

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Procedura operativa del modello pressioni-impatti-misure

Generalità

Il **modello** è articolato su due distinti livelli applicativi: il primo a scala di distretto/sub-distretto ed il secondo a scala sub-regionale/locale. Ad ognuno dei due livelli applicativi corrisponde un livello operativo: la scala di distretto/sub-distretto è affidata all’Autorità di bacino mentre la scala sub-regionale/locale è affidata alle singole Regioni. La congruenza tra i due livelli è assicurata in termini di “successive approssimazioni” alla condizione di equilibrio.

In ambedue i livelli si ricerca la migliore relazione numerica tra le pressioni insistenti sui singoli corpi idrici e gli effetti determinati su di essi per definire scenari di riduzione degli impatti.

Sul primo livello opera un **modulo statistico** (basato su tecniche di regressione multivariata) il cui output consente l’elaborazione di scenari di controllo sulle singole pressioni (misure). Sul secondo livello applicativo può operare o un **modulo fisicamente basato** qualora occorra definire scenari di dettaglio su un particolare Elemento di Qualità o un **modulo di giudizio esperto** che specializza, anche operando sugli specifici intervalli di confidenza dei parametri del modulo statistico, le risultanze generali di quest’ultimo a livello di singolo corpo idrico monitorato.

Il modulo statistico opera sulle pressioni definite nel *WFD Reporting Guidance 2016* e sugli impatti misurati caratterizzati da tre indicatori di stato: i due Elementi di Qualità Biologica delle macrofite (IBMR) e dei macroinvertebrati (STAR_ICMi) e l’indicatore LIMeco delle condizioni fisico-chimiche a supporto della classificazione di Stato Ecologico. Conseguentemente opera il modulo di giudizio esperto. Il modulo fisicamente basato opera invece separatamente sui singoli componenti del LIMeco e sugli EQB qualora la base dati sia tale da sostenere le procedure di calibrazione e di analisi di sensitività del particolare algoritmo utilizzato.

Sequenza operativa del modello

Il modello nel suo complesso è un modello di simulazione.

E' necessario distinguere una *sequenza operativa in previsione* di misure da una *sequenza operativa in verifica* dei risultati ottenuti dall'attuazione delle misure. La sequenza operativa in previsione appartiene alla fase progettuale del programma delle misure. La sequenza operativa in verifica appartiene alla fase di affinamento delle capacità di simulazione del modello.

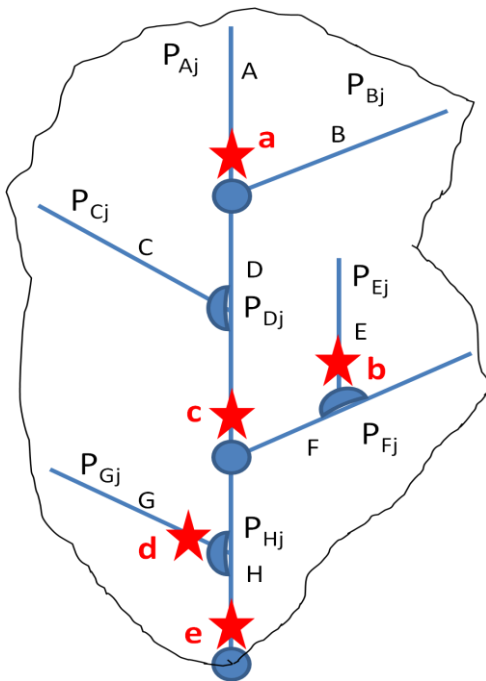
La sequenza operativa prevede nel primo livello l'operatività dell'Autorità di bacino al fine di scegliere l'insieme delle misure in grado di far conseguire l'obiettivo definito e successivamente nel secondo livello l'operatività delle Regioni che definiranno l'intensità delle misure "non strutturali" (modulo di gestione esperto) e dove saranno efficientemente dimensionati gli interventi "strutturali" (modulo fisicamente basato).

Intensità delle misure "non strutturali" e dimensionamento degli interventi "strutturali", che dovessero modificare il livello di controllo sulle pressioni indicato nel primo livello, sono sottoposte alla procedura operativa del modulo statistico per quantificare l'ipotetico scostamento dagli impatti originari.


In questa memoria ci occuperemo della sola **sequenza operativa in previsione** relativa all'Autorità di bacino e al **raccordo con il modulo di giudizio esperto**. Nel prosieguo pertanto i termini "pressione" e "regressore" saranno utilizzati reciprocamente così come i termini "impatto" e "variabile dipendente".

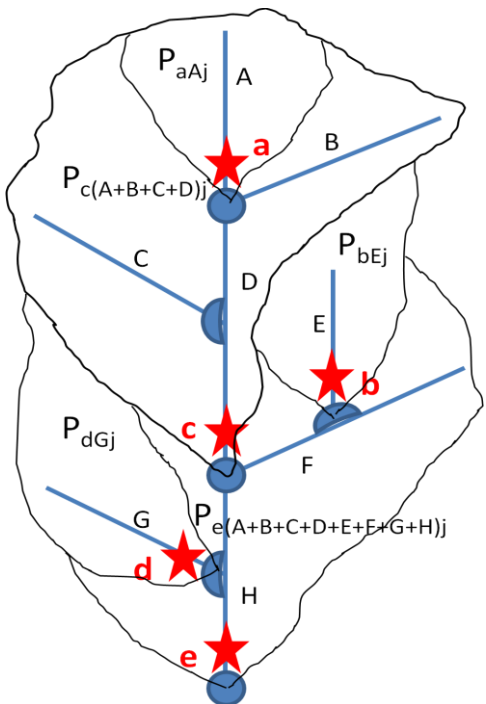
Sequenza operativa in previsione dell'Autorità di bacino

1. delimitazione del dominio di analisi e di elaborazione verificando la sostanziale omogeneità dei bacini sottesi dai corpi idrici in relazione all'omogeneità del pattern geologico;




Dominio di analisi:

A, B, ..., H corpi idrici superficiali
 a, b, ..., e stazioni di monitoraggio
 P_{Aj} pressione j-esima sul corpo idrico A
 perimetro del dominio di analisi

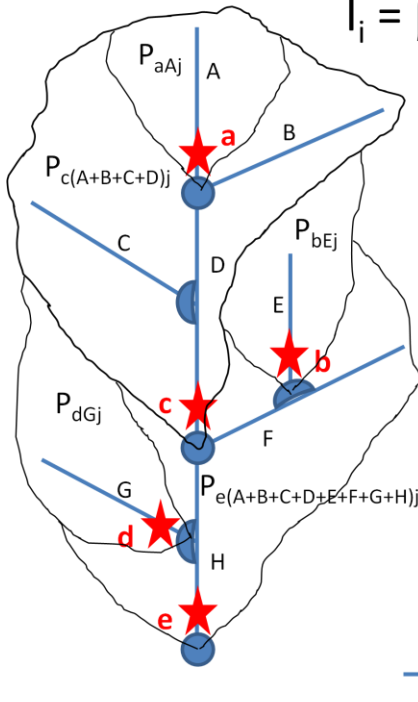


Dominio di elaborazione:

A, B, ..., H corpi idrici superficiali
 a, b, ..., e stazioni di monitoraggio
 $P_{c(A+B+C+D)j}$ pressione j-esima cumulata
 relativa alla stazione di monitoraggio "c"
 perimetro del bacino
 sotteso dalla singola stazione di
 monitoraggio

2. ricognizione per ogni corpo idrico delle pressioni gravanti sullo stesso;
3. ricognizione degli impatti (LIMEco, STAR_ICMi e IBMR) nelle stazioni di monitoraggio;
4. definizione delle relazioni tra il singolo impatto (variabile dipendente) e le pertinenti pressioni (regressori);

$$I_i = \beta_0 + \beta_1 * P_{i1} + \beta_2 * P_{i2} + \dots + \beta_k * P_{ik} + \varepsilon_i$$



dove:

- I_i impatto misurato nella stazione i -esima
- P_{ij} pressione (puntuale e diffusa) misurata/stimata per ogni corpo idrico e cumulata su tutti i bacini sottesi dalla stazione di monitoraggio i -esima responsabile dell' I_i (con $j = 1, 2, \dots, k$)

• β_j parametro della singola pressione

I singoli impatti I_i sono rappresentati dal:

- LIMeco (indice di supporto allo Stato Ecologico)
- indice macrofitico IBMR (componente Stato Ecologico)
- indice macrobentonico STAR-ICMI (componente Stato Ecologico)

● Nodo di corpo idrico

★ Stazione di monitoraggio i con $i = a, b, \dots, e$

— Corpo idrico

5. costruzione della matrice impatti-pressioni nella quale: a) in ogni riga sono rappresentati i valori degli impatti nella stazione di monitoraggio corrispondente a quella riga e i valori delle pressioni gravanti su tutto il bacino sotteso da quella stazione di monitoraggio; b) in ogni colonna sono rappresentati i valori degli impatti misurati in tutte le stazioni di monitoraggio e i valori delle pressioni via via cumulate in relazione al grado di gerarchizzazione della rete dei corpi idrici superficiali;
6. elaborazione dei parametri delle regressioni multivariate e dei relativi intervalli di confidenza, compresi i test di specificità del modulo statistico, di significatività dei singoli parametri e di normalità e omoschedasticità dei residui (eventuali correzioni con il metodo dei minimi quadrati generalizzati);

• specificità del modello di relazioni I-P:

statistica F di Fisher per $H_0: b_0=b_1=\dots=b_k=0$

• significatività dei singoli parametri dei regressori:

statistica t di Student per $H_0: b_j=0$

• verifica della normalità dei residui:

grafico $q-q$ plot

• verifica di omoschedasticità dei residui:

test di White "ridotto" (ipotesi)

7. definizione degli scenari compatibili con le risorse economiche modificando opportunamente le pressioni gravanti sui singoli corpi idrici;

Gli scenari

$$I'_e = \beta_0 + \beta_1 * P'_{e1} + \beta_2 * P'_{e2} + \dots + \beta_k * P'_{ek}$$

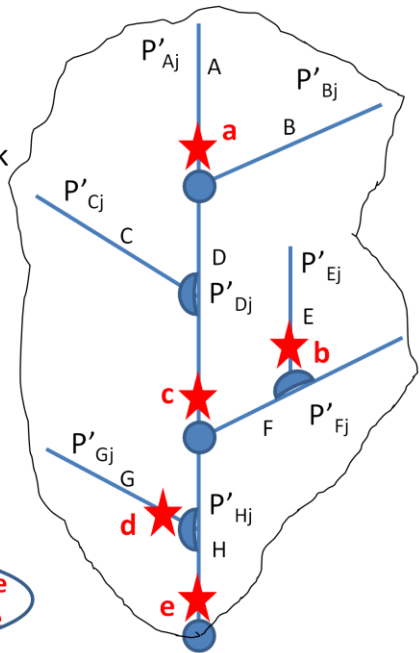
Attenzione: I'_e si riferisce a tutto il dominio e le P'_e si riferiscono alle pressioni cumulate utilizzando le singole P_j modificate con le misure

Pressione modificata

Incidenza della pressione su impatto

"rumore di fondo" naturale e pressioni non conosciute

Nuovo impatto



Dominio di decisione

8. valutazione degli impatti attesi dal nuovo quadro delle pressioni attraverso la formulazione della relazione lineare della quale sono noti i parametri e i nuovi valori dei regressori.

Raccordo con il modulo di giudizio esperto

Il parametro del singolo regressore del modulo statistico opera “in media” e pertanto non può essere utilizzato per simulare gli effetti alla scala puntuale.

Nota metodologica

Per poter caratterizzare il parametro alla scala puntuale è necessario disporre di una *lunga serie storica di relazioni pressioni-impatti* riferiti unicamente a quel determinato punto. Ciò al momento non è possibile per diversi ordini di circostanze:

a) poiché le frequenze di rilevamento degli impatti nelle stazioni di monitoraggio di sorveglianza e in quelle dell’operativo sono diverse, esiste un *trade-off* tra l’aumento del numero dei dati a disposizione e la riduzione della risoluzione territoriale;

b) poiché le pressioni hanno inerzie e varianze differenti, è elevato il rischio di assumere come strutturale un impatto che per contro è contingente e viceversa;

c) poiché gli impatti reagiscono in tempi differenti rispetto ai cambiamenti strutturali delle pressioni che li determinano, è elevato il rischio di escludere dalla serie storica delle relazioni pressioni-impatti i dati relativi agli impatti che hanno una maggiore inerzia;

d) poiché il contributo alla lunghezza delle serie storica delle relazioni pressioni-impatti è fornito dal monitoraggio operativo, è elevato il rischio di adottare procedure di “destagionalizzazione” diversificate tra pressioni e impatti così come all’interno delle pressioni e degli impatti.

In particolare rispetto a quest’ultima circostanza e con riferimento ai due EQB d’interesse, occorre mettere nel conto, oltre alla sovrapposizione con gli andamenti stagionali differenti di alcune pressioni, anche e soprattutto che l’andamento periodico delle popolazioni (monitorate negli EQB) è una conseguenza della dinamica “interna” delle stesse laddove la competizione tra le specie presenti all’interno delle popolazioni non può essere trascurata.

Tenuto conto di tutti questi fattori di indeterminatezza (e di incertezza) e tornando al problema di avere un “riferimento” per approssimare con sufficiente attendibilità la simulazione degli effetti a scala puntuale, appare possibile ricorrere agli intervalli di confidenza che caratterizzano i singoli parametri dei regressori.

Atteso che per un dato livello di confidenza ($\alpha\%$) all’interno dell’intervallo ricade il $(100-\alpha)\%$ dei campioni estraibili, si può assumere in relazione allo specifico regressore nella specifica situazione puntuale che i valori del corrispondente parametro prossimi ai limiti dell’intervallo rappresentino situazioni puntuali proporzionalmente distanti dalla media. Poiché il parametro della pressione-regressore “interpreta” il contributo medio della pressione-regressore all’impatto-variabile dipendente, si può assumere che a “pendenze” locali della relazione superiori alla media corrispondano valori proporzionalmente prossimi al limite superiore dell’intervallo di confidenza.