

La valutazione del danno ambientale: aspetti economico - estimativi

Mario Polelli *

1. Premessa

La valutazione del danno ambientale pone l'estimatore di fronte ad una situazione di oggettivo disagio metodologico. Ciò deriva da una concezione radicata allo schema tradizionale del procedimento logico estimativo che, attraverso i noti contributi, principalmente del Serpieri, Medici, Famularo e Di Cocco, ha consentito nel tempo di formulare il giudizio di stima in modo schematico ed univoco.

Ma proprio il consenso unanime attribuito a tale procedura ha finito con il costituire il limite dell'estimo, indirizzandolo quasi esclusivamente verso quei beni legati ad un proprio valore di mercato.

Già nel 1977 il Misseri (1) faceva notare come fosse necessario ampliare la gamma delle valutazioni anche verso altri tipi di beni, legati prevalentemente ad una sfera di interesse pubblico e a quelli in grado di fornire una utilità collettiva.

Si tratta quindi per prima cosa di riformulare una più puntuale classificazione dei beni che superi il tradizionale dualismo dei beni pubblici e privati, che sappia cogliere le nuove esigenze della collettività.

Diversi sono stati a questo proposito gli approcci per individuare nuove categorie di beni nel campo economico-estimativo (2-3).

Per esempio la classificazione di beni pubblici puri e beni "misti" coglie alcuni significati innovativi. Infatti i beni pubblici consentono di introdurre il concetto di "free rider" cioè di un soggetto non pagante il servizio per la fruizione di un bene (4). Questo spiega il fallimento del mercato, le forme di esternalità (5) quali nuovi concetti in grado di indirizzare in modo diverso il pensiero economico-estimativo, cioè in definitiva come valutare risorse non regalate da meccanismi di mercato.

Così il concetto di beni "misti" con funzione produttiva e

* Prof. straord. di Estimo rurale e Contabilità nell'Università di Milano.

protettiva, quali ad esempio i boschi, pone nella necessità di una nuova valutazione che sappia interpretare l'uso multiplo che sono venuti ad assumere sempre più alcuni beni.

Questo ampliamento delle categorie economiche che sposta l'interesse del valore di scambio a quello di uso dei beni non vuole costituire una "trasgressione" dell'ortodossia valutativa ma un ampliamento degli spazi che le competono e che pertanto essa deve occupare.

In questo mutamento si coglie indubbiamente uno spostamento delle speculazioni degli studi dell'azienda e quelli del territorio (6).

Da ultimo occorre sottolineare come i numerosi interventi legislativi inerenti l'ambiente e promulgati in questi ultimi tempi, abbiano portato alla necessità di affrontare le valutazioni su basi spesso legate ad apporti tecnici multidisciplinari che il legislatore deve saper utilizzare, pervenendo ad una valutazione di sintesi finale.

Citiamo a questo proposito le articolate valutazioni di danni da inquinamento atmosferico (7) e delle acque e ancor più le complesse valutazioni di impatto ambientale (V.I.A.).

Con questi presupposti nell'affrontare la valutazione del danno ambientale si cercherà di tener conto sia dei procedimenti legati alla "ortodossia" sia a quelli della "trasgressione", nella speranza di poter fornire un contributo che sappia almeno in parte cogliere i mutamenti in corso nel pensiero economico-estimativo per ciò che concerne la problematica ambientale.

2. La valutazione del danno secondo gli schemi tradizionali

Restando nel campo dell'ortodossia, comunemente il danno va inteso come alterazione in peggio di una certa situazione quindi nocumento o pregiudizio. Occorre distinguere, per prima cosa, il danno totale da quello parziale, in quanto diversi saranno i procedimenti estimativi della valutazione. Ulteriori differenze si riscontrano nell'approccio del danno patrimoniale e di quello non patrimoniale, mentre infatti solo il primo finora aveva significato estimativo, ultimamente anche il non patrimoniale, come si vedrà meglio più avanti, è andato sempre più acquistando rilevanza, basti pensare alla salute umana, alla bellezza del paesaggio ecc.

Per ciò che concerne il danno patrimoniale esso ha un carattere

prettamente economico, allorché fa riferimento ad una menomazione che riguarda le cose e più genericamente una lesione di un diritto reale, inerente i beni, la ricchezza materiale di una persona. In termini giuridici si tratta di trasferire l'onere del danno dal soggetto leso al soggetto che ne deve rispondere; in termini economici di stabilire il risarcimento.

Più in particolare l'art. 1223 del C.C. prevede che il risarcimento del danno deve comprendere così la perdita subita come il mancato guadagno, in quanto ne sia conseguenza immediata diretta.

L'ammontare del danno quindi viene a dipendere da un rapporto di causalità e cioè il fatto è la causa di cui il danno è l'effetto. La causa però può derivare non solo dal fare qualcosa che provoca il danno ma anche dal non fare qualcosa che serve ad evitarlo o ridurlo; tipico è a questo proposito il caso di mancati filtri o di scarsa manutenzione degli stessi per evitare il danno da inquinamento atmosferico.

Il concetto di causalità a sua volta va legato, ai fini di una corretta impostazione del giudizio di stima, anche al concetto di concausa e cioè alla possibilità che si debba distinguere le attribuzioni di danno nell'ambito di una lesione la cui causalità va legata a più eventi. Così per esempio nella stima di danni da fluoro o SO₂ alle coltivazioni, occorre distinguere gli effetti parassitari da quelli più propriamente legati agli effetti dell'inquinamento sulla produttività del bene danneggiato.

Va inoltre precisato come ai concetti di danno e colpa, fin troppo noti per essere trattati, si debba evidenziare come lo stesso art. 1223 abbia portato a volte una interpretazione estimativa, non sempre corretta, come per esempio l'esclusione del danno mediato e indiretto (9).

Senza volerci addentrare in sottili disquisizioni giuridiche, pare di poter affermare che l'art. 1223 ci porta ad una interpretazione sufficientemente consolidata nel campo economico-estimativo e cioè il danno di un interesse presente e a quella di lucro cessante e cioè la compromissione di un interesse futuro. Il soggetto viene perciò a disporre di un bene danneggiato di cui si disponeva a lucrare.

Il percorso fin qui seguito nel tentativo di definire il danno rientra nell'estimo tradizionale e cioè della cosiddetta "ortodossia".

3. Un diverso approccio alla valutazione del danno ambientale

Diverso è l'approccio allorché, in un quadro di trasgressione, si tenta una valutazione del danno ambientale, ciò in quanto occorre prima circoscrivere e quindi precisare in modo adeguato il termine ambiente.

Alcuni giuristi (10) hanno tentato in tal senso una definizione di ambiente attraverso la normativa vigente ed i risultati portano a ricercarne i confini attraverso una interpretazione, che partendo dalla 337/85, dalla legge istitutiva del Ministero dell'Ambiente, dalla legge 616/1977, dal regime codicistico, arriva ad un concetto unitario di ambiente.

La 337/85 individua una serie di beni riconducibili all'ambiente interessato da effetti diretti o indiretti dal danno e cioè:

- uomo, fauna, flora
- suolo, acqua, aria, clima e paesaggio
- interazione tra le categorie sopra elencate
- beni materiali e patrimonio culturale.

Questo elenco, pur così concepito, non coglie nella sua interezza il vero significato di ambiente, così come viene espresso dalla 349/86, art. 18, laddove nel risarcimento del danno l'ambiente non si identifica tanto nei beni singoli (in proprietà pubblica o privata), ma nella *res communes omnium* che ne costituisce non soltanto il supporto materiale, ma piuttosto i valori ambientali, quali l'equilibrio ecologico, la salute umana, il pregio culturale, qualificati come le componenti del medesimo bene immateriale garantito da apposite leggi.

Questo concetto si evidenzia chiaramente nella 616/77 che mira ad ampliare la nozione urbanistica di ambiente con un obiettivo di "reductio ad unum" i profili naturalistici (fisico-chimici e biologici), della protezione ambientale, della salubrità dell'ambiente.

Tale principio di unitarietà del bene ambiente, inteso come valori di interessi collettivi da difendere, non esclude ma integra con proprie regole sostanziali e processuali, la disciplina risarcitoria sul danno ai singoli beni e/o diritti che entrano a far parte del bene medesimo.

Così nel già citato art. 18 della 349/86, trattandosi di una aggressione a valori individuali il giudice prevede che qualora non sia possibile una quantificazione del danno, *si ricorra al costo necessario al ripristino ed al profitto conseguito dal trasgressore*, in conseguenza del suo

comportamento lesivo dei beni ambientali.

Il fatto che il profitto, ove realizzato, debba essere integralmente restituito allo Stato, quale elemento di *sanzione*, ribadisce il valore di fruizione collettiva del bene da un lato e dall'altro tende a svolgere una funzione preventiva, tentando di *prevenire* i fatti dannosi all'ambiente attraverso una misura punitiva.

Infatti l'art. 18 della legge n. 349/86 prevede che "qualunque fatto doloso o colposo in violazione della legge e di provvedimenti adottati in base a legge che comprometta l'ambiente, ad esso arrecando danno, alterandolo, deteriorandolo o distruggendolo, in tutto o in parte obbliga l'autore del fatto al risarcimento nei confronti dello Stato".

L'azione di risarcimento del danno ambientale, anche se esercitata in sede penale, è promossa dallo Stato, nonché dagli enti territoriali sui quali incidono i beni oggetto di fatto lesivo.

Infine il giudice, dove non sia possibile quantificare il danno, ne determina con l'ausilio di periti l'ammontare in via equitativa, tenendo conto della gravità della colpa individuale, del costo necessario per il ripristino e del profitto del trasgressore, in conseguenza del suo comportamento lesivo dei beni ambientali.

La disciplina codicistica peraltro, come già detto, resta sempre a tutela dei diritti di proprietà pubblica e privata.

Così, visto il richiamo dell'articolo 1 della 349/86, relativo alle risorse naturali e all'inquinamento, qualora si verifichi un evento che intacchi determinati beni, la responsabilità dell'eventuale danno va regolata dall'articolo 2050 del C.C. che prevede, che per le attività pericolose, in grado di recare danno, seppur vincolate dall'onere della prova, di aver adottato tutte le misure idonee ad evitare il danno. Ciò costituisce nella interpretazione del supremo collegio elemento di responsabilità oggettiva e quindi colui che cagiona il danno è tenuto al risarcimento.

Lo stesso dicasi per delle cose in custodia (ex art. 2051 C.C.). A questo quadro vanno ricondotte le valutazioni per le spese che l'ente locale o lo stato abbiano sostenuto, come quelle di bonifica, in quanto strettamente legate all'evento di alterazione ambientale.

In sostanza pare di poter pervenire ad un primo livello interpretativo del termine ambiente, nel quale oltre al concetto di interesse pubblico del bene, non vengono però intaccate le condizioni proprie del diritto individuale del singolo, inteso oltre che come diritto alla

proprietà, anche come diritto all'ambiente in senso collettivo.

Sul piano economico-estimativo la determinazione del danno arrecato all'ambiente quindi passa, sia attraverso la disciplina codicistica risarcitoria dei danni i singoli beni e/o diritti che entrano a comporre l'ambiente medesimo, sia attraverso il bene ambiente nella sua unitarietà così come previsto dalla 349/85 e legato ad un uso di più soggetti.

4. La valutazione del piano ambientale nel nuovo quadro normativo

In questo quadro la valutazione del danno dell'ambiente acquista un particolare significato e porta alla necessità della ricerca di nuove procedure estimative.

Per prima cosa occorre subito precisare che la valutazione del danno ambientale non si identifica con la valutazione dell'impatto ambientale (V.I.A.), pur costituendone parte integrante (11).

Infatti sulla base dei Dp.c.m. del 10 agosto e del 27 dicembre 1988, la V.I.A. passa attraverso tre quadri di riferimento fondamentali:

- 1) programmatico
- 2) progettuale
- 3) ambientale.

Il quadro di riferimento programmatico deve descrivere gli elementi conoscitivi in grado di stabilire una relazione tra l'opera e gli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale.

In questo ambito la V.I.A. deve inoltre indicare la coerenza o incoerenza con detti strumenti e le eventuali modificazioni intervenute con riguardo delle ipotesi di sviluppo assunte a base delle pianificazioni.

Così nel caso di costruzione di una diga dovranno essere verificate le coerenze con

- a) il piano energetico nazionale
- b) il piano agricolo nazionale
- c) i piani territoriali e paesistici
- d) i piani regionali e di vasta area per la salvaguardia e il risanamento ambientale
- e) il piano generale degli acquedotti

- f) gli strumenti urbanistici locali
- g) gli strumenti generali di programmazione e di finanziamento.

Diverso è il caso di raffinerie e di centrali termoelettriche dove oltre ai punti a, d, f, g, dovranno essere verificate le coerenze con i piani nazionali di settori interessati, i piani regionali e provinciali dei trasporti.

Il quadro programmatico ha quindi un grande significato economico in quanto serve a collegare l'intervento con la programmazione e pianificazione territoriale a diversi livelli, ma non rappresenta momento di valutazione tale da richiedere alcun procedimento estimativo.

Il quadro progettuale ha il significato di dimostrare che il progetto rientra nella normativa tecnica sia per ciò che concerne gli aspetti progettuali, sia con il riferimento ai vincoli ambientali, quali i vincoli architettonici e archeologici, il vincolo idrogeologico, ecc.

Quindi questo quadro esamina le relazioni tra progettualità e vincoli. Nel caso però di opere pubbliche si deve utilizzare l'analisi costi-benefici soprattutto con riferimento al tasso di redditività interna dell'opera.

Il quadro di riferimento ambientale invece rappresenta il cuore della valutazione di impatto ambientale (V.I.A.) e ad esso dobbiamo riferirci per ricavare tutti gli spunti e i criteri di valutazione veri e propri (vedi schema 1).

In sostanza nel quadro ambientale vengono:

- sviluppate le stime qualitative e quantitative degli impatti con descrizione della situazione ex-post rispetto ad ex-ante
- risarcimento dei danni all'ambiente con riferimento alle scelte progettuali, agli aspetti tecnico economici.

Vista in questa ottica il risarcimento del danno ambientale, peraltro come già detto, previsto dalla 349/86 art. 18, trova non poche difficoltà di individuare idonee procedure economico-estimative, data la complessità del termine ambiente per il quale abbiamo tentato precedentemente una definizione.

Questa fase della V.I.A. ha carattere previsionale e aprioristico poiché si tratta di prevedere e stimare gli effetti arrecati all'ambiente dalle diverse alternative progettuali. In tal senso la V.I.A. si trova perfettamente collocata nell'ambito estimativo che ha come carattere immanente la previsione. Tale valutazione passa attraverso un momento di stima qualitativo degli effetti attraverso strumenti semplici

(ad esempio matrici) che evidenziano gli effetti delle attività dell'opera sulle diverse componenti ambientali, e valutazioni più articolate e complesse del danno ambientale che considerano oltre gli aspetti qualitativi anche quelli quantitativi e monetari nell'ambito delle alternative progettuali (analisi multicriteri, regressione stepwise, ecc.). Basti pensare alle possibili alternative di percorso di una autostrada o alla diversa allocazione di un'opera sul territorio.

5. Metodologie per la valutazione da danno ambientale

Per la stima del danno ambientale si può partire dalla funzione di utilità del bene e stabilire la disponibilità a pagare, del soggetto per un dato bene o vantaggio senza mercato.

La disponibilità a pagare intesa in senso potenziale, non si materializza in un'offerta di prezzo, per la intrinseca impossibilità a tradursi in uno scambio concreto.

Tale disponibilità muta da individuo ad individuo e dipende in larga misura dalla sua sensibilità ai problemi ambientali.

In questi casi si parla di valore di canto intesa come la somma minima che il soggetto è disposto a pagare per riportare il bene allo stato ex ante (12).

Un altro possibile approccio di valutazione che riguarda sempre beni senza un flusso autonomo dei redditi è quello del costo opportunità ossia la valutazione dei benefici cui i soggetti devono rinunciare in seguito alla menomazione di beni ambientali. La difficoltà, in questo caso, consiste sia nella esatta individuazione dei benefici, sia nella valutazione dei benefici intangibili, quali quelli legati al paesaggio, alla salute umana, ecc..

Nell'ambito dei beni ambientali, occorre tener presente che sempre più attuale risulta la valutazione dei danni di "beni misti", come ad esempio dei beni agricoli che svolgono oltre alla funzione produttiva anche altre rilevanti quali quelle di conservazione e di difesa dell'ambiente, quella paesaggistica ecc.

Quindi nello stimare il danno di terreni agricoli o di un bosco occorre introdurre in molti casi il concetto di valore d'uso territoriale che deve tener conto dell'insieme delle variabili legate all'uso del bene.

In sostanza esiste una differenza tra il valore di scambio che si

ricollega all'estimo tradizionale e il valore d'uso che esprime un delta connesso alle pluralità di funzioni del suolo, la cui entità deve essere introdotta nella determinazione di un danno arrecato al territorio (13-14).

Per ciò che concerne una valutazione complessiva del danno ambientale, a livello internazionale, si concorda ormai sulla bontà dell'analisi multicriteri (16, 18).

Nella maggior parte dei casi le diverse alternative possibili di un progetto sono viste in maniera differente dai soggetti interessati, ed è compito dei decisori mediare i risultati dell'indagine specifica con le pressioni dei gruppi interessati.

I decisori devono quindi farsi carico delle scale di valori e delle opinioni dei soggetti interessati ed attraverso un confronto con le diverse alternative essere in grado di decidere per la soluzione migliore. Tralasciando le evidenti implicazioni di carattere politico, esiste in una tale scelta, dal punto di vista tecnico, questo problema, che è risolvibile con l'utilizzo dell'analisi multicriteri.

L'analisi multicriteri permette infatti di analizzare una serie di criteri (gli effetti o impatti prevedibili) attraverso una serie di priorità (scale di valori obiettivi, ecc.) per arrivare a formulare giudizi in merito alle alternative di scelta.

La caratteristica fondamentale dell'analisi multicriteri è che non è basata solo su criteri monetari ma su sistemi di ponderazione più generali. Ogni criterio è espresso nella propria unità di misura e nella propria dimensione, anche intangibile. E' quindi possibile valutare insieme valori qualitativi e quantitativi, monetari e non monetari.

Esistono vari tipi di analisi multicriteri. Il più conosciuto ed utilizzato si basa *sull'analisi della concordanza* (17), applicabile in caso di decisione riguardo a distinte alternative. Il primo passo consiste nella costruzione di due matrici; la matrice di valutazione, che riporta gli effetti delle alternative secondo ciascun criterio di valutazione, e la matrice delle priorità, che riporta l'importanza assunta da ciascun criterio a secondo dei "punti di vista" dei diversi soggetti interessati.

Nella matrice di valutazione ogni criterio (iesimo) è espresso nella propria unità di misura, scelta in modo da rendere minime le trasformazioni quantitative nella valutazione delle conseguenze di ogni scelta su ciascun criterio. Il giudizio nei riguardi della scelta può essere espresso indifferentemente in scale *quantitative* ed in scale *qualitative*.

Si procede quindi alla standardizzazione dei dati, ovvero alla relativizzazione dei valori espressi per ogni criterio, eliminando l'influenza dell'unità di misura. E' evidente che la standardizzazione non è un processo indispensabile, ma poiché ogni criterio è rappresentato nella propria unità di misura permette la comparabilità tra le differenti scale. Effettuata la standardizzazione la matrice di valutazione assume una forma, per l'appunto standardizzata.

La matrice delle priorità è il risultato di un processo di ponderazione. Nel caso vi sia un unico decisore le priorità assegnate non costituiscono una matrice ma una espressione lineare. Più frequente è però il caso in cui vi siano conflitti di interesse tra i gruppi partecipanti alla decisione e che quindi mediante l'impostazione di uno "schema di ponderazione non lineare" si giunga ad una forma matriciale. Anche in questo caso i valori saranno compresi tra 0 e 1. (dovendo essere soddisfatta la condizione

$$\sum_{i=1}^I w_i h_i = 1.)$$

Ottenute la matrice di valutazione standardizzata e la matrice di ponderazione occorre definire l'indice di concordanza e l'indice di discordanza.

Date due alternative j e j' , l'indice di concordanza esprime la dominanza dell'alternativa j sull'alternativa j' in base alle priorità espresse dai gruppi d'interesse; il suo valore varia da un massimo di 1, che indica completa dominanza, ad un minimo di 0, che indica dominanza nulla.

Analogamente l'indice di discordanza esprime la dominanza dell'alternativa j sull'alternativa j' in base agli effetti previsti ponderati; in questo caso i valori estremi avranno significato opposto, ovvero 0 per la completa dominanza ed 1 per la dominanza nulla.

Se si devono considerare più alternative e più criteri gli indici formeranno la matrice di concordanza e la matrice di discordanza. Si tratta di due matrici non simmetriche che evidenziano le relazioni reciproche tra ogni coppia di alternative.

Un ulteriore strumento utile per la determinazione del danno ambientale è *l'analisi di regressione stepwise*.

Questa stima viene espressa mediante una funzione di regressione espressa da più variabili, per cui si parla sempre di regressione multipla. Poiché le variabili da considerare sono molte e non tutte sempre significative, per la costruzione della funzione di regressione,

occorre trovare un sistema che riconosca ed elimini dal modello quelle non significative. Ciò è particolarmente importante nel caso delle indagini ambientali, stante la notevole massa di dati e di variabili a disposizione e della necessità di intervenire con correttivi solo dove ciò è necessario, per non alterare, con interventi non necessari, i delicati equilibri ecologici ed economici della zona oggetto di studio. Un valido sistema per l'eliminazione di queste variabili "non influenti" è rappresentato dall'analisi di regressione multipla secondo la procedura stepwise (a gradini).

Il concetto alla base dell'analisi stepwise consiste nel valutare, sulla base della misura del coefficiente di determinazione, quanta parte della variabilità della variabile indipendente è dovuta alla immissione di quelle singole variabili. Ciò risulta fondamentale nelle attribuzioni di danni specifici nell'ambito di un quadro più complesso di danni all'ambiente.

Esistono diversi metodi d'applicazione:

- la "forward selection" (selezione progressiva) consiste nell'introdurre nella funzione di regressione una variabile per volta, purché questa incrementi la quota di variabilità spiegata, finché il criterio d'arresto della procedura non è soddisfatto;
- la "backward elimination" (eliminazione a ritroso) consiste nell'eliminare dalla funzione di regressione, che comprende tutte le variabili, una variabile per volta, se questa si rivela poco esplicativa della variabilità della variabile dipendente;
- la stepwise convenzionale consiste in una combinazione delle procedure precedenti. Inizialmente viene inserita nella funzione la variabile che presenta il più alto coefficiente di correlazione con la variabile dipendente per esempio l'urbanizzazione nell'uso del suolo (Y); successivamente viene inserita la variabile che porta alla massima riduzione della varianza residua di Y. Nello sviluppo della procedura potranno essere eliminate quelle variabili che, immesse inizialmente, si sono dimostrate combinazioni lineari di altre variabili introdotte. Evidentemente l'eliminazione di queste variabili non ridurrà la capacità esplicativa della funzione.

Il modello di partenza assume che ogni osservazione della variabile dipendente sia esprimibile con l'equazione:

$$y_j = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \dots + \beta_i x_{ij} + \dots + \beta_p x_{pj} + \varepsilon_i \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

che evidenzia il fatto che y è una combinazione lineare delle x con coefficienti β e di una variabile non osservata che rappresenta gli effetti delle cause accidentali.

Nell'equazione di stima la y si esprime come:

$$\bar{y}_j = b_0 + b_1 x_{1j} + \dots + b_i x_{ij} + \dots + b_p x_{pj} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

nella quale \bar{y} è il valore stimato di y e b ($i = 1, 2, \dots, p$) è la stima ai minimi quadrati del coefficiente β_i .

La variabile che viene introdotta per prima nel modello è quella che presenta il valore massimo del coefficiente di determinazione tra y e x_i ($i = 1, 2, \dots, p$). Tale variabile ha anche la proprietà di rendere massima la riduzione di varianza residua della variabile dipendente y , che rappresenta la quota di varianza dovuta agli errori residuali di regressione ε_j . La significatività della riduzione della variabilità di y è verificata con un test F di Fisher. Compiuta tale verifica l'equazione assume la forma:

$$\bar{y}_1 = b_0 + b_1 x_1,$$

nella quale l'indice di \bar{y} significa che una sola variabile esplicativa è entrata nel modello x_1 indica la variabile entrata e b_1 il coefficiente di regressione tra x_1 e y .

Per inserire altre variabili nell'equazione si procede in modo analogo, esaminando quale tra le $p-1$ variabili indipendenti finora escluse porta alla massima riduzione della varianza residua di y . Se tale riduzione è statisticamente significativa tale variabile verrà immessa nell'equazione, la quale assumerà la forma:

$$\bar{y}_2 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$$

con significato analogo a quello precedente. Va però osservato che il coefficiente b_i ($i = 0, 1, 2$) rappresenta il coefficiente di regressione parziale tra y e la variabile x_i al netto delle altre variabili inserite nell'equazione. La variabile entrata per seconda è quindi quella che presenta il valore massimo del coefficiente di determinazione parziale tra y e x_i ($i = 1, \dots, p-1$), cioè al netto della variabile già inserita.

Utilizzando lo stesso procedimento si può inserire una terza variabile ottenendo la funzione:

$$\bar{y}_3 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3$$

con significato analogo alla precedente. L'immissione della terza variabile può rendere insignificante la presenza di una delle due variabili precedentemente introdotte. Infatti se, per esempio, la x_1 è correlata con x_2 e x_3 , tanto da poter essere espressa come funzione lineare di queste due variabili, la si può escludere dall'equazione senza che la varianza residua di y subisca aumenti rilevanti. In questo caso l'equazione si riduce alla forma:

$$\bar{y}_2 = b_0 + b_2 x_2 + b_3 x_3$$

L'immissione e l'eventuale eliminazione delle variabili nel modello prosegue fino a che non venga soddisfatta una delle condizioni poste per l'arresto della procedura. Se i criteri d'arresto sono poco restrittivi il processo si conclude con l'immissione di tutte le variabili.

Il sistema di arresto più classico è quello relativo all'incremento del coefficiente di determinazione R^2 dovuto all'ingresso nell'equazione dell'ultima variabile.

6. Conclusioni

Alla luce delle considerazioni emerse, il danno ambientale viene a configurarsi come un danno articolato e complesso che, anche in relazione alla nuova normativa, non può essere stimato secondo i procedimenti estimativi tradizionali.

Occorre per prima cosa addivenire ad una nozione di ambiente che sappia cogliere le molteplicità degli aspetti, quindi utilizzare nuovi strumenti, in grado di valutare accanto a parametri tradizionalmente monetizzabili, altri più strettamente connessi al valore d'uso.

In tale ambito il valore di conto, il valore costo-opportunità, l'analisi multi-criteri e la regressione stepwise paiono essere alcuni dei possibili modi di rispondere in maniera più idonea alla complessità delle valutazioni. Va in ogni caso precisato che la novità non consiste tanto negli strumenti statistici utilizzabili, quanto nella interpretazione da dare al bene ambiente, sempre più in grado di fornire utilità plurima quali la salubrità, il paesaggio, ecc. legate ad una fruizione

collettiva del bene ambiente.

Solo su tali presupposti può essere impostata correttamente la valutazione del danno ambientale.

Summary

This paper is devoted to economics and appraisal analysis applied to the environmental damage assesement.

Some basic concepts are therefore introduced, referring to: public goods, multiple function goods, externalities and damage to private and public goods.

Italian legislation upon environmental damage is remembered as a general framework for understanding the assessment. Scientific aspects are connected to legislative ones, that refer to three different steps: 1) analysis of actual planning situation, 2) analysis of the project, 3) analysis of the environment.

Some methods are showed at last, that inable to manage the problema of database complexity and multiple choice.

Résumé

Les aspects économiques et estimatifs associés à l'environnement sont examinés à partir des concepts de bien public, externalité, dommage patrimonial et autre, et de bien à fonction multiple. Après avoir encadré les normes relatives aux dommages à l'environnement le quelles se rattachent, en ce qui concerne l'évaluation de l'impact, à la constitution du Ministère de l'Environnement et aux décrets qui présentent l'évaluation de l'impact sur l'environnement, les aspects normatifs sont reliés à ceux techniques et scientifiques d'évaluation en distinguant trois tableaux de référence; un, relatif au projet, un autre à la programmation, le dernier à l'environnement.

Quelques méthodes d'évaluation sont suggérées, de manière à pouvoir faire face d'un côté à la complexité et des données à traiter et d'un autre aux multiples possibilités d'intervention sur l'environnement.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Misseri C., *La scienza estimativa nel quadro della moderna dinamica economica e sociale*, Ce.S.E.T. VI e VII, Firenze, 1977.
- (2) Forte F., *Manuale di Politica Economica*, Einaudi, Torino, 1975.
- (3) Prestamburgo M., *Teoria economica e politica ambientale. Studi di Economia e Diritto*, Bollettino di Interessi Sardi 1988/2.
- (4) Muraro G. (a cura di), *Criteri di efficienza per la politica ambientale*, Franco Angeli, Milano 1984.
- (5) Polelli M., *Criteri per la valutazione del danno ambientale*. Atti del XIV Incontro Ce.S.E.T., Verona, 1984.
- (6) Grillenzoni M., *Estimo dell'azienda al territorio*, Genio Rurale n. 1, 1989.
- (7) Polelli M., *Criteri per la stima dei danni alle piante da emanazioni gassose*, Genio Rurale, n. 12, 1977.
- (8) Grittani G., *L'estimatore oggi: dall'ortodossia alla trasgressione*, Genio Rurale, n. 1, 1989.
- (9) Pagani A., *Stima dei danni. Problemi di estimo*. Federazione Nazionale Dottori in Scienze Agrarie, Quaderno n. 18, Roma 1969.
- (10) Giampietro F., *La responsabilità del danno all'ambiente*, Giuffrè Editore, Milano 1988.
- (11) Polelli M., *Valutazione di impatto ambientale*, Ed. REDA, Roma 1987.
- (12) Simonotti M., *Introduzione alla valutazione del danno da inquinamento all'agrosistema*. Università degli Studi di Catania, 1982.
- (13) Polelli M., *La valutazione di impatto ambientale nel caso di metalli pesanti in un'area rurale*. Convegno Italo-Sovietico "Ecologia", Donetsk, 13-23 giugno 1988.
- (14) Polelli, M., *An evolution of the environmental impact of a new aluminium factory*. International Conference on environmental impact analysis for developing countries, New Delhi, India, 28-11/3-12, 1988.
- (15) Nijkamp P., *A multicriteria analysis for project evaluation*. Paper of the Regional Science Association, vol. 35, 1974.
- (16) Nijkamp P., *Environmental economics*. Martinus Nijhoff, Den Haag, 1977.
- (17) Sali G., Giacomelli P., *L'analisi multicriteri quale strumento di valutazione dell'autoimpatto in agricoltura*, XXV Convegno di Studi

SIDEA, Ancona 20-22 ottobre 1988.

- (18) Nijkamp P., Voogd H., *New multicriteria methods for physical planning by means of multidimensional scaling techniques*. In Haimes Y., Kindler J. (ed.): *Water and related land resource systems*, Pergamon press, 1981.
- (19) Voogd H., *Multicriteria evaluation by means of the ideal point concept*. In Hirsh G., (Ed.) *Aide à la Decision Multicriteres; La theorie face à la pratique*. Cahiers d'Etudes et de Recherches, vol. 10, Paris 1980.
- (20) Voogd H., *Qualitative multicriteria evaluation methods for development planning*. The Canadian Journal of Regional Science, 1981.