PROGETTO
“DA AGENDA 21 AD AZIONE 21 PER IL MINCIO”

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE INTEGRATA E PARTECIPATA DEL FIUME MINCIO

Analisi multi-criteriale

R. Telò*, M. Pinardi**, M. Bartoli**, A. Bodini**, P. Viaroli**, E. Racchetti**, D. Cuizzi***, M. Vannuccini***, L. Previdi****

*Studio di Ingegneria Ambientale Telò
**Dipartimento di Scienze Ambientali dell’Università di Parma
***Studio tecnico associato Eureco
****Architetto Lara Previdi

1. LE PROPOSTE PROGETTUALI

Le idee di progetto che sono state messe a confronto nello schema di valutazione multicriteriale sono emerse da una analisi delle schede elaborate dal Forum del Mincio alla luce delle conoscenze maturate nel lavoro di approfondimento condotto dal gruppo tecnico. Le schede prodotte dal Forum hanno indicato diverse idee finalizzate a progetti, ma per un confronto multicriteriale era necessario selezionare solo quelle che possedevano, o per le quali potevano essere definite, caratteristiche dalle quali si poteva intravedere la loro performance potenziale in relazione ai criteri di valutazione. Tanto per esemplificare, per azioni facenti capo alla stipula di accordi di programma tra enti, oppure a protocolli di gestione, sempre tra enti o tra portatori di interesse, non era possibile immaginare un impatto definito sugli aspetti rilevanti della realtà territoriale utilizzati per il confronto, cioè i criteri. Inoltre, anche azioni a scopo squisitamente conoscitivo (es. "elaborazione dati sulle acque sotterranee") o di controllo (es. "incremento dei controlli sulle derivazioni irrigue") non sono state incluse per evidente mancanza di fisionomia progettuale.

Sono emerse dunque le seguenti alternative di progetto:

1. realizzazione di fasce tampone boscate lungo il reticolo idrografico minore (Fasce);
2. riattivazione della micro-circolazione nel sistema delle Valli (Valli);
3. gestione e contenimento delle macro-isole nei laghi di Mantova (Isole),
4. diversione a valle dello scarico del depuratore di Mantova (Scarico);
5. ecosistemi filtro a valle dei depuratori e separazione delle reti di scarico (Filtro);
6. ri-negoziazione delle concessioni e delle portate dei prelievi (Portate).

Quest'ultima voce, pur costituendo tecnicamente una azione di tipo programmatorio/negoziale, è stata inclusa tra i progetti in relazione alla sua importanza per gli obiettivi del progetto e perché era possibile, anche se in via

del tutto qualitativa e con aspetti di incertezza (si veda la parte di commento ai risultati) considerevoli, esaminarne le conseguenze potenziali sugli aspetti di rilievo della realtà territoriale adottati come elementi di confronto (i criteri).

Altre idee/azioni presenti nelle schede sono state utilizzate per definire criteri di valutazione, oppure integrate con altre considerazioni di criticità per la strutturazione dei medesimi. Le azioni cui si fa riferimento sono:

1. installazione sistema di monitoraggio integrato delle derivazioni e delle portate nel Mincio;
2. realizzazione modello di diffusione degli inquinanti nel fiume, nei laghi e sugli affluenti;
3. predisposizione sistema di calcolo del Deflusso Minimo Vitale per le varie sezioni del fiume, compresi i laghi, da concordare con Regione – STER e Provincia;
4. protocollo di gestione dei manufatti di by-pass del diversivo e motorizzazione delle paratoie a servizio dei sottopassi;
5. protocollo di gestione dei manufatti di by-pass degli Scolmatori di nord-est e di nord-ovest;
6. promozione del Codice di Buone Pratiche Agricole e delle colture sostenibili (anche attraverso il Piano Agricolo Provinciale, i Piani comprensoriali di sviluppo rurale, i Piani per il Governo del territorio e il PTCP).

2. I CRITERI E LA PERFORMANCE DEI PROGETTI SU SCALA ORDINALE

La valutazione comparativa dei progetti si effetua attraverso un esame delle prestazioni che ciascun progetto può avere in relazione a una serie di aspetti rilevanti la realtà territoriale alla quale si fa riferimento. Tali aspetti sono detti criteri. Essi vengono delineati, in generale, a partire dai problemi cui si intende dare una risposta attraverso i progetti da valutare. Nel caso del percorso “Da Agenda 21 ad Azione 21” il bando presentava obiettivi generali che possono essere sintetizzati in:

1) recupero qualità delle acque;

2) miglioramento qualità paesaggio;
3) incremento della fruibilità.

A loro volta questi obiettivi generali potevano essere esplicitati in linee di azione i cui capisaldi erano riassumibili nelle seguenti voci:

- Limitare l'apporto di nutrienti;
- Realizzare un paesaggio meno artificiale;
- Incrementare le funzioni ecologiche del corso d'acqua;
- Migliorare la circolazione delle acque.

Gli aspetti di rilevanza progettuale impliciti in queste linee di azione sono stati ulteriormente definiti sulla base delle conoscenze tecniche maturate nel corso del progetto, e integrate con le priorità e le criticità emerse durante il percorso partecipato. E' scaturito un elenco di 18 criteri sui quali è stata valutata la prestazione potenziale dei 6 progetti identificati.

La prestazione è stata misurata in termini qualitativi attraverso una scala ordinale, dal migliore al peggiore, assegnando come valore numerico nella matrice di valutazione la posizione occupata da ciascun progetto nella classifica di idoneità stilata per ciascun criterio. La scelta di utilizzare una scala qualitativa è dettata dalla mancanza di specifiche quantitative dovuta da un lato al fatto che alcuni progetti in realtà sono delle idee progettuali senza una fisionomia ben specificata e dall'altro all'impossibilità di misurare gli impatti dei progetti su alcuni dei criteri considerati.

I criteri e il loro significato sono illustrati di seguito.

1) **Costi**. Inteso come costo per la realizzazione del progetto. In questo caso il progetto che si pensa comporti un costo minore ottiene il primo posto nel ranking (1) e quello con i costi più elevati il peggiore (6);

2) **Tempi di ritorno del beneficio (Tempi).** Valuta in quanto tempo si pensa il progetto possa manifestare i benefici (ambientali) per i quali è stato pensato. Anche in questo caso il progetto migliore, quello che richiede tempi più contenuti, ottiene la migliore posizione nel ranking (1);

3) **Capacità di rimozione degli inquinanti (Riduzione inquinanti)**. Si valuta la prestazione nella rimozione degli inquinanti (nutrienti) dalle acque

oppure la capacità di evitarne l'ingresso. Al progetto che si pensa possa avere la migliore prestazione per questo aspetto viene assegnato valore 1 (migliore posizione di classifica);

4) **Protezione della falda (Protezione falda)**. La prestazione è valutata in termini di capacità di impedire che gli inquinanti possano percolare negli strati del suolo. I progetti ottengono punteggi coincidenti con la posizione di classifica, da quello più efficace (1) a quello meno adatto (6);

5) **Deflusso Minimo Vitale**. E' un criterio che misura la rilevanza del progetto in relazione al mantenimento del Deflusso Minimo Vitale. La posizione migliore (punteggio =1) è assegnata al progetto la cui implementazione è fondamentale per la caratterizzazione dei livelli di DMV e il suo mantenimento, ed è facilitata dalla predisposizione di un metodo di calcolo adeguato;

6) **Valore paesistico**. Il criterio stima la rilevanza del progetto per il ripristino/mantenimento del valore paesaggistico riferito ai connotati tipici della vicenda fluviale/rurale. Il progetto più adatto ottiene punteggio 1 e il meno indicato a incrementare questa caratteristica ottiene il valore 6;

7) **Biodiversità**. Stima il potenziale contributo del progetto al mantenimento/ripristino della biodiversità. A ciascun progetto si assegna punteggio pari alla posizione stimata in una classifica di idoneità in riferimento alla caratterizzazione del criterio (1 al migliore e 6 al peggiore);

8) **Erosione e trasporto solido**. Misura il potenziale del progetto a contrastare l'erosione e limitare il trasporto solido. A quello con il potenziale più elevato viene assegnato il valore 1 e così di seguito fino al valore 6, dato al progetto ritenuto meno idoneo;

9) **Valore storico-culturale (Valore storico)**. Stima quanto ciascun progetto può contribuire alla valorizzazione del patrimonio storico-culturale in generale: monumenti (es. Fortino di Pietole), ambiti di valore storico per i connotati della vicenda umana ecc. Anche in questo caso al progetto potenzialmente più rilevante viene dato valore 1 a simboleggiare il suo prevalere nella classifica ordinale;

10) **Vincoli sociali (Vincoli)**. Stima le difficoltà che un progetto può incontrare nel suo realizzarsi in ragione di conflitti o contrasti tra portatori di interesse e tra enti. Il progetto che potenzialmente genera meno conflitti è considerato il migliore e ad esso viene data la posizione migliore in classifica, con punteggio pari a 1;

11) **Piano di Tutela delle Acque (PTUA)**. Il criterio valuta il contributo potenziale di ciascun progetto al raggiungimento degli obiettivi strategici del Piano, che sono condensabili in 4 voci principali

- promuovere l'uso razionale e sostenibile delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- assicurare acqua di qualità, in quantità adeguata al fabbisogno e a costi sostenibili per gli utenti;
- recuperare e salvaguardare le caratteristiche ambientali delle fasce di pertinenza fluviale e degli
- ambienti acquatici.
- incentivare le iniziative per aumentare la disponibilità, nel tempo, della risorsa idrica.

Al progetto più adatto a rispondere a questi obiettivi strategici è assegnato punteggio 1, a rispecchiare la migliore posizione in una classifica di idoneità;

12) **Codice di buone pratiche agricole (Agricoltura)**. Il criterio valuta quanto i singoli progetti possono agire nella direzione indicata dal nuovo codice (in particolare per la razionalizzazione dell'suo dei fertilizzanti dei concimi e per l'uso razionale della risorsa idrica a scopo irriguo). Il punteggio rispecchia la posizione di classifica dei progetti, dal migliore al peggiore,;

13) **Prodotto d'area (Prodotto)**. Sancisce quanto un progetto possa contribuire alla costituzione di un prodotto d'area appetibile. I progetti cono collocati lungo una classifica e la posizione occupata definisce il punteggio nella matrice di valutazione;

14) **Monitoraggio**. Il progetto migliore (punteggio =1) è quello per il quale l'allestimento di un adeguato sistema di monitoraggio è maggiormente significativo per la riuscita del progetto;

15) **Modello di diffusione degli inquinanti (Diffusione)**. Stima l'utilità di un modello di diffusione degli inquinanti per la realizzazione del progetto. Più elevata è questa rilevanza migliore è la posizione occupata dal progetto nel

ranking. La posizione definisce il punteggio da inserire nella matrice degli effetti;

16) **Regolazione del flusso nel diversivo (Diversivo)**. Stima quanto beneficio possa derivare alla realizzazione dei progetti dalla implementazione di questa regolazione automatica. Più elevata è questa necessità migliore è la posizione in classifica;

17) **Presenza degli scolmatori (Scolmatori)**. Stabilisce il grado di interferenza di tali struttura sui progetti. Minore è questa interferenza migliore la valutazione data al progetto come posizione di classifica;

18) **Fruizione**. Stima quanto un progetto possa incrementare la funzione di fruizione nelle sue varie forme. Nella matrice degli effetti il progetto cui è assegnato punteggio 1 è quello che ha un potenziale più elevato secondo la definizione data al criterio.

I punteggi legati alle prestazioni dei progetti relativamente ai criteri è stato definito dai componenti il gruppo tecnico attraverso una analisi effettuata da ciascuno di essi e culminata in un confronto generale in cui sono state esplicitate le motivazioni per le scelte effettuate singolarmente. Al termine di questo confronto è scaturita a matrice di valutazione condivisa:

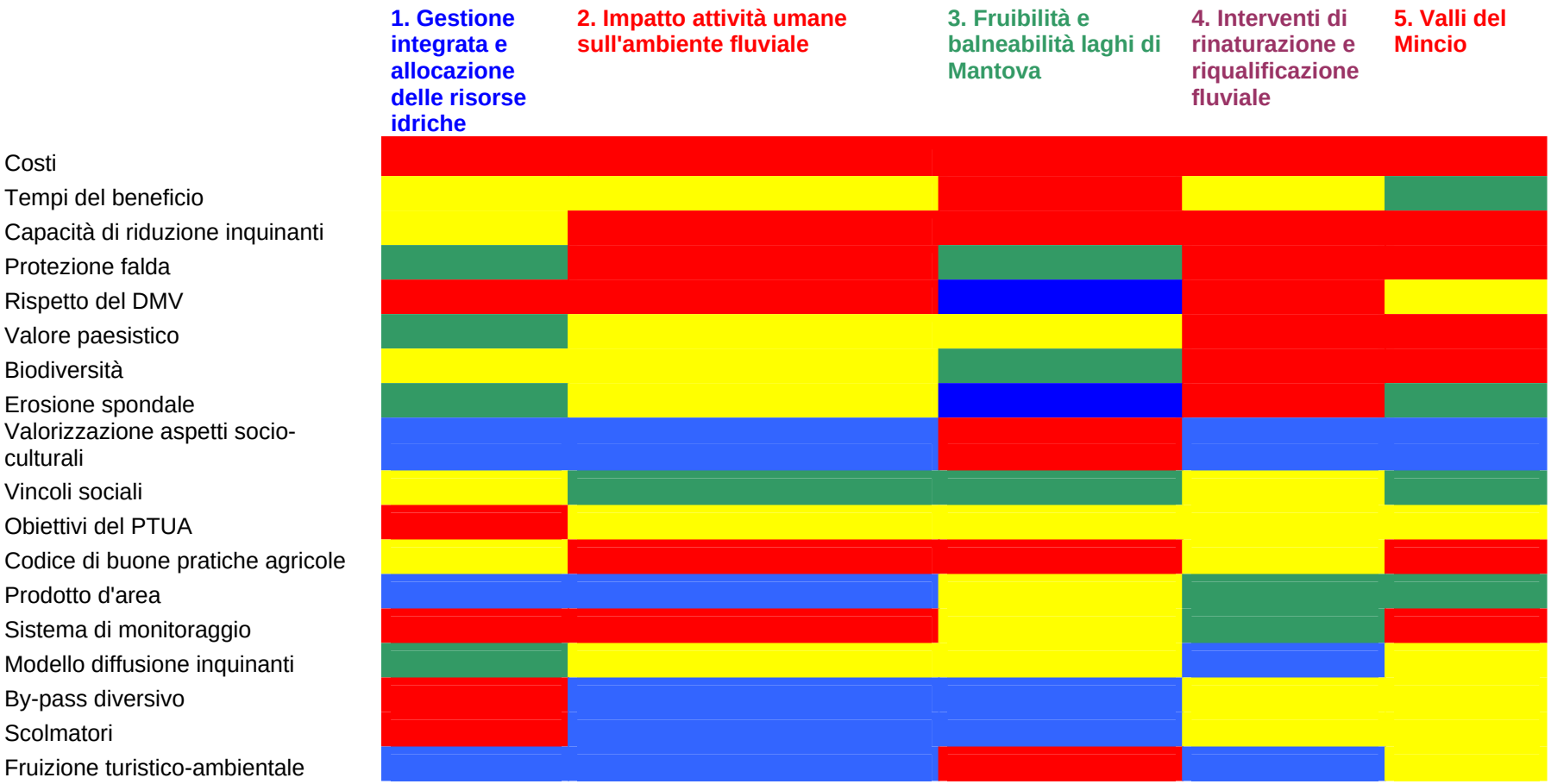
	Fasce	Valli	Isole	Scarico	Filtro	Portate
Costi	6	3	2	4	5	1
Tempi	3	2	1	4	5	6
Riduzione inquinanti	1	3	5	4	2	6
Protezione falda	1	6	6	6	2	6
DMV	6	2	3	6	4	1
Valore paesistico	1	2	4	3	5	6
Biodiversità	1	2	3	3	3	6
Erosione	1	2	4	5	3	6
Valore storico	2	1	4	3	5	6
Vincoli	5	2	1	4	3	6
PTUA	2	4	5	5	3	1
Agricoltura	1	3	5	5	5	1
Prodotto d'area	1	2	4	3	5	6
Monitoraggio	6	2	2	6	2	1
Diffusione	1	4	6	6	1	1
Diversivo	3	1	4	6	5	2
Scolmatori	1	5	2	2	2	6
Fruizione	2	2	4	1	5	6

3. IL SISTEMA DI PONDERAZIONE

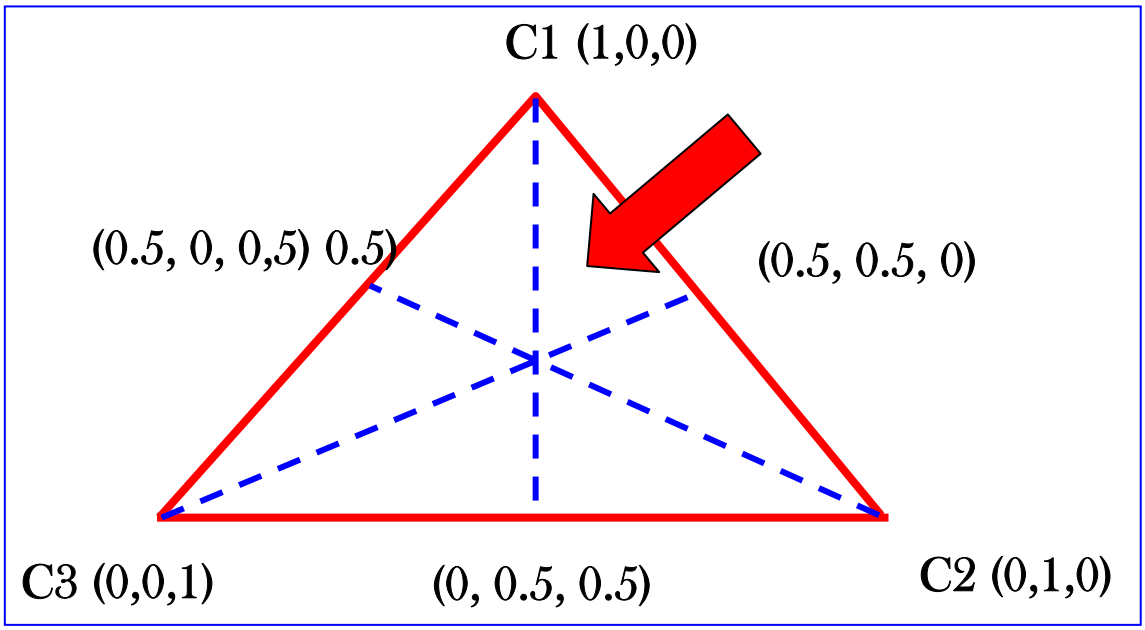
In tutti gli schemi di analisi a criteri multipli è fondamentale che ai criteri siano assegnati valori di importanza. Ciò si rende necessario per tenere conto dei punti di vista dei portatori di interessa a vario titolo coinvolti nella procedura di comparazione. In questo caso si è scelto di strutturare cinque sistemi di priorità, uno per ciascuno dei gruppi componenti il Forum. I sistemi di priorità sono stati costruiti a partire dalle indicazioni reperite nelle schede prodotte dai gruppi di lavoro. Criticità, azioni, obiettivi indicati dai vari gruppi (e specificati nelle schede, ultima colonna) hanno contribuito alla definizione delle priorità. Inoltre, poiché non tutte le voci contenute nelle schede erano associabili a uno o più gruppi (ultima colonna vuota) sono stati consultati i verbali degli incontri per completare la definizione delle priorità.

Il sistema delle priorità è stato definito in termini qualitativi secondo uno schema in cui a colore diverso corrisponde priorità diversa, secondo le specifiche date di seguito:

La consultazione delle schede e dei verbali ha portato alla costruzione del sistema delle priorità che è riassunto nella matrice di colore riportata qui di seguito:


1. Gestione integrata e allocazione delle risorse idriche
2. Impatto attività umane sull'ambiente fluviale
3. Fruibilità e balneabilità laghi di Mantova
4. Interventi di rinaturazione e riqualificazione fluviale
5. Valli del Mincio
Costi
Tempi del beneficio
Capacità di riduzione inquinanti
Protezione falda
Rispetto del DMV
Valore paesistico
Biodiversità
Erosione spondale
Valorizzazione aspetti socio-culturali
Vincoli sociali
Obiettivi del PTUA
Codice di buone pratiche agricole
Prodotto d'area
Sistema di monitoraggio
Modello diffusione inquinanti
By-pass diversivo
Scolmatori
Fruizione turistico-ambientale

Anche per costruire il sistema di ponderazione è stato adottato un approccio qualitativo. Questo perchè assegnare direttamente un valore numerico ai pesi è una procedura che presenta un più elevato grado di incertezza rispetto a una definizione qualitativa delle priorità. In base a questo sistema delle priorità è poi il software che assegna valori numerici che soddisfano alle specifiche di priorità. La procedura con cui il programma assegna i pesi numerici sulla base delle priorità può essere compresa con un esempio, a partire da tre criteri: C1, C2 e C3. Si immagini di costruire un triangolo i cui punti sono tutte combinazioni di valori per i pesi dei tre criteri. Per ciascun punto i valori sono definiti così che la loro somma sia uguale a 1.



Ovviamente i punti corrispondenti ai vertici avranno un solo criterio con la massima importanza (valore 1) e gli altri con importanza nulla (peso =0). Per i punti sui lati del triangolo il criterio collocato sul vertice opposto al lato considerato avrà peso nullo, mentre per gli altri due criteri il peso sarà proporzionale alla distanza del punto dai rispettivi vertici. Il punto medio di ciascun lato sarà quello in cui i criteri rappresentati hanno peso uguale tra loro (0,5; si noti la figura).

A questo punto si immagini di assegnare il seguente sistema di priorità:

C1>C2>C3, cioè C1 è più importante di C2, che è più importante di C3. Questo sistema di priorità definisce delle aree all'interno del triangolo in cui i punti sono caratterizzati da valori numerici che rispettano le disuguaglianze assegnate. La condizione C1>C2 è rispettata da tutti i punti che si collocano nella parte alta del triangolo, compresi tra il lato C3-C1 e la linea mediana del lato C1-C2. La condizione C2>C3 è rispettata dai punti compresi nella porzione di triangolo tra il lato C1-C2 e la linea mediana della base del triangolo (lato C2-C3). Così si procede anche per la disuguaglianza C1>C3, implicita nella prime due (consistenza delle priorità). L'insieme dei punti che rispettano tutto il sistema delle priorità risulta essere lo spicchio di triangolo evidenziato con la freccia nel disegno. Di tutti questi punti il software ne estrae un insieme casuale. I cinque vettori dei pesi, facenti capo alle priorità definite per i gruppi di lavoro del Forum, calcolati con questo metodo, sono elencati di seguito:

	1. Gestione integrata e allocazione delle risorse idriche	2. Impatto attività umane sull'ambiente fluviale	3. Fruibilità e balneabilità laghi di Mantova	4. Interventi di rinaturazione e riqualificazione fluviale	5. Valli del Mincio
Costi	0.108	0.108	0.103	0.099	0.098
Tempi del beneficio	0.048	0.046	0.134	0.04	0.017
Capacità di riduzione inquinanti	0.047	0.108	0.134	0.099	0.098
Protezione falda	0.021	0.108	0.021	0.099	0.098
Rilevanza DMV	0.108	0.108	0.011	0.099	0.039
Valore paesistico	0.021	0.044	0.045	0.099	0.098
Biodiversità	0.047	0.046	0.021	0.099	0.098
Erosione e trasporto solido	0.021	0.046	0.011	0.099	0.017
Valorizzazione storico-culturale	0.011	0.012	0.097	0.01	0.001
Vincoli sociali	0.047	0.023	0.021	0.04	0.017
Obiettivi del PTUA	0.108	0.051	0.045	0.04	0.039
Codice di buone pratiche agricole	0.049	0.108	0.103	0.04	0.098
Prodotto d'area	0.011	0.011	0.045	0.019	0.017
Sistema di monitoraggio	0.108	0.108	0.045	0.019	0.098
Modello diffusione inquinanti	0.021	0.046	0.045	0.01	0.098
By-pass diversivo	0.108	0.011	0.011	0.04	0.039
Scolmatori	0.108	0.011	0.011	0.04	0.039
Fruizione turistico-ambientale	0.011	0.011	0.097	0.01	0.001

4. IL CALCOLO E LA VALUTAZIONE

Il confronto è stato effettuato usando tre algoritmi diversi per ciascuno dei 5 vettori dei pesi. Gli algoritmi, tutti inclusi nel programma chiamato DEFINITE, differiscono per il modo con cui le classifiche ordinali sono trasformate e per le procedure di standardizzazione dei coefficienti. L'uso di più metodi di calcolo è sempre consigliato in queste procedure di valutazione, laddove la soggettività

dei giudizi sui valori di importanza e le incertezze sulla valutazione delle prestazioni influiscono in maniera sensibile sui risultati. La possibilità di usare più algoritmi e più vettori di pesi garantisce la robustezza del risultato allorquando i risultati mantengono una certa costanza al variare dell'algoritmo e del vettore dei pesi.

I metodi di calcolo

Metodo della somma pesata

Dopo avere standardizzato (scala 0-1) i coefficienti della matrice, per ciascuna alternativa esegue il prodotto tra il valore della prestazione relativa a un certo criterio e il pesi dato al criterio medesimo. Si esegue la moltiplicazione per tutti i criteri e poi questi prodotti vengono sommati. L'alternativa che ottiene il punteggio più alto è la migliore.

Metodo Regime

Questo metodo stima la probabilità che una alternativa sia migliore di un'altra attraverso una analisi delle differenze di prestazione dei vari progetti relativamente ai criteri. A tal fine si serve di un generatore casuale di numeri per stabilire le combinazioni che rispettano la differenza di prestazione data nella matrice di confronto (procedura simile a quella per la generazione dei pesi). Metodo particolarmente indicato quando i coefficienti della matrice sono espressi su scala ordinale.

Metodo del valore atteso

Simile al metodo della somma pesata ma cambia il modo di standardizzare i coefficienti, che è più adatto a manipolare valori espressi su scale qualitative, come, per esempio, quella ordinale usata qui.

I risultati

I risultati ottenuti sono una serie di classifiche, tante quante i metodi di calcolo moltiplicati per il vettore dei pesi. La tavola dei risultati è data di seguito.

		Vettore Gruppo 1	Vettore Gruppo 2	Vettore Gruppo 3	Vettore Gruppo 4	Vettore Gruppo 5
Somma Pesata	1	Valli 0,62	Fasce 0,62	Fasce 0,70	Fasce 0,71	Fasce 0,70
	2	Portate 0,59	Valli 0,59	Valli 0,58	Valli 0,64	Valli 0,59
	3	Fasce 0,55	Portate 0,53	Isole 0,42	Filtro 0,42	Portate 0,44
	4	Isole 0,42	Filtro 0,44	Scarico 0,38	Isole 0,39	Filtro 0,39
	5	Filtro 0,38	Isole 0,35	Portate 0,36	Portate 0,34	Isole 0,32
	6	Scarico 0,19	Scarico 0,19	Filtro 0,35	Scarico 0,25	Scarico 0,24
Metodo Regime	1	Fasce 0,82	Fasce 1.00	Fasce 1,00	Fasce 1,00	Fasce 1.00
	2	Valli 0,82	Valli 0,63	Valli 0,88	Valli 0,80	Valli 0,80
	3	Portate 0,68	Portate 0,59	Scarico 0,48	Isole 0,60	Isole 0,57
	4	Isole 0,41	Filtro 0,47	Isole 0,48	Filtro 0,40	Filtro 0,40
	5	Filtro 0,25	Isole 0,30	Filtro 0,25	Scarico 0,20	Scarico 0,17
	6	Scarico 0,01	Scarico 0,02	Portate 0,001	Portate 0,005	Portate 0,06
Valore Atteso	1	Valli 0,90	Valli 0,90	Valli 0,92	Valli 0,91	Valli 0,89
	2	Isole 0,82	Fasce 0,82	Fasce 0,88	Fasce 0,86	Fasce 0,86
	3	Filtro 0,80	Filtro 0,82	Isole 0,79	Filtro 0,81	Filtro 0,79
	4	Fasce 0,80	Isole 0,78	Scarico 0,79	Isole 0,81	Isole 0,79
	5	Portate 0,77	Portate 0,75	Filtro 0,75	Scarico 0,73	Scarico 0,72
	6	Scarico 0,67	Scarico 0,79	Portate 0,63	Portate 0,64	Portate 0,70

Come si può notare i progetti relativi alla realizzazione delle fasce tampone boscate e alla riattivazione della microcircolazione nel sistema delle Valli si collocano pressoché stabilmente tra il primo e il secondo posto in tutte le classifiche (tranne in quella generata dal primo vettore di pesi per il metodo di calcolo del "Valore atteso"). Ciò significa che i risultati sono robusti e indicano queste due tipologie progettuali come le migliori in relazione agli obiettivi di riqualificazione dell'ambito fluviale del Mincio. La robustezza delle classifiche vale anche per le alternative peggiori, che sembrano essere quella della diversione dello scarico del depuratore di Mantova e la rinegoziazione delle concessioni e delle portate. In quest'ultimo caso, tuttavia, la scarsa prestazione offerta risente del fatto che non si tratta di un progetto vero e proprio ma di una azione strategica/programmatica per la quale non potevano essere considerati appieno i risvolti in termini di effetti indiretti sui vari aspetti della realtà (i criteri). Elevato, i questi casi, è infatti il rischio che il giudizio di prestazione si formi su basi non omogenee dal punto di vista delle conseguenze indirette sui criteri di confronto. Infine, la robustezza del risultato lascia intendere che anche in presenza di maggiori specifiche progettuali, con stime quantitative delle prestazioni relativamente ai criteri, non si avrebbero grossi scostamenti dei risultati da quelli ottenuti.