

# L'impiego dell'analisi multicriteriale nella valutazione di impatto ambientale delle condotte pubbliche

I. Bernetti\*

Lo scopo del presente intervento è quello di verificare, attraverso un semplice caso di studio, le potenzialità ed i limiti dell'Analisi Multicriteriale nelle procedure di impatto ambientale delle infrastrutture lineari di servizio. Il caso di studio è rappresentato da una valutazione preliminare di impatto ambientale di un metanodotto in un territorio prevalentemente forestale ad alto valore naturalistico e paesaggistico situato nella montagna della Toscana meridionale.

La metodologia impiegata si è articolata in alcune fasi, in ciascuna delle quali sono stati applicati specifici strumenti analitici.

1. Analisi del territorio ed individuazione delle zone omogenee.
2. Identificazione delle alternative progettuali.
3. Identificazione e valutazione degli impatti
4. Individuazione delle alternative progettuali più efficienti dal punto di vista ambientale.

Nella prima fase si sono acquisite tutte le informazioni relative al territorio attraversato. Il tronco di metanodotto che interessa la zona in esame ha una lunghezza approssimativa di 35-40 chilometri.

Il territorio è caratterizzato da un uso agro-forestale, con presenza di formazioni forestali d'altofusto, cedui di ottima produttività, seminativi e pascoli alle medie quote ed agricoltura irrigua ed ortiva nel fondovalle.

Nella zona sono presenti ecosistemi forestali complessi ed efficienti nonché numerosi biotopi rari o endemici. Per quanto concerne la fauna questa comprende i grandi ungulati, carnivori (volpe, faine, donnola martora e lupo in transito) ed una ricca avifauna sia diurna che notturna.

Il settore terziario, legato al turismo è in piena evoluzione dalla fruizione quasi esclusivamente invernale e sciistica, verso una offerta ricreativa diversificata incentrata sulle risorse naturalistiche e paesaggistiche del territorio (agriturismo, *trekking*, ippoturismo, ecc.). Gli

---

\* Prof. associato di Economia Politica e di Statistica forestale nell'Università di Firenze

insediamenti umani si localizzano su una fascia quasi continua lungo la linea degli 800 metri di quota fra le colture forestali e quelle agrarie, in relazione a fattori localizzativi (soprattutto difensivi) che risalgono sino al medioevo. L'analisi del territorio è stata effettuata sia con il metodo della sovrapposizione cartografica, derivante dalla documentazione allegata al piano di sviluppo della zona, sia con il metodo della griglia. In quest'ultimo caso è stata impiegata una maglia di 250 metri di lato, tale da consentire un sufficiente approfondimento e nel contempo una agevole acquisizione dei dati. L'individuazione delle zone omogenee è stata affrontata mediante tecniche di analisi statistica multivariata, basate su indicatori sia di tipo naturalistico-ecologico che di tipo socio-economico. Il territorio è stato così suddiviso in 15 zone omogenee per tipo di impatto ambientale e per tipo di danno economico causato alla proprietà attraversata. Ogni possibile alternativa di tracciato è definita dalla sequenza di zone attraversate; nel caso di studio in esame si sono individuate 10 possibili alternative di percorso (cfr. TAB. 1). Al proposito è stata effettuata una verifica della fattibilità di massima di tali alternative, escludendo quei percorsi che necessitavano di opere particolarmente complesse per l'attraversamento di barriere geografiche o di particolari formazioni geologiche.

**Tab. 1 - Alternative progettuali**

| Percorso | Zone omogenee attraversate   |
|----------|------------------------------|
| R1       | 1 - 2 - 5 - 6 - 9 - 13 - 14  |
| R2       | 1 - 2 - 5 - 6 - 10 - 13 - 14 |
| R3       | 1 - 2 - 5 - 6 - 11 - 14      |
| R4       | 1 - 2 - 5 - 11 - 14          |
| R5       | 1 - 2 - 5 - 7 - 12 - 14      |
| R6       | 1 - 2 - 5 - 7 - 12 - 15      |
| R7       | 3 - 8 - 7 - 12 - 14          |
| R8       | 3 - 8 - 7 - 12 - 15          |
| R9       | 4 - 8 - 7 - 12 - 14          |
| R10      | 4 - 8 - 7 - 12 - 15          |

Per quanto riguarda l'identificazione degli impatti è stato adottato il metodo della *check-list*, riportata in TAB. 2 (cfr. POLELLI e SALLI, 1987). Gli effetti su ciascuna risorsa sono stati analizzati sulla base delle caratteristiche del tipo di impatto: i parametri considerati sono stati la reversibilità del danno, i tempi di ripristino (breve-lungo periodo) e l'importanza della risorsa coinvolta (di interesse strategico o locale). Dal momento che l'analisi rappresenta un esempio di studio di impatto di primo livello, volto ad individuare un sottoinsieme di percorsi a impatto ambientale minimo, non sono stati differenziati esplicitamente gli impatti per fase operativa dell'infrastruttura (di costruzione, di esercizio, di rischio).

Ai fini della valutazione, gli impatti sono stati aggregati in cinque **tipologie di impatto**, che rappresentano gli obbiettivi da minimizzare nel processo di valutazione. Le tipologie di impatto considerate sono state:

- i.* valore naturalistico;
- ii.* valore paesaggistico;
- iii.* produzione agro-forestale;
- iv.* attività turistiche;
- v.* attività socio-economiche.

La valutazione è stata effettuata in base ad una scala ordinale a quattro **livelli di impatto**. La scala adottata è basata sui seguenti parametri:

|     |                     |   |
|-----|---------------------|---|
| +   | impatto leggero     | reversibile, di breve periodo,<br>risorse di interesse locale           |
| ++  | Impatto moderato    | reversibile, di breve periodo,<br>su risorse di interesse strategico    |
| +++ | impatto grave       | reversibile solo in tempi lunghi,<br>su risorse di interesse locale     |
| ++  | Impatto molto grave | reversibile solo in tempi lunghi,<br>su risorse di interesse strategico |

**Tab. 2 - Check List di valutazione di impatto ambientale**

| Impatto                 | Risorse coinvolte   | Tipo di impatto   |
|-------------------------|---|---|
| VALORE<br>NATURALISTICO | <b>Biodiversità</b><br>A. Specie animali:<br>i) carnivori selvatici.<br>ii) ungulati di grossa taglia.<br>iii) migratorie.<br>B. Specie vegetali.<br>i) specie rare ed endemismi.<br><b>Efficienza ecosistemica</b><br>A. numero dei piani di vegetazione<br>B. numero di specie vegetali presenti.<br>C. numero di specie animali presenti.<br>D. endemismi e biotopi. | Negativo<br>Reversibile/irreversibile<br>Strategico<br>Breve/lungo termine        |
| VALORE<br>PAESAGGISTICO | <b>Paesaggio storico</b><br><b>Paesaggio agricolo</b><br><b>Paesaggio forestale</b>   | Negativo<br>Reversibile/irreversibile<br>Strategico<br>Lungo/breve termine        |
| PRODUZIONE<br>AGRICOLA  | <b>Perdita di terreno agricolo</b><br>A. Totale<br>B. Terreni irrigui<br>C. Colture protette<br><b>Numero di aziende agricole interessate</b><br><b>Numero di edifici agricoli interessati</b>  | Negativo<br>Reversibile/irreversibile<br>Strategico/locale<br>Lungo/breve termine |
| ATTIVITÀ<br>TURISTICHE  | <b>Attività turistiche esistenti</b><br>A. Centri storici<br>B. Agriturismo<br>C. Turismo naturalistico<br><b>Attività turistiche potenziali</b><br>A. Agriturismo<br>B. Turismo naturalistico  | Negativo<br>Reversibile/irreversibile<br>Strategico/locale<br>Lungo/breve termine |
| ATTIVITÀ<br>ECONOMICHE  | <b>Lavoro</b><br>A. Perdita posti di lavoro<br>B. Aumento di posti di lavoro<br>i) temporaneo<br>ii) permanente<br><b>Approvvigionamento energetico</b><br>A. Attività economiche<br>B. Attività umane  | Positivo/negativo<br>Locale<br>Lungo termine                                      |

Per l'attribuzione dei livelli di impatto sono stati impiegati regole specifiche per ciascuna tipologia di impatto.

Nel caso del valore naturalistico si è considerato come impatto di breve periodo una diminuzione della stabilità e della efficienza ecologica che non compromette seriamente la risorsa ambientale; al contrario nel caso di impatto di lungo periodo non è facilmente ripristinabile l'efficienza ecologica e la risorsa risulta parzialmente o totalmente compromessa. Le risorse di interesse locale sono rappresentate da specie ed associazioni comuni o diffuse in Italia, mentre le risorse strategiche comprendono specie e associazioni rare o endemiche.

Per il valore paesaggistico la durata dell'impatto è relativa alla possibilità di riportare la veduta alle sue originarie caratteristiche qualitative. La differenziazione in risorse di interesse locale o strategico riguarda le caratteristiche qualitative della veduta (presenza di emergenze paesaggistiche, panorami visibili da centri storici, ecc.).

Nella produzione agro-forestale il periodo di impatto dipende dalla possibilità di ripristinare il normale ordinamento produttivo aziendale e dalla necessità o meno di una riorganizzazione della attività produttiva. Le risorse di interesse locale sono rappresentate da produzioni in aree marginali o sottoposte ad estensivizzazione (seminativi, colture arboree di scarso pregio, ecc.), mentre sono considerate produzioni strategiche quelle in cui si registra un saldo negativo nella bilancia import/export e quelle incentivate su scala nazionale o comunitaria.

Per gli impatti sulla attività turistica, la definizione di durata dell'impatto è legata al recupero della qualità ambientale originaria. Per attività turistiche di interesse locale si sono considerate le modalità di fruizione stagnanti o in crisi<sup>1</sup>; al contrario le attività strategiche sono rappresentate da forme di fruizione in espansione al livello regionale o nazionale (p.e. turismo naturalistico, agriturismo o ippoturismo).

Infine relativamente alle attività economiche e sociali il periodo di impatto è definito in modo analogo alle attività agricole; il carattere strategico o locale è dato dalle prospettive di crisi o di espansione

---

(1) Nella zona in esame l'attività turistica più in crisi è rappresentata dallo sci, stante la facilità ed il limitato sviluppo delle piste, generalmente scarsamente innestate. Un altro settore in netta difficoltà è rappresentato dal turismo alberghiero tradizionale.

dei diversi settori anche in relazione agli indirizzi generali o locali di programmazione economica.

Tale valutazione è stata effettuata per ciascuna zona omogenea (TAB. 3). Per ciascuna alternativa di percorso è stata effettuata una analisi delle frequenze per tipologia e per gravità di impatto. I risultati di tale analisi sono riportati in TAB. 4. Per ciascuna alternativa si sono calcolati gli "impatti evitati" per tipo e per gravità, in base alla differenza fra frequenza riscontrata nell'alternativa e frequenza massima relativa ad una alternativa progettuale fittizia che attraversa tutte le zone individuate.

**Tab. 3 - Analisi qualitativa della potenzialità ambientale di impatto delle zone omogenee**

| Zone | Attività economiche | Produzione agricola | Valore naturalistico | Valore paesaggistico | Attività turistiche |
|------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1    | +                   | +                   | +++                  | +++                  | ++                  |
| 2    | +                   | +                   | ++++                 | ++++                 | ++++                |
| 3    | +++                 | ++                  | +                    | ++                   | +++                 |
| 4    | +++                 | ++++                | +                    | +                    | +                   |
| 5    | +                   | +                   | +++                  | +++                  | ++                  |
| 6    | +++                 | ++                  | +                    | +                    | +++                 |
| 7    | ++                  | +                   | +++                  | +                    | +++                 |
| 8    | +++                 | +++                 | ++                   | +                    | +++                 |
| 9    | ++                  | +                   | ++                   | +                    | ++                  |
| 10   | ++++                | +                   | +++                  | ++                   | ++                  |
| 11   | +                   | +                   | ++++                 | ++++                 | ++++                |
| 12   | ++                  | +++                 | ++                   | +++                  | +++                 |
| 13   | +++                 | ++                  | +                    | +                    | +++                 |
| 14   | ++                  | ++                  | ++++                 | ++++                 | ++++                |
| 15   | +++                 | ++++                | +                    | +                    | •                   |

Il problema della individuazione della alternativa progettuale che minimizza l'impatto ambientale è stato affrontato mediante l'approccio della analisi multicriteriale. La funzione obiettivo è stata individuata nella minimizzazione della gravità e delle tipologie di impatto. Il problema risulta così formato da 20 criteri (il numero delle tipologie di impatto per i livelli di gravità) e da 10 alternative.

Il problema è stato risolto tramite il *Metodo del Valor Medio* di Van Huylenbroek (Van Huylenbroek, 1990, 1991). Tale metodo ha il vantaggio di considerare le valutazioni su scala ordinale all'interno di un procedimento formale rigorosamente basato sulla teoria dell'utilità. La prima fase di tale metodo consiste nel trasformare i livelli di impatto in un sistema di pesi.

Tab. 4 - Analisi delle frequenze

|                      | Frequenze |    |    |    |    |    |    |    |    |    | pesi |      |
|----------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|
|                      | MAX       | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 |      | R10  |
| Impatti              |           | 3  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0    | 0,25 |
| Attività economiche  | +         | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2    | 0,58 |
|                      | ++        | 6  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 3  | 2  | 3    | 1,08 |
|                      | +++       | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    | 2,08 |
|                      | ++++      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |
| Produzione agricola  | +         | 7  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1    | 0,25 |
|                      | ++        | 4  | 3  | 2  | 1  | 1  | 0  | 2  | 1  | 1  | 0    | 0,58 |
|                      | +++       | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2    | 1,08 |
|                      | ++++      | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 2    | 2,08 |
| Valore naturalistico | +         | 6  | 2  | 1  | 0  | 0  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3    | 0,25 |
|                      | ++        | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1    | 0,58 |
|                      | +++       | 4  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1    | 1,08 |
|                      | ++++      | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0    | 2,08 |
| Valore paesaggistico | +         | 7  | 2  | 1  | 0  | 1  | 2  | 2  | 3  | 3  | 4    | 0,25 |
|                      | ++        | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0    | 0,58 |
|                      | +++       | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1    | 1,08 |
|                      | ++++      | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0    | 2,08 |
| Attività turistiche  | +         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2    | 0,25 |
|                      | ++        | 4  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0    | 0,58 |
|                      | +++       | 5  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 3  | 2  | 2  | 2    | 1,08 |
|                      | ++++      | 4  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1    | 2,08 |

Più in particolare il metodo del valor medio si basa sull'assunto, derivante dalla teoria dell'utilità, che una alternativa  $a$  sarà preferita ad una alternativa  $b$  se l'utilità attesa dalla prima è maggiore dell'utilità attesa dalla seconda. In base a tale assunto, è possibile formulare la seguente funzione di preferenza:

$$P(a,b) = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^{mn} g^z \begin{cases} (u_i^z(a) - u_i^z(b)) & \text{se } u_i^z(a) > u_i^z(b) \\ 0 & \text{se } u_i^z(a) < u_i^z(b) \end{cases}$$

con  $P(a,b)$  grado di preferenza dell'alternativa  $a$  rispetto alla  $b$ ,  $u_i$  utilità attesa relativamente alla tipologia di impatto  $i$ -esima con  $i=1, \dots, m$  tipologie ( $m=5$  nel caso in esame) e  $g^z$  peso attribuito al livello di impatto  $z$  con  $z=1, \dots, n$  livelli ( $n=4$  nel caso in esame). Si deve notare che nel caso in esame l'utilità è data dal lasciare intatta una zona con un dato livello di impatto, per cui, per ogni tipologia di impatto, l'utilità deriva dal preservare una zona con livello di impatto potenziale alto rispetto ad una con livello minore. Valutando gli impatti secondo una scala ad  $n$  livelli, per un dato livello di priorità  $z \in n$  si ha che, in base al metodo<sup>2</sup>, il peso è dato da:

$$g^z = \sum_{k=z}^n \frac{1}{k}$$

Nel caso in esame la valutazione di ogni tipologia di impatto è stata effettuata in base alla seguente funzione di utilità per tipo e livello di impatto:

$$u_i^z(a) = (f_i^z(\max) - f_i^z(a))$$

con  $u_i^z$  utilità derivante dalla preservazione di una zona con livello di impatto  $z$  per la tipologia di impatto  $i$ ,  $f_i^z(\max)$  frequenza massima dell'impatto e  $f_i^z(a)$  frequenza dell'impatto riscontrata nel percorso  $a$ . In base a tale modello è stata costruita la matrice delle preferenze per ogni coppia di alternative progettuali (cfr. TAB. 5)

La seconda fase del metodo, che conduce all'individuazione della alternativa più efficiente, si basa su di una analisi della

<sup>2</sup> Per una dimostrazione formale della coerenza del metodo di attribuzione dei pesi in termini di teoria dell'utilità cfr. VAN HUYLENBROEK, 1991, pp. 241-243.

dominanza realizzata attraverso il confronto a coppie delle alternative. Il metodo consente di effettuare tre tipi di valutazione complessiva per ciascuna coppia di alternative:

- Preferenza (>): l'alternativa  $a$  è complessivamente più efficiente dell'alternativa  $b$ .

- Indifferenza (I): l'alternativa  $a$  ottiene una valutazione molto simile all'alternativa  $b$  per cui, data l'incertezza insita nella valutazione effettuata sinteticamente mediante una scala ordinale, non è possibile stabilire con certezza quale delle due sia dominante.

- Incomparabilità (R): l'alternativa  $a$  è in una situazione di "perfetto conflitto" con l'alternativa  $b$ , cioè, date  $m$  tipologie di impatto si ha la seguente situazione:

| impatti         | 1                  | ... | $m/2$                      | $m/2+1$                    | ... | $m$                |
|-----------------|--------------------|-----|----------------------------|----------------------------|-----|--------------------|
| Alternativa $a$ | $u_1(a) >> u_1(b)$ | ... | $u_{m/2}(a) >> u_{m/2}(b)$ | $u_{m/2}(a) << u_{m/2}(b)$ | ... | $u_m(a) << u_m(b)$ |
| Alternativa $b$ | $u_1(a) << u_1(b)$ | ... | $u_{m/2}(a) << u_{m/2}(b)$ | $u_{m/2}(a) >> u_{m/2}(b)$ | ... | $u_m(a) >> u_m(b)$ |

in tale situazione risulta indispensabile una valutazione della preferenza di ciascuna tipologia di impatto.

L'algoritmo impiegato nella valutazione è riportato in figura 1. I parametri  $B$ ,  $C$  ed  $r$  rappresentano rispettivamente i limiti di indifferenza, di perfetta conflittualità e di incomparabilità (cfr. PASTIJN E LEYSEN, 1989). La scelta di tali limiti dipende dalle caratteristiche del problema in esame. Nel caso di studio è stato scelto un limite  $B = 20$ , pari alla salvaguardia di una zona con livello di impatto massimo (++++) per almeno due tipologie di impatto. Il limite  $C$  è proporzionale a  $B$  e deriva dalla situazione di perfetto conflitto precedentemente illustrata. Nel caso di studio in esame è stato impiegato un valore  $C = 30^3$ . Infine il limite di incomparabilità  $r$  è stato scelto in modo tale che, per rompere la situazione di perfetto conflitto, fosse necessario

(3) Tale limite deriva dal valore scelto per la condizione di forte preferenza (>>) in base alla:

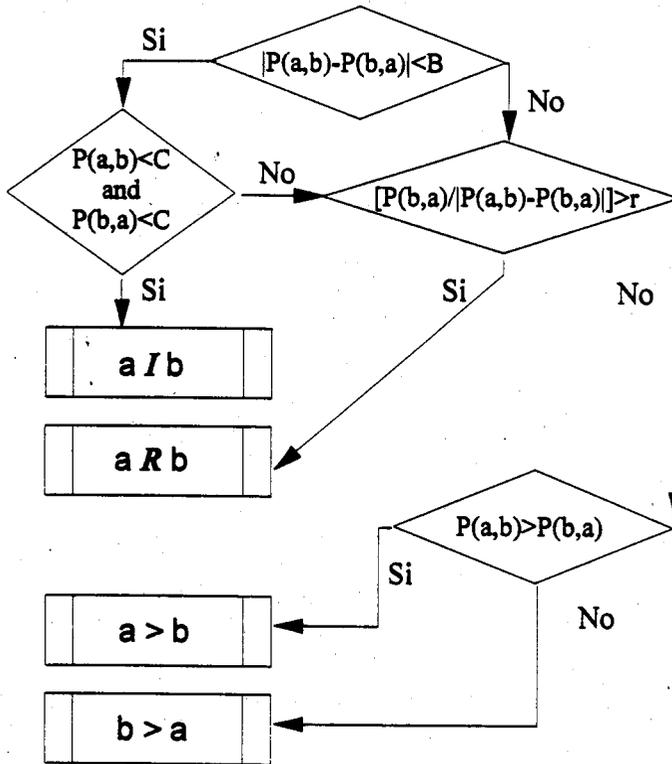
$$u_i(a) >> u_i(b) \Rightarrow u_i(a) - u_i(b) = vB$$

ricordando che nella situazione di perfetto conflitto la situazione suindicata si verifica per  $k/2$  obbiettivi si ha che:

$$C = \frac{v \cdot B}{2}$$

nel caso in esame è stato scelto un parametro  $v=3$ .

Fig. 1 - Algoritmo di valutazione delle coppie di alternative



evitare l'impatto ad almeno una zona con livello di impatto massimo (++++) per una tipologia di impatto.

In base a tali criteri è stata costruita la matrice di dominanza del confronto a coppie delle alternative (TAB. 6). L'ordinamento delle diverse alternative progettuali derivante dalla matrice di dominanza è riportato nella figura 2.

Come si può notare due alternative, la R8 e la R10 risultano dominare tutte le altre mentre sono fra loro indifferenti. L'ordinamento non completo che si ottiene con l'applicazione del metodo non risulta però, in questo caso limitante. Infatti essendo lo studio una valutazione di primo livello, la scelta fra i due tracciati (tra l'altro molto simili fra loro) può essere rimandata in sede di approfondimento del progetto. E' da notare inoltre come anche in questo caso (come si verifica spesso nella VIA delle infrastrutture lineari) il tracciato più breve (R4) e più semplice non rappresenti l'alternativa che minimizza l'impatto sul territorio.

Tab. 5 - Matrice delle preferenze

|     | R1 | R2  | R3  | R4  | R5  | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|
| R1  |    |     |     |     |     |    |    |    |    |     |
| R2  | 15 |     |     |     |     |    |    |    |    |     |
| R3  | 19 | 23  |     |     |     |    |    |    |    |     |
| R4  | 30 | 34  | 11  |     |     |    |    |    |    |     |
| R5  | 24 | 25  | 30  | 27  |     |    |    |    |    |     |
| R6  | 42 | 44  | 61  | 63  | 40  |    |    |    |    |     |
| R7  | 51 | 58  | 84  | 89  | 73  | 51 |    |    |    |     |
| R8  | 87 | 95  | 120 | 123 | 110 | 73 | 40 |    |    |     |
| R9  | 53 | 64  | 87  | 89  | 73  | 40 | 11 | 13 |    |     |
| R10 | 90 | 101 | 123 | 126 | 113 | 73 | 51 | 11 | 40 |     |

Tab. 6 - Matrice della dominanza

Valutazione: parametri

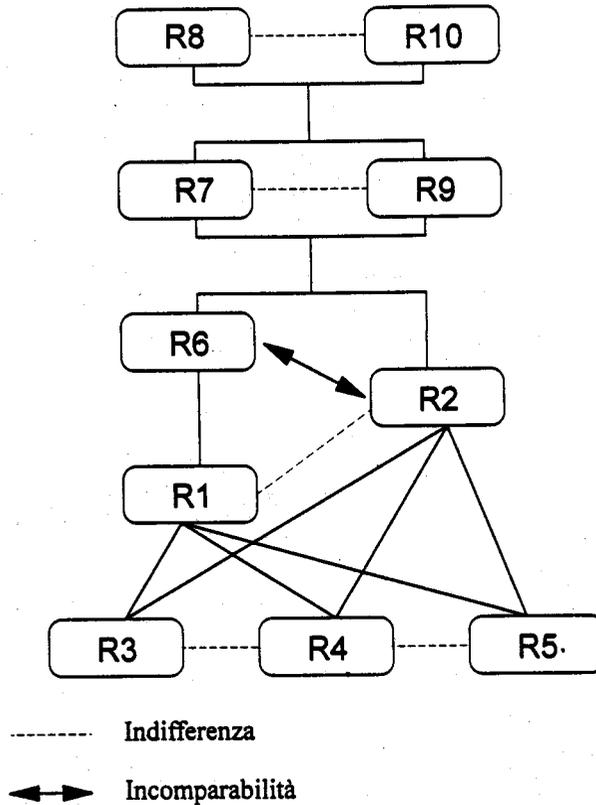
B            20

C            30

F            5

|     | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| R1  | I  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| R2  | I  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| R3  | <  | <  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| R4  | <  | <  | I  |    |    |    |    |    |    |     |
| R5  | <  | <  | I  | I  |    |    |    |    |    |     |
| R6  | R  | R  | I  | I  | I  |    |    |    |    |     |
| R7  | >  | >  | >  | >  | >  | I  |    |    |    |     |
| R8  | >  | >  | >  | >  | >  | >  | I  |    |    |     |
| R9  | >  | >  | >  | >  | >  | >  | I  | I  |    |     |
| R10 | >  | >  | >  | >  | >  | >  | I  | I  | I  |     |

**Fig. 2 - Relazione di dominanza fra le alternative**



### **Riassunto**

L'intervento illustra un caso di studio di valutazione preliminare di impatto ambientale di una condotta in un ambiente montano caratterizzato da elevato valore naturalistico. La metodologia adottata si basa su una prima fase di analisi del territorio e di individuazione delle alternative progettuali effettuata con metodi cartografici. Suc-

cessivamente sono stati individuati gli impatti suddivisi in cinque tipologie generali: impatti sul valore naturalistico, sul valore paesaggistico, sulla produzione agroforestale, sulle attività turistiche, e sulle attività socio-economiche. La valutazione degli impatti è stata effettuata mediante una scala ordinale a quattro livelli. L'individuazione della alternativa progettuale che minimizza l'impatto ambientale infine è stata effettuata mediante l'applicazione di un metodo di analisi multicriteriale.

## **Bibliografia**

- VAN HUYLENBROEK G. (1991) The average ranking method for multicriteria problem with ordinal priorities. 31° meeting of European Workgroup on MCDA, Delft.
- HAN HUYLENBROEK G. (1991) A conflict analysis model for evaluation of large scale projects in rural areas. in *The Environmental and the management of agricultural resource* (Loseby eds.) XXIV Seminario EAAE, Viterbo.
- PASTIJN H e LEYSEN J. (1989). Constructing an Outranking Relation with Oreste, *Mathematical and computer modelling*, n. 12
- POLELLI M. e SALI G. (1987). La valutazione di impatto ambientale, criteri generali e procedure applicative: il caso delle linee di trasporto. *Genio Rurale*, n. 4.