

Esiti del progetto Verbano

Nel 1999 il progetto VERBANO, finanziato dall'Unione Europea all'interno dei progetti INTERREG II ha realizzato una prima analisi a molti obiettivi relativa al sistema del Lago Maggiore, simulando l'effetto di una serie di alternative comprendenti modifiche normative, strutturali e gestionali.

Il problema e le azioni considerate

Alcuni anni fa la Svizzera propose di sbancare l'incile del Verbano per aumentarne la capacità di deflusso e ridurre così l'intensità e la frequenza delle esondazioni lacuali. La proposta suscitò un grande interesse tra gli abitanti dei comuni italiani posti sulle rive del Verbano, giacché i loro interessi sono analoghi a quelli dei rivieraschi ticinesi. Fu invece mal vista dalle popolazioni lungo il Ticino e il Po, che temevano che un aumento della capacità di deflusso del lago potesse accrescere la probabilità di esondazione nei loro territori. Per valutare gli effetti della proposta svizzera venne finanziato, nell'ambito del Programma INTERREG II della UE, uno studio denominato Progetto VERBANO. Nelle more del finanziamento del progetto, i due Parchi Regionali della valle del Ticino, uno lombardo e uno piemontese, avevano avanzato la richiesta di un incremento del **Deflusso Minimo Vitale** (DMV) nel Ticino sublacuale. Per questo, quando il progetto iniziò, si decise di valutare anche questa richiesta.

Nel formalizzare l'oggetto dello studio si era sin dall'inizio compreso che la richiesta svizzera avrebbe potuto essere meglio accettata alle popolazioni di valle italiane¹ se fosse stata accompagnata da una qualche modifica del sistema che portasse loro vantaggio. In quello studio si era individuata questa modifica in un aumento dell'invaso utile del lago, che avrebbe permesso di disporre di un maggior volume idrico per soddisfare le esigenze irrigue e idroelettriche. L'estremo superiore della fascia è attualmente posto a +1.00 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende, nel periodo che va dal 15 marzo al 31 ottobre, e a +1.50 m nella restante parte dell'anno. Mantenere l'estremo superiore della fascia di regolazione a +1.50 m tutto l'anno permetterebbe quindi di accrescere il volume utile per la regolazione. D'altra parte, ciò potrebbe anche produrre un incremento dell'estensione o della frequenza delle esondazioni lacuali, in quanto il

¹Qui e nel seguito i termini *monte* e *valle* dovranno essere intesi con riferimento all'incile lacuale del Lago Verbano.

regolatore potrebbe dare inizio allo svaso del lago a livelli più elevati rispetto a quanto attualmente gli viene imposto. L'innalzamento dell'estremo superiore della fascia di regolazione è pertanto una modifica a priori non gradita alle popolazioni rivierasche.

A partire da queste ipotesi il Progetto VERBANO ha preso in considerazione una serie di azioni. La prima era un'azione **strutturale**, che può assumere i seguenti valori:

- $SCALA_{ATT}$ (**scala attuale di deflusso**): lasciare l'incile invariato, mantenendo così inalterata la scala di deflusso;
- $SCALA_{+600}$: sbancare l'incile lacuale, così da permettere di erogare, all'inizio della piena, una portata superiore all'attuale di circa $600 \text{ m}^3/\text{s}$.

La seconda era un'azione **normativa**, più precisamente una coppia di azioni, riguardante due diversi elementi: la fascia di regolazione e il Deflusso Minimo Vitale (DMV) nel Ticino emissario. Rispetto alla fascia, l'azione può assumere due valori alternativi:

- $FASCIA_{ATT}$ (*fascia attuale*): l'estremo superiore della fascia ha l'attuale andamento tempo-variante;
- $FASCIA_{ALL}$ (*fascia allargata*): l'estremo superiore della fascia è posto tutto l'anno al livello $+1.50 \text{ m}$ sullo zero idrometrico di Sesto Calende.

Rispetto al DMV, le azioni si differenziano per il valore adottato ($13, 20, 25$ o $30 \text{ m}^3/\text{s}$) e per l'andamento temporale, che può essere costante (COS) o modulato (MOD) nel tempo, così da riprodurre la forma della mediana delle portate naturali in Ticino.

A parità di azioni strutturali e normative, il comportamento del sistema, e quindi gli effetti che esso produce, dipendono dalla modalità con cui viene regolato lo sbarramento: risultò quindi indispensabile considerare anche l'azione di **regolazione**, espressa dalla **politica**² adottata.

Un'alternativa progettuale è stata dunque definita come combinazione di un'azione strutturale, un'azione normativa e un'azione di regolazione. Tra le alternative da esaminare è stata considerata anche la cosiddetta **alternativa zero** (A0), che corrisponde a mantenere invariato il sistema ($SCALA_{ATT} / FASCIA_{ATT} / DMV_{13COS} /$ politica di regolazione storica): essa è l'alternativa che si realizzerebbe spontaneamente se Italia e Svizzera non raggiungessero un nuovo accordo e costituisce quindi il riferimento rispetto al quale vanno giudicati gli effetti prodotti dalle altre alternative.

Lo scopo del Progetto Verbano è stato dunque quello di individuare tutte le possibili alternative e, tra queste, trovare le **alternative di compromesso**, cioè quelle che godono del consenso, se non di tutti, almeno di un buon numero di portatori di interessi. Queste saranno poi sottoposte ai decisori politici, a cui spetta la scelta dell'**alternativa di miglior compromesso**.

²Con il termine **politica** si designa una funzione che ogni giorno, noto il volume idrico invasato nel lago, suggerisce un insieme di valori di deflusso tra cui il **regolatore** del lago può liberamente scegliere il valore da realizzare.

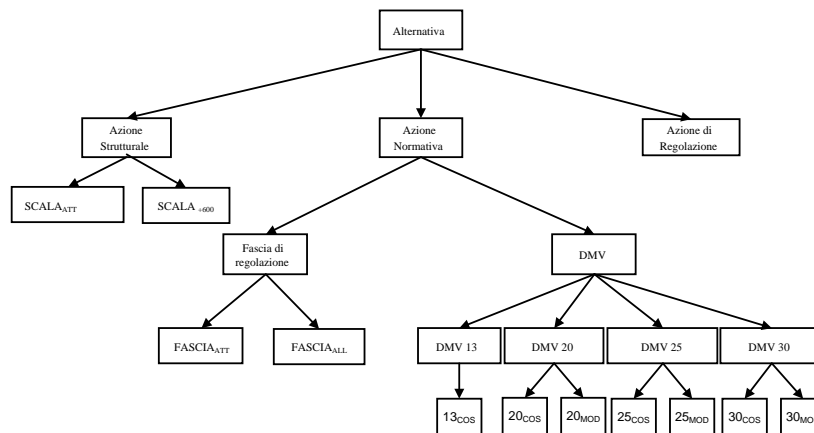


Figura 1: L'albero delle azioni che compongono un'alternativa.

Lo sviluppo dello studio

Una volta definite le alternative, attraverso il coinvolgimento dei rappresentanti dei portatori di interesse, sono stati individuati i **settori** da considerare, intendendo con settore un gruppo di interessi omogeneo.

Per ogni settore è stato poi individuato il **criterio di valutazione** (detto anche **criterio di settore**), che è l'attributo o il fattore con cui i portatori del settore giudicano le prestazioni delle alternative. Gli insiemi dei settori, dei portatori d'interesse e dei criteri di valutazione sono presentati in Fig. 2.

Ogni criterio di settore è stato specificato tramite criteri di valutazione di secondo livello e, quando è apparso necessario, anche quest'ultimi sono stati a loro volta smembrati in criteri di terzo livello. Si è così individuato, per ciascun criterio di settore, un insieme di **criteri-foglia**, ovvero di criteri dell'ultimo livello, caratterizzati dal fatto che ad essi sono facilmente associabili procedure di calcolo, dette **indicatori**, che permettono di stimare dei valori sulla base dei quali gli esperti possono valutare quanto una data alternativa soddisfi i criteri-foglia, una volta note le traiettorie delle variabili idrologiche che tale alternativa produce. L'elenco degli indicatori è riportato nelle Tab. 1 e 2.

Una volta definiti gli indicatori, è stato possibile passare all'*Identificazione delle alternative*. Per individuarle è necessario generare politiche di regolazione **efficienti**, attraverso la soluzione di opportuni **Problemi di Controllo Ottimo** e ciò richiede di aver preventivamente stabilito come misurarne gli effetti. La formulazione di questi problemi impone di definirne gli **obiettivi** di controllo, le **variabili di decisione** e i **vincoli**. Per definire i primi si è fatto ricorso, ancora una volta, al coinvolgimento degli esperti di settore, tramite apposite procedure. Dall'insieme degli indicatori si sono così selezionati i seguenti **indicatori di controllo**:

- somma delle aree medie [km²/anno] annualmente allagate a Locarno e

Tabella 1: L'elenco degli indicatori dei settori a monte.

Settori	Indicatori		
Esondazioni a monte	<i>I</i> _{Es, M, 1, Loc}	Massima area allagata a Locarno	[km ²]
	<i>I</i> _{Es, M, 1, Vb}	Massima area allagata a Verbania	[km ²]
	<i>I</i> _{Es, M, 2, Loc}	Area media annualmente allagata a Locarno	[km ² /anno]
	<i>I</i> _{Es, M, 2, Vb}	Area media annualmente allagata a Verbania	[km ² /anno]
	<i>I</i> _{Es, M, 3, Loc}	Massimo numero di giorni consecutivi di esondazione a Locarno	[g]
	<i>I</i> _{Es, M, 3, Vb}	Massimo numero di giorni consecutivi di esondazione a Verbania	[g]
	<i>I</i> _{Es, M, 4, Loc}	Numero medio annuo di giorni di esondazione a Locarno	[g/anno]
	<i>I</i> _{Es, M, 4, Vb}	Numero medio annuo di giorni di esondazione a Verbania	[g/anno]
	<i>I</i> _{Es, M, 5, Loc}	Massimo numero di giorni di interruzione del traffico a Locarno	[g]
	<i>I</i> _{Es, M, 5, Vb}	Massimo numero di giorni di interruzione del traffico a Verbania	[g]
	<i>I</i> _{Es, M, 6, Loc}	Numero medio annuo di giorni di interruzione del traffico a Locarno	[g/anno]
	<i>I</i> _{Es, M, 6, Vb}	Numero medio annuo di giorni di interruzione del traffico a Verbania	[g/anno]
Navigazione	<i>I</i> _{Nev, M, 1}	Costo medio annuo per la costruzione e lo smantellamento delle passerelle	[A/anno]
	<i>I</i> _{Nev, M, 2}	Mancato ricavo medio annuo per la chiusura degli scali	[A/anno]
	<i>I</i> _{Nev, M, 3}	Mancato ricavo medio annuo per l'impossibilità di imbarcare mezzi pesanti a bassi livelli	[A/anno]
Turismo a monte	<i>I</i> _{Tur, M, 1}	Percentuale del periodo turistico in cui il livello del lago È inferiore alla Fascia di Normalità Turistica	[%]
	<i>I</i> _{Tur, M, 2}	Percentuale del periodo turistico in cui il livello del lago È superiore alla Fascia di Normalità Turistica	[%]
	<i>I</i> _{Tur, M, 3}	Numero medio annuo dei trattamenti certi	[trattamenti/anno]
	<i>I</i> _{Tur, M, 4}	Durata media dei periodi in cui i trattamenti sono probabili	[g/anno]
Zanzare	<i>I</i> _{Znr, M, 1}	Numero medio annuo dei trattamenti certi	[trattamenti/anno]
	<i>I</i> _{Znr, M, 2}	Durata media dei periodi in cui i trattamenti sono probabili	[g/anno]
Pesca a monte	<i>I</i> _{Pes, M, 1}	Percentuale delle uova deposte dall'Alborella che non si schiudono	[%]
	<i>I</i> _{Pes, M, 2}	Percentuale delle uova deposte dal Coregone che non si schiudono	[%]
	<i>I</i> _{Pes, M, 3}	Frazione del periodo di fregola in cui il Luccio non può utilizzare il canneto	[%]
	<i>I</i> _{Pes, M, 4}	Frazione del periodo di fregola in cui i Ciprinidi non possono utilizzare il canneto	[%]
Ambiente a monte	<i>I</i> _{Amb, M, 1}	Distanza tra regime regolato e regime naturale	[m]
	<i>I</i> _{Amb, M, 2}	Numero medio annuo di giorni in cui il livello del lago È nella fascia di erosione del canneto	[g/anno]
	<i>I</i> _{Amb, M, 3}	Fazione del periodo di fregola in cui i Ciprinidi non possono utilizzare il canneto	[%]
	<i>I</i> _{Amb, M, 4}	Fazione del periodo di nidificazione in cui il livello lacuale È superiore alla soglia dei nidi	[%]
	<i>I</i> _{Amb, M, 5}	Fazione del periodo di normale emersione dei litrali in cui il livello lacuale È superiore alla soglia di emersione	[%]

Tabella 2: L'elenco degli indicatori dei settori a valle.

Settori	Indicatori		
Esondazioni a valle	$I_{Es,V,1}$	Massimo colmo di piena raggiunto a Pavia	[m]
	$I_{Es,V,2}$	Area media annualmente allagata a Pavia	[km ² /anno]
	$I_{Es,V,3,BI}$	Massimo numero di giorni consecutivi di esondazione a Borgo Ticino (Pavia)	[g]
	$I_{Es,V,3,PV}$	Massimo numero di giorni consecutivi di esondazione in golena (Pavia)	[g]
	$I_{Es,V,4,BI}$	Numero medio annuo di giorni di esondazione a Borgo Ticino (Pavia)	[g/anno]
	$I_{Es,V,4,PV}$	Numero medio annuo di giorni di esondazione in golena (Pavia)	[g/anno]
	$I_{Es,V,5}$	Massimo numero di giorni consecutivi di interruzione del traffico a Pavia	[g]
	$I_{Es,V,6}$	Numero medio annuo di giorni di interruzione del traffico a Pavia	[g/anno]
Irrigazione	$I_{Ir,V,1}$	Volume medio annuo dei deficit complessivo di fornitura idrica	[Mm ³ /anno]
	$I_{Ir,V,2}$	Periculosità media degli stress	[]
	$I_{Ir,V,3,CI}$	Variabilità della fornitura al Canale Industriale	[]
	$I_{Ir,V,3,CBE}$	Variabilità della fornitura al Canale Regina Elena	[]
	$I_{Ir,V,3,CV}$	Variabilità della fornitura al Canale Villoresi	[]
Energia Enel	$E_{En,En,V,1}$	Valore medio annuo dei mancati ricavi delle centrali idroelettriche dell'ENEL	[€/anno]
	$E_{En,En,V,2}$	Numero medio annuo di giorni di fuori servizio della centrale termoelettrica di Turbigo	[g/anno]
Turismo a valle	$I_{Tur,V,1}$	Numero medio annuo di giorni con portate in Ticino (Panperduto) superiori alla Fascia di Normalità Turistica	[g/anno]
	$I_{Tur,V,2}$	Numero medio annuo di giorni con portate in Ticino (Panperduto) inferiori alla Fascia di Normalità Turistica	[g/anno]
Ambiente a valle	$I_{Amb,V,1}$	Distanza tra regime regolato e regime naturale in Ticino	[m ³ /s]
	$I_{Amb,V,2}$	Valore del DMV	[]
	$I_{Amb,V,3}$	Numero medio annuo di giorni in cui la portata in Ticino è inferiore o uguale al DMV	[g/anno]
	$I_{Amb,V,4}$	Numero medio annuo di giorni consecutivi in cui la portata in Ticino è inferiore o uguale al DMV	[g/anno]
Energia Est Sasia	$I_{Amb,V,4}$	Frazione del periodo riproduttivo di avifauna acquatica e specie ittiche in cui la portata del Ticino a Oleggio varia troppo rapidamente	[%]
	$E_{En,En,V,1}$	Valore medio annuo dei mancati ricavi delle centrali idroelettriche del Consorzio Est-Sasia	[€/anno]

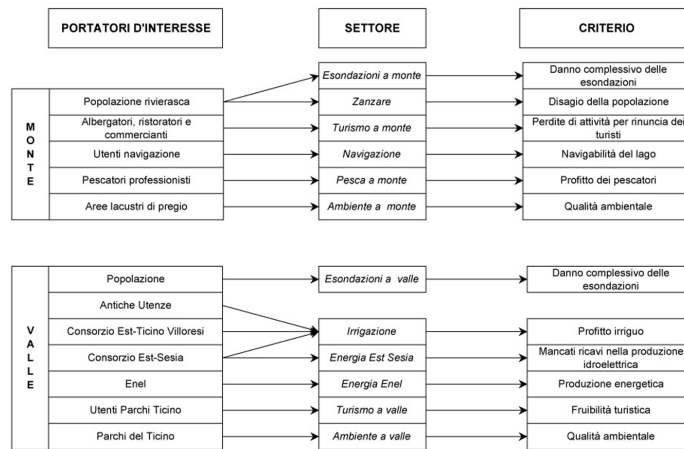


Figura 2: Portatori d'interesse, settori e criteri di valutazione.

Verbania;

- pericolosità [-] degli stress per le colture irrigue;
- mancati ricavi [M€] delle centrali idroelettriche dell'ENEL;
- distanza [m³/s] tra regime regolato e regime naturale in Ticino.

Da questi sono stati formalizzati gli obiettivi, specificando come trattare l'incertezza e la stocasticità che caratterizzano il sistema idrico. I vincoli sono costituiti dalla riunione dell'insieme dei vincoli posti dalla struttura fisica del sistema idrico, con i vincoli legali che la regolazione deve rispettare. L'azione strutturale influenza i primi, l'azione normativa i secondi. Infine, per specificare quantitativamente le relazioni intercorrenti tra obiettivi, vincoli e variabili di decisione è stato identificato un *modello* del sistema idrico.

Con questi strumenti si è generato un insieme di politiche, e quindi di alternative, ognuna delle quali realizza il minimo di una determinata combinazione di obiettivi ed è pertanto **efficiente**. Poiché esistono infiniti modi di combinare tra loro gli obiettivi, ma è di fatto possibile considerarne solo un numero finito, che non può essere neppure troppo grande per problemi di tempi di calcolo, si è suddivisa la generazione delle alternative in due passi. Ciò ha comportato la suddivisione in più passi anche delle successive fasi di *Stima degli effetti*, *Valutazione* e *Comparazione*.

Ognuna delle alternative così generate è stata simulata per stimare gli indicatori di tutti i settori. Le simulazioni sono state effettuate su un orizzonte di 25 anni, a fronte dello scenario di afflusso registrato nel periodo 1974-1998. Analizzando gli effetti ottenuti è emerso che, per il settore *Esondazioni a valle*, le differenze tra gli indicatori nell'alternativa migliore e in quella peggiore sono

inferiori all'incertezza con cui i loro valori sono stati stimati; pertanto tali indicatori non possono essere utilizzati per confrontare tra loro le alternative. Si è quindi deciso di sospendere il giudizio relativamente a tale settore, di effettuare la fase di *Comparazione delle alternative* (negoziazione) senza tenerne conto e di tornare a studiare gli effetti prodotti su questo settore in corrispondenza delle sole alternative di compromesso.

Anche la *Valutazione delle alternative* ha visto la collaborazione degli esperti di settore, al fine di associare a ciascun indicatore una **funzione di utilità parziale**, che potesse trasformare il valore dell'indicatore, espresso in unità fisiche, nel livello di soddisfazione che esso genera. Combinando linearmente le funzioni di utilità parziali degli indicatori di uno stesso settore, con pesi che ne esprimono l'importanza relativa, si sono ottenute le **utilità di settore**.

Da ultimo lo studio ha sviluppato anche la fase di *Comparazione delle alternative*, che si articola e si intreccia con le altre secondo lo schema di Fig. 3. Dopo una serie di momenti preliminari, è stato effettuato il primo passo di negoziazione, grazie al quale è stato individuato un primo insieme di **alternative di attrazione**. A partire dalle caratteristiche di queste e dalle esigenze espresse dai portatori d'interesse sono state generate nuove alternative. Si è quindi proceduto a un nuovo passo di negoziazione, che ha portato all'individuazione di un secondo insieme di alternative di attrazione e di **alternative subite**. Per queste alternative è stata eseguita un'analisi approfondita degli effetti che esse producono sul settore *Esondazione a valle*, dalla quale è emerso che tutte le alternative in cui l'azione strutturale è la $SCALA_{+600}$ producono effetti che i portatori d'interesse di questo settore non sono disposti ad accettare. Per questo motivo sono state studiate opportune **misure di mitigazione**. Altre misure di mitigazione sono state progettate per *Ambiente a monte*, in particolare per l'area delle Bolle di Magadino. Si è quindi proceduto all'ultimo passo di negoziazione, che ha portato all'individuazione di alcune alternative di compromesso. In conclusione, le alternative così individuate sono risultate condivise da parte dei portatori di interesse coinvolti nel progetto, ma in assenza di un mandato istituzionale che potesse promuoverne l'applicazione, sono rimaste, di fatto, non implementate.

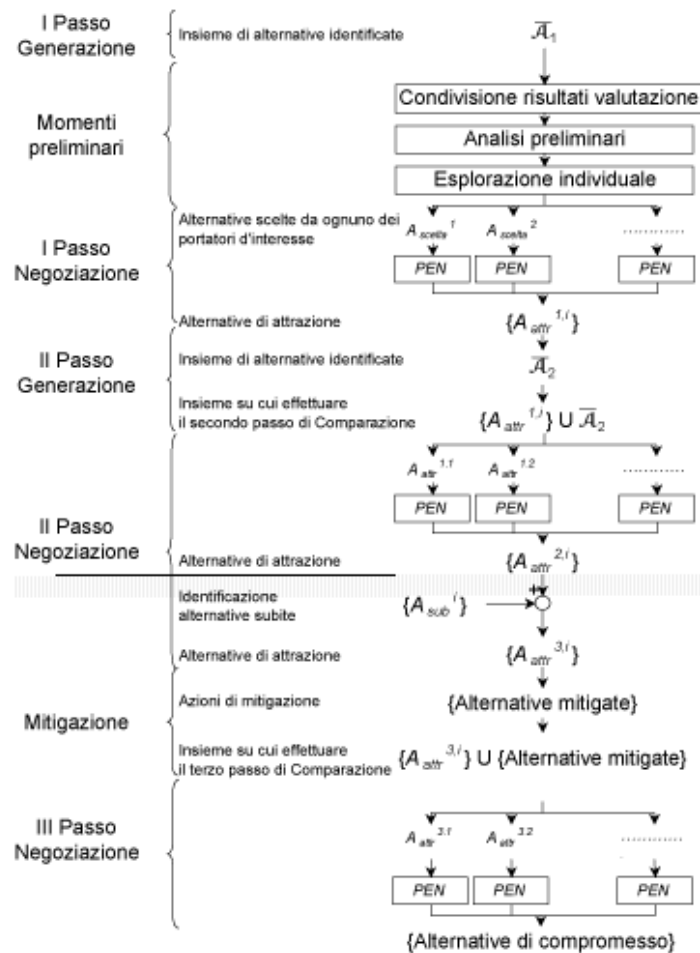


Figura 3: I passi in cui si articola e si intreccia la fase di *Comparazione delle alternative* con la generazione delle alternative (che è una parte della fase di *Identificazione*)