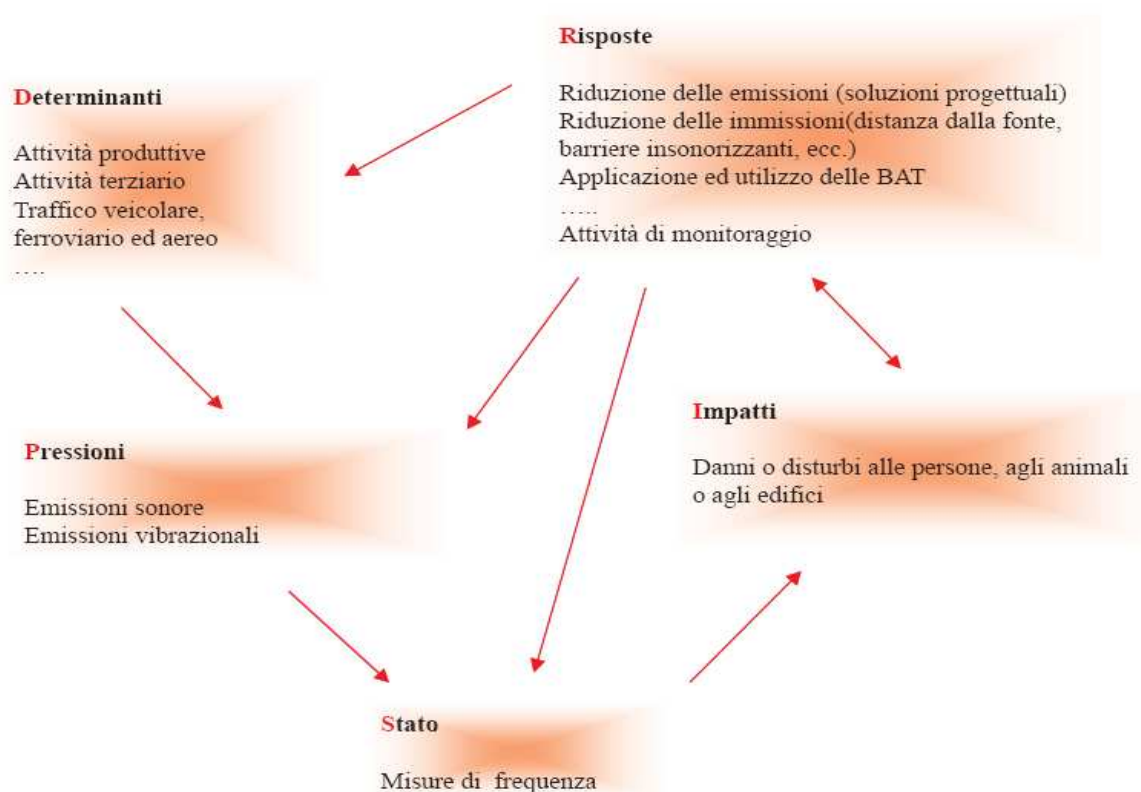


Figura 28 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Rumore e Vibrazioni

Le descrizioni relative allo stato del clima acustico e di quello vibrazionale si differenziano per il tipo di grandezze rappresentative e, conseguentemente, per il tipo di strumenti utilizzati e di misure rilevate. Per tale ragione, la descrizione dello stato di tali aspetti peculiari della componente viene di seguito affrontata separatamente. Ciò nonostante, la valutazione dell'ambiente acustico e vibrazionale non può prescindere dalla definizione dello stato esistente delle aree coinvolte. Gli elementi specifici di vulnerabilità esistente relativi ad entrambi gli aspetti della componente ambientale in analisi possono

essere individuati nei seguenti fattori:

- intensità dei livelli sonori già esistenti nell'ambiente considerato;
- intensità delle vibrazioni già esistenti nell'ambiente considerato;
- sensibilità specifica delle presenze umane nelle unità ambientali interferite;
- sensibilità specifica dei manufatti interferiti.

La misura del rumore viene effettuata con appositi strumenti, il cui principio base è quello di rilevare in continuo il valore del livello sonoro e definire il valore di livello medio riferito ad un dato intervallo di tempo, per mezzo di un sistema di memorizzazione ed integrazione delle misure rilevate. La normativa vigente prescrive la misura dei livelli equivalenti di rumore per i periodi diurno e notturno, e indica i valori limite di riferimento. Possono essere rilevati altri tipi di grandezze acustiche: livelli equivalenti per durate, che dipendono dal tipo di sorgente e delle informazioni richieste, livelli massimi, livelli percentili, caratteristiche spettrali per banda di frequenza. Dal momento che i rumori possono essere di tipo continuo (stazionari) o impulsivo, ai fini della valutazione ambientale a volte è più significativa la misura del valore istantaneo del livello sonoro. Talvolta devono essere indagati anche l'andamento temporale, la presenza o meno di toni puri e/o l'impulsività del segnale, in quanto diversi sono gli interventi da programmare a seconda delle casistiche in esame. I dati riguardanti i livelli acustici rilevati in stazioni significative e le principali sorgenti di rumore vengono poi raccolti e rappresentati per mezzo di tabelle, grafici e, infine, cartografie tematiche, sulle quali le linee rappresentative sono le isofoniche (luoghi di punti ad ugual valore di livello sonoro).

Il rilievo delle vibrazioni deve avvenire in stazioni significative ai fini dell'analisi, ovvero in prossimità di siti sensibili potenzialmente coinvolti. Tale rilievo avviene per mezzo di opportune misure di frequenza e può essere di tipo statico o di tipo dinamico, con confronto tra valori teorici e valori sperimentali. La misura statica può avere valenza significativa nel collaudo di strutture sulle quali è difficoltosa l'esecuzione di una prova sperimentale in campo dinamico ed i valori rilevati possono venire utilizzati per la calibrazione di modelli teorici. Le metodologie usate correntemente per la caratterizzazione della componente vibrazioni non prevedono la realizzazione di specifiche carte sullo stato di fatto; tuttavia, è possibile rappresentare su carte tematiche le linee di uguale intensità di vibrazione. Così come per i rilievi acustici, la caratterizzazione dei

livelli vibrazionali si basa sulla stima di misure di frequenza.

Nello studio dell'ambiente sonoro e di quello vibrazionale le sorgenti di pressione possono essere distinte in fisse, come gli insediamenti produttivi o le attività terziarie, e mobili, costituite dal traffico veicolare, ferroviario e aereo. Si possono identificare i seguenti interventi critici per la produzione di rumore:

- impianti con elementi costitutivi (es. turbine) capaci di emettere elevati quantitativi di vibrazioni, in particolare centrali elettriche, acciaierie e officine meccaniche;
- interventi che comportano cantieri di consistenti dimensioni, col conseguente impiego di ruspe e automezzi pesanti;
- interventi che comportano la demolizione di edifici esistenti o manti stradali;
- interventi che comportano trivellazioni nel sottosuolo;
- interventi che comportano consistenti volumi di traffico pesante su particolari tratti stradali;
- infrastrutture inducenti grandi volumi di traffico di automezzi pesanti, in particolare ferrovie e strade di grande percorrenza.

La criticità di tali interventi è in funzione delle specifiche tecnologie utilizzate nel ciclo produttivo dell'attività, quali ad esempio esplosioni in azioni di sbancamento, compressori, turbine, automezzi pesanti, locomotori ferroviari, aeroplani ed elicotteri, etc. Per ciò che riguarda l'emissione e la trasmissione di vibrazioni, particolare attenzione va rivolta agli impianti con elementi costitutivi capaci di emettere elevati quantitativi di vibrazioni (turbine e compressore).

Gli impatti negativi sull'ambiente causati dall'inquinamento da rumore e vibrazioni interessano gli edifici, specialmente monumenti ed immobili antichi, più vulnerabili, mentre sull'uomo tali effetti si distinguono solitamente in danno, disturbo ed fastidio. Un incremento dei livelli di pressione sonora e l'esposizione a tali livelli per periodi continuativi nel tempo può causare danni o disturbi alla popolazione umana ed animale, manifestandosi sotto forma di *stress* e stanchezza psicofisica.

La nocività delle vibrazioni dipende dalle caratteristiche e dalle condizioni in cui vengono trasmesse: estensione della zona di contatto con l'oggetto che vibra (mani, piedi, glutei, etc.), frequenza della vibrazione, direzione di propagazione, tempo di esposizione. Gli effetti nocivi interessano nella maggior parte dei casi, sulla base di dati statistici, le

ossa e le articolazioni della mano, del polso e del gomito; sono anche facilmente riscontrabili affaticamento psicofisico e problemi di circolazione.

La quantità e la qualità delle emissioni sonore generate dallo sviluppo di un intervento determinano la criticità intrinseca della realizzazione, ma più frequentemente deve essere valutata la criticità cumulativa, se il progetto prevede la realizzazione di un numero elevato di interventi puntuali che, singolarmente presi, non producono un inquinamento significativo (per esempio, strade con elevato volume di traffico pesante).

Le vibrazioni possono essere causa, oltre che di disturbo per gli utenti degli edifici, di riduzione della loro efficienza operativa e di malfunzionamento e danneggiamenti delle apparecchiature utilizzate, nonché di pericolo per la stessa integrità strutturale o architettonica degli edifici e relativa sicurezza degli occupanti.

Gli impatti sulla componente Rumore e Vibrazioni, principalmente costituiti dall'alterazione dei livelli di pressione sonora e vibrazionale, possono essere mitigati mediante soluzioni di tipo localizzativo, soprattutto nei casi in cui nell'area interessata dall'intervento in esame siano presenti livelli pregressi di degrado del clima acustico vibrazionale, poiché tale degrado verrebbe ulteriormente amplificato dalla nuova opera in progetto. Si possono poi individuare soluzioni alternative, le quali possono agire riducendo direttamente il livello di emissioni, per mezzo dell'adozione di specifiche soluzioni progettuali e tecniche o di immissioni, aumentando la distanza dalla fonte, realizzando barriere insonorizzanti.

Le misure di ordine tecnico devono tendere primariamente a diminuire la formazione di rumore e vibrazioni da parte di macchine e attrezzi, in sede di progettazione (con controlli periodici sul macchinario), e successivamente a limitarne la propagazione diretta e indiretta sull'individuo (utilizzando adeguati dispositivi di protezione) o sul territorio.

11.7 Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Nel presente contesto l'analisi della componente è stata effettuata secondo il modello D.P.S.I.R., come illustrato in figura 29.

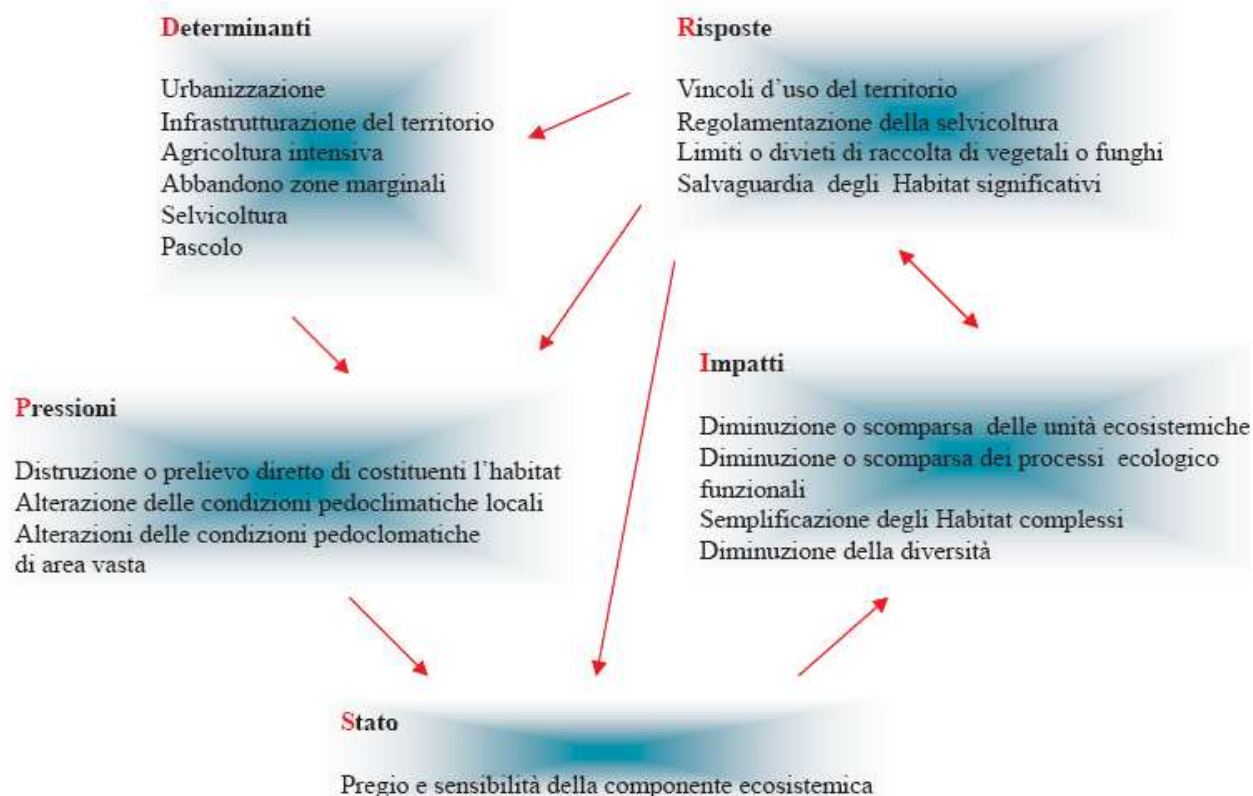


Figura 29 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Per effettuare una caratterizzazione dello stato dell'ambiente relativamente ai livelli di Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti e dunque valutare l'eventuale esistenza di livelli pregressi di presenza del fattore, devono essere effettuate delle campagne di monitoraggio con misuratori di frequenza, dosimetri e contatori in grado di misurare la radioattività sia dell'ambiente che degli individui. Per quanto riguarda le radiazioni ionizzanti presenti nell'area di studio, è necessario provvedere al monitoraggio di particolari radioisotopi (radionuclidi) indicatori (per esempio, il Cs_{137} , il Cs_{134} ed il Co_{60} per gli scarichi di centrali nucleari) in unità ambientali che possano costituire una trappola per tali elementi o essere un anello critico di vie di specifico interesse.

Qualora si renda necessario, verranno misurati i livelli di presenza per particolari radionuclidi nelle matrici più sensibili, quali i prodotti destinati all'alimentazione umana potenzialmente contaminati (prodotti ortofrutticoli, latte, miele, funghi) e in tutte quelle

componenti che possono costituire un deposito per i radioisotopi, come le deposizioni umide o secche (piogge, particolato atmosferico) o specifici indicatori biotici, come i muschi e le briofite.

Nell'ambito di questa matrice ambientale, la ricerca delle unità sensibili risulta più lineare rispetto a quanto avviene per le altre; è piuttosto semplice, infatti, valutare la presenza nell'area di specifici elementi di sensibilità, quali donne gravide, bambini, persone anziane, mucche lattifere, miele prodotto nelle zone interessate, funghi presenti nelle medesime, etc.

Tutti gli impianti e gli apparecchi tecnologici che utilizzano energia elettrica forniscono il loro contributo al campo elettromagnetico e costituiscono dunque fonti di pressione per quanto riguarda le Radiazioni Non Ionizzanti. Tra le principali fonti a bassa frequenza vi sono:

- elettrodotti;
- trasformatori di corrente;
- elettrodomestici;
- installazioni elettriche in generale.

Tra le fonti ad alta frequenza:

- forni a microonde;
- trasmettitori televisivi;
- telefoni cellulari;
- computer;
- sistemi radar.

Le sorgenti di Radiazioni Ionizzanti sono invece nuclidi radioattivi, particelle provenienti dal cosmo (raggi cosmici), e speciali apparecchiature radioterapiche (raggi X). Mentre i raggi cosmici sono sempre naturali, le sostanze radioattive, così come i raggi X possono avere origine naturale o artificiale. È chiaro come la semplice presenza di tali fonti e delle loro emissioni svolga un'azione di pressione diretta sul recettore ad esse sottoposto.

L'analisi dei potenziali impatti derivanti dall'esposizione a radiazioni può e deve essere divisa in due parti: una per descrivere gli effetti delle Radiazioni Non Ionizzanti e l'altra

rivolta invece a quelle Ionizzanti. Per quanto riguarda le Non Ionizzanti risulta opportuno, inoltre, distinguere tra effetti acuti ed effetti cronici: i primi possono manifestarsi come immediata conseguenza all'esposizione, mentre i secondi possono mostrare anche lunghi periodi di latenza in conseguenza di esposizioni anche molto brevi.

Tra gli effetti acuti delle esposizioni alle basse frequenze sono state rilevate conseguenze sul sistema visivo e sul sistema nervoso centrale, stimolazione dei tessuti eccitabili, extrasistoli e fibrillazioni ventricolari; per le esposizioni alle alte frequenze si sono riscontrate alterazioni del sistema immunitario e delle funzioni neurali e neuromuscolari, anomalie alla cornea ed al cristallino, nonché ridotta produzione di sperma; sono stati inoltre riportati effetti a livello della sintesi della melatonina e della fotosintesi clorofilliana.

Sugli effetti cronici, vista la loro natura probabilistica, mancano invece risultati chiari ed incontrovertibili nonostante i numerosi studi effettuati sia attraverso indagini epidemiologiche che attraverso studi su animali.

La maggiore preoccupazione riguardo alle Radiazioni Non Ionizzanti è destata, comunque, dalla loro possibile cancerogenicità.

Per quanto riguarda l'azione delle Radiazioni Ionizzanti, va sottolineato come questa sia dovuta alla cessione di energia da queste alle cellule che compongono l'organismo soggetto all'esposizione e come tale processo possa essere diviso in due fasi: quella iniziale e quella del danno biologico. Nella prima vengono indotte nella materia vivente alterazioni fisiche e fisico-chimiche che, colpendo delle strutture biologiche, sono all'origine della successiva fase del "danno biologico" che avrà come bersaglio iniziale le macromolecole biologiche. Tale danno può provocare sia la morte della cellula che una sua modificazione. Il primo evento risulta grave soprattutto nel caso in cui le cellule morte siano in numero sufficientemente elevato da provocare una compromissione funzionale clinicamente apprezzabile in un tessuto o organo; effetti del secondo tipo sono invece ancora più gravi, proprio perché le cellule rimangono vive. In tale situazione, infatti, le cellule modificate sono ancora in grado di riprodursi e possono dare luogo, dopo un periodo di latenza di durata variabile, ad una condizione di tipo neoplastico, se le modificazioni sono avvenute a carico delle cellule somatiche, o ad un danno nella progenie, se sono state interessate le cellule germinali.

Le risposte mitigative nei confronti delle fonti di campi elettromagnetici non ionizzanti sono essenzialmente legate alla diminuzione della potenza degli impianti, anche se in alcuni casi, come ad esempio nelle antenne radio base o per generici impianti di

trasmissione, si potrebbe anche procedere sulla geometria del lobo di irraggiamento, agendo cioè sulle sue componenti orizzontali e verticali. Per quanto riguarda le fonti ionizzanti, le mitigazioni più efficaci sono essenzialmente di tipo localizzativo, tendendo ad evitare zone con elementi ambientali particolarmente sensibili o zone ad elevata vulnerabilità intrinseca, quali zone residenziali, aree ospedaliere o stazioni di fauna sensibile.

11.8 Paesaggio

Le informazioni richieste ai fini della caratterizzazione della componente in oggetto sono organizzate secondo il modello D.P.S.I.R., come illustrato in figura 30.

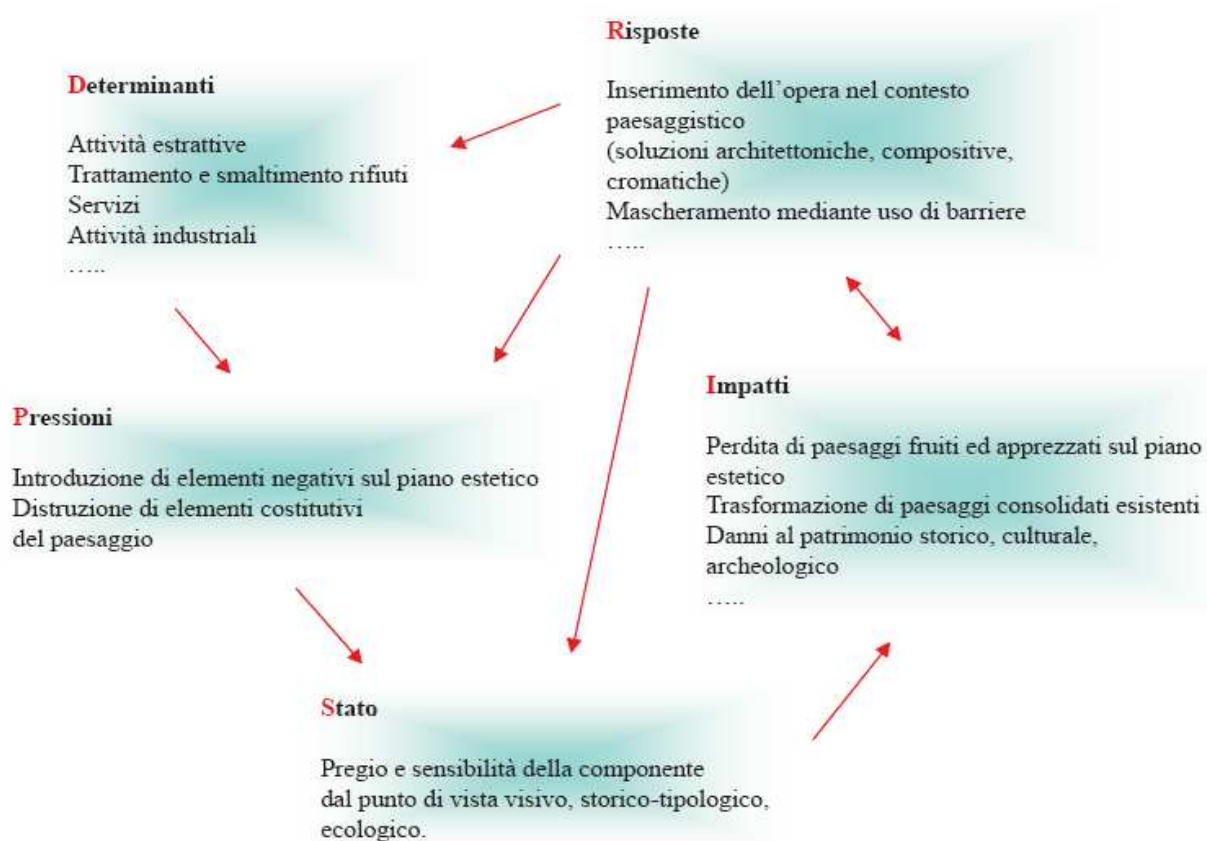


Figura 30 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Paesaggio

L'approccio metodologico adottato per lo studio del paesaggio individua i criteri e gli obiettivi dell'analisi dello stato della componente e degli impatti generati dalle azioni progettuali, che rappresentano le fonti di pressione agenti sul territorio. Secondo l'accezione esteriorizzante del paesaggio, infatti, è possibile che, ove non venga alterato il

“quadro naturale”, non venga percepito un impatto viceversa rilevante secondo l’accezione ecologico-geografica. Ancora, grandi trasformazioni involutive del paesaggio in termini culturali e semiologici, ad esempio dati dall’abbandono dell’agricoltura in ambienti collinari, possono essere percepiti come varianti positive in termini di ecologia del paesaggio.

Un possibile metodo di analisi è quello dei valori di permanenza storica del paesaggio. L’obiettivo di questo approccio è di valutare come una qualsiasi opera interferisca con il grado di conservazione degli elementi caratteristici dei diversi tipi di paesaggio e, di conseguenza, con il grado di permanenza della tipologia di paesaggio dell’area in cui si inserisce il progetto.

Lo studio può essere suddiviso in diverse fasi (Falini e Ciardini, 1986):

- definizione delle strutture storiche e delle unità tipologiche del paesaggio nell’area di studio;
- classificazione delle unità paesistiche in base al loro grado di permanenza e alla loro sensibilità;
- valutazione delle interferenze del progetto proposto con il grado di permanenza e la sensibilità delle tipologie di paesaggio storico.

Dal punto di vista operativo, la definizione delle strutture storiche e delle unità tipologiche del paesaggio comporta l’individuazione delle variazioni topografiche del territorio nel tempo, attraverso la redazione di una serie di mappe in grado di rappresentare l’evoluzione delle tipologie di paesaggio in periodi storici significativi. Alle tipologie individuate vanno riferiti gli elementi del paesaggio odierno (insediamenti abitativi, colture, strade, etc.) distinti in elementi primari e secondari.

Una volta individuate le tipologie di paesaggio ed attribuito ad esse gli elementi primari e secondari, occorre valutare il grado di conservazione delle unità paesistiche; questo comporta l’individuazione del grado di conservazione degli elementi caratterizzanti il paesaggio e, quindi, l’identificazione delle modificazioni subite nel tempo (costruzioni, demolizioni, restauri, etc.).

Descritto lo stato del paesaggio (grado di permanenza e sensibilità), il passo successivo comporta un’analisi dell’opera in progetto, ai fini di valutarne le pressioni sulla componente in esame. In pratica, si tratta di identificare le attività e le azioni progettuali che interferiscono sugli elementi primari e secondari del paesaggio; l’impatto che risulta da

tale interferenza sarà tanto più grave quanto migliore è il loro stato di conservazione e, quindi, quanto maggiore è la sensibilità del paesaggio.

Possibili impatti negativi a carico della componente “paesaggio” sono:

- alterazione del paesaggio per l'introduzione di nuovi elementi negativi, con conseguente perdita di paesaggi fruiti ed apprezzati sul piano estetico;
- perdita di tessuti paesaggistici culturalmente importanti;
- danni o rischi per il patrimonio storico, culturale, archeologico;
- trasformazione di paesaggi consolidati esistenti;
- ulteriore artificializzazione di paesaggi già degradati;
- interferenze con le condizioni di fruizione del patrimonio storico-culturale esistente.

Secondo quanto detto, l'individuazione delle fonti di pressione sul paesaggio, ovvero le fonti di alterazione del suo stato, e la quantificazione delle pressioni conseguenti, sono ampiamente influenzate dall'approccio metodologico e culturale, ovvero dalle formalizzazioni con cui il paesaggio viene descritto. In generale, tutta l'attività antropica (agricoltura, attività estrattive, urbanizzazione, etc.) agisce come fonte di trasformazione del paesaggio. Tuttavia, queste trasformazioni hanno tempi di attuazione molto differenti in funzione della quantità di energia apportata dall'esterno; inoltre, fasi di trasformazione relativamente veloci si alternano a situazioni di trasformazione lenta o progressiva. La persistenza per lunghi periodi di un determinato stato del paesaggio, anche dopo trasformazioni importanti, è un elemento che riduce la percezione dell'esistenza attuale o passata di fonti di pressione.

Esempi di fonti di pressione che agiscono sulla componente in oggetto sono:

- interventi che per localizzazione, dimensioni, aspetti formali siano potenzialmente intrusivi, dotati di un elevato grado di visibilità;
- interventi che per localizzazione, dimensioni, aspetti formali siano in grado di produrre ostruzioni di visuali paesaggistiche di pregio;
- interventi che determinano alterazioni dei caratteri connotativi del paesaggio (attraverso la modificazione di singoli elementi o della loro composizione);

- interventi che distruggono elementi caratterizzanti del paesaggio o il loro tessuto relazionale;
- interventi che alterano profondamente la morfologia del territorio, quali ad esempio sbancamenti per infrastrutture di trasporto, attività estrattive, etc.;
- interventi di trasformazione dell'uso del suolo su ampie superfici, quali ad esempio aeroporti, discariche, etc.

Tra le fonti di pressione e quindi di trasformazione del paesaggio va annoverata anche la sospensione di attività umane indotta dai cambiamenti della struttura socio-economica: se dal punto di vista naturalistico l'abbandono dell'agricoltura, ad esempio, può essere valutato positivamente, in quanto viene permesso di esplicitarsi alla dinamica naturale della vegetazione naturale, d'altro canto il paesaggio percepito e strutturato perde rapidamente di qualità.

In alcune situazioni la perdita di componenti costitutive del paesaggio, come pascoli o prati in contesti boscati, è valutabile in termini negativi non solo dal lato paesaggistico, ma anche dal punto di vista ecologico, a causa del venir meno di variabilità negli *habitat*.

Per quanto concerne le risposte, è necessario prevedere misure di mitigazione per ridurre l'impatto sulla componente in esame. In presenza di più alternative localizzative è preferibile evitare la realizzazione dell'opera in aree ad elevata sensibilità intrinseca (aree di particolare pregio dal punto di vista paesaggistico). Possibili misure di mitigazione più strettamente riferite alle modalità di realizzazione dell'opera riguardano il suo inserimento nel contesto paesaggistico mediante soluzioni architettoniche, compositive e cromatiche, in accordo con quelle prevalenti all'interno dell'area ristretta e vasta di intervento, oppure mediante barriere, quali ad esempio barriere arboree, per mascherare l'opera e ridurne la visibilità da diversi punti di vista

Misure di compensazione a vantaggio della componente paesaggio possono prevedere anche il ripristino di contesti paesaggistici di pregio e il restauro di elementi danneggiati di valore storico-culturale.

11.9 Rifiuti

Le informazioni richieste ai fini della caratterizzazione della componente Vegetazione e Flora sono organizzate secondo il modello D.P.S.I.R. come illustrato in figura 31.

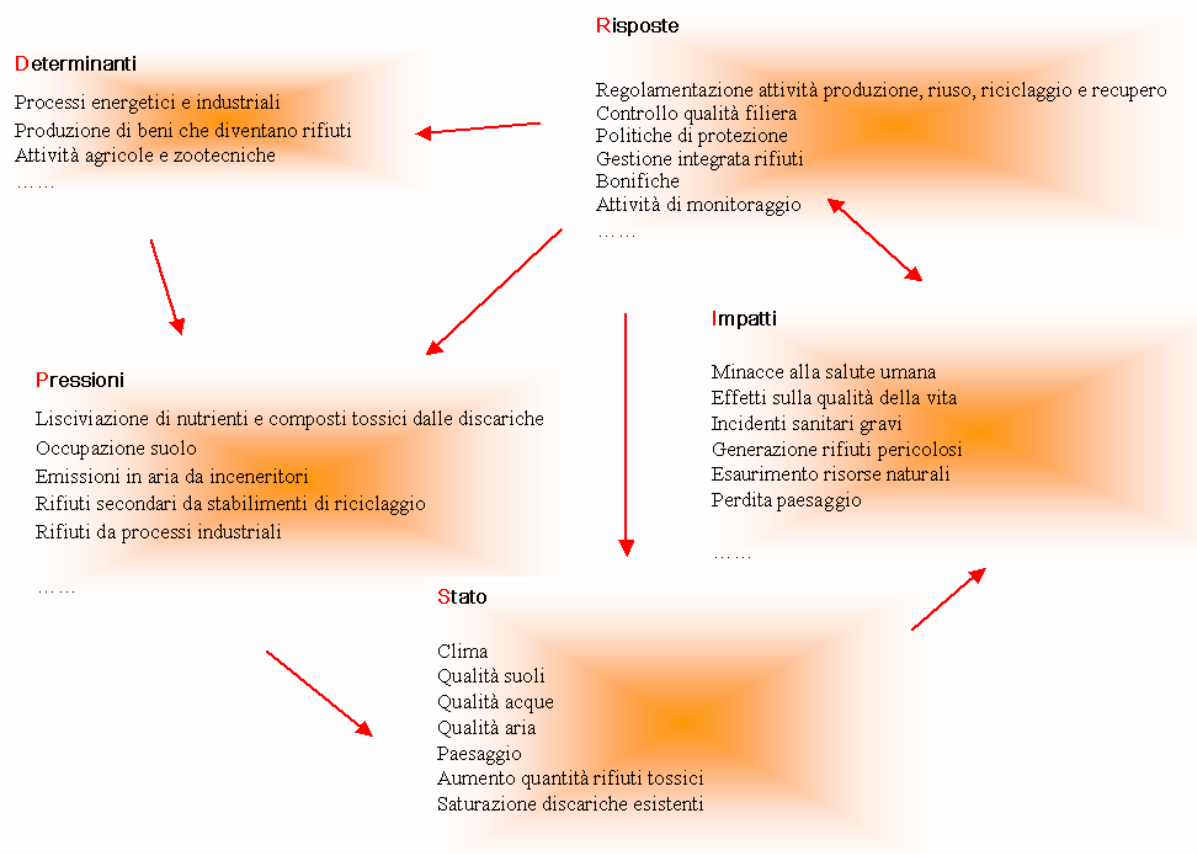


Figura 31 - Modello D.P.S.I.R. applicato alla componente Paesaggio

L'efficienza nell'uso delle risorse all'interno delle economie europee sta migliorando. La produzione totale dei rifiuti sembra essersi stabilizzata all'interno dei Paesi membri, grazie, probabilmente, alla diminuzione di produzione da processi industriali e da estrazione di minerali e ad una maggiore importazione di risorse e materie prime da Paesi non appartenenti alla Comunità Europea, oltre che ad una riduzione della attività estrattiva negli stessi Paesi membri. Tuttavia, la crescita complessiva del volume produttivo eccede largamente gli effetti positivi indotti dalla migliorata efficienza dei processi produttivi, al punto che non si osserva ancora una riduzione in valore assoluto nell'uso delle risorse. Al contrario, la crescita economica e il cambiamento dei consumi hanno portato ad un aumento della produzione dei rifiuti urbani e dei rifiuti da imballaggio. Inoltre, la discarica rimane a oggi uno dei sistemi di smaltimento più diffusi in Europa, anche se molti Paesi stanno spostando la gestione dei rifiuti sempre più verso il riciclo.

La lista degli indicatori necessari alla descrizione della tematica sui rifiuti e il flusso di materiali è divisa in tre parti fondamentali, correlate a tre generiche domande di informazione:

1. Stiamo riducendo l'uso totale delle risorse e la conseguente pressione sull'ambiente, diminuendo la generazione dei rifiuti?
2. Stiamo prevenendo la produzione dei rifiuti?
3. Stiamo gestendo i nostri rifiuti in modo sostenibile?

A queste domande si può rispondere individuando indicatori che misurino le grandezze differenziate tra i tre grandi sottotemi riferiti ai rifiuti: l'uso efficace delle risorse, la prevenzione nella produzione e pericolosità dei rifiuti e lo smaltimento sostenibile dei rifiuti. In ognuna di queste sottotematiche si possono individuare gruppi di indicatori, specificati all'interno dello schema D.P.S.I.R., che definiscono una *storyline* per il nostro sistema Paese.

Per quanto riguarda lo stato, si deve sottolineare che, nella definizione dello schema D.P.S.I.R., la descrizione dei cambiamenti dello stato dell'ambiente deve essere ricercata nei cambiamenti intervenuti. Infatti, per i rifiuti non si può definire lo stato, ma si può solo far riferimento a cambiamenti nello stato delle componenti ambientali che subiscono la pressione da parte della produzione dei rifiuti e della loro gestione.

Uno degli obiettivi da raggiungere per avviarsi verso un effettivo sviluppo sostenibile è quello della dematerializzazione dell'economia, più precisamente la riduzione dell'uso delle risorse, disaccoppiando cioè la crescita economica dal loro uso e dalla conseguente produzione dei rifiuti.

I fattori che influenzano l'efficienza nell'uso delle risorse, che possono quindi essere descritti come determinanti delle pressioni sull'ambiente, comprendono l'efficienza stessa dei processi di produzione, l'innovazione tecnologica, il cambiamento degli schemi di consumo, il riuso o la sostituzione delle risorse utilizzate nei processi produttivi industriali.

Osservando il Paese da una prospettiva di sistema, ogni nuovo flusso di materiale introdotto nel proprio sviluppo economico porta ad un flusso in uscita, generalmente con collocazione e composizione diverse tanto da produrre in ogni caso una pressione nociva sull'ambiente, includendo tra queste anche la produzione dei rifiuti. I rifiuti producono, quindi, per definizione, una pressione sull'ambiente.

Un modo per monitorare l'andamento nella richiesta totale di risorse in un sistema economico, considerando anche le “risorse nascoste” quali le merci importate da Paesi stranieri, è il *Total Material Requirements* (T.M.R.), cioè la quantità totale di materia richiesta per lo sviluppo di un'economia nazionale. Questa esercita una generica pressione sull'ambiente. Le pressioni specifiche devono invece essere descritte con indicatori legati ai problemi ambientali propri delle diverse matrici, quali aria (emissione di gas serra), suolo (occupazione del suolo), acqua (uso di tale risorsa).

Il principio di prevenzione permea tutte le politiche europee ispirate alla protezione dell'ambiente e alla salvaguardia della salute umana. In particolare, per i rifiuti l'obiettivo principale della strategia europea è la prevenzione della quantità e del volume dei rifiuti prodotti, unita alla minimizzazione del contenuto di sostanze pericolose e alla conseguente diminuzione della quantità di rifiuti pericolosi prodotti. Alcuni flussi di rifiuti ben definiti - quali i rifiuti urbani, gli imballaggi, le pile e le batterie, gli oli usati, i fanghi, i rifiuti pericolosi, i rifiuti industriali e i rifiuti da costruzione e demolizione, i veicoli fuori uso e i rifiuti elettrici ed elettronici - sono sotto costante verifica della Comunità Europea, che ha posto in atto delle politiche specifiche di osservazione, riciclo e diminuzione della produzione, attraverso specifiche direttive. L'osservazione di solo alcuni di questi flussi ha iniziato a mostrare un disaccoppiamento tra la loro produzione e la crescita produttiva del settore economico corrispondente.

Grande responsabilità è a carico dell'industria a cui viene chiesto di dare forte impulso a una diversa progettazione dei prodotti, al fine di tener conto di tutta la catena di consumo.

Gli obiettivi di una gestione sostenibile dei rifiuti generati sono:

- i rifiuti non devono essere pericolosi o devono presentare rischi molto bassi per l'ambiente e la salute dell'uomo;
- la maggior parte dei rifiuti deve essere reintrodotta nel ciclo economico mediante riciclo, oppure ritornare nell'ambiente (come il *compost*) in modo utile o non pericoloso;
- le quantità che devono essere smaltite in modo definitivo devono essere ridotte al minimo, distrutte o messe in discarica in modo non dannoso per la salute umana;
- deve essere applicato il principio di prossimità, per cui il rifiuto deve essere trattato o smaltito vicino al posto in cui è stato prodotto.

L'insieme di tutti questi obiettivi può essere monitorato attraverso indicatori che misurano: la quantità totale di rifiuti che vengono gestiti e differenziati nelle diverse operazioni di recupero e smaltimento; gli impatti ambientali associati alle diverse operazioni; i movimenti transfrontalieri di rifiuti; la gestione dei rifiuti. Le sostanze pericolose contenute nei prodotti sono un'indicazione del possibile impatto o pressione sull'ambiente di questi ultimi, determinando le priorità per un'efficace gestione del conseguente rifiuto, al fine di evitare un pericolo estensivo per l'ambiente.

12. La selezione, lo sviluppo, il popolamento e la spazializzazione degli indicatori

In ambito comunitario, il principale strumento di divulgazione delle informazioni di carattere ambientale è rappresentato dai *report* ambientali¹ che costituiscono l'atto finale di un complesso e articolato processo quale è l'azione conoscitiva dell'ambiente. Il *report*, la cui struttura è fondata sull'uso degli indicatori e indici (aggregazione di più indicatori) di tipo ambientale, permette di individuare le emergenze e le criticità ambientali sulle quali concentrare le politiche strutturali di risanamento e prevenzione: esso rappresenta un punto di riferimento per tutti coloro (cittadini, istituti di ricerca, Amministrazioni pubbliche, privati, etc.) che vogliano conoscere il territorio in cui vivono o vogliono attivarsi al fine di migliorare la qualità dell'ambiente.

Come già accennato in precedenza, l'uso degli indicatori consente molteplici applicazioni:

- rende più veloce la trasmissione delle informazioni, in quanto la semplifica rendendola di facile comprensione per tutti i soggetti (cittadini, tecnici, decisori politici, etc.);
- rende possibile l'analisi di situazioni ambientali complesse, riducendo il numero di misure e parametri che normalmente sarebbero necessari per fornire una "esatta" visione della situazione in esame;
- permette di realizzare modelli previsionali per verificare l'efficacia di possibili azioni in situazioni di criticità.

Gli indicatori utilizzabili per la costruzione di un *report* ambientale possono essere suddivisi in tre tipologie:

- indicatori fissati dalla normativa di settore;
- indicatori "ideali", cioè quelli integrati che ogni analista e tecnico ambientali vorrebbe utilizzare;

¹ La produzione di *report* a carattere ambientale si è notevolmente incrementata e diversificata negli ultimi dieci anni, dando luogo alla realizzazione di rapporti di vario tipo: da dettagliati sommari e compendi statistici a rapporti sullo stato dell'ambiente più descrittivi, etc. L'aspetto negativo di questo rapido incremento è rappresentato dalla diversità dei documenti stessi in termini di contenuti, di frequenza di pubblicazione e, soprattutto, di formato che spesso rende difficile il confronto delle informazioni.

- indicatori effettivamente disponibili perché già raccolti, o calcolati e archiviati in sistemi informativi, oppure già presentati in precedenti relazioni ambientali.

Ai fini del seguente lavoro è parso opportuno, pertanto, procedere in primo luogo alla verifica degli indicatori fissati dalla normativa internazionale, europea e nazionale elaborati per misurare e quantificare lo sviluppo sostenibile in diversi ambiti territoriali; in secondo luogo, ci si è preoccupati di considerare anche gli indicatori “ideali”, che mirano a rappresentare in maniera ottimale l’insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano un qualsiasi tema o fenomeno ambientale, mettendolo in relazione con l’insieme delle politiche esercitate verso di esso (ad esempio, gli indicatori elaborati nelle catene D.P.S.I.R. complete per ogni componente ambientale precedentemente individuata). In ultima battuta, si è proceduto alla verifica degli indicatori già sviluppati ed utilizzati nei vari *report* ambientali (nazionali, comunitari, internazionali) e progetti indicati in tabella 8.

Tabella 8 - *Legenda* dei documenti analizzati per la selezione degli indicatori di interesse.

n°	Documenti/Progetti
1	Progetto Murbandy/Moland “Towards an urban atlas”, <i>Environmental issue report n° 30</i> , EEA, 2002
2	Annuario dei dati ambientali 2002, 2003, 2004, 2005 APAT .
3	ISSI Rapporto finale indicatori. “Indicatori per lo sviluppo sostenibile in Italia”.
4	Lista di indicatori della sostenibilità locale utilizzati da Agenda21 .
5	WWF Italia “Libro Rosso degli Habitat in Italia della Rete Natura 2000”.
6	“Linee guida per la valutazione ambientale strategica (VAS)” (Fondi strutturati 2000-2006)
7	Indicatori di “contesto chiave” realizzati nell’ambito del progetto “Informazione statistica territoriale e settoriale per le politiche strutturali 2001-2008” dell’ ISTAT .
8	Rapporto tecnico “ EEA core set of indicators” (Aprile 2003).
9	“Key environmental indicators” pubblicato nel 2001 dal Dipartimento ambientale dell’ OECD (<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>).
10	EUROSTAT “Indicatori strutturali”.
11	Del. CIPE n. 57/2002 “Strategia d’azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia”.
12	ESPON “European Spatial Planning Observation Network”.
13	SPESP “Study Programme on European Spatial Planning 1998-1999”.
14	ECI “European Common Indicators”.
15	Core set CTN – TES “Indicatori e indici sullo stato di qualità ambientale dell’area costiera”. Dossier sullo stato di qualità dell’area costiera.
16	Core set CTN – TES “Sviluppo d’indicatori per l’uso del territorio”.
17	CTN – ACE Progetto “La disaggregazione a livello provinciale dell’inventario nazionale delle emissioni”.
18	WHO “World Health Organisation. Sustainable development and health environment”
19	ARPA Piemonte “Sostenibilità ambientale dello sviluppo. Tecniche e procedure di valutazione di impatto ambientale”.
20	ARPA Emilia Romagna e Dipartimenti sanità pubblica Progetto “Pressioni ambientali e balneabilità ambientale”.
21	POR Sardegna 2000 – 2006 Analisi ambientale aree PIT

Si analizzano, quindi, quali degli indicatori siano realmente utilizzabili e popolabili nel tempo: vengono scelti unicamente gli indicatori per i quali si ha disponibilità di dati relativamente ad una serie storica sufficientemente significativa e ad una distribuzione territoriale ottimale per gli obiettivi da conseguire. Ciascun indicatore selezionato deve avere un peso rilevante e comparabile dal punto di vista degli obiettivi della sostenibilità ambientale.

Il risultato di questo processo di analisi è un *set* di indicatori selezionati perché ritenuti utili per valutare la sostenibilità ambientale delle differenti macro-tipologie di aree omogenee individuate e, allo stesso tempo, per indirizzare l'attività di monitoraggio sulle aree omogenee mediante l'applicazione del modello D.P.S.I.R..

Alcuni dati potranno sembrare ridondanti, ma in questo modo sarà possibile mostrare gli stessi aspetti della sostenibilità ambientale analizzando dati di qualità diversa.

Il risultato finale è sintetizzato in una tabella (Tabella 9) che riporta:

1. gli indicatori scelti per categoria di appartenenza in funzione del modello D.P.S.I.R. e per tematica;
2. l'unità di misura;
3. la distribuzione spaziale e la "serie storica" degli indicatori;
4. le componenti ambientali (1 = Atmosfera; 2 = Ambiente Idrico; 3 = Litosfera; 4 = Vegetazione e Flora; 5 = Fauna; 6 = Rumore e Vibrazioni; 7 = Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti; 8 = Paesaggio e 9 = Rifiuti) che l'indicatore va ad interessare;
5. le macro-tipologie di aree omogenee che l'indicatore va ad interessare (1 = urbane e artificiali; 2 = prevalentemente urbane e artificiali; 3 = umide; 4 = umide costiere; 5 = umide montane; 6 = montane; 7 = costiere; 8 = altre);
6. il *target* spaziale e/o temporale da associare all'indicatore.

Partendo dagli indicatori popolati e dai *target* selezionati, si è creato un sistema informativo capace di gestire questo complesso tipo di articolazione e combinazione di dati statistici. Il sistema informativo poggia su un *database* che contiene tutti i dati numerici e le serie storiche utilizzate per la costruzione degli indicatori. Tale sistema non è un semplice contenitore di numeri predefiniti sulla base di parametri invariabilmente fissati, ma è un sistema aperto che, attraverso un'interfaccia colloquiale, può essere interrogato consentendo, ad esempio, di variare in tempo reale gli obiettivi ed i tempi di ciascun indicatore in ciascun livello, di cambiare l'anno di riferimento dei *target*, di aggiungere o

togliere nuovi indicatori, di eseguire gli studi di sensibilità del sistema alla variazione di qualsiasi parametro.

La scelta degli indicatori, inoltre, non può essere considerato un evento distinto e indipendente dalla selezione dei relativi *target*. In tal senso, l'insieme degli indicatori e dei *target* rappresenta il principale risultato del processo di elaborazione di una visione condivisa di sostenibilità ambientale per le differenti tipologie di aree omogenee in Italia. Associare un indicatore ad un *target*, definito come obiettivo e tempo, collega il concetto di sostenibilità alla misura del cammino da fare (*burden*, sforzo) per raggiungere l'obiettivo. Tali cammini si sommano, come lo sforzo richiesto, man mano che nel percorso della sostenibilità si inseriscono altri processi e quindi altri indicatori.

Nel presente lavoro, la complessa e difficile definizione dei *target* risponde, innanzitutto, agli obblighi derivanti dalla normativa vigente, laddove esistenti. In assenza di tali vincoli, si è tenuto conto delle indicazioni contenute nei principali documenti di riferimento prodotti ad ogni livello, come ad esempio il Piano di Azione Ambientale del Summit mondiale ONU di Johannesburg, il sistema comunitario delle strategie di Lisbona e Goteborg e del VI Piano di Azione Ambientale, oppure la Strategia Italiana di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile. Nei casi in cui i *target* non sono predefiniti o delimitati da obblighi si è proceduto a fissare autonomamente obiettivi e tempi. A tal fine, vanno presi in considerazione il concetto base di sostenibilità ed i principi che lo regolano, affinché sia possibile valutare i *target* da raggiungere in funzione dello stato dell'ambiente nazionale, della *carrying capacity* delle aree omogenee, dei tempi necessari e dei costi. Se, invece, esistono indici e *target* simili in altri Paesi o regioni, ovviamente non obbligatori, è opportuno considerarli e valutare le ragioni che hanno indotto le altre comunità ad operare tali scelte. Di conseguenza, è opportuno calibrare i propri *target*. Il riferimento ai limiti va naturalmente articolato in maniera flessibile e ragionata, se necessario graduando gli impegni, se possibile anticipando le scadenze o addirittura modificando i *target* in senso migliorativo.

In considerazione dell'obiettivo finale, cioè la definizione di un indicatore/indice sintetico che fosse in grado di definire e monitorare nel tempo lo stato della sostenibilità ambientale delle varie macro-tipologie di aree omogenee, è parso opportuno inserire tra i descrittori delle aree omogenee i limiti amministrativi comunali, per il popolamento di alcuni indicatori la cui distribuzione spaziale non fosse ottenibile con maggiore dettaglio. La scelta si è dimostrata in molti casi adeguata, benché, durante le prime fasi di popolamento degli indicatori, siano emerse difficoltà relativamente al reperimento di

alcuni dati necessari al dettaglio comunale, in quanto generalmente acquisiti dalle Amministrazioni competenti con dettaglio provinciale o regionale.

Per quanto riguarda la distribuzione temporale, invece, si è cercato di costruire per il popolamento degli indicatori una “serie storica” quanto più estesa possibile, nello specifico gli anni 2000 - 2005. Nella fase di popolamento, però, non è stato sempre possibile riferire i dati agli anni prescelti ed è stato necessario effettuare delle elaborazioni e stime per il periodo mancante partendo dai dati e dagli anni disponibili.

Nei paragrafi successivi si riportano le schede sintetiche sviluppate per ogni indicatore contenenti:

- la categoria di appartenenza in funzione del modello D.P.S.I.R. e il codice progressivo di riferimento secondo la Tabella 9 indicante anche la categoria;
- la tematica individuata ed il nome dell'indicatore;
- i metadati dell'indicatore (descrizione, scopo, contenuti, copertura spaziale e temporale);
- il popolamento dell'indicatore (note esplicative e informazioni sui dati);
- *target* e riferimenti normativi.

Tabella 9 – Il *set* indicatori scelti per la valutazione della sostenibilità ambientale delle aree omogenee

DPSIR	Tematica	Nome Indicatore	Unità misura	Distribuzione Spaziale	Serie storica	Fonte Dati	Componente Ambientale Interessata	Area Omogenea Interessata	Target
D1	Economia	P.I.L. pro-capite	Euro/abitante	Regione	1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003	UNIONCAMERE, ISTAT, SISREG, EUROSTAT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	1, 2, 5, 6, 7, 8	Valore minimo assoluto della serie storica a livello regionale (10.843 Euro/abitante).
D2	Popolazione (residenti e turisti)	Pressione turistica rispetto superficie	Numero posti letto attività ricettive/kmq	Comune	1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004	ISTAT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (0 Numero posti letto attività ricettive/kmq).
D3	Popolazione (residenti e turisti)	Intensità turistica	Numero posti letto attività ricettive/abitanti residenti*1000	Comune	1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004	ISTAT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (0 Numero posti letto attività ricettive/abitanti residenti*1000).
D4	Popolazione (residenti e turisti)	Densità popolazione residente	Residenti/kmq	Comune	1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (1,02765321375187 Residenti/kmq).
D5	Agricoltura e Allevamento	Superficie agricola utilizzata (S.A.U.)	%	Comune	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	ISTAT	2, 3, 4, 5, 8	6, 8	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (0 %).
D6	Agricoltura e Allevamento	Carico organico potenziale	Abitanti equivalenti/kmq	Comune	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	ISTAT	1, 2, 3, 9	6, 8	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (0 Abitanti equivalenti/kmq).
D7	Silvicoltura	Incidenza settore forestale	Numero addetti unità locali/ha sup. forestale*1000	Regione	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT	1, 3, 4, 5, 8	5, 6, 8	Valore minimo re assoluto della serie storica a livello regionale (0 Numero addetti unità locali/ha sup. forestale*1000).
D8	Industria	Impianti di produzione di energia	Numero unità locali/kmq	Comune	2000, 2001, 2002, 2003, 2004	ISTAT	1, 2, 6, 7, 8, 9	1, 2, 7, 8	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (0 Numero unità locali/kmq) .
D9	Servizi (turismo e trasporti)	Uso suolo per attività turistica	Numero attività ricettive/kmq	Comune	1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004	ISTAT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (0 Numero attività ricettive/kmq).
D10	Servizi (turismo e trasporti)	Consistenza flotta veicolare	Numero veicoli/abitante	Comune	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ACI, ISTAT, ISFORT, MIT	1, 2, 4, 5, 6	1, 2, 6, 7, 8	Valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale (0,000588235294117647 Numero veicoli/abitante).
P1	Consumo di materiali (legno, ghiaia, combustibili...)	Superficie delle tagliate forestali	ha tagliate/ha superficie forestale	Regione	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT, Ministero Politiche agricole, forestali e alimentari, Corpo Forestale dello Stato	1, 2, 3, 4, 5, 8	5, 6	Valore minimo assoluto della serie storica a livello regionale (0,000630494025938837 ha tagliate/ha superficie forestale).

P2	Consumo di materiali (legno, ghiaia, combustibili....)	Utilizzazioni legnose totali	m³/ha superficie forestale	Regione	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT, Ministero Politiche agricole, forestali e alimentari, Corpo Forestale dello Stato	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9	5, 6	Valore minimo assoluto della serie storica a livello regionale (0,171237792530695 m³/ha superficie forestale).
P3	Produzione di inquinanti	Uso di fertilizzanti	Quintali/kmq	Provincia	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT	2, 3, 4, 9	3, 4, 5, 6, 7, 8	<i>Target</i> pari al riduzione del 50% entro il 2025 nell' uso di prodotti chimici in agricoltura sulla base del valore minimo assoluto della serie storica disponibile (0,689 Quintali/kmq al 2025).
P4	Produzione di rifiuti	Produzione di rifiuti urbani pro-capite	Kg/abitante residente	Provincia	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	APAT (Rapporto rifiuti)	1, 2, 6, 8, 9	1, 2	Valore minimo assoluto della serie storica a livello Provinciale (7,77977870895974 Kg/abitante residente).
P5	Produzione di rifiuti	Quantità di rifiuti urbani smaltiti in discarica	Tonnellate/kmq	Provincia	2002, 2003, 2004, 2005	APAT (Rapporto rifiuti)	1, 2, 6, 8, 9	1, 2	<i>Target</i> proposto nella comunicazione della Commissione Europea per il VI Programma d' Azione Ambientale, pari a –50% di Rifiuti Urbani smaltiti in discarica al 2050 rispetto al valore minimo assoluto della serie storica a livello provinciale (0,0812 Tonnellate/kmq al 2050).
P6	Produzione di inquinanti	Emissione gas serra CO₂	Milligrammi/kmq	Provincia	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	APAT	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Milligrammi/kmq).
P7	Produzione di inquinanti	Emissione gas serra N₂O	Milligrammi/kmq	Provincia	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	APAT	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Milligrammi/kmq).
P8	Produzione di inquinanti	Emissione gas serra CH₄	Milligrammi/kmq	Provincia	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	APAT	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Milligrammi/kmq).
S1	Effetti dei cambiamenti climatici	Variazione fronti glaciali	%	Alpi Occidentali, Centrali e Orientali	1999, 2000, 2001, 2002, 2003	APAT, Comitato Glaciologico Italiano	1, 2	6	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato, al buon senso e alla conservazione e alla difesa dei ghiacciai. Si pone come obiettivo il mantenimento della stabilità dei fronti glaciali rispetto al 1999 (variazione fronti glaciali pari a 0%).
S2	Foreste	Indice boscosità	%	Regione	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT, Ministero Politiche agricole, forestali e alimentari, Corpo Forestale dello	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9	5, 6	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato, al buon senso e alla conservazione e alla difesa del patrimonio

						Stato			forestale. Si pone come obiettivo un aumento minimo del 4% di superficie forestale al 2015 (il 4% corrisponde all'aumento medio decennale dell'Italia a partire dal 1948) rispetto al valore massimo assoluto della serie storica (55,3240752 % al 2015).
S3	Qualità dei corpi idrici	TRIX (indice trofico)	Valore	Stazione di misura	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	Elaborazioni APAT su dati SI.DI.MAR. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare	2, 4, 5, 9	4, 7	<i>Target</i> fissato dalla normativa di riferimento e prevede che sia raggiunto uno Stato trofico delle acque marino/costiere buono per tutti le stazioni di campionamento il 2015 (valore pari a 2 entro il 2015).
S4	Qualità dei corpi idrici	Carico PCB nei sedimenti	Microgrammi per Kg di peso secco	Stazione di misura	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	Elaborazioni APAT su dati SI.DI.MAR. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare	2, 4, 5, 9	4, 7	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Microgrammi per Kg di peso secco).
S5	Qualità dei corpi idrici	Carico IPA nei sedimenti	Milligrammi per Kg di peso secco	Stazione di misura	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	Elaborazioni APAT su dati SI.DI.MAR. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare	2, 4, 5, 9	4, 7	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Milligrammi per Kg di peso secco).
S6	Gestione dei rifiuti	Discariche di rifiuti urbani	Numero/kmq	Provincia	2002, 2003, 2004, 2005	APAT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	1, 2	Valore minimo assoluto della serie storica a livello provinciale (0,000203258642557482 Numero/kmq).
I1	Perdita di acqua, territorio, foreste e biodiversità	Coste non balneabili per inquinamento	%	Regione	1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	ISTAT, Ministero della salute	2, 4, 5, 8	4, 7	Normativa, nazionale (DPR 470/82) ed europea (Direttiva 1976/160/CE), prevede che tutte le acque destinate alla balneazione ricadano nei requisiti di idoneità previsti per legge. Quindi, l'obiettivo deve necessariamente essere il 100% di coste in cui sia garantita la balneabilità.
I2	Perdita di acqua, territorio, foreste e biodiversità	Superficie forestale percorsa da incendi	%	Regione	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT, Ministero politiche agricole, alimentari e forestali	1, 3, 4, 5, 8, 9	5, 6	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso e alla conservazione e alla difesa del patrimonio boschivo nazionale dagli incendi (Legge 353/2000): 0% di

									superficie forestale percorsa da incendi.
I3	Perdita di acqua, territorio, foreste e biodiversità	Dimensione media incendi	Numero incendi/ha superficie forestale	Regione	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	ISTAT, Ministero politiche agricole, alimentari e forestali	1, 3, 4, 5, 8, 9	5, 6	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso e alla conservazione e alla difesa del patrimonio boschivo nazionale dagli incendi (Legge 353/2000): dimensione media degli incendi pari a 0.
R1	Qualità dell'aria	Centraline rilevamento qualità area	Numero	Comune	1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	APAT	1	1, 2	Aumento del 50% del numero di centraline di rilevamento della qualità dell'aria rispetto valore massimo assoluto della serie storica a livello comunale per il 2010 (48 centraline al 2010).
R2	Qualità ambientale di organizzazioni e imprese	Certificazioni ambientali ISO14001	Numero/aziende	Regione	1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	SINCERT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	1, 2, 7, 8	Valore massimo assoluto della serie storica a livello regionale (67,3181324647123 Numero/aziende).
R3	Qualità ambientale di organizzazioni e imprese	Certificazioni ambientali EMAS	Numero/aziende	Regione	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	SINCERT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	1, 2, 7, 8	Valore massimo assoluto della serie storica a livello regionale (23,8870792616721 Numero/aziende).
R4	Gestione dei rifiuti	Rifiuti urbani raccolti in maniera differenziata	%	Provincia	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	APAT	1, 2, 6, 8, 9	1, 2	Obiettivo fissato dal D.Lgs 22/97 per il 15% entro il 1999; 25% entro il 2001; 35% entro il 2003; 45% entro 2005 (stima).
R5	Biodiversità: aree naturali protette	Presenza di aree naturali protette	%	Regione	1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006	APAT, Ministero dell'ambiente e tutela del territorio	1, 2, 3, 4, 5, 8	3, 4, 5, 6, 7, 8	Tenendo conto della Legge 394/91 (Legge Quadro sulle Aree Protette) si stabilisce un <i>target</i> pari a 1 (100% aree naturali protette).

12.1 Gli Indicatori di Determinante

INDICATORE DI **DETERMINANTE D1**

Tematica	Economia
Nome Indicatore	P.I.L. pro-capite
Target e riferimenti normativi	Valore minimo assoluto della serie storica a livello regionale pari a 10.843 Euro/abitante.
Descrizione Indicatore	Indicatore utilizzato internazionalmente che consente di rilevare il valore complessivo dei beni e servizi finali prodotti all'interno di un Paese in un certo intervallo di tempo (solitamente l'anno).
Scopo Indicatore	Avere una visione completa della ricchezza prodotta in un Paese.
Contenuti Indicatore	Consumo + Investimenti + Spesa Pubblica + (Esportazioni - Importazioni).
Distribuzione Spaziale	1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003
Distribuzione Temporale	Dati disponibili per Regione (Fonte: UNIONCAMERE, ISTITUTO TAGLIACARNE, ISTAT, SISREG, EUROSTAT).
Unità di Misura	Euro.
Note	Il P.I.L. <i>pro-capite</i> è una semplice media derivante dalla sommatoria del valore di tutti i beni e servizi prodotti in un Paese destinato alla vendita diviso per il numero degli abitanti. Qualsiasi tipo di produzione di beni viene computata sempre come attivo, anche se procura passivi rilevanti in termini di distruzione di risorse naturali non rinnovabili o di costi sociali. Il P.I.L. tratta tutte le transazioni come positive, cosicché ne entrano a far parte i danni provocati dai crimini, dall'inquinamento, dalle catastrofi naturali. In questo modo il P.I.L. non fa distinzione tra le attività che contribuiscono al benessere e quelle che lo diminuiscono.

INDICATORE DI **DETERMINANTE D2**

Tematica	Popolazione (residenti e turisti)
Nome Indicatore	Pressione turistica rispetto alla superficie
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Tuttavia, è possibile prendere in considerazione la Direttiva 95/97/CE del 23/11/95 che impone l'obbligo ai Paesi della Comunità Europea di fornire informazioni in materia di turismo, precisando i tempi e la tipologia dei dati e la Legge 135/01 "Riforma della legislazione nazionale del turismo". Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 0 Numero posti letto attività ricettive/kmq.

Descrizione Indicatore	Indicatore che consente di rilevare il carico esercitato dall'attività turistica sulle aree omogenee, quantificando la capacità ricettiva degli esercizi alberghieri e delle strutture complementari presenti sul territorio.
Scopo Indicatore	Avere una visione completa del carico turistico sulla qualità delle zone omogenee soprattutto nei periodi di vacanza e di massimo afflusso di turisti.
Contenuti Indicatore	Capacità ricettiva degli esercizi turistici su Km ² di superficie comunale. L'indicatore riporta le principali informazioni concernenti l'offerta turistica prendendo in esame la capacità degli esercizi ricettivi in termini di numero di posti letto.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ISTAT).
Distribuzione Temporale	1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Unità di Misura	Numero posti letto attività ricettive/km ² .
Note	L'indicatore è stato elaborato con dati ISTAT in base al numero totale di posti letto appartenenti agli esercizi ricettivi ed alla superficie comunale (km ²). Gli esercizi ricettivi sono suddivisi in complementari (comprendono campeggi e villaggi turistici, alloggi in affitto gestiti in maniera imprenditoriale, alloggi agro turistici, <i>bed and breakfast</i> , altri esercizi) e alberghieri (comprendono gli alberghi e le residenze turistico alberghiere).

INDICATORE DI **DETERMINANTE D3**

Tematica	Popolazione (residenti e turisti)
Nome Indicatore	Intensità turistica
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Tuttavia è possibile prendere in considerazione la Direttiva 95/97/CE del 23/11/95 che impone l'obbligo ai Paesi della Comunità Europea di fornire informazioni in materia di turismo, precisando i tempi e la tipologia dei dati e la Legge 135/01 "Riforma della legislazione nazionale del turismo". Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 0 Numero posti letto attività ricettive/abitanti residenti*1000.
Descrizione Indicatore	Indicatore che consente di rilevare la capacità ricettiva delle aree omogenee e che consente di individuare il massimo numero di turisti che il territorio può ospitare senza provocare un danno per l'ambiente o un impoverimento delle peculiarità della destinazione scelta. L'indicatore, in sostanza, prende in considerazione un ampliamento provvisorio della popolazione, con tutti i problemi che si creano quando viene superata la capacità di un sistema calibrato sul carico dei residenti. Un eccessivo aumento della popolazione comporta un degrado

	della qualità della vita, incidendo sulla vivibilità, sicurezza, trasporti, depurazione, smaltimento rifiuti, ecc.
Scopo Indicatore	Avere una visione completa del carico turistico agente sulla qualità delle zone omogenee.
Contenuti Indicatore	Capacità ricettiva degli esercizi turistici rispetto alla popolazione residente nel Comune.
Distribuzione Spaziale	1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Distribuzione Temporale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ISTAT).
Unità di Misura	Numero posti letto attività ricettive/abitanti residenti*1000
Note	<p>L'indicatore è stato elaborato con dati ISTAT in base al numero totale di posti letto appartenenti alle attività ricettive ed alla popolazione residente nel Comune. Gli esercizi ricettivi sono suddivisi in complementari (comprendono campeggi e villaggi turistici, alloggi in affitto gestiti in maniera imprenditoriale, alloggi agro turistici, <i>bed and breakfast</i>, altri esercizi) e alberghieri (comprendono gli alberghi e le residenze turistico alberghiere).</p> <p>Punto negativo è l'assenza di valori di riferimento che possano consentire la valutazione univoca del superamento o meno della capacità di carico del territorio.</p>

INDICATORE DI **DETERMINANTE D4**

Tematica	Popolazione (residenti e turisti)
Nome Indicatore	Densità popolazione residente
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 1,02765321375187 Residenti/kmq.
Descrizione Indicatore	Indicatore che consente di rilevare la densità di popolazione residente e quantificare il carico esercitato dalla presenza dell'uomo sulle aree omogenee. L'indicatore esprime l'intensità della presenza di residenti sul territorio e si traduce nel rapporto tra popolazione residente rispetto alla superficie territoriale comunale.
Scopo Indicatore	<p>Avere una visione completa del carico demografico sulla qualità delle zone omogenee. L'indicatore fornisce un'immagine precisa delle modalità insediative in atto. In particolare, l'indicatore pesato rispetto alla superficie delle sezioni di censimento consente di valutare la prevalenza di modelli insediativi intensivi o estensivi.</p> <p>L'indicatore, inoltre, permette di avere una visione delle dinamiche demografiche del territorio osservando le variazioni della densità di popolazione residente tra due o più anni in modo tale da definire le tendenze in atto.</p>
Contenuti Indicatore	Numero di abitanti residenti su kmq di superficie comunale.

Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ISTAT).
Distribuzione Temporale	1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	numero residenti/kmq
Note	L'indicatore è stato elaborato su dati ISTAT come densità demografica in base al numero di abitanti residenti ed alla superficie comunale (kmq)..

INDICATORE DI **DETERMINANTE D5**

Tematica	Agricoltura e Allevamento
Nome Indicatore	S.A.U. (Superficie Agricola Utilizzata)
Target e riferimenti normativi	<p>Si possono prendere in considerazione alcuni riferimenti normativi: Legge n. 394 del 6 dicembre 1991 “Legge Quadro sulle aree protette”; Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 “Conservazione degli <i>habitat</i> naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”; Direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 2 aprile 1979 “Protezione degli uccelli selvatici e dei loro <i>habitat</i>”; Decreto Legislativo 29 ottobre 1999, n. 490 “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell’art. 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352”;</p> <p>Non esistono, tuttavia, obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e <i>Agenda 21</i> pongono, come obiettivi generali, l’uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità, il mantenimento dei livelli di produttività. Questi obiettivi sono ribaditi anche dalle recenti Comunicazione della CE sulla protezione del suolo - COM (2002) 179 - e sulla revisione della Politica Agricola Comune (PAC) - COM (2002) 394. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 0 %.</p>
Descrizione Indicatore	Indicatore che consente di stimare l’estensione di territorio effettivamente destinato ad attività agricole produttive rispetto alla superficie territoriale totale. L’indicatore, inoltre, fornisce indicazioni sulla capacità del territorio di soddisfare le richieste di fibre e di alimenti per la generazione presente e per quelle future.
Scopo Indicatore	Avere una visione completa della quantità di territorio effettivamente destinato alle attività agricole produttive rispetto all’estensione del comune. Una diminuzione o un aumento del rapporto S.A.U./S.T. può evidenziare diversi aspetti dell’evoluzione economica, gestionale e strutturale delle aziende agricole di un determinato territorio. Analizzando la sua evoluzione nel tempo, si può dedurre l’impatto che le aziende agricole esercitano sull’ambiente

	soprattutto in termini di uso agricolo del suolo, indipendentemente dalla dimensione e dalla struttura delle aziende agricole, l'estensivizzazione dell'agricoltura o abbandono di aree marginali, fenomeni ulteriormente correlabili a influenze negative o positive sulla qualità del suolo.
Contenuti Indicatore	L'indicatore tiene conto dell'estensione dei terreni seminativi, prati permanenti e pascoli, coltivazioni legnose e agrarie, orti familiari e castagneti da frutto rispetto alla superficie totale territoriale del Comune.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ISTAT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	%
Note	<p>L'evoluzione della S.A.U. non fornisce informazioni sulle dinamiche di trasformazione delle aree non utilizzate dall'agricoltura verso altre forme di uso del suolo (zone urbanizzate, aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione, ecc.) o, viceversa, da altre forme d'uso (foresta, aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota, ecc.) verso quello agricolo.</p> <p>I dati relativi agli anni 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 sono frutto di elaborazioni a partire da dati a livello comunale relativi agli anni 1990 e 2000 provenienti dai Censimenti Generali dell'Agricoltura I.S.T.A.T.</p>

INDICATORE DI **DETERMINANTE D6**

Tematica	Agricoltura e Allevamento
Nome Indicatore	Carico Organico Potenziale
Target e riferimenti normativi	Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. I Programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità, il mantenimento dei livelli di produttività. Questi obiettivi sono ribaditi anche dalle recenti Comunicazioni della CE sulla protezione del suolo - COM 179/02 - e sulla revisione della Politica Agricola Comunitaria (PAC) - COM 394/02. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 0 Abitanti equivalenti/kmq.
Descrizione Indicatore	Il carico organico potenziale fornisce la stima, espressa in abitanti equivalenti (A.E.), dei carichi organici (biodegradabili) totali presenti in una certa area derivanti da attività di origine civile, zootecnica o industriale. Il calcolo si effettua attraverso dei coefficienti di conversione.

Scopo Indicatore	Avere una visione completa dei carichi organici totali (biodegradabili) presenti in una certa area dovuti all'attività zootecnica e fornire indicazioni sulla consistenza nazionale delle popolazioni delle principali specie di interesse zootecnico.
Contenuti Indicatore	L'indicatore tiene conto dei carichi organici biodegradabili totali espressa in abitanti equivalenti (A.E.). Nel caso dell'attività di origine zootecnica i coefficienti di conversione sono: bovini = 8.16 AE; equino = 8.08 AE; ovo-caprino = 1.78 AE; suino = 1.95 AE; pollame = 0.20 AE.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ISTAT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	A.E. (Abitanti Equivalenti)/kmq
Note	L'indicatore è stato costruito prendendo in considerazione il numero, la ripartizione in classi e la distribuzione per comune delle principali specie di interesse zootecnico. Il numero delle principali specie di interesse zootecnico è stato moltiplicato per i corrispondenti coefficienti di conversione e rapportato alla superficie comunale. I dati relativi agli anni 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 sono frutto di elaborazioni a partire da dati a livello comunale relativi agli anni 1990 e 2000 provenienti dai Censimenti Generali dell'Agricoltura I.S.T.A.T.

INDICATORE DI **DETERMINANTE D7**

Tematica	Silvicoltura
Nome Indicatore	Incidenza settore forestale
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello regionale pari a 0 Numero addetti unità locali/ha sup. forestale*1000.
Descrizione Indicatore	L'indicatore descrive il comparto forestale italiano per gli aspetti di carattere produttivo e quindi legati a problematiche non solo ambientali, ma anche sociali e in parte economiche.
Scopo Indicatore	Avere una visione completa del carico totale presente in una certa area dovuto all'attività forestale e fornire indicazioni sulla consistenza nazionale degli addetti al settore forestale.
Contenuti Indicatore	L'indicatore tiene conto del numero di addetti nel settore forestale rispetto alla superficie forestale totale di ogni Regione.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: ISTAT).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	Numero addetti unità locali/ha superficie forestale*1000

Note	<p>Gli addetti alle unità locali sono classificati in base all'attività economica principale svolta dall'unità locale e rispetto alla sua ubicazione. Essi coincidono a livello nazionale con gli addetti alle imprese/istituzioni, ma non coincidono a livello di distribuzione dell'occupazione per attività economica o per territorio. Infatti, per le imprese/istituzioni plurilocalizzate, gli addetti alle unità locali sono occupati e, quindi, classificati, rispetto all'attività economica principale dell'unità locale stessa che può essere diversa da quella dell'impresa/istituzione.</p> <p>I dati sono relativi al numero di addetti alle unità locali sono forniti dall'ISTAT e sono disponibili per i Censimenti Generali dell'Agricoltura degli anni 1971, 1981, 1991, 2001. I dati relativi alla serie storica considerata sono stati ottenuti applicando una linea di tendenza ed elaborando i dati disponibili.</p>
-------------	--

INDICATORE DI **DETERMINANTE D8**

Tematica	Industria
Nome Indicatore	Impianti di produzione di energia
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 0 Numero unità locali/kmq.
Descrizione Indicatore	Indicatore che consente di individuare il carico esercitato dagli impianti di produzione energetica (acqua, gas ed elettricità) e consente la sua correlazione con la potenza lorda prodotta. Consente anche in modo qualitativo di valutare impianti ad impatto generalmente trascurabile (es. eolici).
Scopo Indicatore	L'indicatore consente di rappresentare in forma sintetica determinanti ben noti che esercitano pressioni e impatti altrettanto ben prevedibili, se non noti.
Contenuti Indicatore	Vengono indicate la presenza sul territorio e la tipologia tecnologica dell'impianto
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ISTAT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Unità di Misura	Numero unità locali/kmq
Note	<p>Le Unità locale sono Impianti (o corpo di impianti) situate in un dato luogo, in cui si svolgono una o più attività economiche e produttive. La presenza di un impianto costituisce di norma una pressione non indifferente sull'ambiente. Innesca attività di risposta agli impatti e condiziona le scelte di pianificazione territoriale, che sono sempre delicate in ambito nazionale.</p> <p>I dati sono relativi al numero di addetti di unità locali sono forniti dall'ISTAT e sono disponibili per i Censimenti</p>

	Generali dell'Industria e i Servizi degli anni 1971, 1981, 1991, 2001. I dati relativi alla serie storica considerata sono stati ottenuti applicando una linea di tendenza ed elaborando i dati disponibili.
--	--

INDICATORE DI **DETERMINANTE D9**

Tematica	Servizi (turismo e trasporti)
Nome Indicatore	Uso del suolo per attività turistica
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Tuttavia è possibile prendere in considerazione la Direttiva 95/97/CE del 23/11/95 che impone l'obbligo ai Paesi della Comunità Europea di fornire informazioni in materia di turismo, precisando i tempi e la tipologia dei dati e la Legge 135/01 "Riforma della legislazione nazionale del turismo". Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 0 Numero attività ricettive/kmq.
Descrizione Indicatore	Indicatore che consente di misurare il numero esercizi ricettivi (il carico esercitato dal settore turistico) e consente la sua correlazione con la superficie territoriale totale. Inoltre permette di rilevare la superficie comunale destinata al turismo.
Scopo Indicatore	Analizzare il carico turistico cui sono sottoposti le aree omogenee in termini di uso e consumo di suolo.
Contenuti Indicatore	Numero esercizi ricettivi: alberghiero, complementare (campeggi e villaggi turistici, alloggi in affitto gestiti in forma imprenditoriale, alloggi agroturistici, altri esercizi) su superficie territoriale totale.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ISTAT).
Distribuzione Temporale	1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004
Unità di Misura	numero attività turistiche/kmq
Note	L'indicatore è stato elaborato con dati ISTAT in base al numero totale attività ricettive ed alla superficie in kmq del Comune interessato. Gli esercizi ricettivi sono suddivisi in complementari (comprendono campeggi e villaggi turistici, alloggi in affitto gestiti in maniera imprenditoriale, alloggi agro turistici, <i>bad and breakfast</i> , altri esercizi) e alberghieri (comprendono gli alberghi e le residenze turistico alberghiere). Punto negativo è l'assenza di valori di riferimento che possano consentire la valutazione univoca del superamento o meno della capacità di carico del territorio.

INDICATORE DI **DETERMINANTE D10**

Tematica	Servizi (turismo e trasporti)
Nome Indicatore	Consistenza flotta veicolare
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello comunale pari a 0,000588235294117647 Numero veicoli/abitante.
Descrizione Indicatore	Indicatore che consente di dimensionare la flotta veicolare (il carico esercitato dal traffico veicolare) e consente la sua correlazione con la superficie territoriale totale, la rete stradale e le emissioni specifiche. Inoltre consente di stimare l'evoluzione del parco dei veicoli stradali, automobili e veicoli commerciali, responsabile di gran parte dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra e di inquinanti del settore dei trasporti.
Scopo Indicatore	Analizzare il carico esercitato dal traffico veicolare cui sono sottoposti le aree omogenee. Monitorare un importante <i>driving factor</i> per la domanda di trasporto stradale e le pressioni ambientali da essa determinate
Contenuti Indicatore	Numero di veicoli circolanti: autobus, autocarri, veicoli speciali/specifici, autovetture, motocarri, quadricicli trasporto merci, motoveicoli, camion, rimorchi e semirimorchi, trattori stradali, etc.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: ACI, ISTAT, ISFORT, MIT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	numero veicoli/abitante
Note	L'indicatore è stato costruito prendendo in considerazione il numero, la ripartizione in classi e la distribuzione per comune delle principali specie di veicoli circolanti. Il numero delle principali specie di veicoli circolanti è stato sommato in modo tale da ottenere la dimensione flotta veicolare per ogni comune e poi rapportato al numero totale di abitanti residenti.

12.2 Gli Indicatori di Pressione

INDICATORE DI **PRESSIONE P1**

Tematica	Consumo di materiali (legno, ghiaia, combustibili....)
Nome Indicatore	Superficie delle tagliate forestali
Target e riferimenti normativi	R.D.L 3267/1923; Convenzione Rio de Janeiro 1992 e Dichiarazione di principio sulle foreste; Sesto programma di azione per l'ambiente della Comunità europea COM/2001/0031; Strategia d'Azione Ambientale per lo sviluppo sostenibile - Approvata dal CIPE il 2 agosto 2002 con Deliberazione n. 57; Pubblicata nella Gazzetta

	<p>Ufficiale n. 255 del 30 ottobre 2002, supplemento ordinario n. 205.</p> <p>La Dichiarazione di Principio sulle Foreste (Rio de Janeiro 1992) ha lo scopo di proteggere, gestire ed applicare lo sviluppo sostenibile alle foreste; questi ambienti infatti sono direttamente collegati ai cambiamenti climatici (emissione di CO₂ nell'atmosfera dovuta alla combustione delle foreste stesse), al mantenimento degli <i>habitat</i> per la diversità biologica, al degrado dei suoli e alla desertificazione (la ridotta copertura forestale incoraggia l'erosione del suolo).</p> <p>Tra gli obiettivi del Sesto programma di azione per l'ambiente della Comunità europea COM/2001/0031 si hanno: proteggere e ripristinare il funzionamento dei sistemi naturali ed arrestare la perdita di biodiversità nell'Unione europea e nel mondo; proteggere il suolo dall'erosione e dall'inquinamento.</p> <p>La Strategia d'Azione Ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia prevede tra gli obiettivi: conservazione, tutela ed uso sostenibile delle risorse naturali biotiche ed abiotiche; sviluppo delle tecniche tradizionali e/o innovative di gestione del territorio per la conservazione della biodiversità. La stessa Strategia segnala tra gli indicatori utili a valutare il raggiungimento di questi obiettivi la Superficie disboscata sul totale dell'area boschiva. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello regionale pari a 0,000630494025938837 ha tagliate/ha superficie forestale.</p>
Descrizione Indicatore	Indicatore di pressione che restituisce l'estensione della superficie forestale interessata annualmente da prelievi di legname per zone legname per zone altimetriche (pianura, collina, montagna), per categorie di proprietà (stato e regioni, comuni, altri enti, privati), per tipo di bosco (forma di governo e di trattamento) e per Regione.
Scopo Indicatore	L'indicatore permette di determinare quale sia l'entità dell'alterazione indotta dall'attività antropica sulle foreste. Inoltre, consente di analizzare l'intensità della pressione sul paesaggio forestale generata dalle attività di utilizzazione di legname per valutare gli impatti sull'ecosistema forestale e sugli esseri viventi ad esso legati, permettendo di effettuare: comparazioni spaziali e temporali del grado di utilizzazione forestale; correlazioni sullo stato di salute degli ecosistemi forestali (<i>status</i> e <i>trend</i> di specie e <i>habitat</i> , danni, etc.) e sui fenomeni di dissesto idrogeologico (alluvioni, frane); valutazioni del rischio di dissesto idrogeologico di una determinata area.
Contenuti Indicatore	Ettari delle tagliate totali non disaggregate per categoria di proprietà e tipo di bosco realizzate nell'anno di riferimento. L'andamento si costruisce considerando, per ogni regione, i valori omologhi rilevati nei diversi anni della serie

	storica.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: ISTAT, Ministero Politiche agricole, forestali e alimentari, Corpo Forestale dello Stato).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	ha tagliate/ha superficie forestale
Note	Impossibilità di aggregare il numero e la superficie delle tagliate per tipologia di trattamento, età del popolamento, grado e frequenza del taglio (taglio raso, diradamento, taglio di sementazione, taglio di curazione, etc.) al fine di segnalare impatti nel l'ecosistema e nel paesaggio forestale.

INDICATORE DI **PRESSIONE P2**

Tematica	Consumo di materiali (legno, ghiaia, combustibili....)
Nome Indicatore	Utilizzazioni legnose totali (combustione/lavoro)
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Si stabilisce come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello regionale pari a 0,171237792530695 m ³ /ha superficie forestale.
Descrizione Indicatore	Indicatore di pressione che restituisce la quantità di legname utilizzato per scopi lavorativi e riscaldamento e che mette in indirettamente in evidenza l'estensione di superficie forestale interessata annualmente da prelievi di legname per zone legname per zone altimetriche (pianura, collina, montagna), per categorie di proprietà (stato e regioni, comuni, altri enti, privati), per tipo di bosco (forma di governo e di trattamento) e per Regione.
Scopo Indicatore	L'indicatore permette di determinare quale sia l'entità dell'alterazione indotta dall'attività antropica sulle foreste. Inoltre, consente di analizzare l'intensità della pressione sul paesaggio forestale generata dalle attività di utilizzazione di legname per valutare gli impatti sull'ecosistema forestale e sugli esseri viventi ad esso legati, permettendo di effettuare: comparazioni spaziali e temporali del grado di utilizzazione forestale; correlazioni sullo stato di salute degli ecosistemi forestali (<i>status</i> e <i>trend</i> di specie e <i>habitat</i> , danni, ecc.) e sui fenomeni di dissesto idrogeologico (alluvioni, frane); valutazioni del rischio di dissesto idrogeologico di una determinata area. Permette, ancora, di descrivere il comparto forestale italiano per gli aspetti di carattere più strettamente produttivo e quindi legati a problematiche non solo ambientali, ma anche socioeconomiche.
Contenuti Indicatore	m ³ di legname utilizzato per attività lavorative o combustione nell'anno di riferimento non disaggregati per

	categoria di proprietà, tipologia di utilizzo e tipo di bosco. L'andamento si costruisce considerando, per ogni regione, i valori omologhi rilevati nei diversi anni della serie storica.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: ISTAT, Ministero Politiche agricole, forestali e alimentari, Corpo Forestale dello Stato).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	m ³ /ha superficie forestale
Note	Per legname da lavoro si intende: tondame grezzo (da sega, trancia, compensati, traverse ferroviarie); legname per pasta e pannelli e altri assortimenti (incluso travi e paleria grossa e minuta).

INDICATORE DI **PRESSIONE P3**

Tematica	Consumo di materiali (legno, ghiaia, combustibili....)
Nome Indicatore	Uso di fertilizzanti
Target e riferimenti normativi	La Legge 748/84, con le successive modifiche e integrazioni, regola la produzione e la commercializzazione dei fertilizzanti. Il DM MiPAF 19/04/99 sul Codice di buona pratica agricola fornisce gli indirizzi per un corretto utilizzo dei fertilizzanti azotati, al fine di evitare problemi di inquinamento delle acque da nitrati di origine agricola. Il D.Lgs.152/99 (Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento) prevede, tra l'altro, l'individuazione delle aree vulnerabili ai nitrati, allo scopo di salvaguardare le acque superficiali e sotterranee dalla contaminazione. La Comunicazione della Commissione Europea CE-COM (2002) 179 sulla protezione del suolo considera tra le possibili minacce anche il rischio di contaminazione diffusa causato da un eccesso di azoto. La rilevazione sulla distribuzione dei fertilizzanti (concimi, ammendanti e correttivi) per uso agricolo è contenuta nel Programma Statistico Nazionale (PSN) 2004-2006. La Direttiva comunitaria 91/676/EC, nota come Direttiva Nitrati, regola gli apporti di fertilizzanti azotati al suolo e pone limiti alla concentrazione di nitrati nelle acque. In particolare, essa limita l'applicazione di effluenti zootecnici a una quantità pari a 170 kg di N/ha/anno, mentre il limite massimo di concentrazione dei nitrati ammesso nelle acque è pari a 50 mg/L. La Direttiva quadro sulle acque 2000/60/EC non riporta, invece, limiti precisi, ma si pone l'obiettivo di raggiungere un "buono stato" delle acque, sia interne sia costiere, entro il 2015. In base a quanto detto in precedenza, si pone un <i>target</i> pari al riduzione del 50% entro il 2025 nell'uso di prodotti chimici in agricoltura

	sulla base dell'ultimo dato disponibile. <i>Target</i> pari al riduzione del 50% entro il 2025 nell'uso di prodotti chimici in agricoltura sulla base del valore minimo assoluto della serie storica disponibile (0,689 Quintali/kmq al 2025).
Descrizione Indicatore	I dati utilizzati per la costruzione dell'indicatore provengono dalle indagini statistiche dell'ISTAT sulla distribuzione dei fertilizzanti per uso agricolo. Si tratta di una rilevazione annuale di tipo censuario, svolta presso tutte le imprese che distribuiscono fertilizzanti con il proprio marchio o con marchi esteri. Il campo di osservazione dell'indagine riguarda i fertilizzanti così come definiti nella Legge 748/84 e successive modificazioni e integrazioni. La suddetta legge definisce "fertilizzante" qualsiasi sostanza che, per il suo contenuto in elementi nutritivi o per le sue peculiari caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno agrario e/o al nutrimento delle specie vegetali coltivate o, comunque, a un loro migliore sviluppo. Per concime, invece, la normativa vigente intende qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici della fertilità necessari per lo svolgimento del ciclo vegetativo e produttivo. Per "ammendante" e "correttivo" si intende qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno. L'indicatore permette di analizzare e confrontare nel tempo i quantitativi delle diverse tipologie di fertilizzanti (concimi, ammendanti e correttivi) immessi sul mercato e gli elementi nutritivi in essi contenuti, distribuiti per kmq di superficie provinciale.
Scopo Indicatore	L'indicatore permette di analizzare e confrontare nel tempo i quantitativi delle diverse tipologie di fertilizzanti (concimi, ammendanti e correttivi) immessi sul mercato e gli elementi nutritivi in essi contenuti, distribuiti per kmq di superficie provinciale.
Contenuti Indicatore	L'indicatore è stato costruito sommando per ogni anno i concimi minerali semplici (azotati, fosfatici e potassici), i concimi minerali composti (a base di mesoelementi, binari, ternari e a base di microelementi), concimi organici, concimi organo-minerali, ammendanti e correttivi.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte: ISTAT, Ministero Politiche agricole, forestali e alimentari, Corpo Forestale dello Stato).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	Quintali/kmq

Note	<p>Fornire informazioni sulle quantità di fertilizzanti distribuiti per uso agricolo, come definiti dalla normativa vigente, e sulla loro evoluzione nel tempo.</p> <p>L'indicatore fornisce informazioni pertinenti rispetto alla problematica ambientale descritta e alla domanda derivante dalla normativa attinente, sebbene utilizzi dati di commercializzazione e non di utilizzazione diretta da parte degli operatori agricoli.</p>
-------------	---

INDICATORE DI **PRESSIONE P4**

Tematica	Produzione rifiuti
Nome Indicatore	Produzione rifiuti urbani pro-capite
Target e riferimenti normativi	<p>La Decisione 1600/2002/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio che istituisce il Sesto Programma comunitario di Azione in materia di Ambiente stabilisce i principali obiettivi in materia ambientale che l'UE si propone di perseguire per un periodo di dieci anni, a decorrere dal 22 luglio 2002. Gli obiettivi corrispondono alle principali priorità ambientali che la Comunità deve e dovrà affrontare nei seguenti settori: cambiamenti climatici; natura e biodiversità; ambiente e salute e qualità della vita; risorse naturali e rifiuti. I principi su cui si fonda il programma sono il principio del "chi inquina paga", il principio di precauzione e dell'azione preventiva e quello della riduzione dell'inquinamento alla fonte. Al fine di dare concreta attuazione a una gestione dei rifiuti impostata secondo la gerarchia europea, il VI PAA individua nuovi obiettivi generali e <i>target</i> per la prevenzione e lo smaltimento. L'obiettivo generale consiste nello scindere l'aspetto della produzione dei rifiuti da quello della crescita economica e ottenere, così, una sensibile riduzione complessiva della quantità di rifiuti prodotti, puntando a migliorare le iniziative di prevenzione, ad aumentare l'efficienza delle risorse e a passare a modelli di consumo più sostenibili. Sarà, in particolare, necessario assicurare che il consumo di risorse e i conseguenti impatti non superino la soglia di saturazione dell'ambiente; in questo contesto, per aumentare in modo drastico l'efficacia delle risorse e dell'energia, sarà importante, entro il 2010, raggiungere la percentuale del 22% della produzione di energia elettrica a partire da energie rinnovabili. Sulla base del mandato del VI PAA, il 27 maggio 2003, la Commissione Europea ha adottato la Comunicazione (2003) 301 "Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti". Il documento della Commissione si pone l'obiettivo di promuovere una reale prevenzione quantitativa e qualitativa dei rifiuti e di incentivare il riciclo degli stessi. La prevenzione della produzione dei</p>

	rifiuti deve comprendere l'adozione di tecnologie più pulite nei processi di produzione, una progettazione dei prodotti più ecologici e, più in generale, modelli di produzione e di consumo più efficienti sul piano ambientale. In base a quanto detto viene stabilito come <i>target</i> il valore minimo assoluto della serie storica a livello Provinciale (7,77977870895974 Kg/abitante residente).
Descrizione Indicatore	L'indicatore misura la quantità totale di rifiuti urbani generati in Italia. L'informazione è disponibile a livello nazionale, regionale, provinciale e comunale con gradi di approfondimento diversi per una lettura articolata del fenomeno.
Scopo Indicatore	Misurare la quantità totale e <i>pro-capite</i> di rifiuti urbani generati.
Contenuti Indicatore	Kg di rifiuti urbani prodotti nell'anno di riferimento da un singolo abitante residente
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte: Rapporto rifiuti APAT 2001, 2002, 2003, 2004, 2005).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	Kg/abitante
Note	La base informativa è costituita da elaborazioni APAT effettuate su dati comunicati da: ARPA, Regioni, Province, osservatori provinciali sui rifiuti, commissari per le emergenze rifiuti, CONAI e consorzi di filiera (acciaio, alluminio, carta, legno, plastica, vetro) e, in alcuni casi, da Aziende municipalizzate di gestione dei servizi di igiene urbana. L'utilizzo della banca dati MUD è avvenuto solo in assenza di altre fonti di informazione.

INDICATORE DI **PRESSIONE P5**

Tematica	Produzione rifiuti
Nome Indicatore	Quantità rifiuti urbani smaltiti in discarica
Target e riferimenti normativi	In Italia, la Direttiva 1999/31/CE è stata recepita con il D.Lgs. 36/2003 relativo alle discariche di rifiuti. Il provvedimento stabilisce i requisiti operativi e tecnici per gli impianti di discarica, definendo le procedure, i criteri costruttivi e le modalità di gestione di tali impianti, al fine di ridurre l'impatto sull'ambiente dei luoghi di raccolta dei rifiuti. Le discariche vengono classificate in tre categorie in relazione alla tipologia di rifiuti: inerti; non pericolosi; pericolosi. Il decreto prevede che, entro un anno dalla sua entrata in vigore, le Regioni, a integrazione del Piano regionale di gestione dei rifiuti, elaborino un programma per la riduzione della frazione biodegradabile da collocare in discarica, allo scopo di raggiungere specifici obiettivi di smaltimento dei rifiuti biodegradabili. Non tutte le Regioni hanno ad oggi ottemperato all'obbligo di predisposizione

	<p>del programma di riduzione; è stato, comunque, adottato un documento comune a livello interregionale che detta i criteri per la redazione di detti programmi. Riguardo ai criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, le disposizioni sono in parte contenute nel D.Lgs. 36/2003 ma, soprattutto, nel DM 13 marzo 2003 che traspone, in parte, la Decisione 2003/33/CE della Commissione Europea relativa alle caratteristiche che i rifiuti dovranno possedere per essere ammessi nelle tre diverse tipologie di discarica.</p> <p><i>Target</i> proposto nella comunicazione della Commissione Europea per il VI Programma d'Azione Ambientale, pari a -50% di Rifiuti Urbani smaltiti in discarica al 2050 rispetto al valore minimo assoluto della serie storica a livello provinciale (0,0812 Tonnellate/kmq al 2050).</p>
Descrizione Indicatore	Rappresenta la quantità di rifiuti urbani smaltiti in discarica, per tipologia di rifiuti.
Scopo Indicatore	Verificare i progressi nell'avvicinamento all'obiettivo di riduzione dell'utilizzo della discarica come metodo di smaltimento dei rifiuti, così come previsto dal D.Lgs. 22/97, fornendo un'indicazione sull'efficacia delle politiche di gestione dei rifiuti.
Contenuti Indicatore	Tonnellate di rifiuti urbani che vengono conferiti in discarica nell'anno considerato rapportate alla superficie della Provincia esaminata.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte: Rapporto rifiuti APAT 2002, 2003, 2004, 2005).
Distribuzione Temporale	2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	Tonnellate/kmq
Note	<p>La base informativa è costituita da elaborazioni APAT effettuate su dati comunicati da: ARPA, Regioni, Province, osservatori provinciali sui rifiuti, commissari per le emergenze rifiuti, CONAI e consorzi di filiera (acciaio, alluminio, carta, legno, plastica, vetro) e, in alcuni casi, da Aziende municipalizzate di gestione dei servizi di igiene urbana. L'utilizzo della banca dati MUD è avvenuto solo in assenza di altre fonti di informazione.</p> <p>I dati sullo smaltimento in discarica per il 2003 sono stati elaborati attraverso l'invio di un apposito questionario, predisposto da APAT a tutti i soggetti competenti in materia di autorizzazioni e controlli. Sono stati anche eseguiti controlli puntuali sui singoli impianti per superare le incongruenze emerse. Tale metodologia ha permesso di ottenere la completa copertura spaziale per tutte le Regioni italiane e una buona affidabilità dei dati.</p>

INDICATORE DI **PRESSIONE P6**

Tematica	Produzione di inquinanti
Nome Indicatore	Emissioni gas serra CO ₂
Target e riferimenti normativi	Nell'ambito della Convenzione sui Cambiamenti Climatici e in particolare del Protocollo di Kyoto, l'Italia ha l'impegno di ridurre le emissioni nazionali complessive di gas serra nel periodo 2008-2012 del 6,5% rispetto all'anno base (1990 per anidride carbonica, metano, protossido di azoto, e gas fluorurati). Il Protocollo stesso prevede complessivamente per i Paesi industrializzati l'obiettivo di riduzione del 5,2%, mentre per i Paesi dell'Unione Europea una riduzione complessiva delle emissioni pari all'8%. La Delibera CIPE approvata il 19 dicembre 2002, relativa alla revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra, istituisce un Comitato Tecnico Emissioni Gas Serra, al fine di monitorare l'attuazione delle politiche di riduzione delle emissioni. Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Milligrammi/kmq).
Descrizione Indicatore	L'aumento dell'effetto serra è attribuito in gran parte alle emissioni di anidride carbonica (CO ₂), connesse, per quanto riguarda le attività antropiche, principalmente all'utilizzo dei combustibili fossili. Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH ₄), la cui emissione è legata ad attività agricole (allevamento), smaltimento di rifiuti, settore energetico (principalmente perdite) e il protossido di azoto (N ₂ O), derivante principalmente da agricoltura e settore energetico (inclusi i trasporti) e da processi industriali. Il contributo generale all'effetto serra degli F-gas o gas fluorurati (HFCs, PFCs, SF ₆) è minore rispetto ai suddetti inquinanti e la loro presenza deriva essenzialmente da attività industriali e di refrigerazione. Le emissioni sono calcolate attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia di riferimento indicata dall'IPCC.
Scopo Indicatore	Stimare le emissioni nazionali, valutare degli andamenti a fronte di azioni adottate per la riduzione delle emissioni principalmente da traffico e da impianti termici e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati. L'indicatore rappresenta una stima delle emissioni nazionali degli inquinanti a effetto serra e la relativa disaggregazione settoriale per verificare l'andamento delle emissioni e il raggiungimento dell'obiettivo individuato dal Protocollo di Kyoto.
Contenuti Indicatore	Milligrammi di CO ₂ prodotti da autoveicoli, industria, centrali termoelettriche e impianti di riscaldamento civile nell'anno considerato rapportati alla superficie della Provincia esaminata.

Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte:APAT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Milligrammi/kmq
Note	<p>La quantificazione delle emissioni avviene attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia indicata dal Progetto CORINAIR dell'Agenzia Europea dell'Ambiente. La quantità maggiore di questo composto è prodotta dagli autoveicoli e dall'industria (impianti siderurgici e raffinerie di petrolio). In quantità minore è dovuta alle emissioni delle centrali termoelettriche e degli impianti di riscaldamento civile.</p> <p>I dati relativi agli anni 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 sono frutto di elaborazioni a partire da dati a livello provinciale relativi agli anni 1990, 1995 e 2000 provenienti dalla banca dati sulle emissioni atmosferiche dell'APAT.</p>

INDICATORE DI **PRESSIONE P7**

Tematica	Produzione di inquinanti
Nome Indicatore	Emissioni gas serra N₂O
Target e riferimenti normativi	<p>Nell'ambito della Convenzione sui Cambiamenti Climatici e in particolare del Protocollo di Kyoto, l'Italia ha l'impegno di ridurre le emissioni nazionali complessive di gas serra nel periodo 2008-2012 del 6,5% rispetto all'anno base (1990 per anidride carbonica, metano, protossido di azoto e gas fluorurati). Il Protocollo stesso prevede complessivamente per i Paesi industrializzati l'obiettivo di riduzione del 5,2%, mentre per i Paesi dell'Unione Europea una riduzione complessiva delle emissioni pari all'8%. La Delibera CIPE approvata il 19 dicembre 2002, relativa alla revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra, istituisce un Comitato Tecnico Emissioni Gas Serra, al fine di monitorare l'attuazione delle politiche di riduzione delle emissioni. Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Milligrammi/kmq).</p>
Descrizione Indicatore	<p>L'aumento dell'effetto serra è attribuito in gran parte alle emissioni di anidride carbonica (CO₂), connesse, per quanto riguarda le attività antropiche, principalmente all'utilizzo dei combustibili fossili. Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH₄), la cui emissione è legata ad attività agricole (allevamento), smaltimento di rifiuti, settore energetico (principalmente perdite) e il protossido di azoto (N₂O), derivante principalmente da agricoltura e settore energetico (inclusi i trasporti) e da processi industriali. Il contributo generale all'effetto serra degli F-gas o gas fluorurati (HFCs, PFCs, SF₆) è minore rispetto ai suddetti inquinanti e la loro presenza deriva</p>

	essenzialmente da attività industriali e di refrigerazione. Le emissioni sono calcolate attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia di riferimento indicata dall'IPCC.
Scopo Indicatore	Stimare le emissioni nazionali, valutare degli andamenti a fronte di azioni adottate per la riduzione delle emissioni principalmente da traffico e da impianti termici e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati. L'indicatore rappresenta una stima delle emissioni nazionali degli inquinanti a effetto serra e la relativa disaggregazione settoriale per verificare l'andamento delle emissioni e il raggiungimento dell'obiettivo individuato dal Protocollo di Kyoto.
Contenuti Indicatore	Milligrammi di N ₂ O prodotti da autoveicoli, industria, centrali termoelettriche e impianti di riscaldamento civile nell'anno considerato rapportati alla superficie della Provincia esaminata.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte:APAT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Milligrammi/kmq
Note	La quantificazione delle emissioni avviene attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia indicata dal Progetto CORINAIR dell'Agenzia Europea dell'Ambiente. La quantità maggiore di questo composto è prodotta dagli autoveicoli e dall'industria (impianti siderurgici e raffinerie di petrolio). In quantità minore è dovuta alle emissioni delle centrali termoelettriche e degli impianti di riscaldamento civile. I dati relativi agli anni 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 sono frutto di elaborazioni a partire da dati a livello provinciale relativi agli anni 1990, 1995 e 2000 provenienti dalla banca dati sulle emissioni atmosferiche dell'APAT.

INDICATORE DI **PRESSIONE P8**

Tematica	Produzione di inquinanti
Nome Indicatore	Emissioni gas serra CH₄
Target e riferimenti normativi	Nell'ambito della Convenzione sui Cambiamenti Climatici e in particolare del Protocollo di Kyoto, l'Italia ha l'impegno di ridurre le emissioni nazionali complessive di gas serra nel periodo 2008-2012 del 6,5% rispetto all'anno base (1990 per anidride carbonica, metano, protossido di azoto, e gas fluorurati). Il Protocollo stesso prevede complessivamente per i Paesi industrializzati l'obiettivo di riduzione del 5,2%, mentre per i Paesi dell'Unione Europea una riduzione complessiva delle emissioni pari all'8%. La Delibera CIPE approvata il 19 dicembre 2002,

	relativa alla revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra, istituisce un Comitato Tecnico Emissioni Gas Serra, al fine di monitorare l'attuazione delle politiche di riduzione delle emissioni. Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Milligrammi/kmq).
Descrizione Indicatore	L'aumento dell'effetto serra è attribuito in gran parte alle emissioni di anidride carbonica (CO ₂), connesse, per quanto riguarda le attività antropiche, principalmente all'utilizzo dei combustibili fossili. Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH ₄), la cui emissione è legata ad attività agricole (allevamento), smaltimento di rifiuti, settore energetico (principalmente perdite) e il protossido di azoto (N ₂ O), derivante principalmente da agricoltura e settore energetico (inclusi i trasporti) e da processi industriali. Il contributo generale all'effetto serra degli F-gas o gas fluorurati (HFCs, PFCs, SF ₆) è minore rispetto ai suddetti inquinanti e la loro presenza deriva essenzialmente da attività industriali e di refrigerazione. Le emissioni sono calcolate attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia di riferimento indicata dall'IPCC.
Scopo Indicatore	Stimare le emissioni nazionali, valutare degli andamenti a fronte di azioni adottate per la riduzione delle emissioni principalmente da traffico e da impianti termici e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati. L'indicatore rappresenta una stima delle emissioni nazionali degli inquinanti a effetto serra e la relativa disaggregazione settoriale per verificare l'andamento delle emissioni e il raggiungimento dell'obiettivo individuato dal Protocollo di Kyoto.
Contenuti Indicatore	Milligrammi di CH ₄ prodotti da autoveicoli, industria, centrali termoelettriche e impianti di riscaldamento civile nell'anno considerato rapportati alla superficie della Provincia esaminata.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte:APAT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Milligrammi/kmq
Note	La quantificazione delle emissioni avviene attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia indicata dal Progetto CORINAIR dell'Agenzia Europea dell'Ambiente. La quantità maggiore di questo composto è prodotta dagli autoveicoli e dall'industria (impianti siderurgici e raffinerie di petrolio). In quantità minore è dovuta alle emissioni delle centrali termoelettriche e degli impianti di riscaldamento civile. I dati relativi agli anni 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 sono frutto di elaborazioni a partire da dati a livello provinciale

	relativi agli anni 1990, 1995 e 2000 provenienti dalla banca dati sulle emissioni atmosferiche dell'APAT.
--	---

12.3 Gli Indicatori di Stato

INDICATORE DI **STATO S1**

Tematica	Effetti dei cambiamenti climatici
Nome Indicatore	Variazione dei fronti glaciali
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato, quindi, al buon senso e alla conservazione e alla difesa dei ghiacciai. Si pone come obiettivo il mantenimento della stabilità dei fronti glaciali rispetto al 1999 (variazione fronti glaciali pari a 0%).
Descrizione Indicatore	Indicatore di stato che rappresenta l'attività di monitoraggio delle fronti glaciali (avanzamento, regressione e stabilità) di un campione di ghiacciai alpini. Il monitoraggio è effettuato su un campione variabile di ghiacciai mediante l'organizzazione di campagne annuali di rilevamento.
Scopo Indicatore	Verificare la presenza di un <i>trend</i> o di una ciclicità nell'andamento delle fronti glaciali e ipotizzare un'eventuale correlazione con la variazione delle condizioni climatiche sull'arco alpino, quale indicazione sia di un cambiamento climatico generale sia degli effetti del <i>global change</i> sugli ambienti naturali.
Contenuti Indicatore	Avanzamento, regressione e stabilità delle fronti glaciali negli anni espresse in metri sul livello del mare e %.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Alpi Occidentali, Alpi Orientali e Alpi Centrali (Fonte: APAT, Comitato Glaciologico Italiano).
Distribuzione Temporale	1999, 2000, 2001, 2002, 2003
Unità di Misura	%
Note	Il punto di forza dell'indicatore risiede nella sua estensione spaziale in quanto, nell'insieme, sono considerate informazioni relative all'intero arco alpino e alle sue aree glacializzate. I valori di quota minima della fronte sono da considerarsi abbastanza affidabili sebbene non siano raccolti secondo un protocollo condiviso e, a seconda della tipologia glaciale, a uno scioglimento non corrisponda sempre e comunque un aumento evidente della quota minima del ghiacciaio. Infine, la serie temporale attualmente disponibile è disomogenea e non riporta informazioni precedenti al 1958: il numero dei ghiacciai campionati nei diversi anni è quindi variabile nel tempo e nello spazio. La serie di dati risulta quindi attualmente

	disomogenea: il numero dei ghiacciai campionati nei diversi anni è molto variabile e, nel tempo, sono stati esaminati campioni di individui glaciali solo in parte sovrapponibili. Le operazioni di monitoraggio sono sostanzialmente effettuate da personale volontario, di conseguenza la serie storica dei dati raccolti è di fatto incompleta e discontinua.
--	--

INDICATORE DI STATO S2

Tematica	Foreste
Nome Indicatore	Indice di boscosità
Target e riferimenti normativi	L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato, quindi, al buon senso e alla conservazione e alla difesa del patrimonio forestale. Si pone come obiettivo un aumento minimo del 20% di superficie forestale al 2015 (il 20% corrisponde all'aumento medio decennale dell'Italia a partire dal 1948). Valore pari a 55,3240752 % al 2015.
Descrizione Indicatore	Indicatore di stato che rappresenta, a livello nazionale e regionale, la porzione di territorio occupata dalle foreste e descrive le variazioni della copertura boscata nel tempo. I dati presentati sono la sintesi, con cadenza pressoché decennale, dei rilevamenti annuali effettuati sull'intero territorio nazionale.
Scopo Indicatore	Rappresentare la situazione e l'andamento della copertura forestale nel tempo in funzione di tipologia, distribuzione territoriale e forma di governo. Infatti l'indicatore permette di valutare l'estensione della componente boscata del territorio e di descriverne la tendenza nel tempo, individuando le principali tipologie di bosco a carico delle quali sono avvenute, e/o stanno avvenendo, le modificazioni areali più significative. L'indicatore non consente, tuttavia, di cogliere alcuni aspetti, quali i boschi a bassa copertura, i boschi di neoformazione e le formazioni forestali lineari.
Contenuti Indicatore	Rapporto fra la superficie boscata e la superficie totale della Regione oggetto di analisi nell'anno considerato.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: ISTAT, Ministero Politiche agricole, forestali e alimentari, Corpo Forestale dello Stato).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	%
Note	L'indicatore semplifica l'articolazione dei dati contenuti nelle statistiche forestali, soffermandosi unicamente sulle principali tipologie di bosco (fustaie di conifere, di latifoglie e di conifere e latifoglie consociate, cedui

	semplici e composti), e pone maggiore attenzione sulla variazione della superficie forestale negli ultimi decenni. Il periodo di osservazione, superiore a cinquanta anni, è sufficiente per valutare l'andamento della superficie boscata, risorsa naturale caratterizzata da cicli biologici estremamente lunghi e condizionata da numerosi fattori di pressione interferenti tra loro che possono generare fenomeni molto diversificati.
--	---

INDICATORE DI **STATO S3**

Tematica	Qualità dei corpi idrici
Nome Indicatore	TRIX (indice trofico)
Target e riferimenti normativi	Il D.Lgs. 152/99 prevede (art. 4) che entro il 31 dicembre 2016 “sia mantenuto o raggiunto [...] l’obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di buono” e “sia mantenuto, ove già esistente, lo stato di qualità ambientale elevato”. <i>Target</i> fissato dalla normativa di riferimento e prevede che sia raggiunto uno Stato trofico delle acque marino/costiere buono per tutti le stazioni di campionamento entro il 2015 (valore pari a 2 entro il 2015).
Descrizione Indicatore	L’indice di stato trofico TRIX, attualmente è l’unico indice individuato dal D.Lgs. 152/99 così come modificato dal D.Lgs. 258/00 (Allegato 1, par. 3.4.3) per lo stato di qualità delle acque marino costiere. L’indice considera le principali componenti degli ecosistemi marini che caratterizzano la produzione primaria: nutrienti e biomassa fitoplanctonica. Riassume in un valore numerico una combinazione di 4 variabili (Ossigeno disciolto, Clorofilla “a”, Fosforo totale e Azoto inorganico disciolto) che definiscono, in una scala di valori da 1 a 10, le condizioni di trofia e il livello di produttività delle aree costiere, secondo l’equazione sotto specificata. I valori numerici di TRIX sono raggruppati in classi, alle quali corrispondono delle condizioni di trofia e, conseguentemente, di trasparenza, ossigenazione, ecc. dell’ambiente marino costiero, definendo in tal modo uno stato ambientale.
Scopo Indicatore	Stabilire il grado di trofia delle acque marino costiere. L’introduzione dell’Indice di stato trofico e della relativa scala trofica, rendono possibile la misura dei livelli trofici in termini rigorosamente quantitativi, nonché il confronto tra differenti sistemi costieri, per mezzo di una scala numerica che copre un’ampia gamma di situazioni trofiche, così come queste si presentano lungo tutto lo sviluppo costiero italiano e, più in generale, nella regione mediterranea.

Contenuti Indicatore	$TRIX = [\log_{10} (Cha \times D\%O \times N \times P) - (-1,5)] : 1,2$ - Cha = clorofilla “a” ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) - D%O = ossigeno disciolto con deviazione % assoluta della saturazione (100-O ₂ D%) - N = azoto inorganico disciolto come somma di N-NO ₂ , N-NO ₃ e N-NO ₄ ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) - P = fosforo totale ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Stazione di misura (Fonte: Elaborazioni APAT su dati S.I.D.I.M.A.R. Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Classe 1 ($TRIX \geq 2$ e <4 Valore Elevato) Classe 2 ($TRIX \geq 4$ e <5 Valore Buono) Classe 3 ($TRIX \geq 5$ e <6 Valore Mediocre) Classe 4 ($TRIX \geq 6$ e <8 Valore Scadente)
Note	<p>La classificazione viene fatta, almeno finora, esclusivamente in base a un indice di trofia che fornisce delle indicazioni solo su alcune delle condizioni del sistema considerato. Si è voluto comunque utilizzarlo per dare una prima rappresentazione (al di là della classificazione) delle acque costiere italiane.</p> <p>Non è un indice di qualità ambientale in senso lato. Si tratta di un indicatore che riferisce solo delle caratteristiche trofiche, non esaustivo della complessità ecosistemica. Non riferisce, per esempio, della biodiversità, della disponibilità delle risorse ittiche o dell’inquinamento chimico e fisico. Inoltre, essendo riferito solo alla matrice acquosa, non è applicabile a una valutazione che comprenda sedimenti marini e biota, come invece deve fare un indice di qualità ambientale.</p> <p>L’indicatore è stato costruito calcolando il valore medio di TRIX nell’anno considerato per ogni stazione di misura distante 500 metri dalla costa. Il valore ottenuto è stato applicato a tutti i punti distanti massimo 50 km dalla stazione di misurazione (per distanze maggiori il dato diviene poco significativo).</p>

INDICATORE DI **STATO S4**

Tematica	Qualità dei corpi idrici
Nome Indicatore	Carico PCB nei sedimenti
Target e riferimenti normativi	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Microgrammi per Kg di peso secco).
Descrizione Indicatore	Le concentrazioni di PCB’s (policlorobifenili: PCB 52, 77, 81, 128, 138, 153, 169) sono state misurate nello strato superficiale del sedimento. Sono denominate sostanze “xenobionti” in quanto composti sintetici, che possiedono una struttura chimica differente da quella delle molecole

	organiche naturali. La rilevazione di tali parametri contribuisce alla definizione degli apporti a mare derivanti dai settori industriale e agricolo. Tali sostanze sono in genere legate al particolato sospeso che si deposita nei sedimenti. I PCB's, classe compresa tra gli idrocarburi Clorurati, rappresentano i prodotti organici di sintesi impiegati come antiparassitari, in particolare come insetticidi, oppure come composti industriali persistenti e lipofili, usati come fluidi dielettrici nei trasformatori, come plastificanti, come ritardanti di fiamma.
Scopo Indicatore	Rilevare la concentrazione di alcune sostanze microinquinanti come i PCB's (policlorobifenili). Fornire indicazioni sull'inquinamento da immissioni di acque reflue da insediamenti produttivi (industriali), dall'attività agricola e da sversamenti accidentali di idrocarburi. Gli idrocarburi clorurati mostrano una bassa tossicità acuta ed una elevata stabilità chimica; questa ultima caratteristica determina la loro persistenza e, conseguentemente, il loro accumulo nei sedimenti. La loro presenza nel sedimento viene considerata un segnale di contaminazione di tipo "agricolo" dell'area d'indagine. La presenza come residui nei sedimenti di PCB's indica una contaminazione di tipo industriale.
Contenuti Indicatore	Concentrazioni di PCB's (policlorobifenili: PCB 52, 77, 81, 128, 138, 153, 169) misurate nello strato superficiale del sedimento.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Stazione di misura (Fonte: Elaborazioni APAT su dati S.I.D.I.MAR. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Microgrammi per Kg di peso secco
Note	L'indicatore è stato costruito calcolando il valore medio di PCB's nell'anno considerato per ogni stazione di misura distante 3 km dalla costa. Il valore ottenuto è stato applicato a tutti i punti distanti massimo 50 km dalla stazione di misurazione (per distanze maggiori il dato diviene poco significativo).

INDICATORE DI **STATO S5**

Tematica	Qualità dei corpi idrici
Nome Indicatore	Carico IPA nei sedimenti
Target e riferimenti normativi	Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso (0 Microgrammi per Kg di peso secco).
Descrizione Indicatore	Le concentrazioni di IPA (idrocarburi policiclici aromatici) sono state misurate nello strato superficiale del sedimento. Sono denominate sostanze "xenobionti" in quanto composti sintetici, che possiedono una struttura chimica

	differente da quella delle molecole organiche naturali. La rilevazione di tali parametri contribuisce alla definizione degli apporti a mare derivanti dai settori industriale e agricolo. Tali sostanze sono in genere legate al particolato sospeso che si deposita nei sedimenti.
Scopo Indicatore	Rilevare la concentrazione di alcune sostanze microinquinanti come gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici). Fornire indicazioni sull'inquinamento da immissioni di acque reflue da insediamenti produttivi (industriali), dall'attività agricola e da sversamenti accidentali di idrocarburi.
Contenuti Indicatore	Concentrazioni di IPA (idrocarburi policiclici aromatici) misurate nello strato superficiale del sedimento.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Stazione di misura (Fonte: Elaborazioni APAT su dati S.I.D.I.MAR. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Milligrammi per Kg di peso secco
Note	L'indicatore è stato costruito calcolando il valore medio di IPA nell'anno considerato per ogni stazione di misura distante 3 km dalla costa. Il valore ottenuto è stato applicato a tutti i punti distanti massimo 50 km dalla stazione di misurazione (per distanze maggiori il dato diviene poco significativo).

INDICATORE DI **STATO S6**

Tematica	Gestione dei rifiuti
Nome Indicatore	Discariche di rifiuti urbani
Target e riferimenti normativi	In Italia, la Direttiva 1999/31/CE è stata recepita con il D.Lgs. 36/2003 relativo alle discariche di rifiuti. Il provvedimento stabilisce i requisiti operativi e tecnici per gli impianti di discarica definendo le procedure, i criteri costruttivi e le modalità di gestione di tali impianti al fine di ridurre l'impatto sull'ambiente dei luoghi di raccolta dei rifiuti. Le discariche vengono classificate in tre categorie in relazione alla tipologia di rifiuti inerti, non pericolosi, pericolosi. Il decreto prevedeva che, entro un anno dall'entrata in vigore dello stesso, le Regioni, ad integrazione del Piano regionale di gestione dei rifiuti, elaborassero un programma per la riduzione della frazione biodegradabile da collocare in discarica allo scopo di raggiungere specifici obiettivi di smaltimento dei rifiuti biodegradabili a breve (173 kg/anno per abitante entro il 2008), medio (115 kg/anno per abitante entro il 2011) e lungo termine (81 kg/anno per abitante entro il 2018). Quasi tutte le Regioni hanno ad oggi ottemperato

	all'obbligo di predisposizione del programma di riduzione sulla base di un documento comune a livello interregionale che detta i criteri per la redazione dei programmi. Riguardo ai criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica le disposizioni sono in parte contenute nel D.Lgs. 36/2003, ma soprattutto nel DM 2 agosto 2005 che traspone, integralmente, la Decisione 2003/33/CE della Commissione Europea relativa alle caratteristiche che i rifiuti dovranno possedere per essere ammessi nelle tre diverse tipologie di discarica. <i>Target</i> pari al valore minimo assoluto della serie storica a livello provinciale (0,000203258642557482 Numero/kmq).
Descrizione Indicatore	L'indicatore riporta la somma delle discariche di rifiuti urbani secondo la classificazione della Deliberazione del Comitato Interministeriale del 27/07/84.
Scopo Indicatore	Conoscere il numero di discariche di rifiuti urbani presenti sul territorio nazionale.
Contenuti Indicatore	Numero totale di discariche di categoria I rapportate alla superficie del oggetto di analisi.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte: Rapporto rifiuti APAT 2002, 2003, 2004, 2005).
Distribuzione Temporale	2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	Numero/kmq
Note	La classificazione della Deliberazione del Comitato Interministeriale del 27/07/84 divide le discariche in: I categoria (rifiuti urbani e assimilati agli urbani); II categoria tipo A (rifiuti inerti); II categoria tipo B (tutti i rifiuti speciali e speciali pericolosi con determinate caratteristiche chimico-fisiche); II categoria di tipo C (rifiuti speciali pericolosi).

12.4 Gli Indicatori di Impatto

INDICATORE DI **IMPATTO II**

Tematica	Perdita di acqua, territorio, foreste e biodiversità
Nome Indicatore	Coste non balneabili per inquinamento
Target e riferimenti normativi	La normativa, nazionale (DPR 470/82) ed europea (Direttiva 1976/160/CE), prevede che tutte le acque destinate alla balneazione ricadano nei requisiti di idoneità previsti per legge. In caso di mancata idoneità alla balneazione, si provveda a ogni intervento necessario per risanare le acque a tale scopo destinate (nella direttiva si indicava il termine di 10 anni dal 1976, salvo deroghe). Quindi, l'obiettivo deve necessariamente essere il 100% di coste in cui sia garantita la balneabilità.
Descrizione Indicatore	Secondo il DPR 470/82, le acque si considerano idonee alla balneazione quando, durante l'ultima stagione balneare

	(che va da aprile a settembre), il 90% dei campioni “routinari” prelevati hanno avuto tutti i parametri nei limiti di legge (per i microbiologici è sufficiente l’80%, se però si superano i limiti imperativi della Direttiva 1976/160/CE, la conformità deve essere nel 95%) e i casi di non conformità (per colorazione, pH, temperatura, fenoli, oli minerali e sostanze tensioattive) non hanno avuto valori superiori del 50% dei limiti. Sulla base di questi criteri, a fine stagione viene determinata l’idoneità del punto di controllo. La balneabilità si calcola come percentuale di punti idonei tra tutti quelli sufficientemente controllati (i casi di campionamento insufficiente non vengono considerati in quanto non significativi per l’inquinamento) in un Comune o in una Provincia o in una Regione.
Scopo Indicatore	Valutare l’idoneità igienico-sanitaria, su base normativa, delle acque di balneazione. Inoltre, l’indicatore permette di valutare l’impatto dei fattori di contaminazione sulla fruizione delle acque costiere ai fini della balneazione. L’idoneità alla balneazione è condizionata dalla qualità delle acque, soprattutto dal punto di vista microbiologico, ed è diretta alla tutela della salute dei bagnanti: una sua diminuzione è un chiaro segnale di scadimento della risorsa idrica dal punto di vista dell’utilizzo (ricreativo, turistico, balneare, economico) e dell’impatto sulle attività umane a essa collegata.
Contenuti Indicatore	Rapporto fra i km di coste non balneabili per motivi di inquinamento e i km totali di costa della Regione considerata in un determinato anno
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: ISTAT, Ministero della Salute).
Distribuzione Temporale	1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	%
Note	<p>La frequenza di aggiornamento del dato è biennale.</p> <p>L’indicatore è significativo per definire la qualità ambientale delle acque di balneazione, soprattutto laddove ci sono situazioni critiche, ma risente del poco graduale meccanismo di calcolo dell’idoneità stabilito dalla normativa. L’accuratezza è ottima in quanto i dati di tutte le Regioni costiere italiane sono tra loro comparabili, poiché i campioni sono raccolti e analizzati con metodiche stabilite per legge e consolidate da tempo nelle strutture laboratoristiche. Inoltre, vengono trasmessi alla banca dati del Ministero della salute, dove sono controllati e validati, ed essendo utilizzate per adempimenti amministrativi importanti (divieti) sono oggetto della massima cura da parte delle Agenzie e delle Regioni.</p> <p>I dati relativi agli anni 2000, 2002, 2004 e 2006 sono stati stimati mediante elaborazioni a partire dai dati disponibili.</p>

INDICATORE DI **IMPATTO I2**

Tematica	Perdita di acqua, territorio, foreste e biodiversità
Nome Indicatore	Superficie forestale percorsa da incendi
Target e riferimenti normativi	La “Legge quadro in materia di incendi boschivi” (L. 353/2000), finalizzata alla conservazione e alla difesa del patrimonio boschivo nazionale dagli incendi quale bene insostituibile per la qualità della vita, individua nel “Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi” lo strumento operativo a disposizione delle Regioni per adempiere allo scopo. Nella redazione di tale piano l’elaborazione dei dati riferiti agli eventi passati costituisce uno dei parametri di classificazione dei comuni per livello di rischio di incendio (indici di pericolosità - art. 3 lettera e). Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso e alla conservazione e alla difesa del patrimonio boschivo nazionale dagli incendi: 0% di superficie forestale percorsa da incendi.
Descrizione Indicatore	L’indicatore evidenzia l’insieme dei danni riscontrati sul patrimonio forestale attribuiti sia a cause biotiche, sia a cause abiotiche. Per i danni attribuibili a incendi naturali o a incendi dovuti all’azione diretta dell’uomo si fa riferimento alla superficie danneggiata.
Scopo Indicatore	Quantificare l’entità dei danni attribuibili ai principali fattori di pressione sui popolamenti forestali, al fine di valutarne l’impatto e, per i valori di cui si dispone di serie storica, l’andamento nel tempo. Monitorare l’andamento temporale e l’intensità del fenomeno degli incendi boschivi evidenziandone le caratteristiche degli eventi che si manifestano nei diversi contesti territoriali. Tale indicatore fornisce direttamente un quadro complessivo degli impatti causati dal passaggio del fuoco, prima causa di degrado, in Italia, dei soprassuoli forestali.
Contenuti Indicatore	Rapporto tra i kmq di superficie forestale percorsi da incendi nell’anno di riferimento e i ha totali di superficie forestale della Regione considerata.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte:ISTAT, Ministero politiche agricole, alimentari e forestali).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	%
Note	Al fine di analizzare e rappresentare compiutamente il fenomeno, si rendono necessari diversi sub-indicatori, essendo l’incendio boschivo solo uno dei tanti fattori di pressione sugli ecosistemi. Inoltre, la sola indicazione della superficie percorsa non è sufficiente per valutazioni circa l’effettiva entità dei danni che si registrano a carico delle diverse formazioni boscate caratterizzate, per propria

	natura, da resistenza e resilienza estremamente variabili.
--	--

INDICATORE DI **IMPATTO I3**

Tematica	Perdita di acqua, territorio, foreste e biodiversità
Nome Indicatore	Dimensione media degli incendi
Target e riferimenti normativi	La “Legge quadro in materia di incendi boschivi” (L. 353/2000), finalizzata alla conservazione e alla difesa del patrimonio boschivo nazionale dagli incendi quale bene insostituibile per la qualità della vita, individua nel “Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi” lo strumento operativo a disposizione delle Regioni per adempiere allo scopo. Nella redazione di tale piano l’elaborazione dei dati riferiti agli eventi passati costituisce uno dei parametri di classificazione dei comuni per livello di rischio di incendio (indici di pericolosità - art. 3 lettera e). Il criterio che porta alla scelta del <i>target</i> è legato al buon senso e alla conservazione e alla difesa del patrimonio boschivo nazionale dagli incendi (Legge 353/2000): dimensione media degli incendi pari a 0.
Descrizione Indicatore	L’indicatore fornisce una rappresentazione del complesso fenomeno degli incendi boschivi sul territorio nazionale evidenziandone l’andamento annuale, rilevato negli ultimi decenni, differenziato in base al tipo di superficie percorsa. Può costituire uno strumento da impiegare, unitamente ad altri e previa opportuna correlazione con la situazione meteo-climatica delle diverse stagioni, nella valutazione dell’efficacia delle scelte operate in materia di prevenzione e repressione del fenomeno degli incendi boschivi. Fornisce, infine, pur non aggiungendo indicazioni sull’entità dei danni a carico dei soprassuoli percorsi, una valutazione diretta dell’impatto del fuoco sulla risorsa boschiva del Paese.
Scopo Indicatore	Quantificare l’entità dei danni attribuibili ai principali fattori di pressione sui popolamenti forestali al fine di valutarne l’impatto e, per i valori di cui si dispone di serie storica, l’andamento nel tempo. Monitorare l’andamento temporale e l’intensità del fenomeno degli incendi boschivi evidenziandone le caratteristiche degli eventi che si manifestano nei diversi contesti territoriali. Tale indicatore fornisce direttamente un quadro complessivo degli impatti causati dal passaggio del fuoco, prima causa di degrado, in Italia, dei soprassuoli forestali.

Contenuti Indicatore	Rapporto tra il numero di incendi (dolosi e non dolosi) da nell'anno di riferimento e gli ha totali di superficie forestale della Regione considerata.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte:ISTAT, Ministero politiche agricole, alimentari e forestali).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	Numero incendi/ha superficie forestale
Note	<p>Al fine di analizzare e rappresentare compiutamente il fenomeno, si rendono necessari diversi sub-indicatori, essendo l'incendio boschivo solo uno dei tanti fattori di pressione sugli ecosistemi. Inoltre la sola indicazione della superficie percorsa non è sufficiente per valutazioni circa l'effettiva entità dei danni che si registrano a carico delle diverse formazioni boscate caratterizzate, per propria natura, da resistenza e resilienza estremamente variabili.</p> <p>I dati derivano dalle informazioni elaborate a partire dal Foglio Notizie Incendi che ogni Comando Stazione (del Corpo Forestale dello Stato) invia periodicamente al Servizio AIB il quale, attraverso l'Ufficio Statistica predispone appositi riepiloghi.</p> <p>L'elaborazione dell'indicatore conduce ad una rappresentazione per Regione della sommatoria degli incendi occorsi nel periodo di riferimento.</p>

12.5 Gli Indicatori di Risposta

INDICATORE DI **RISPOSTA R1**

Tematica	Qualità dell'aria
Nome Indicatore	Centraline di rilevamento qualità aria
Target e riferimenti normativi	L'obiettivo della normativa " <i>Exchange of Information</i> " è quello di fornire una base conoscitiva rappresentativa della realtà del Paese per quanto riguarda la qualità dell'aria, consentendo inoltre un confronto tra i Paesi membri della Comunità Europea. In base a questo obiettivo, si è deciso di scegliere come <i>target</i> un aumento del 50% del numero di centraline di rilevamento rispetto al 1995. Aumento del 50% del numero di centraline di rilevamento della qualità dell'aria rispetto al valore massimo assoluto della serie storica a livello comunale per il 2010 (48 centraline al 2010).
Descrizione Indicatore	Il presente indicatore fornisce informazioni sulla distribuzione e la tipologia delle stazioni di monitoraggio per la qualità dell'aria e degli analizzatori per i principali inquinanti presenti sul territorio nazionale. L'indicatore si basa sulle informazioni raccolte dall'APAT nell'ambito delle procedure sullo scambio di informazioni (<i>Exchange of Information, EoI</i>) previste dalle Decisioni 97/101/CE e

	2001/752/CE.
Scopo Indicatore	Fornire un quadro conoscitivo della realtà del Paese sulle stazioni di monitoraggio che trasmettono dati della qualità dell'aria ai sensi della normativa europea. Le informazioni sulle stazioni di monitoraggio e relative configurazioni di misura rispondono alle esigenze di fornire un quadro completo sullo stato di qualità dell'aria del territorio nazionale, secondo quanto stabilito dalla normativa Eol.
Contenuti Indicatore	Numero di centraline di rilevamento della qualità dell'area ripartite per comune.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Comune (Fonte: APAT).
Distribuzione Temporale	1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Numero
Note	La distribuzione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale è caratterizzata dal permanere delle lacune conoscitive che riguardano alcune regioni del Centro, Sud e Isole. Un'insufficiente presenza di stazioni di monitoraggio e una scarsa rappresentatività dei dati e/o mancanza di comunicazione dei dati a livello nazionale ne sono la causa. Anche per quanto riguarda la caratterizzazione delle stazioni, definita dal tipo stazione e tipo zona, l'indicatore non sempre sembra adeguato a fornire un quadro rappresentativo della realtà del Paese, così come richiesto dalla più recente normativa sulla qualità dell'aria (D.Lgs. 351/99 e successivi atti normativi).

INDICATORE DI **RISPOSTA R2**

Tematica	Qualità ambientale di organizzazioni e imprese
Nome Indicatore	Certificazioni ambientali UNI-EN-ISO 14001
Target e riferimenti normativi	Nessun obiettivo prefissato, poiché questo strumento è volontario. Si prende come obiettivo il valore massimo assoluto della serie storica a livello regionale (67,3181324647123 Numero/aziende).
Descrizione Indicatore	Il numero di certificati UNI-EN-ISO 14001 può essere considerato un indicatore di sensibilità verso l'ambiente delle imprese e delle organizzazioni che intendono gestire e diminuire i fattori di pressione derivanti dalle proprie attività. È chiaro che una diffusa presenza dei sistemi di gestione ambientale segnala una certa recettività al tema dello sviluppo sostenibile, a tutto vantaggio della qualità dell'ambiente. Il numero di certificati indica, invece, quante organizzazioni hanno raggiunto tali obiettivi e quindi rispondono ai requisiti della rispettiva norma di

	<p>riferimento.</p> <p>Il processo di certificazione passa attraverso il controllo indipendente di un ente accreditato che quindi assicura l'imparzialità del giudizio espresso. Le informazioni fornite dall'indicatore sono dunque da intendersi in un'ottica di risposta alle problematiche di pressione e impatto generate dall'inquinamento legato ad attività produttive. I benefici nell'adozione della certificazione UNI-EN-ISO 14001 sono da ricondurre principalmente a: prevenzione o riduzione degli impatti ambientali; riduzione di utilizzo di materie prime ed energia implicati nei processi aziendali; riduzione di emissioni o rifiuti; miglioramento delle prestazioni ambientali attraverso obiettivi gestionali e/o tecnologici e impiantistici.</p>
Scopo Indicatore	Descrivere l'evoluzione della sensibilità ambientale applicata alle organizzazioni e fornire un quadro del livello di attenzione alle problematiche ambientali in particolare del mondo produttivo, in generale, delle organizzazioni e delle imprese.
Contenuti Indicatore	Numero di certificazioni ambientali UNI-EN-ISO 14001 nel periodo considerato rapportato al numero totale di imprese e organizzazioni presenti nella Regione analizzata.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: SINCERT, ISTAT).
Distribuzione Temporale	1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Numero certificazioni/imprese*1000
Note	<p>I dati relativi al numero delle certificazioni ISO 14001 sono acquisiti e aggiornati dal SINCERT e non comprendono il totale dei certificati rilasciati in Italia.</p> <p>I dati relativi al numero totale di organizzazioni e imprese certificabili sono forniti dall'ISTAT.</p>

INDICATORE DI **RISPOSTA R3**

Tematica	Qualità ambientale di organizzazioni e imprese
Nome Indicatore	Certificazioni ambientali EMAS
Target e riferimenti normativi	Le normative di riferimento (Regolamento CE 761/01) non pongono alcun obiettivo prefissato, poiché questo strumento è volontario. Si prende come obiettivo il valore massimo assoluto della serie storica a livello regionale (23,8870792616721 Numero/aziende).
Descrizione Indicatore	Il numero di registrazioni EMAS rappresenta un buon indice per valutare il livello di attenzione rivolto alle problematiche ambientali da parte delle organizzazioni/imprese. Le motivazioni alla base della scelta delle organizzazioni di registrarsi EMAS sono di varia natura e possono essere classificate sulla base dei benefici che questo comporta. Tra questi si annoverano: prevenzione e riduzione degli impatti ambientali; riduzione

	del rischio di incidente; riduzione dei consumi di materie prime e di energia; riduzioni delle emissioni e dei rifiuti; miglioramento delle prestazioni ambientali; maggiore coinvolgimento dei dipendenti; maggiore comunicazione e trasparenza.
Scopo Indicatore	Descrivere l'evoluzione della sensibilità ambientale applicata alle organizzazioni e alle imprese e fornire un quadro del livello di attenzione alle problematiche ambientali da parte del mondo produttivo e in generale di tutte le organizzazioni. Monitorare l'evoluzione dei programmi di prevenzione e miglioramento ambientale messi in atto dalle organizzazioni, oltre che dei progetti di diffusione e promozione della qualità ambientale della Pubblica Amministrazione.
Contenuti Indicatore	Numero di certificazioni ambientali EMAS nel periodo considerato rapportato al numero totale di imprese e organizzazioni presenti nella Regione analizzata.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: SINCERT, ISTAT).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006
Unità di Misura	Numero certificazioni/imprese*1000
Note	I dati relativi al numero delle certificazioni EMAS sono acquisiti e aggiornati dal SINCERT e non comprendono il totale dei certificati rilasciati in Italia. I dati relativi al numero totale di organizzazioni e imprese certificabili sono forniti dall'ISTAT. Il numero di registrazioni EMAS rappresenta al momento l'unica indicazione concreta della sensibilità delle organizzazioni nei confronti dell'ambiente che, aderendo al Regolamento europeo 761/01, intendono diminuire la pressione che la propria attività, i propri prodotti e servizi, esercitano sugli ecosistemi.

INDICATORE DI **RISPOSTA R4**

Tematica	Gestione dei rifiuti
Nome Indicatore	Rifiuti urbani raccolti in maniera differenziata
Target e riferimenti normativi	Per la raccolta differenziata dei rifiuti urbani il D.Lgs. 22/97, art. 24 comma 1, fissa i seguenti obiettivi: "In ogni ambito territoriale ottimale deve essere assicurata una raccolta differenziata dei rifiuti urbani pari alle seguenti percentuali minime di rifiuti prodotti: a) 15% entro il 1999; b) 25% entro il 2001; c) 35% entro il 2003". Sulla base del D.Lgs. 22/97, art. 24 comma 1 si stima che debba essere assicurata una raccolta differenziata dei rifiuti urbani pari al 45% entro il 2005.
Descrizione Indicatore	L'indicatore misura la quantità di rifiuti urbani raccolta in modo differenziato nell'anno di riferimento.

Scopo Indicatore	Verificare il raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata fissati dall'art. 24 del D.Lgs. 22/97.
Contenuti Indicatore	Tonnellate di rifiuti urbani raccolti in maniera differenziata rapportate alle tonnellate totali di rifiuti urbani prodotti nell'anno di riferimento.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Provincia (Fonte: Rapporto rifiuti APAT 2002, 2003, 2004, 2005).
Distribuzione Temporale	2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	%
Note	Per quanto riguarda la rilevanza, l'indicatore risponde a precise domande di informazione (obiettivo: riduzione dello smaltimento dei rifiuti urbani e massimizzazione del recupero di materia). Nel caso dell'accuratezza e della comparabilità nello spazio, i dati vengono raccolti secondo modalità comuni, a livello nazionale, e validati secondo metodologie condivise.

INDICATORE DI **RISPOSTA R5**

Tematica	Biodiversità: aree naturali protette
Nome Indicatore	Presenza di aree naturali protette
Target e riferimenti normativi	La Legge 394/91 (Legge Quadro sulle Aree Protette) pone come obiettivo il mantenimento delle condizioni di naturalità delle aree di grande importanza dal punto di vista della ricchezza di specie e di <i>habitat</i> e, più in generale, la conservazione della biodiversità. La norma definisce i criteri per la tutela, a livello regionale, determinanti per l'iscrizione delle aree protette nell'Elenco Ufficiale e il regime di tutela e di gestione dei valori naturali per i quali un'area è istituita. Tenendo conto della Legge 394/91 (Legge Quadro sulle Aree Protette) si stabilisce un <i>target</i> pari a 1 (100% di aree naturali protette).
Descrizione Indicatore	Analizzare la presenza delle aree naturali protette italiane afferenti alle diverse categorie di protezione previste dall'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP - Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, Direzione Protezione Natura)
Scopo Indicatore	Stimare la distribuzione delle principali tipologie di <i>aree protette</i> presenti all'interno delle aree omogenee e valutare indirettamente l'efficacia delle azioni di tutela intraprese per la conservazione della biodiversità.
Contenuti Indicatore	Rapporto fra la superficie delle aree naturali protette e la superficie totale dell'area omogenea nell'anno preso in considerazione.
Distribuzione Spaziale	Dati disponibili per Regione (Fonte: APAT, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio).
Distribuzione Temporale	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
Unità di Misura	%

Note	L'indicatore non consente di effettuare valutazioni circostanziate circa le condizioni specifiche degli <i>habitat</i> presenti all'interno delle aree protette considerate.
-------------	--

13. Le principali carenze informative sulla base conoscitiva: conclusioni, osservazioni e proposte

L'utilizzo di un indicatore nella metodologia proposta richiede che di questo indicatore esista una serie storica di dati, che tali dati siano prodotti nello stesso modo o che siano in modo semplice confrontabili tra loro.

Nel corso della ricerca e nelle fasi di consultazione sono state riscontrate diverse carenze del sistema informativo italiano, in quello comunitario e anche a livello internazionale. Le carenze riguardano l'esistenza stessa di determinati indicatori, la presenza di riferimenti normativi specifici, di *target* quantitativi e/o temporali e l'esistenza di un numero sufficiente di dati per coprire un andamento di 5-6 anni.

Analizzando il sistema degli indicatori precedentemente illustrato, è possibile individuare tre domini:

1. dominio economia;
2. dominio società;
3. dominio ambiente.

Il dominio economico è quello che, dal punto della dotazione statistica, risulta essere sostenuto dal più completo sistema informativo. Per la maggior parte dei dati è possibile disporre di adeguate serie storiche e metodologie di raccolta e elaborazione consolidate.

Il dominio sociale è quello per il quale si dispone, forse, di una minore elaborazione sistematica volta alla definizione di una struttura di indici e indicatori di sostenibilità.

Il dominio ambientale, maggiormente sviluppato in questo lavoro, da un lato, è quello per il quale si è riscontrata la massima condivisione circa la sua strutturazione tematica del sistema di indicatori, a conferma degli approfondimenti concettuali di cui è stato oggetto nell'ambito degli studi di sostenibilità, dall'altro, quello che presenta tuttora le maggiori limitazioni in fatto di dotazione statistica. Le carenze informative, che vanno considerate sempre in relazione alle specifiche esigenze del progetto, sono tali da aver impedito, in alcuni casi, la composizione e il popolamento di determinati indicatori a livelli molto spinti di dettaglio. Le carenze rilevate si traducono, prima di tutto, nell'indisponibilità di adeguate serie storiche, fatto che, almeno in parte, può essere attribuito ad una tradizione

relativamente recente della statistica ambientale nazionale.

Entrando nel particolare, l'atmosfera risulta essere, tra i temi ambientali, quello per il quale si dispone di una maggiore quantità di dati di discreta qualità. Ciò può essere, in buona parte, ricondotto agli accordi internazionali, sottoscritti dal nostro Paese, che caratterizzano da anni il dominio e in base ai quali è stato necessario sviluppare un adeguato bagaglio di conoscenze.

Per valutare lo stato della componente edafica, invece, sono stati utilizzati, principalmente, indicatori di tipo indiretto. Quella che si riporta rappresenta, quindi, una valutazione basata su di una conoscenza solo approssimativa della reale situazione. In particolare, mancano dati affidabili e disponibili nel tempo per costruire indicatori sul livello di contaminazione del suolo.

Per l'idrosfera non è stato possibile comporre molti indicatori, a causa della mancanza di serie storiche. Ciò vale sia per gli aspetti legati alla disponibilità e all'uso della risorsa, sia per quelli connessi alla qualità delle acque. Su questi ultimi l'entrata in vigore del Decreto Legislativo 152/99, in recepimento delle direttive comunitarie in materia, ha spinto il sistema statistico nazionale a dotarsi di specifici indici e indicatori, ma la recente introduzione degli indici previsti dal Decreto, insieme ad un sistema di monitoraggio ancora non del tutto consolidato, impedisce ogni tentativo di definire un *trend* affidabile.

Nel tentare di fornire una valutazione quantitativa dello stato della Biosfera, ci si scontra con difficoltà di natura diversa, riconducibili sia a limiti concettuali/metodologici che statistici. Riguardo ai primi bisogna evidenziare, comunque, come negli ultimi anni siano stati prodotti tutta una serie di specifici lavori sugli indicatori, sia a livello internazionale - ad esempio, nell'ambito della Conferenza sulla Biodiversità dell'O.N.U. - che a livello comunitario all'interno dell'Agenzia Europea per l'Ambiente. In questi lavori si è tentato di individuare criteri e strumenti adeguati a rispondere agli impegni del *Summit* Mondiale di Johannesburg di ridurre e addirittura arrestare, come previsto dalle direttive comunitarie, la perdita di biodiversità entro il 2010. Purtroppo a livello istituzionale, sia nazionale che comunitario, non è stata ancora individuata una modalità di monitoraggio condivisa. L'assenza di una chiara domanda di informazione si traduce, come spesso accade, in una difficoltà del sistema statistico nazionale a fornire dati e informazioni sufficienti. Gli indicatori selezionati rimangono comunque carenti e non riescono a dare informazioni essenziali circa lo stato delle popolazioni, la loro mobilità, come anche sulla frammentazione degli *habitat* e la connettività delle aree poste sotto tutela.

C'è da sottolineare come il nostro Paese, in numerosi atti del Governo, abbia assunto la sostenibilità dello sviluppo come indirizzo di fondo a cui ricondurre la propria azione e quella dell'insieme dei soggetti economici e sociali. A questo impegno, tuttavia, ancora non ha fatto seguito l'adozione di un sistema integrato di indicatori di sostenibilità finalizzato alla valutazione periodica della *performance* del nostro sistema economico, produttivo e dei consumi e del suo impatto ambientale e sociale.

Questo ritardo fa sì che, nel dibattito in merito alla qualità delle politiche per lo sviluppo, in assenza di un sistema di valutazione rigoroso, condiviso e verificabile, tenda a prevalere, da parte dei singoli soggetti, un approccio non equilibrato nelle valutazioni e comunque troppo spesso condizionato da specifici interessi.

Le politiche per lo sviluppo sostenibile, invece, richiedono l'adozione di un sistema di indicatori capace di integrare la dimensione economica con quella sociale ed ambientale. L'esperienza di vari Paesi dimostra, infatti, che l'adozione di un sistema integrato di indicatori si pone come punto qualificante tanto nella elaborazione delle strategie politiche tese allo sviluppo, quanto nella valutazione dei loro effetti. L'esperienza comprova altresì che il sistema di indicatori, affinché si dimostri strumento utile ed efficace per valutare attentamente la *performance* di sostenibilità, deve tener conto delle specificità economiche, ambientali e sociali del Paese o delle aree a cui fanno riferimento. La condivisione del sistema di indicatori da parte dell'insieme delle forze economiche e sociali è la condizione essenziale per verificare la coerenza del sistema al contesto a cui viene applicato.

L'individuazione del sistema di indicatori deve comunque collocarsi all'interno di un quadro conoscitivo statisticamente affidabile e confrontabile con i sistemi adottati a livello internazionale e a livello comunitario. Inoltre, la scelta di rappresentare gli indicatori rispetto a un *target* definito temporalmente e di dare dunque una caratteristica di *performance* all'indicatore, oltre a essere in sintonia con l'approccio generale dell'Unione Europea, aumenta la capacità comunicativa dell'indicatore e fornisce un punto di riferimento per le analisi dell'efficacia delle politiche nei diversi settori.

La strutturazione di un insieme di indicatori per la sostenibilità ambientale è rilevante anche per definire le priorità dell'integrazione delle politiche ambientali nelle politiche di settore, quali ad esempio le politiche per il turismo o le politiche agricole.

Riguardo alle carenze informative e statistiche che non hanno permesso la costruzione di un ottimale *set* di indicatori, si dovrebbero spingere Enti e Istituti preposti a risolvere i problemi riscontrati nella disponibilità dei dati e delle informazioni.

In particolare, tra questi emergono con particolare rilievo:

- il tema della qualità urbana rimane ancora definito in modo non esauriente, soprattutto per quanto attiene al tema della mobilità;
- la definizione di un indicatore di perdita di biodiversità andrebbe risolta con una attività apposita che sia in sintonia con quanto va emergendo a livello internazionale;
- la copertura dei dati relativi al consumo complessivo della risorsa idrica è particolarmente rilevante.

Questioni fondamentali da tenere in primo piano sono, inoltre, la trasparenza e la partecipazione, intese come importanti strumenti di democrazia.

In primo luogo, i metodi che hanno portato alla costruzione del *set* di indicatori e i dati utilizzati devono essere resi accessibili a tutti (esperti e non esperti) e devono essere esplicitati tutti i giudizi, le ipotesi e le incertezze nei dati e nelle interpretazioni. Un indicatore coglie, infatti, solo un aspetto parziale di un processo e non necessariamente può interpretarne i diversi aspetti interconnessi, quali quello economico, sociale o ambientale. L'interpretazione dell'informazione richiede conoscenza: in tal caso, la lettura di un indicatore potrà essere fatta soltanto disponendo di un modello cognitivo, nel quale confluisca tutta la conoscenza informale e formale, espressa mediante i linguaggi strutturati della conoscenza scientifica, matematica, fisica, statistica, etc. in sé imperfetti ed incerti. Nella realtà accadono una quantità di cose con influenza molto variabile sugli esiti di un processo ed osservarle tutte è quasi impossibile. Per questo, l'analisi di un evento, per la sua reale complessità, conduce ad una semplificazione dello stesso. È bene in tal caso considerare gli errori che inevitabilmente si commettono.

È evidente, quindi, che i metodi e i dati utilizzati devono rivolgersi alle necessità del pubblico e di tutti coloro che ne usufruiscono: è opportuno utilizzare indicatori ed altri strumenti che possano servire da stimolo ed impegnare le Autorità competenti e che debbano puntare, fin dall'inizio, alla semplicità nella articolazione del processo e all'uso di un linguaggio semplice e chiaro. Un buon *set* di indicatori, infatti, deve essere sviluppato su una base informazionale e comunicazionale efficiente, condivisa ed accessibile, tanto più che gli indicatori fanno ormai parte della vita di tutti i giorni come fonte di comunicazione al cittadino, anche se questa operazione non avviene sempre in modo corretto. Per tale motivo, è importante governare correttamente l'informazione e quindi scegliere e diffondere buoni indicatori, in quanto gli errori più comuni e più pericolosi derivano dalla

funzionalizzazione dell'informazione alle proprie credenze. È bene tener presente che gli indicatori possono confondere il pubblico con i numeri, facendogli perdere la visione corretta della realtà, in quanto in nessun caso gli indicatori sono la realtà ed al più ne rappresentano alcuni dati parziali.

In secondo luogo, specialmente per quanto riguarda la selezione dei *target* quantitativi e temporali da attribuire ad ogni indicatore, si dovrebbe prevedere un'ampia partecipazione di varie forze (ad esempio, gruppi professionali, tecnici, gruppi sociali, associazioni, pubblico interessato, etc.) e assicurare il coinvolgimento delle Autorità di governo, al fine di rinsaldare il legame tra scelte politiche ed azioni conseguenti e di riconoscere valori differenziati ed in continua evoluzione. Nel nostro caso specifico, in linea di principio, sarebbe stata necessaria la promozione di una consultazione, in modo da coinvolgere rappresentanti di diversi Enti, Associazioni e Istituzioni nelle diverse fasi di lavoro.

La prima fase del processo di consultazione avrebbe dovuto interessare la distribuzione di un documento preliminare, allo scopo di presentare la metodologia generale del sistema informativo proposto, approvare la selezione delle tematiche e la coerenza con gli schemi già adottati da organismi nazionali e/o internazionali e presentare gli indicatori scelti. In una seconda fase, si sarebbe dovuto approvare il criterio di fondo del progetto, cioè quello di un modello basato sulla terna indicatore/*target*/tempo, in base al quale l'andamento degli indicatori scelti viene rappresentato come "distanza dall'obiettivo", e si sarebbe dovuto discutere dei *target* da attribuire a ciascun indicatore individuato.

Sfortunatamente, a causa dello scarso tempo a disposizione e per questioni di natura organizzativa, non è stato possibile, se non in minima parte, coinvolgere gruppi professionali, tecnici, gruppi sociali, associazioni e Autorità di governo, al fine di ottenere un *set* di indicatori e di *target* spazio/temporali condivisi per valutare la sostenibilità ambientale delle aree omogenee individuate.

Gli indicatori e i *target* sono stati scelti, quindi, tenendo conto della normativa e dei sistemi informativi esistenti e facendo affidamento nella sensibilità e nell'esperienza posseduta in quanto tecnici e persone preparate e competenti delle problematiche ambientali.

PARTE IV

LA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

14. La valutazione della sostenibilità ambientale: il modello I.S.S.I

Come anticipato nell'introduzione, in questa parte del lavoro si descrive nel dettaglio la metodologia che è stata selezionata per analizzare quello che è lo stato della sostenibilità ambientale delle aree omogenee individuate.

È importante riflettere sul fatto che in letteratura esistono molte metodologie che permettono di valutare il livello di sostenibilità di un determinato ambito territoriale (ad esempio, si veda il modello sviluppato da A.R.P.A. Piemonte per la valutazione integrata della qualità ambientale in ambienti naturali e seminaturali presentato nel lavoro "Sostenibilità ambientale dello sviluppo. Tecniche e procedure di valutazione di impatto ambientale", oppure il modello dell'Impronta Ecologica), ma non esiste un modello di valutazione universalmente conosciuto e utilizzato. Si cerca, quindi, di mettere in luce ed esaminare le principali caratteristiche della metodologia adottata in termini di punti di forza e debolezza, in modo da evidenziare le motivazioni che hanno condotto alla scelta di questo metodo, piuttosto che di un altro.

Il metodo che verrà utilizzato nel lavoro è il modello I.S.S.I. (Indice Sviluppo Sostenibile Italia) sviluppato in funzione della preparazione del rapporto "Un futuro sostenibile per l'Italia", primo rapporto dell'Istituto Sviluppo Sostenibile Italia sullo stato della sostenibilità nel nostro Paese, pubblicato nel 2002. Tale modello è stato adottato dal C.N.E.L. (Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro) per la realizzazione del progetto "Indicatori per lo sviluppo sostenibile". L'obiettivo del progetto è la costruzione di un sistema condiviso di indicatori per lo sviluppo sostenibile basato su indici, su indicatori e su *target* quantitativi da raggiungere nel tempo, in modo da predisporre un Rapporto sullo Sviluppo Sostenibile in Italia.

Il modello I.S.S.I. permette di ottenere un indice che ha l'obiettivo di fornire una valutazione quantitativa del grado di sostenibilità dello sviluppo italiano e delle politiche

attuali e di quelle da intraprendere in futuro. Inoltre, risulta uno strumento sensibile alle criticità nazionali che, però, può anche essere utilizzato da Regioni, Province, Comuni od Enti Locali per la valutazione dello stato e della tendenza dello sviluppo sostenibile dei loro ambiti. Questi Enti possono utilizzare altri indicatori capaci di rappresentare le specificità economiche e sociali del territorio e le relative peculiarità, integrando o sostituendo parzialmente la lista I.S.S.I..

L'Istituto ha sviluppato una metodologia originale per la composizione dei vari livelli gerarchici del sistema di indicatori fino al primo, corrispondente all'indice unico di sviluppo sostenibile in Italia. Il modello, infatti, è costituito da tre livelli: l'indicatore di primo livello, Indice di Sviluppo Sostenibile Italia "I.S.S.I.", misura lo stato generale della sostenibilità in Italia in relazione all'obiettivo generale da raggiungere entro il 2012; il secondo livello è costruito su una partizione in tre domini (l'economia e la società, l'ambiente e l'uso delle risorse); il terzo livello è composto, per ciascuno dei tre domini, da dieci indici-chiave associati ad un *target* ed ad un tempo di conseguimento. Gli indici-chiave possono essere compositi, cioè calcolati attraverso l'aggregazione di una pluralità di indicatori mediante un appropriato algoritmo di combinazione. Nel progetto I.S.S.I. non è presente un vero e proprio quarto livello, cioè una lista o *core set* di indicatori, anche se l'insieme delle variabili utilizzate per il calcolo degli indicatori-chiave costituisce esso stesso una lista estesa, seppure evidentemente non esaustiva.

Nel nostro caso specifico, il modello I.S.S.I. impegna i primi due livelli del sistema informativo:

1. l'indicatore di primo livello, Indice di Sostenibilità Ambientale (I.S.A.), che misura lo stato generale della sostenibilità ambientale delle aree omogenee in Italia in relazione all'obiettivo generale da raggiungere;
2. il secondo livello, composto da 32 indicatori differenziati per tematica e categoria D.P.S.I.R. associati ad un *target* ed ad un tempo di conseguimento.

Ai 32 indicatori, elencati in Tabella 9, è affidato il compito di valutare il grado di sviluppo sostenibile delle differenti tipologie di aree omogenee individuate. La scelta degli indicatori è il risultato di una lunga attività di ricerca ed ha subito modifiche ed affinamenti nel corso del lavoro. Altre integrazioni saranno necessarie nel futuro in funzione dell'evoluzione del Paese, ma anche della migliore comprensione dei processi o del

prevalere di nuove istanze. La scelta degli indicatori a questo livello è fortemente influenzata dalla disponibilità dei dati e dalla loro qualità.

L'indicatore di primo livello (Indice di Sostenibilità Ambientale), ottenibile applicando il metodo I.S.S.I., dovrà essere costruito singolarmente per ogni tipologia di area omogenea (ogni area omogenea ha specifici indicatori e quindi specifici *target* da perseguire nel tempo) e risulterà essere sensibile alle specificità del Paese ed alle differenze esistenti fra le varie tipologie di aree omogenee individuate. Può dunque essere usato, in primo luogo, per la valutazione dello stato e della tendenza della sostenibilità ambientale per l'intero Paese e, in secondo luogo, per la sostenibilità delle singole aree omogenee locali.

14.1 L'aggregazione degli indicatori mediante il metodo delle distanze dal *target*

Sul problema dell'aggregazione degli indicatori sono stati prodotti molti lavori scientifici e sono state sviluppate molte procedure. Il problema dell'aggregazione viene molto spesso presentato in funzione della presentazione dei risultati, ma si tratta di questioni ben distinte. È vero che l'aggregazione, riducendo la dimensionalità geometrica del sistema degli indicatori, può semplificare le rappresentazioni grafiche. Ciò, però, non ha nulla a che vedere con la semplificazione del messaggio né con il miglioramento dell'intelligibilità. Spesso anzi la concentrazione dell'informazione ne aumenta l'astrazione e introduce ambiguità di varia natura.

Si ritiene che il contributo più organico ed equilibrato al problema dell'aggregazione sia stato prodotto dalla U.N.C.S.D. (*United Nation Commission on Sustainable Development*), nel corso della sua nona sessione del 2001, con la pubblicazione di un manuale¹ che esamina con cura ed attenzione tutte le proposte contemplate nei maggiori progetti a livello internazionale e le pone in rapporto con il progetto UN CSD per verificare le possibili sinergie. Da tale rapporto si ricava che le migliori metodologie di aggregazione sono state sviluppate nell'area ambientale; i metodi non godono, però, di consenso internazionale ed è difficile dire quale sia la soluzione migliore.

¹ U.N.C.S.D., 2001: "*Report on the Aggregation of Indicators of Sustainable Development*"; *Background Paper for the Ninth Session of the Commission on Sustainable Development*; United Nations, New York.

La maggior parte dei progetti di costruzione di indicatori dello sviluppo sostenibile adotta come metodo di aggregazione la combinazione lineare pesata. Associare un peso a ciascuna componente per bilanciare il rapporto tra la significatività dei singoli indici è perfettamente legittimo, ma la questione fondamentale ancora aperta è l'attribuzione delle priorità e dei pesi ai vari indicatori e la combinazione in un unico indice finale di sostenibilità. Non è invece sensato il metodo della combinazione lineare che cancella informazione utile: si tratta infatti di una normale media aritmetica. Si consideri il caso di un indice integrato a due componenti: il valore che esso assume per mediazione può essere determinato da coppie di indici di valori anche molto diversi. Lo stato reale della sostenibilità viene così perduto.

In generale, vi è una tendenza a lasciare liberi, o parzialmente liberi, i soggetti utilizzatori e gli esperti nel fissare i pesi combinatori per proprio conto. Il risultato, però, ha un marcato carattere di soggettività e fa perdere la possibilità del confronto (*benchmarking*) tra casi diversi.

Il processo di aggregazione deve essere completamente trasparente. L'informazione perduta in fase di combinazione deve sempre essere recuperabile mediante il sistema informativo. Senza trasparenza, i decisori non avranno mai fiducia nel dato. Inoltre, prima che l'aggregazione sia possibile, gli indicatori devono essere ricondotti allo stesso quadro temporale e standardizzati, in modo da essere confrontabili, indipendentemente dalle unità fisiche di ciascuno. Ciò si può fare, ad esempio, normalizzando rispetto alla variazione che l'indice evidenzia nel periodo di riferimento e, quindi, esprimendo l'indice stesso come una proporzione o una percentuale adimensionali.

L'assegnazione del peso a ciascuno dei molti indicatori disomogenei di un sistema si può fare con diversi approcci, ma il metodo migliore, secondo il Rapporto dell'Istituto Sviluppo Sostenibile Italia, è la distanza dal *target*: il *target*, come i pesi, pone problemi di consenso che, però, sempre più spesso vengono superati in fase di negoziato internazionale o locale o di fissazione di *standard* e regolamenti sopranazionali.

Per quanto concerne il metodo di standardizzazione, il Rapporto dell'Istituto Sviluppo Sostenibile Italia suggerisce (metodo sviluppato dalla *United Nations Development Programme* per la produzione dell'*Human Development Index*) di definire l'indice finale mediante una serie storica adeguata, estesa su un intervallo di tempo di riferimento comune a tutto il sistema, e di normalizzare gli indicatori sulle scale fisiche di definizione rispetto alla variabilità dimostrata nell'intervallo di riferimento e/o rispetto ad un *target*.

Benché la distanza dal *target* venga definita come il migliore tra gli approcci, il Rapporto dell'Istituto Sviluppo Sostenibile Italia non sviluppa pienamente tale affermazione e non sembra ancora in grado di cogliere le potenzialità del metodo delle distanze che, oltre a permettere il tipo di standardizzazione sopra definito, consente una combinazione efficace e concettualmente semplice degli indicatori. Calcolando le distanze dal *target*, infatti, si esegue una normalizzazione che rende tutti gli indici tra loro confrontabili; inoltre, la distanza è sommabile per definizione in uno spazio a più dimensioni e quindi consente una aggregazione diretta dei contributi dei singoli indicatori, senza alcuna necessità di attribuire ad essi i pesi che, come abbiamo visto, sono di difficile reperimento e non incontrano facilmente il consenso ed il favore di tutti.

I metodi di combinazione per media pesata hanno viceversa più difetti che pregi, dal momento che richiedono i pesi e, eseguendo medie, non aggiungono ma sottraggono informazione al *set* degli indicatori; inoltre, confondono il messaggio mascherando i cattivi andamenti degli indici con i buoni. Il metodo della distanza, altresì, non porterà il sistema globalmente all'obiettivo se non quando avrà portato all'obiettivo singolarmente tutti i suoi indicatori. Per queste ragioni, in questo lavoro si è adottato estensivamente il metodo delle distanze dal *target*, piuttosto che non altri più correnti metodi di aggregazione

Entrando nel dettaglio, il metodo di valutazione della *performance* dell'Indice Sostenibilità Ambientale è la distanza dall'obiettivo (*distance to target*). L'Indice Sostenibilità Ambientale è un indice assoluto che posiziona e quantifica lo stato della sostenibilità ambientale: è fondamentalmente un vettore a y dimensioni (y è pari al numero di indicatori utilizzato e varia a seconda dell'area omogenea considerata) $\mathbf{X}(t)$ che varia nel tempo t seguendo i dati delle serie storiche degli indicatori $\mathbf{X}_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, 32$, in relazione al sistema di obiettivi assegnato.

L'obiettivo è definito mediante un bersaglio, il *target*, anch'esso un vettore $\mathbf{T}(t)$ a y componenti (y è pari al numero di indicatori utilizzato e varia a seconda dell'area omogenea considerata) definito per l'anno obiettivo t .

Si può, in linea generale, immaginare uno spazio **y-dimensionale**, non diverso concettualmente dallo spazio fisico tridimensionale. In esso si immaginino collocati idealmente i vettori \mathbf{X} e \mathbf{T} . La distanza dall'obiettivo è la misura scalare (la lunghezza, *mod*) del vettore che unisce \mathbf{X} a \mathbf{T} nello spazio:

$$\mathbf{D} = \text{mod} [\mathbf{X}(t) - \mathbf{T}(t \text{ target})]$$

Questo tipo di metrica consente di superare i limiti connessi con la semplice valutazione qualitativa degli indicatori e gode di proprietà vantaggiose.

Esistono molti tipi di distanze. La più comune è la distanza quadratica euclidea, che gode delle familiari proprietà pitagoriche, che consentono una semplice composizione degli indicatori². Nel nostro caso si adotta una particolare forma quadratica, la distanza di Mahalanobis, che ha due proprietà aggiuntive:

1. tiene conto della dinamica intrinseca della serie storica dell'indicatore dato;
2. tiene conto della dipendenze statistiche ed informazionali tra le serie storiche;
3. prende in esame non solo il valore medio, ma anche la varianza e la covarianza delle variabili misurate. Invece di calcolare semplicemente la distanza dai valori medi, questa distanza pesa ciascuna variabile per la sua deviazione *standard* e per la sua covarianza; in tal maniera il valore calcolato fornisce una misura statistica di quanto bene i nuovi valori siano consistenti con i valori di partenza.

La distanza dal *target* viene quantificata (scalata, normalizzata) in proporzione alla dinamica dell'indicatore, stimata per mezzo della sua varianza³. Per indicatori dotati di diversa dinamica, a parità di *target*, la distanza dall'obiettivo risulterà proporzionalmente maggiore per l'indicatore meno dinamico. In tal modo, viene sottolineata la maggior difficoltà di raggiungere l'obiettivo per i processi che hanno una dinamica sistemica intrinseca inferiore. In assenza di dipendenza tra le componenti, le proprietà della distanza di Mahalanobis sono le medesime della ordinaria distanza geometrica di tipo euclideo.

La definizione per l'indice vettoriale multidimensionale \mathbf{X} è:

$$\mathbf{D}^2 = (\mathbf{X} - \mathbf{T}_{target})' \mathbf{W}^{-1} (\mathbf{X} - \mathbf{T}_{target})$$

ovvero, se \mathbf{H} è un vettore di normalizzazione che comprende i fattori di scala:

$$\mathbf{D}_{norm}^2 = (\mathbf{X} - \mathbf{T}_{target})' (\mathbf{H}\mathbf{W}\mathbf{H}')^{-1} (\mathbf{X} - \mathbf{T}_{target})$$

² Il quadrato di D (ipotenusa) è pari alla somma dei quadrati delle componenti (cateti). La sommabilità della distanza viene sfruttata per comporre più indicatori calcolando semplicemente la distanza totale dal *target*.

³ Il metodo è molto simile a quello dell'indice H.D.I. (*Human Development Index*), in cui ogni componente viene normalizzata dividendo per l'intervallo tra minimo di serie e *target*.

dove \mathbf{W} è la matrice di covarianza. L'elemento w_{ij} è la covarianza tra gli indicatori delle corrispondenti riga i-esima e colonna j-esima, legata agli indici di correlazione lineare \tilde{n}_{ij} dalla relazione:

$$\tilde{n}_{ij} = w_{ij} / (w_{ii} w_{jj})^{1/2}$$

Gli elementi w_{ij} possono essere calcolati dai coefficienti di correlazione relativi alle serie di indicatori i-esima e j-esima posizione. Gli elementi della diagonale principale sono le varianze $w_{ii} = \sigma_{ii}^2$ che danno una misura della variabilità propria sistemica dell'indice.

L'utilizzo della correlazione lineare consente di trattare in prima approssimazione le dipendenze statistiche tra gli indicatori e la ridondanza informazionale. Può infatti accadere che due indicatori contengano in tutto o in parte lo stesso dato fisico. In tal caso, i normali metodi combinatori commettono un errore, sommando due volte lo stesso contributo. Come vedremo più avanti, la metrica di Mahalanobis elimina queste distorsioni.

14.1.1 Elaborazione della linea del *target* e dell'andamento degli indicatori

Per monitorare efficacemente il progresso degli indicatori verso gli obiettivi, si è rivelato efficace immaginare nello spazio una "linea del *target*", linea retta che può essere costante nel caso in cui il *target* da raggiungere sia il medesimo per tutta la serie storica considerata, oppure che parte dal primo anno di disponibilità del dato e mira all'obiettivo con una progressione costante nel tempo (Grafico 5 e 6).

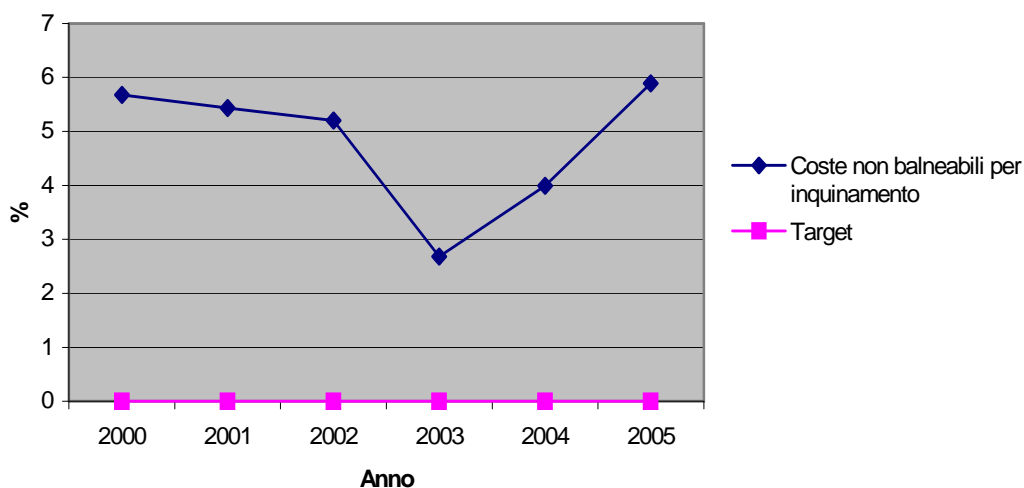


Grafico 5 - Andamento % coste non balneabili e linea del *target* per l'area omogenea campione 45.678

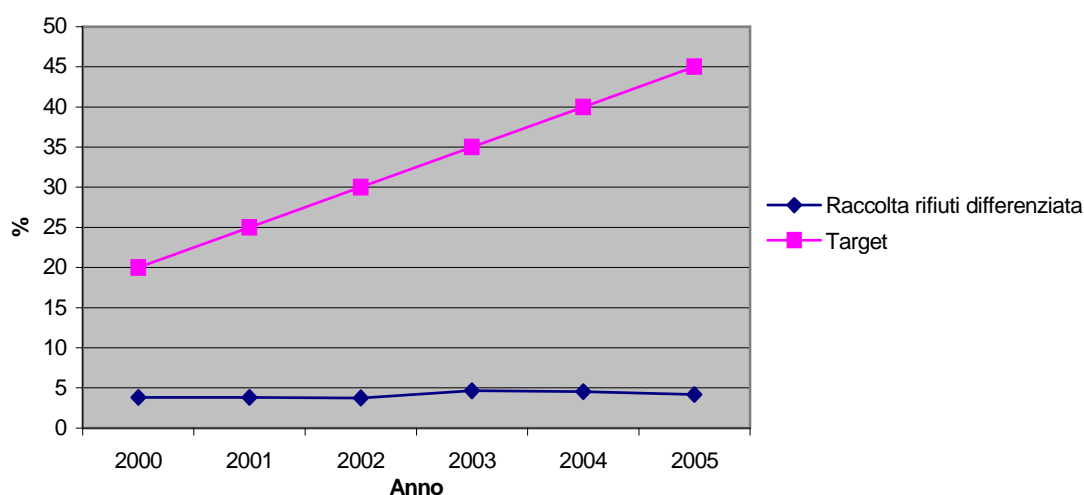


Grafico 6 - Andamento raccolta rifiuti differenziata e linea del *target* per l'area omogenea campione 45.678

Il *target* di un indicatore è formalmente rappresentato da due parametri, un valore ed un tempo:

$$\mathbf{T} = \text{Target (valore, tempo)}$$

Il *target* è il valore atteso per l'evoluzione sostenibile di un determinato parametro ad una data stabilita. Non è necessario che tutti i *target* siano definiti nello stesso anno. Oltre questa data il processo non è affatto concluso ma, con limitate eccezioni, dovrà proseguire verso ulteriori traguardi che verranno di volta in volta fissati. L'esempio più conosciuto è il livello di riduzione delle emissioni serra che, soddisfatto l'obbligo concordato con il Protocollo di Kyoto, dovrà necessariamente scendere verso valori più severi.

La composizione vettoriale di tutti i *target* configura un *target* multidimensionale, che è un vettore dipendente dal tempo, cioè una funzione spaziale del tempo definita soltanto per l'anno di riferimento e per l'anno obiettivo. La traiettoria del vettore spaziale dei *target* è, pertanto, obbligata solo in parte.

Per semplificare il problema, la metodologia parte banalmente dalla considerazione che la linea più breve che unisce due punti nello spazio è una retta ed assume come linea (retta) del *target* un percorso ideale che il vettore *target* descrive nello spazio anno dopo anno, supposto che sia partito nella posizione corrispondente all'anno in cui si ha il primo valore dell'indicatore. In subordine, ove la serie storica non disponga dei valori dell'indicatore per uno o più anni all'inizio del periodo di riferimento, si adotterà l'anno per il quale è disponibile il primo dato.

La linearità comporta l'ipotesi della gradualità dello sforzo: il percorso rettilineo suppone, infatti, che lo sforzo venga graduato progressivamente negli anni ed implicitamente assume anche che il costo marginale del conseguimento dell'obiettivo non cambi nel tempo. La posizione spaziale di questa linea, pertanto, marca in termini di distanza, anno per anno, una sorta di *deficit* dinamico della sostenibilità.

Nello spazio vettoriale multidimensionale nel quale gli indicatori vengono via via combinati si definisce allo stesso modo una linea retta del *target* che punta all'obiettivo. In tal modo, la posizione del *target* è nota anno per anno in maniera dinamica. Essa è ovviamente modificata ogni volta che i *target* vengono aggiornati. Con questa assunzione il sistema informativo può calcolare il *deficit* di sostenibilità (la distanza dal *target*) rispetto all'anno corrente o, se preferibile, a qualsiasi anno avvenire.

14.1.2 Elaborazione della dipendenza tra gli indicatori

Nella gestione di un sistema di indicatori costruito su una aggregazione numerosa di temi, sottotemi e variabili fisiche, la complessità pone numerose difficoltà. La capacità di un indicatore di rappresentare un determinato fenomeno è il suo potere informativo.

In generale, quando un fenomeno è rappresentato da più indicatori, non si può affermare in generale che il potere informativo risultante sia pari alla somma del potere informativo dei singoli indicatori. Tutte le relazioni sistemiche che sussistono tra le variabili, le dipendenze o i rapporti funzionali riducono, infatti, il contenuto informativo globale. Individuare tali legami non è affatto semplice, nella generalità dei casi. La correlazione lineare è uno strumento, non il solo e nemmeno il più efficiente, per investigare le dipendenze tra le variabili e per quantificare la possibile riduzione del potere informativo.

Può accadere che più indicatori raccontino in qualche modo una medesima vicenda. La dipendenza tra indicatori generalmente determina valori rilevabili di correlazione lineare ma, sfortunatamente, non è vero il contrario: valori elevati di correlazione lineare devono essere analizzati a fondo per vedere se sussistono presupposti sistemici che giustificano una eventuale dipendenza e se tale dipendenza può essere riscontrata su dati analoghi di altri Paesi o di altre comunità.

Per un dato sistema economico-sociale, quando due indicatori sono tra loro dipendenti, la definizione degli obiettivi ne risulta influenzata. Si considerino, a titolo di esempio, le emissioni di gas serra in Italia ed il Prodotto Interno Lordo italiano con il quale si accresce

il consumo totale di energia del Paese. Nel sistema energetico italiano, dominato dai combustibili fossili, i due indicatori sono fortemente correlati, tanto che appare contraddittorio perseguire obiettivi di consumo crescente e di emissioni ridotte. Dal punto di vista delle azioni da intraprendere, ciò indica che, per ottenere questo obiettivo, occorre modificare strutturalmente il sistema, in modo da ridurre la dipendenza strutturale tra i due indicatori mediante una massiccia immissione di fonti energetiche rinnovabili. In questo caso, occorre che l'algoritmo della distanza sia sensibile a questo tipo di contraddizioni, assegnando valori più alti a *target* che, a parità di distanza geometrica, non si collocano nel *trend* naturale dei processi. La distanza di Mahalanobis assolve a questo compito.

Le linee di livello della Figura 32 contano tale distanza per due vettori ortogonali di eguale lunghezza: si osservi che il *target* crescita/crescita (vettore sottile) è posto 6 livelli più in alto del dato 1999, mentre per raggiungere il *target* crescita/decrescita (vettore spesso) si deve scalare un pendio circa doppio. L'esempio mostra che la metrica degli indicatori deve saper tenere conto delle dipendenze dei processi e che la selezione dei *target* deve essere resa funzionale a tale dipendenza per rappresentare consapevolmente la difficoltà di raggiungere un determinato obiettivo.

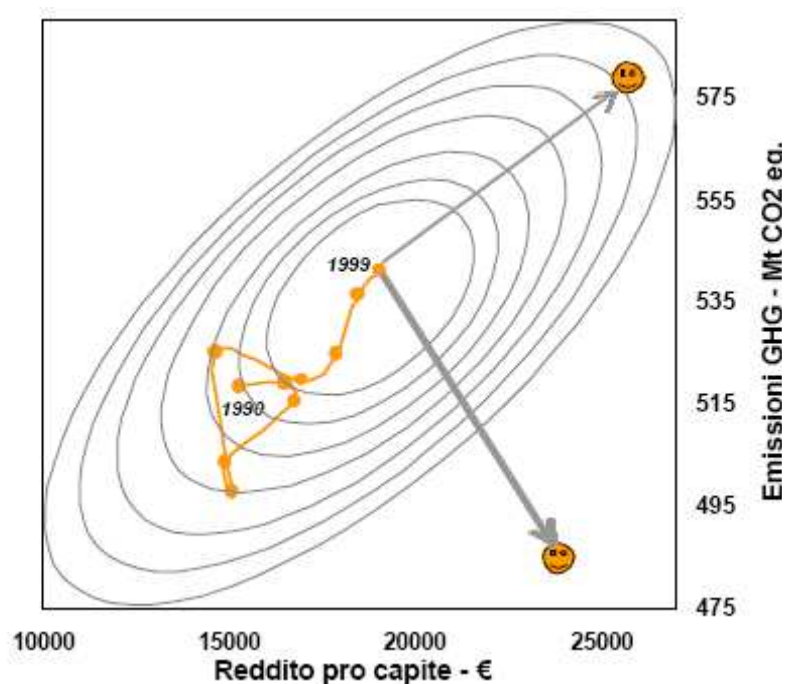


Figura 32 - Esempio di come la distanza di Mahalanobis tenga conto delle dipendenze fra indicatori

La stessa proprietà può essere esposta da un secondo punto di vista. Assegnati i *target* a due indicatori fortemente dipendenti tra loro, la distanza globale deve crescere meno della somma delle due distanze, proprio perché il contenuto informativo è in gran parte il

medesimo. Il caso limite è quello della composizione di due indicatori linearmente dipendenti, i cui valori sono proporzionali. La distanza dell'indice composto deve essere la stessa di ciascuno dei due⁴.

In definitiva, l'ambiente naturale costituisce un sistema complesso nel quale opera una molteplicità di sistemi evolutivi ed interagenti. Ogni componente possiede una propria autonomia e può svolgere funzioni necessarie alla esistenza di altri sistemi. La sostenibilità generale è assicurata quando è assicurato l'equilibrio generale spaziale e la stabilità temporale, pur lasciando spazio all'intreccio dinamico dei vari elementi

14.2 L'Indice di Sostenibilità Ambientale come strumento di supporto alla pianificazione: caso applicativo

Per meglio comprendere la metodologia utilizzata, prendiamo in considerazione un esempio applicativo.

Consideriamo, come campione, l'area omogenea 45.678, situata in Puglia nel comune di Fasano (BR), evidenziata in Figura 33 e classificata come area omogenea costiera. Estrapoliamo dal *database* precedentemente costruito la "Matrice degli Indicatori" (Tabella 10) contenente il numero identificativo dell'indicatore, il numero identificativo dell'area omogenea, la serie storica nella quale sono disponibili i dati (2000 - 2005), il valore che l'indicatore assume in ogni anno della serie storica e la varianza.

⁴ Le due proprietà sono bene illustrate da un caso di dipendenza lineare $\mathbf{x}_1 = c\mathbf{x}_2$. Se si assume $\mathbf{d}_1 = \mathbf{d} = c\mathbf{d}_2$ si otterrà dalla combinazione, in funzione della varianza \mathbf{s}^2 di \mathbf{x}_1 per semplicità assunta pari ad 1, e della correlazione lineare \mathbf{r} :

$$D_{12}^2 = [(d_1^2 - rc^2d_2^2) - (rcd_1^2 - c^2d_2^2)] / (1-r^2)$$

Se il *target* è coerente, cioè $\mathbf{d} = \mathbf{d}_1 = c\mathbf{d}_2$, e la correlazione è nulla, $\mathbf{r} = 0$, le distanze si sommano:

$$D_{12}^2 = 2d^2$$

Mentre se la correlazione è massima, $\mathbf{r} = 1$, le distanze non si sommano. Infatti:

$$\lim_{r \rightarrow 1} D_{12} = d$$

Se al contrario la relazione di proporzionalità $\mathbf{d}_1 = c\mathbf{d}_2$ non è rispettata, qualunque siano tali valori, all'avvicinarsi di \mathbf{r} ad 1 la distanza composta \mathbf{D}_{12} cresce indefinitamente:

$$\lim_{r \rightarrow 1} D_{12} = \infty$$

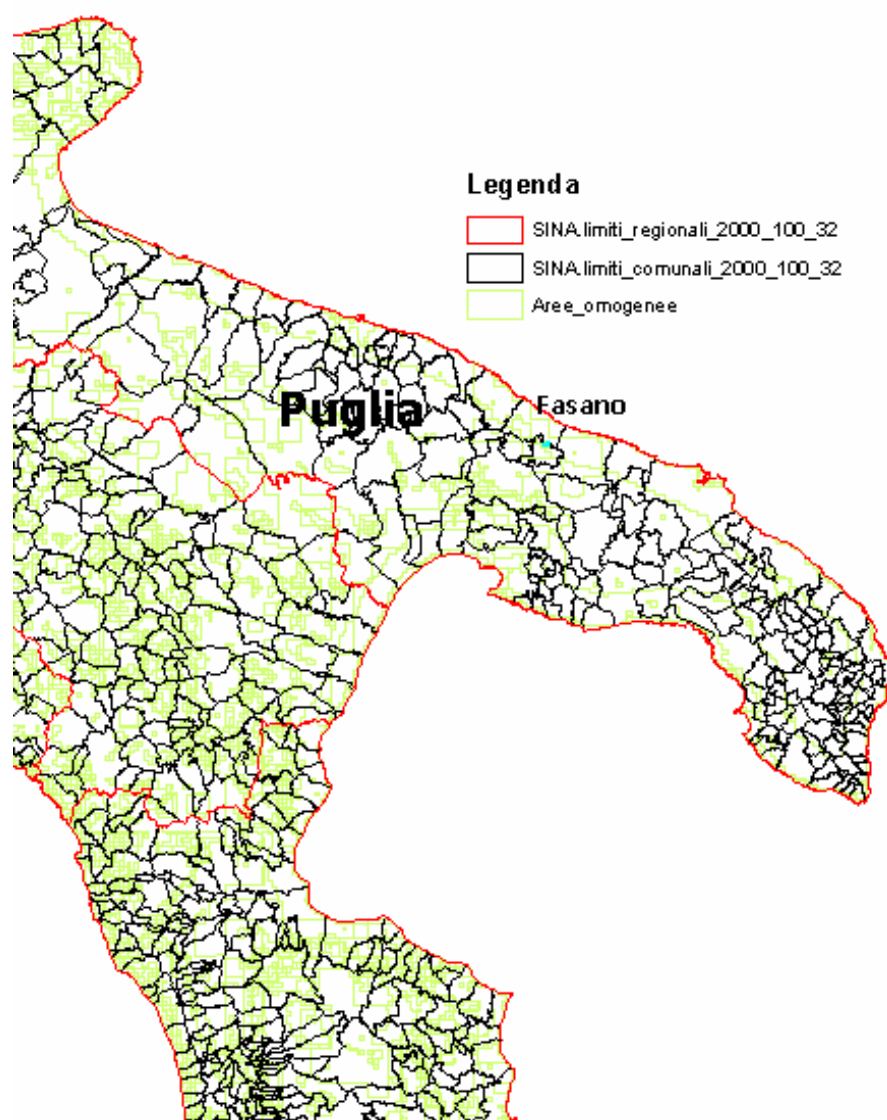


Figura 33 - Localizzazione dell'area omogenea campione 45.678 in Puglia nel comune di Fasano (BR)

Nello specifico, gli indicatori che caratterizzano l'area omogenea 45.678 sono:

- P.I.L. *pro-capite*;
- Pressione turistica rispetto alla superficie;
- Intensità turistica;
- Densità di popolazione residente;
- Superficie agricola utilizzata;
- Carico organico potenziale;
- Incidenza del settore forestale;

- Impianti di produzione di energia;
- Uso del suolo per attività turistica;
- Consistenza della flotta veicolare;
- Superficie delle tagliate forestali;
- Utilizzazioni legnose totali per lavoro e combustione;
- Uso di fertilizzanti;
- Produzione di rifiuti urbani *pro-capite*;
- Quantità di rifiuti urbani smaltiti in discarica;
- Emissione gas serra CO₂;
- Emissione gas serra N₂O;
- Emissione gas serra CH₄;
- Indice di boscosità;
- TRIIX, indice trofico;
- Carico PCB nei sedimenti;
- Carico IPA nei sedimenti;
- Percentuale di coste non balneabili per inquinamento;
- Superficie forestale percorsa da incendi;
- Dimensione media degli incendi;
- Certificazioni ambientali I.S.O. 14001;
- Certificazioni ambientali E.M.A.S.;
- Discariche di rifiuti urbani;
- Rifiuti urbani raccolti in maniera differenziata;
- Presenza di aree naturali protette.

Insieme alla “Matrice degli Indicatori” si estrapola anche la “Matrice dei *Target*” (Tabella 11) contenente il numero identificativo dell’indicatore, il numero identificativo dell’area omogenea e il valore che il *target* assume in un determinato anno per ogni indicatore considerato. Entrando nel dettaglio, i *target* scelti per gli indicatori considerati sono quelli riportati in Tabella 9.

Dalle matrici precedentemente descritte si ottiene la “Matrice delle distanze” (Tabella 12) contenente il valore assoluto della distanza esistente tra il *target* stabilito per un determinato indicatore e il valore che l’indicatore assume in un determinato anno.

Tabella 10 - “Matrice degli Indicatori” specifica per l’area omogenea campione 45.678

ID Indicatore	ID Area Omogenea	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Varianza
1	45.678	14,915	15,308	15,826	15,576,2			114,013,2
2	45.678	14,230	14,477	14,516	14,516	16,391		0,623896736
3	45.678	47,309	48,232	48,296	48,228	54,845		7,594904288
4	45.678	300,79	300,16	300,55	300,98	298,86	298,65	0,835277
5	45.678	56,199	54,391	52,584	50,777	48,969	47,162	9,527284707
6	45.678	345,62	356,81	367,999	379,186	390,37	401,55	364,9868527
7	45.678		0,471	0,197	0,197	0,257	0,274	0,010209877
8	45.678	0,0155	0,0077	0,0077	0,00775	0,00775		9,67088E-06
9	45.678	0,163	0,170	0,186	0,186	0,317		0,003274764
10	45.678	0,705	0,726	0,704	0,723	0,730	0,730	0,000119612
11	45.678		0,009	0,01	0,012	0,013	0,007	4,15024E-06
12	45.678		0,731	0,530	1,074	1,006	0,726	0,039906992
13	45.678	172,61	146,12	167,78	170,46	139,86	140,93	201,4765933
14	45.678		462,08	510,08	537,23	491,43	474,11	708,797188
15	45.678			88,31	110,48	116,89	123,30	173,7025816
16	45.678	6894,6	6919,6	6944,6	6969,5	6994,5	7019,5	1820,748135
17	45.678	0,425	0,413	0,401	0,389	0,377	0,365	0,000421701
18	45.678	4,064	3,916	4,034	3,883	4,004	3,85	0,006276332
20	45.678		0,060	0,060	0,06019	0,06019	0,0601	0
22	45.678		3,673	3,511	3,300	3,415	3,41	0,015603
23	45.678		0	0	0	0,07	0,25	0,009384
24	45.678	0,076	0,076	0,026	0,058	0	0,51	0,03154
25	45.678	5,676	5,43	5,554	2,42	3,99	5,89	1,53442968
26	45.678	3,397	3,397	0,795	1,337	1,515	1,575	1,03460065
27	45.678	0,111	0,111	0,203	0,248	0,121	0,124	0,00285457
29	45.678	1,376	5,024	8,231	5,970	10,573	14,241	16,89483356
30	45.678	0,032	0,035	0,033	0	0,100	0,300	0,0102655
31	45.678			0,002	0,00101	0,00108	0,00108	2,22002E-07
32	45.678	3,82	3,82	3,749	4,649	4,530	4,1874	0,12830535
33	45.678	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 11 - “Matrice dei target” specifica per l’area omogenea campione 45.678

ID Indicatore	ID Area Omogenea	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	45.678	10,843	10,843	10,843	10,843	10,843	10,843
2	45.678	0	0	0	0	0	0
3	45.678	0	0	0	0	0	0
4	45.678	1,02765	1,02765	1,02765	1,02765	1,02765	1,02765
5	45.678	0	0	0	0	0	0
6	45.678	0	0	0	0	0	0
7	45.678	0	0	0	0	0	0
8	45.678	0	0	0	0	0	0
9	45.678	0	0	0	0	0	0
10	45.678	0,000588235	0,000588235	0,000588235	0,000588235	0,000588235	0,000588235
11	45.678	0,000630494	0,000630494	0,000630494	0,000630494	0,000630494	0,000630494
12	45.678	0,171237793	0,171237793	0,171237793	0,171237793	0,171237793	0,171237793
13	45.678	1,3091	1,2961	1,2830	1,2702	1,2575	1,2449
14	45.678	7,779778709	7,779778709	7,779778709	7,779778709	7,779778709	7,779778709
15	45.678	0,1624	0,1607	0,1591	0,1575	0,156	0,1544
16	45.678	0	0	0	0	0	0
17	45.678	0	0	0	0	0	0
18	45.678	0	0	0	0	0	0
20	45.678	40	41	42	43	44	45
22	45.678	2	2	2	2	2	2
23	45.678	0	0	0	0	0	0
24	45.678	0	0	0	0	0	0
25	45.678	0	0	0	0	0	0
26	45.678	0	0	0	0	0	0
27	45.678	0	0	0	0	0	0
29	45.678	67,31813246	67,31813246	67,31813246	67,31813246	67,31813246	67,31813246
30	45.678	23,88707926	23,88707926	23,88707926	23,88707926	23,88707926	23,88707926
31	45.678	0,000203259	0,000203259	0,000203259	0,000203259	0,000203259	0,000203259
32	45.678	20	25	30	35	40	45
33	45.678	1	1	1	1	1	1

Tabella 12 - “Matrice delle distanze” specifica per l’area omogenea campione 45.678

ID Indicatore	ID Area Omogenea	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	45.678	4072	4465	4983	4733,2		
2	45.678	14,23	14,477	14,516	14,516	16,391	
3	45.678	47,309	48,232	48,296	48,228	54,845	
4	45.678	299,76235	299,13235	299,52235	299,95235	297,83235	297,62235
5	45.678	56,199	54,391	52,584	50,777	48,969	47,162
6	45.678	345,62	356,81	367,999	379,186	390,37	401,55
7	45.678		0,471	0,197	0,197	0,257	0,274
8	45.678	0,0155	0,0077	0,0077	0,00775	0,00775	
9	45.678	0,163	0,17	0,186	0,186	0,317	
10	45.678	0,704411765	0,725411765	0,703411765	0,722411765	0,729411765	0,729411765
11	45.678		0,008369506	0,009369506	0,011369506	0,012369506	0,006369506
12	45.678		0,559762207	0,358762207	0,902762207	0,834762207	0,554762207
13	45.678	171,3009	144,8239	166,497	169,1898	138,6025	139,6851
14	45.678		454,3002213	502,3002213	529,4502213	483,6502213	466,3302213
15	45.678			88,1509	110,3225	116,734	123,1456
16	45.678	6894,6	6919,6	6944,6	6969,5	6994,5	7019,5
17	45.678	0,425	0,413	0,401	0,389	0,377	0,365
18	45.678	4,064	3,916	4,034	3,883	4,004	3,85
20	45.678		40,94	41,94	42,93981	43,93981	44,9399
22	45.678		1,673	1,511	1,3	1,415	1,41
23	45.678		0	0	0	0,07	0,25
24	45.678	0,076	0,076	0,026	0,058	0	0,51
25	45.678	5,676	5,43	5,554	2,42	3,99	5,89
26	45.678	3,397	3,397	0,795	1,337	1,515	1,575
27	45.678	0,111	0,111	0,203	0,248	0,121	0,124
29	45.678	65,94213246	62,29413246	59,08713246	61,34813246	56,74513246	53,07713246
30	45.678	23,85507926	23,85207926	23,85407926	23,88707926	23,78707926	23,58707926
31	45.678			0,001796741	0,000806741	0,000876741	0,000876741
32	45.678	16,18	21,18	26,251	30,351	35,47	40,8126
33	45.678	1	1	1	1	1	1

Arrivati a questo punto della procedura, è possibile calcolare:

- la “Matrice della varianza/covarianza”;
- l’inversa della “Matrice della varianza/covarianza”;
- la trasposte della “Matrice delle distanze”;
- la formula della distanza di Mahalanobis **D** che permette l’elaborazione dell’Indice di Sviluppo Sostenibile:

$$D^2 = (X - T_{target}) W^{-1} (X - T_{target})'$$

Il risultato finale è rappresentato nel Grafico 7 in cui si evidenzia lo stato della sostenibilità ambientale dell’area omogenea campione 45.678 nell’intervallo di tempo considerato (serie storica 2000 - 2005).

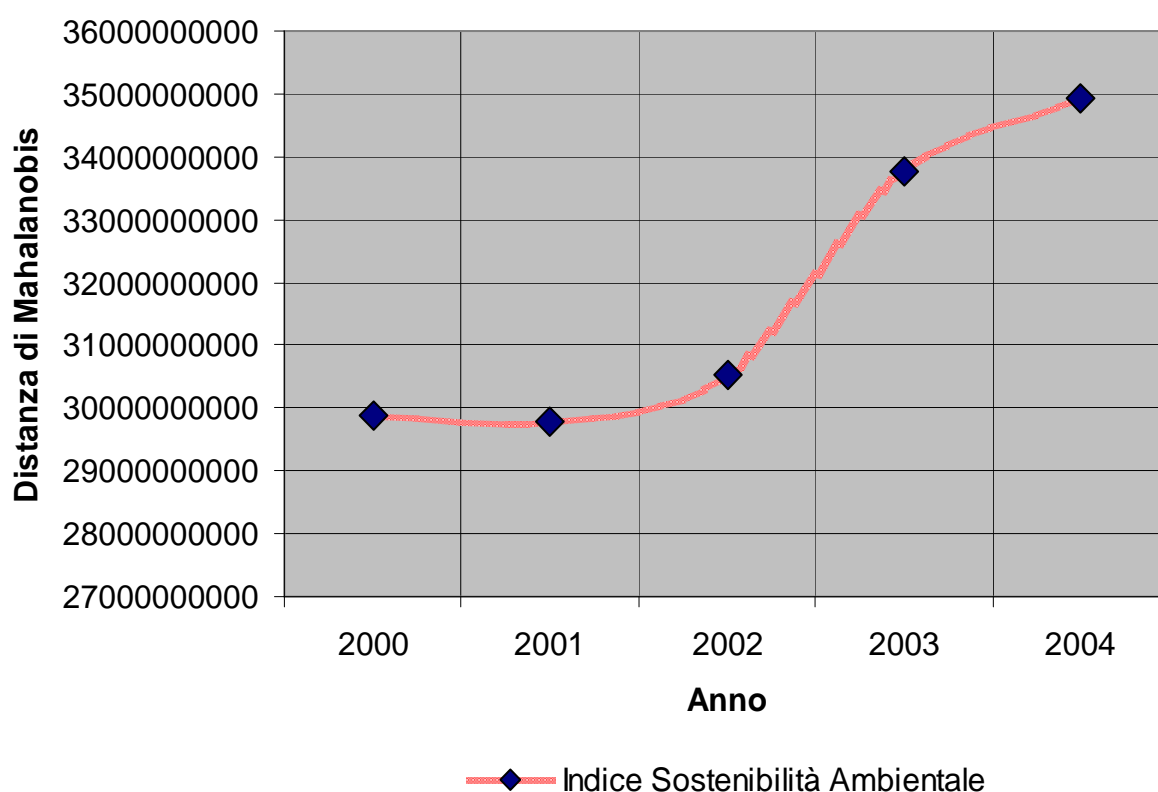


Grafico 7 - Indice di Sostenibilità Ambientale per l'area omogenea 45.678

Analizzando l'andamento dell'Indice di Sostenibilità Ambientale per l'area omogenea 45.678, ci si rende subito conto del fatto che ci si sta allontanando da una condizione e da uno stato soddisfacenti di sostenibilità. La distanza minima da una condizione di sostenibilità ambientale accettabile si ha negli anni 2000 e 2001. Ciò è dovuto essenzialmente al fatto che, ad esempio, a fronte di una percentuale di raccolta differenziata di rifiuti pressoché costante nel tempo, si ha una variazione importante del *target* da raggiungere concentrata in prossimità degli anni 2003, 2004 e 2005. Inoltre, la percentuale di coste non balneabili per motivi di inquinamento presenta un miglioramento per gli anni 2003 e 2004, rispetto agli anni 2001 e 2002, e un consistente peggioramento per l'anno 2005 a fronte di un *target* costante nel tempo. Continuando nell'analisi, si rileva un aumento nel tempo della pressione turistica rispetto alla superficie e della intensità turistica a fronte di un *target* costante nel tempo. Nel caso degli indicatori 16, 17 e 18 (emissioni di gas serra CO₂, N₂O e CH₄), a fronte di un *target* molto rigido, pari all'azzeramento totale delle emissioni, si ha un andamento costante nel tempo di

milligrammi/Km² di gas serra emessi. Analoghe considerazioni possono essere fatte anche per tutti gli altri indicatori caratteristici dell'area omogenea campione 45.678.

L'Indice di Sostenibilità Ambientale risulta essere, quindi, un importante strumento di supporto al monitoraggio, alla progettazione e alla pianificazione integrata territoriale sostenibile. Infatti, i vantaggi offerti dall'utilizzare un indice sintetico di sostenibilità caratteristico per ogni area omogenea sono legati al fatto che esso permette:

- di valutare se si sta “viaggiando” o meno verso una situazione di sostenibilità ambientale;
- di misurare il livello di sostenibilità ambientale raggiunto in un determinato anno;
- di fissare eventuali “risposte” in termini di azioni individuali o collettive (interventi strutturali e di pianificazione, interventi prescrittivi o tecnologici, bonifiche e ripristino delle condizioni naturali, politiche di conservazione, etc.), al fine di raggiungere uno stato soddisfacente di sostenibilità;
- di prevedere gli effetti prodotti da determinate azioni sul territorio;
- di stimare possibili valori futuri che un determinato indicatore potrebbe avere in funzione delle “risposte” fissate, con lo scopo di prevedere evoluzioni future della sostenibilità ambientale. L'Indice di Sostenibilità Ambientale è uno strumento molto sensibile alle più piccole variazioni dei valori assunti dagli indicatori e/o dai *target* (al variare degli indicatori e/o dei *target* l'andamento dell'Indice di Sostenibilità Ambientale per l'area omogenea considerata si modifica notevolmente);
- di evidenziare la presenza di eventuali situazioni di criticità sulle quali intervenire in maniera repentina e adeguata.

Considerando l'andamento dell'Indice di Sostenibilità Ambientale caratteristico dell'area omogenea 45.678, si potrebbe, ad esempio, incrementare la percentuale di rifiuti raccolti in maniera differenziata, incentivando efficacemente la gestione integrata e invogliando le persone a differenziare correttamente i rifiuti, oppure organizzando campagne di informazione. Analogamente, si potrebbero sottoporre le coste a frequenti interventi di recupero e monitoraggio (interventi di disinfestazione e disinfezione, bonifiche ambientali, istituzione di aree naturali protette, etc) oppure ad analisi e ispezioni approfondite, con lo scopo di ridurre al minimo i Km di coste non balneabili per motivi di

inquinamento. Mediante queste “risposte”, sarebbe possibile stimare i valori che uno o più indicatori assumerebbero nel futuro e valutare, quindi, eventuali miglioramenti o peggioramenti della sostenibilità ambientale dell’area oggetto di studio.

Condizione necessaria al perfetto funzionamento della metodologia è il continuo inserimento di nuovi indicatori che coprano tematiche lasciate “scoperte” e il periodico aggiornamento e controllo dei dati. Infatti, bisogna tener presente la dovuta integrazione o meno di altri indicatori nel futuro, necessari in funzione dell’evoluzione del Paese e dello sviluppo delle nuove tecnologie. La manutenzione e l’aggiornamento di un sistema di indicatori di complessità anche minima può essere assicurata soltanto mediante l’uso di sistemi informativi basati su architetture tecnologiche opportunamente strutturate: esclusivamente in questo modo è possibile sfruttare in pieno le grandi potenzialità dell’Indice di Sostenibilità Ambientale.

La metodologia precedentemente descritta può essere applicata ad ognuna delle aree omogenee individuate, in modo da ottenere un indice sintetico di sostenibilità ambientale caratteristico di ogni area analizzata.

Tuttavia, a seguito di numerosi *test* effettuati su tutte le aree omogenee individuate, si è osservato che:

- l’applicazione della formula della distanza di Mahalanobis risulta essere molto complessa e laboriosa, in quanto richiede di effettuare elaborazioni tra matrici (determinazione della “Matrice di covarianza” e della sua inversa, calcolo della “Matrice delle distanze” e della sua trasposta, prodotti tra matrici, etc.) dimensionalmente molto grandi (basti pensare che nel nostro caso specifico la “Matrice della covarianza” ha dimensioni 29x29);
- alcuni indicatori perdono la propria rilevanza e vanno esclusi dalla lista, nel momento in cui certificano il raggiungimento di uno stato soddisfacente di sostenibilità avendo raggiunto stabilmente il *target*. È opportuno, quindi, valutare e analizzare caso per caso il comportamento di ogni singolo indicatore e, laddove possibile, introdurre uno o più indicatori alternativi in grado di valutare e tenere conto delle caratteristiche dei fenomeni osservati;
- in alcuni casi uno o più indicatori possono avere valori costanti o pressoché costanti lungo tutta la serie storica considerata. In questi casi può accadere che sia impossibile calcolare l’inversa della “Matrice della covarianza” e quindi applicare la formula della distanza di Mahalanobis (è il caso, ad esempio, dell’indicatore 33

caratterizzato da una varianza nulla). È opportuno, quindi, analizzare caso per caso il comportamento di ogni singolo indicatore ed eventualmente eliminare o sostituire l'indicatore “incriminato”;

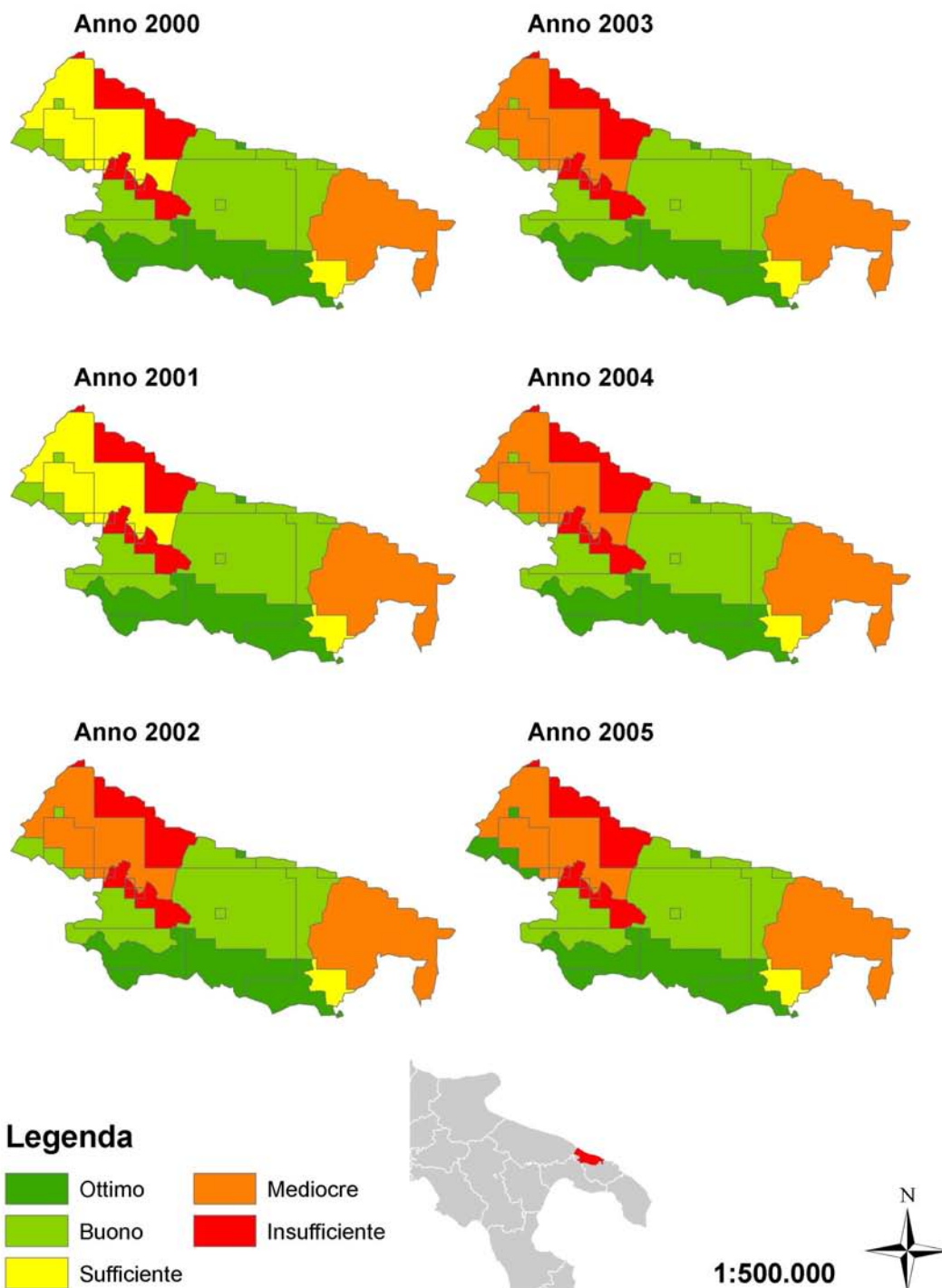
- per rendere possibile il confronto fra aree omogenee differenti a livello nazionale, è necessario prendere in considerazione per ogni indicatore un unico *target* da raggiungere nel tempo;
- nel caso in cui la valutazione sia incentrata su di un ambito territoriale ristretto, la determinazione per alcuni indicatori di un unico *target* da raggiungere nel tempo può in alcuni casi essere poco significativa. È opportuno, di conseguenza, calibrare i *target* in relazione all'indicatore considerato e alle caratteristiche dell'area omogenea analizzata;
- non è possibile mettere a punto un insieme di indicatori ottimale capace di fornire tutte le informazioni necessarie al controllo della stabilità e della sostenibilità dell'intero sistema e delle sue componenti, quelle che nel gergo della teoria dei sistemi compongono la “Matrice delle variabili di stato” . Pertanto, la questione che si pone sempre nella scelta degli indicatori è, come si è visto, quella di selezionare soltanto alcune componenti essenziali del sistema oggetto di studio e le relazioni tra loro esistenti.

Tramite l'ausilio dei *Software Microsoft Access* e *Microsoft Excel* e mediante una complessa espressione scritta nel linguaggio di programmazione *Visual Basic*, è stato possibile rendere automatica la procedura di calcolo dell'Indice di Sostenibilità Ambientale per ogni anno della “serie storica” considerato e per ogni singola area omogenea individuata. Tale procedura consente di rappresentare graficamente l'I.S.A. a qualunque livello di dettaglio in funzione della realtà territoriale oggetto di studio e analisi, ottenendo le Carte dell'Indice di Sostenibilità Ambientale specifiche per ogni anno. A titolo di esempio, si riporta la Carta dei valori dell'Indice di Sostenibilità Ambientale specifici di quattro Comuni della Provincia di Brindisi (Comune di Fasano, Comune di Ostuni, Comune di Costernino e Comune di Carovigno) All'interno dell'ambito territoriale oggetto di studio è stato possibile individuare circa 30 aree omogenee per le quali è stato calcolato l'I.S.A. per ogni anno della serie storica considerata. Per motivi di natura grafica e per avere una migliore leggibilità della carta, è stato necessario raggruppare i valori dell'Indice di Sostenibilità Ambientale in cinque classi differenti (ottimo, buono, sufficiente, mediocre e insufficiente) in modo da mettere subito in evidenza le situazioni di criticità esistenti.

Come è facile intuire, la Carta permette immediatamente di effettuare un confronto sul livello di sostenibilità ambientale posseduto in un certo anno e negli anni da una serie di aree omogenee fra loro adiacenti; inoltre, consente di evidenziare la presenza di eventuali situazioni di criticità (zone in rosso), sulle quali intervenire in maniera repentina e adeguata mediante azioni strutturali e di pianificazione, interventi prescrittivi o tecnologici, bonifiche e ripristino delle condizioni naturali, politiche di conservazione, etc. Nello specifico, le aree omogenee situate ad Nord/Est dell'ambito di studio risultano essere quelle più critiche e problematiche, in quanto hanno la maggiore distanza da una condizione di sostenibilità ambientale accettabile. In queste aree sarebbe opportuno, quindi, procedere a ritroso individuando gli indicatori che hanno una distanza molto elevata dal *target* stabilito e intervenire per ripristinare condizioni accettabili di sostenibilità ambientale, in modo da raggiungere uno stato soddisfacente di sostenibilità.

Quello che emerge è che qualunque gruppo professionale, *team* tecnico, gruppo sociale, associazione o Autorità di governo che voglia conoscere il livello di sostenibilità ambientale di un ambito territoriale di interesse e pianificare azioni e politiche di intervento ha a disposizione tutti i mezzi per farlo. Infatti, in primo luogo, è possibile estrapolare dalla tabella caratteristica della Carta delle Aree Omogenee la lista e il numero identificativo delle aree omogenee che compongono l'ambito territoriale oggetto di analisi. In secondo luogo, dal *database* creato è possibile estrarre le "Matrici degli Indicatori" e le "Matrici dei *Target*" caratteristiche delle singole aree omogenee considerate. A questo punto, è possibile applicare la formula della distanza di Mahalanobis in modo tale da ottenere l'Indice di Sostenibilità Ambientale per ogni area omogenea analizzata. Si riesce in questo modo a individuare le aree critiche e rilevare se ci si sta allontanando o meno da una condizione e da uno stato soddisfacente di sostenibilità, permettendo di pianificare interventi strutturali, prescrittivi o tecnologici, bonifiche e ripristino delle condizioni naturali, politiche di conservazione, in modo da stimare possibili evoluzioni future indirizzate verso la sostenibilità.

Indice di Sostenibilità Ambientale



15. Conclusioni: la valutazione del progresso verso la sostenibilità ambientale

Ricapitolando, nel presente lavoro:

- si è sviluppata una metodologia in grado di definire e delimitare a livello nazionale aree della stessa specie o natura, convenzionalmente circoscritte e fornite di particolari caratteri, aventi determinate specificità dal punto di vista vegetazionale, fisico, biologico, morfologico, etc.;
- si è sviluppato un *set* di indicatori suddivisi per tematica e per categoria D.P.S.I.R. utilizzato per caratterizzare e per valutare la sostenibilità ambientale delle differenti tipologie di aree omogenee individuate e, allo stesso tempo, per indirizzare l'attività di monitoraggio e pianificazione;
- si è realizzato un *database* contenente i valori assunti dagli indicatori selezionati e popolati per ogni tipologia di area omogenea individuata e per ogni anno della “serie storica” considerata;
- si è descritto ed implementato un metodo di calcolo attraverso il quale elaborare un indice sintetico di sostenibilità ambientale, che permette la valutazione del grado o livello di sostenibilità posseduto da ogni area omogenea.

Quello che emerge dal lavoro svolto è che qualunque gruppo professionale, *team* tecnico, gruppo sociale, associazione o Autorità di governo che voglia conoscere il livello di sostenibilità ambientale di un ambito territoriale di interesse e pianificare azioni e politiche di intervento ha a disposizione tutti i mezzi per farlo. Infatti, in primo luogo, è possibile estrapolare dalla tabella caratteristica della Carta delle Aree Omogenee la lista e il numero identificativo delle aree omogenee che compongono l'ambito territoriale oggetto di analisi. In secondo luogo, dal *database* creato è possibile estrarre le “Matrici degli Indicatori” e le “Matrici dei *Target*” caratteristiche delle singole aree omogenee considerate. A questo punto, è possibile applicare la formula della distanza di Mahalanobis in modo tale da ottenere l'Indice di Sostenibilità Ambientale per ogni area omogenea analizzata. Si riesce in questo modo a individuare le aree critiche e rilevare se ci si sta allontanando o meno da una condizione e da uno stato soddisfacente di sostenibilità, permettendo di pianificare interventi strutturali, prescrittivi o tecnologici, bonifiche e

ripristino delle condizioni naturali, politiche di conservazione, in modo da stimare possibili evoluzioni future indirizzate verso la sostenibilità.

Dallo sviluppo del lavoro, occorre rilevare, inoltre, che non è possibile affermare in termini assoluti che il problema del calcolo dell'Indice di Sviluppo Sostenibile di un determinato contesto territoriale sia stato risolto in maniera esaustiva e definitiva. Ciò dipende dalla definizione stessa di indicatore, che rappresenta un'interpretazione della realtà e non la realtà stessa: vengono tradotti dati e statistiche in un'informazione che può essere facilmente compresa da scienziati, politici, amministratori e cittadini, ma che non deve assolutamente imporre politiche o definire giudizi prescrittivi ed assoluti.

Si ricorda che gli indicatori sono un supporto ai processi decisionali i cui percorsi devono essere consapevoli dei limiti della scienza e, quindi, costruiti sul consenso e sulla condivisione della responsabilità tra i diversi attori. Ciò è fondamentale soprattutto quando si usano indici sintetici complessi, come l'Indice di Sostenibilità Ambientale, il cui calcolo si basa su una serie di stime ed assunzioni sia per quanto riguarda i dati di *input* che per la metodologia di calcolo.

È bene dire che, comunque, l'Indice di Sostenibilità Ambientale segna un passo importante per la valutazione della sostenibilità, identificando inoltre i punti deboli principali della sostenibilità stessa. Il suo assunto di partenza è semplice: è garantita la capacità di mantenere la qualità e la riproducibilità delle risorse naturali?

Secondo queste considerazioni bisogna valutare e tener sempre presente la capacità di carico della natura, così da non violare il principio di sostenibilità e conservare la natura stessa. Il calcolo dell'Indice di Sostenibilità Ambientale consente, quindi, di valutare quanto l'essere umano incida nella capacità di rigenerazione della natura e permette, quindi, di calcolare la responsabilità che l'uomo ha nella generazione del *deficit* ecologico. Il metodo si presta facilmente ad essere utilizzato quale strumento per verificare la pressione complessiva esercitata dall'uomo e dai processi "artificiali" e naturali su un assegnato ambito territoriale. Inoltre, l'Indice di Sostenibilità Ambientale è anche un meccanismo di avvertimento ed un mezzo di informazione sui limiti ecologici per gli scienziati, i politici e i cittadini, capace di delineare i passi da seguire per un miglior uso della capacità ecologica della natura, al fine di assicurare il benessere della popolazione.

Appare inoltre chiaro che la valutazione del progresso verso la sostenibilità ambientale dovrebbe essere guidata da una visione chiara di sviluppo sostenibile e da obiettivi precisi che definiscano tale visione. Infatti, la valutazione dovrebbe includere l'analisi del sistema nella sua globalità e delle sue componenti, considerare il benessere dei sottosistemi, il loro

stato, così come la direzione ed il ritmo di cambiamento delle parti che lo compongono e le interazioni tra le parti. Dovrebbe, inoltre, vagliare sia le conseguenze negative sia quelle positive dell'attività umana, in modo che possano evidenziarsi i costi e i benefici dei sistemi umano ed ecologico, sia in termini economici che non economici.

Molto importante è adottare un orizzonte sufficientemente ampio da abbracciare la scala temporale umana e dell'ecosistema in modo da assicurare, sulla base delle condizioni passate ed attuali, che le decisioni politiche di breve periodo soddisfino anche le necessità delle future generazioni. Solo così si potranno anticipare le condizioni future e capire dove vogliamo andare o dove potremmo finire.

Appare evidente, inoltre, che la valutazione del progresso verso la sostenibilità ambientale dovrebbe essere basata su una esplicita struttura organizzativa, che unisca visioni e scopi a indicatori e criteri di valutazione: un numero limitato di questioni fondamentali per l'analisi e un numero limitato di indicatori o di combinazioni di indicatori possono fornire un più chiaro segnale di progresso. Inoltre, l'utilizzo di misure standardizzate, laddove sia possibile, oppure di valori di confronto degli indicatori rispetto agli obiettivi potrebbe permettere confronti e valutazioni dirette sulla direzione degli andamenti.

Da non sottovalutare è anche la possibilità di ripetere le misurazioni, al fine di determinare gli andamenti ed i *trend*: il processo di valutazione dovrebbe essere iterativo, adattabile e reattivo ai cambiamenti ed all'incertezza, dato che i sistemi sono complessi ed evolvono continuamente. Importante è anche tarare gli obiettivi, gli schemi e gli indicatori ogni volta che si acquisisce un nuovo punto di vista e promuovere lo sviluppo dell'apprendimento collettivo e del *feed-back* nel processo decisionale.

Riferimenti bibliografici

- A.C.I., “Annuario Statistico 2006. Sistema Statistico Nazionale”, Roma, Giugno 2006
- Alberti, M. e Parker, J. “Gli Indicatori di Sostenibilità Ambientale”, in G. Conte, G. Melandri (a cura di), Ambiente Italia 1993, Koiné Edizioni, Roma, 1993.
- Ambiente Italia, Istituto di ricerca, “Rapporto Ambiente Italia 2004”, 2004.
- Ambiente Italia, Istituto di ricerca, “Rapporto Ambiente Italia 2003”, 2003.
- Ambiente Italia, Istituto di ricerca, “Rapporto Ambiente Italia 2002”, 2002.
- Ambiente Italia, Istituto di ricerca, “Rapporto Ambiente Italia 2001”, 2001.
- ANCITEL, “Le misure dei Comuni. Il nuovo Sistema Informativo Statistico-Territoriale”, Edizione 2003.
- Angela, S. “Indici ed Indicatori di Sviluppo Sostenibile: l’Ecological Footprint”, Dicembre 2005.
- A.N.P.A., “Il monitoraggio dello stato dell’ambiente in Italia. Esigenze e disponibilità di elementi conoscitivi”, serie stato dell’Ambiente 7/2000.
- A.N.P.A., RTI CTN-AGF, “Rassegna di indicatori ed indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale”, Aprile 2000.
- A.N.P.A., “Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla Biosfera”, 2000.
- A.P.A.T., “La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000”, Settembre 2005.
- A.P.A.T., “Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2004”, Rapporto 70/2006.
- A.P.A.T., “Gli indicatori del clima in Italia nel 2005”, Novembre 2006.
- A.P.A.T., “Annuario dei dati ambientali edizione 2005/2006”, Dicembre 2006.
- A.P.A.T., “Annuario dei dati ambientali edizione 2004”, Maggio 2005.
- A.P.A.T., “Annuario dei dati ambientali edizione 2003”, Dicembre 2003.
- A.P.A.T., “Carta della Natura alla scala 1:50.000: metodologie di realizzazione”, 2004.
- A.P.A.T., “Carta della Natura e Biodiversità nelle Aree Naturali Protette: il Parco Naturale Paneveggio - Pale di San Martino”, 2005.
- A.P.A.T. e Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, “Rapporto rifiuti 2006. Volume I – Rifiuti urbani”, Dicembre 2006.

- A.P.A.T., CTN-ACE “La disaggregazione a livello provinciale dell’inventario nazionale delle emissioni”, 2002.
- A.P.A.T., CTN-NEB “Indicatori ed indici sullo stato di qualità delle zone umide”, 2004.
- A.P.A.T., CTN-NEB “Indicatori ed indici sullo stato di qualità dell’area costiera”, Luglio 2005.
- A.P.A.T., CTN-NEB “Indicatori per il reporting sulla biosfera”, 2004.
- A.P.A.T., CTN-TES “Zone costiere e zone umide. Seminario nazionale”, 2005.
- A.R.P.A. Piemonte, “Sostenibilità ambientale dello sviluppo. Tecniche e procedure di valutazione di impatto ambientale”, 2002.
- A.R.P.A. Sardegna, “POR Sardegna 2000 – 2006. Analisi ambientale aree PIT”, 2006.
- A.R.P.A. Veneto, “Dall’A-mianto.....alla Z-anzara..., glossario dei rischi ambientali”, 2003.
- Bettini, V. e Marotta, L. “Atlante Ambientale della Laguna - Analisi integrata e valutazione ambientale”, Università IUAV di Venezia, 2004.
- Bollini, G. “Gli indicatori ambientali di sostenibilità”. Il Coordinamento Agende 21 Locali Italiane.
- Bresso, M. “Per una economia ecologica”, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1995.
- Caldaretti, S. et altri “Ambiente e piano. Un’introduzione al tema”, 1994.
- Cacciari, P. “Pensare la decrescita. Sostenibilità ed equità”, Edizioni Intra Moenia, 2006
- C.N.E.L., “Indicatori per lo sviluppo sostenibile in Italia” Rapporto finale, 2005.
- C.O.M.(2000) 547 “Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo sulla gestione integrata delle zone costiere: una strategia per l’Europa”, 2000.
- Cukjati, F. e Pietta, A. “L’applicazione dello Sviluppo Sostenibile mediante gli indicatori”, Working Paper GEO 1-03, Dipartimento di Studi Sociali dell’Università degli Studi di Brescia, 2003;
- Daly, H. e Cobb, E. “For the Common Good”, Beacon Press, Boston, 2004.
- Daly, H. “Towards some operational principles of sustainable development”, Ecological Economics n. 2, 1990.
- De Luca, E. “Alzaia”, 2004.

- Delibera C.I.P.E. per l'attuazione del protocollo di Kyoto, 2002
- Dematteis, G. "Le metafore della terra", Feltrinelli, Milano, 1985.
- D.E.T.E.C. (Department of Environment, Transport, Energy and Communications), Federal Office for Spatial Development, "Sustainability assessment Conceptual framework and basic methodology", 2004.
- E.E.A., "State of the coasts in Europe. Towards a EEA assessment report", 2004.
- E.E.A., Technical report, "EEA core set of indicators". Guide 1/2005.
- E.E.A., Progetto Murbandy/Moland "Towards an urban atlas", Environmental issue report 30, 2002.
- E.E.A., "The changing faces of Europe's coastal areas", report 6/2006
- European Commission, "Towards a European Set of Environmental Headline Indicators", Bruxelles, 1999.
- Environmental Agency of the Republic of Slovenia, "Environmental indicators", 2003.
- Ferlaino, F. "La sostenibilità ambientale del territorio. Teoria e metodi", UTET Libreria.
- Gisotti, G. "Valutare l'Ambiente, guida agli studi d'impatto ambientale", La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1990.
- Istituto Nazionale di Statistica, "Le infrastrutture in Italia. Un'analisi provinciale della dotazione e della funzionalità, 2006.
- Istituto Sviluppo Sostenibile Italia, "Un futuro sostenibile per l'Italia", Rapporto ISSI 2002, a cura di Edo Ronchi, Editori Riuniti, 2002.
- Istituto Sviluppo Sostenibile Italia, "La performance di sviluppo del modello italiano", OCSE, 2003.
- Laniado, E., Arcari, S. e Cerioli, R. "Gli indicatori per la Valutazione Ambientale Strategica", n. 5 'Valutazione Ambientale' – EdicomEdizioni, 2004.
- Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio, "Strategia d'azione ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia", dipartimento per lo sviluppo sostenibile e per le politiche del Personale e degli Affari Generali – Direzione per lo Sviluppo Sostenibile, 2002.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, "Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti", 2004 con elementi informativi per l'anno 2005.

- Linee guida del Progetto Enplan “Valutazione ambientale di piani e programmi”.
- Meadows, H. “Beyond The Limits To Growth”, 1972.
- Magnaghi, A. (a cura di) “Il territorio dell’abitare. Lo sviluppo locale come alternativa strategica”, Franco Angeli, Milano, 1990.
- Magnaghi, A. (a cura di) “Il territorio degli abitanti. Società locali e autosostenibilità”, Dunod Editeur.
- Magnaghi, A. “Il territorio non è un asino”, in Eupolis, n. 8/9, S.Gimignano, Siena, 1992.
- O.E.C.D., “Environmental data, Données Oecd sur l’environnement”, Compendium, Parigi, 1995.
- O.E.C.D., “Environmental indicators. Endicateurs d’Environnement”, Compendium,, Parigi, 1994.
- Raffestin, C. “Territorializzazione, Deterritorializzazione, Riterritorializzazione”, 1984.
- Regione Piemonte, “La valutazione della sostenibilità ambientale del programma Leader + (ipotesi di lavoro e primi risultati)”.
- Sacco, C. et altri “Cosa sono gli indicatori di sostenibilità e perché sono indispensabili”. Working paper n. 4/02. Osservatorio Città Sostenibili, 2002.
- Sachs, W. “Ambiente e giustizia sociale. I limiti della globalizzazione”, Editori Riuniti,
- Sachs, W. “Archeologia dello sviluppo”, Macro Edizioni, S.Martino di Sarsina, 1992.
- SEC(2005) 161 “Communication from Mr. Almunia to the members of the commission. Sustainable Development Indicators to monitor the implementation of the E.U. Sustainable Development Strategy”, 2005.
- Segre, A. e Dansero, E. “Politiche per l’ambiente. Dalla natura al territorio”, UTET Libreria.
- U.N.C.S.D., “Report on the Aggregation of Indicators of Sustainable Development”, Background Paper for the Ninth Session of the Commission on Sustainable Development, United Nations, New York, 2002.
- U.N.E.P., Piano d’azione Mediterraneo. “Strategia Mediterranea per lo sviluppo sostenibile. Un sistema per la sostenibilità ambientale e per una prosperità condivisa”, Giugno 2005.

- U.N.E.P., Plan Bleu “Methodological sheets of the 34 priority indicators for the “Mediterranean Strategy for sustainable development” follow-up”. Working document, Maggio 2006.
- Turco, A. (a cura di) “Verso una geografia della complessità”, Unicopli, Milano, 1988.
- W.W.F. Italia e ONLUS, “Libro rosso degli habitat d’Italia della Rete Natura 2000”, 2005.
- W.W.F. International, “Living Planet Report 2004”, WCMC-UNEP, Redefining Progress e Center for Sustainability Studies, 2004.
- W.W.F. International, “Living Planet Report 2002”, WCMC-UNEP, Redefining Progress e Center for Sustainability Studies, 2002.
- W.W.F. International, “Living Planet Report 2000”, WCMC-UNEP, Redefining Progress e Center for Sustainability Studies, 2000.

Lista degli acronimi

AA Autorità Ambientali

AdG Autorità di Gestione

ANPA Agenzia Nazionale Protezione Ambiente

APAT Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

APPA Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente

ARPA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

ATO Ambito Territoriale Ottimale

CGSDI *Consultative Group on Sustainable Development Indicators*, Gruppo di consultazione sugli indicatori di sviluppo sostenibile

CEE Comunità Economica Europea

CIPE Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica

COP *Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, Conferenza delle Nazioni Unite sulla Convezione climatica

CSD *Commission on sustainable development*, Commissione per lo sviluppo sostenibile

DAC *Development Aid Committee*

DPSIR *Driving forces-Pressure-State-Impact-Response*, Modello Determinanti-Pressioni-Stato-Impatti-Risposte

DSD *Division for Sustainable Development*, Divisione per lo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite

DSD/DESA *Division for Sustainable Development/Department of Economic and Social Affairs*, Divisione per lo Sviluppo Sostenibile/Reparto Affari Economici e sociali

EAP *Environmental Action Plan*, Piano di Azione Ambientale

EEA *European Environmental Agency*, Agenzia Europea per l'Ambiente

ENEA Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

EMAS *Eco-Management and Audit Scheme*, Schema di audit e gestione Ambientale

EPI *Environmental Pressure Indicators*, Indicatori di pressione ambientale

ESI *Environmental Sustainability Index*, Indice di sostenibilità ambientale

EU *European Union*, Unione Europea

EUROSTAT Agenzia Statistica dell'Unione Europea

EU SDI *European Union Sustainable Development Indicators*, Indicatori di sviluppo sostenibile dell'Unione Europea

EU SDS *European Union Sustainable Development Strategy*, Strategia di sviluppo sostenibile dell'Unione Europea

FFD *International Conference on Financing for Development*, Conferenza Internazionale per il Sostegno Finanziario allo Sviluppo

GEF *Global Environment Facility*

GEO-3 *Global Environment Outlook*, Stato dell'ambiente globale-terzo aggiornamento

GHG *Greenhouse gas*, Gas ad effetto serra

GIS *Geographic(al) Information System*, Sistema Informativo Geografico

GNP *Gross National Product*, Prodotto Nazionale Lordo

GPI *Genuine Progress Indicator*, Indicatore di progresso genuino

GWP *Global Warming Potential*, Potenziale di riscaldamento globale

HDI *Human Development Index*, Indice di sviluppo umano

ICRAM Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare

ICSs Indice CNEL per lo Sviluppo sostenibile

IISD *International Institute for Sustainable Development*, Istituto Internazionale per lo Sviluppo Sostenibile

IPA Idrocarburi policiclici aromatici

IPPC *International Panel on Climate Change*, Accordo internazionale sul cambiamento climatico

ISFORT Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti

ISO *International Organization for Standardization*, Organizzazione internazionale per la standardizzazione

ISSI Istituto Sviluppo Sostenibile Italia

ISTAT Istituto Nazionale di Statistica

IUCN *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, Unione Internazionale per la conservazione della Natura

MATT Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

ODA *Official Development Aids*, Aiuti ufficiali lotta Aids

OECD *Organisation for Economic Co-operation and Development*, Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico

OGM Organismi Geneticamente Modificati

ONR Osservatorio Nazionale sui Rifiuti

ONU Organizzazione delle Nazioni Unite

PCB Policlorobifenili

PIL Prodotto Interno Lordo

PSR *Pressure-State -Response*, Modello Pressioni-Stato-Risposte

RD Raccolta Differenziata

SD *Sustainable Development*, Sviluppo sostenibile

SEEA *System of integrated Environmental and Economic Accounting*, Sistema integrato di contabilità economica e ambientale

SERI *Sustainable Europe Research Institute* , Istituto di ricerca per un'Europa sostenibile

SHDI *Sustainable HDI*

SIDIMAR Sistema Difesa Mare

SINA Sistema Informativo Nazionale Ambientale

SINCERT Sistema Nazionale per l'Accreditamento degli Organismi di Certificazione

SISREG Sistema degli indicatori Sociali Regionali

SPAs *Special Protection Areas*, Zone di Protezione Speciale

TERM *Transport and Environment Reporting Mechanism*, Sistema di reporting su trasporti e ambiente

TMI *Total Material Input*, Input totale di materia

TMR *Total Material Requirement*, Fabbisogno totale di materia

TRIX Indice di stato Trofico

UN *United Nations*

UNCED *United Nations Conference on Environment and Development*, Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo

UNCSD *United Nations Commission on Sustainable Development*, Commissione sullo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite

UNDP *United Nations Development Programme*, Programma per lo sviluppo delle Nazioni Unite

UNEP *United Nations Environment Programme*, Programma per l'ambiente delle Nazioni Unite

UNFCCC *United Nations Framework Convention on Climate Change*, Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici

UNGASS *United Nation General Assembly Special Session*, Speciale dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite

UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione

VeA Valutazione ex-ante Ambientale

VIA Valutazione di Impatto Ambientale

VAS Valutazione Ambientale Strategica

WCSD *World Commission on Sustainable Development*, Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo

WDI *World Development Indicators*, Indicatori di sviluppo globale della Banca mondiale

WSSD *World Summit on Sustainable Development*, Summit mondiale sullo sviluppo sostenibile

WWF *World Wildlife Fund*, Fondo mondiale per la natura

ZTL Zone a Traffico Limitato