

PIANIFICAZIONE DEL BILANCIO IDRICO PROVINCIA DI SONDRIO



Integrazione del Piano Territoriale di Coordinamento
Provinciale (PTCP) della Provincia di Sondrio

PIANIFICAZIONE DEL BILANCIO IDRICO DELLA PROVINCIA DI SONDRIO

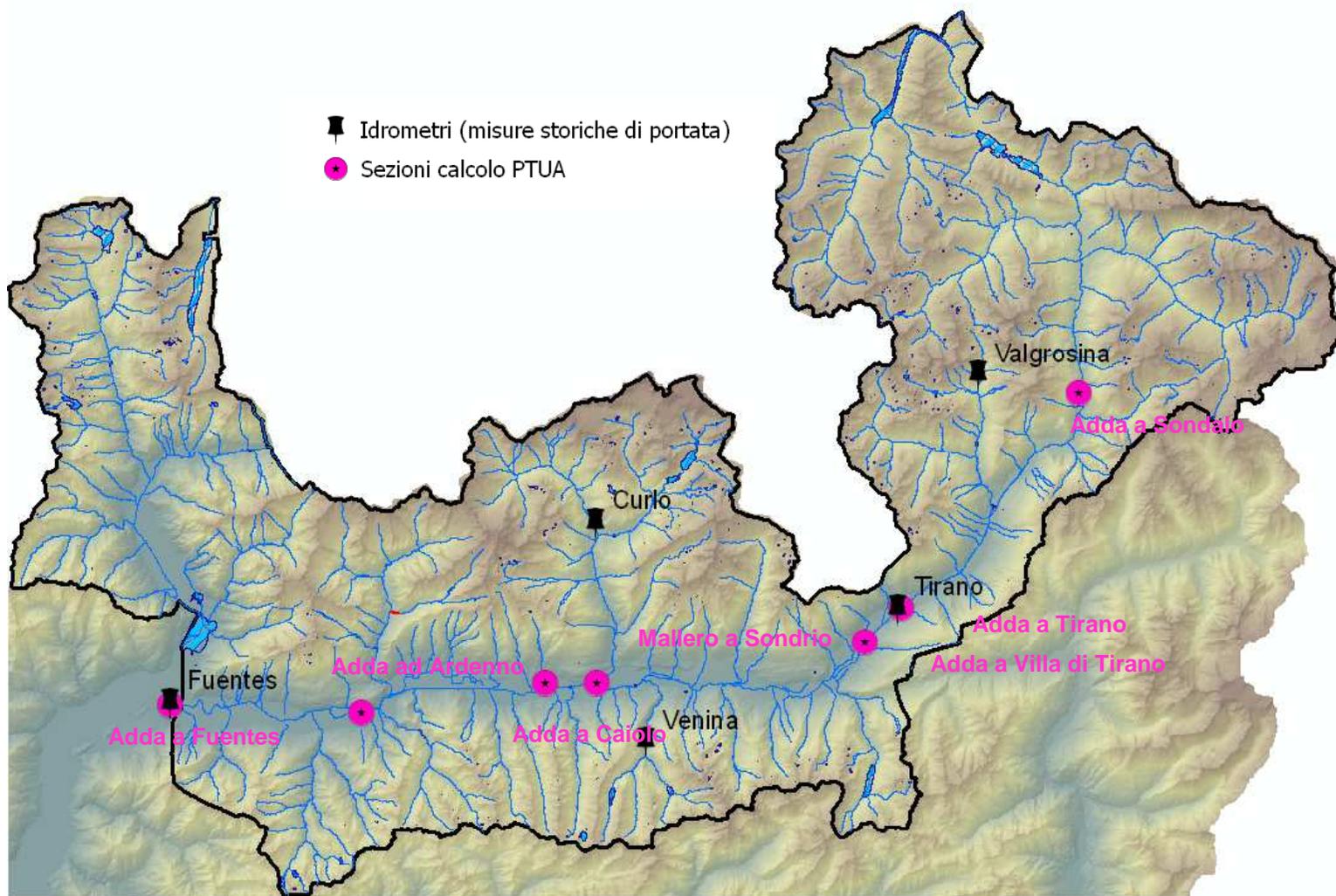
OBIETTIVI:

- raggiungere gli obiettivi ambientali previsti per le risorse idriche dalla WFD 2000/60 CE (stato buono entro il 2016);
- predisposizione di uno strumento strategico di supporto al governo delle acque ed in particolare per l'utilizzo idroelettrico e individuazione degli indirizzi per la oculata gestione della risorsa nell'ottica della sostenibilità economico-ambientale.

CONTENUTI:

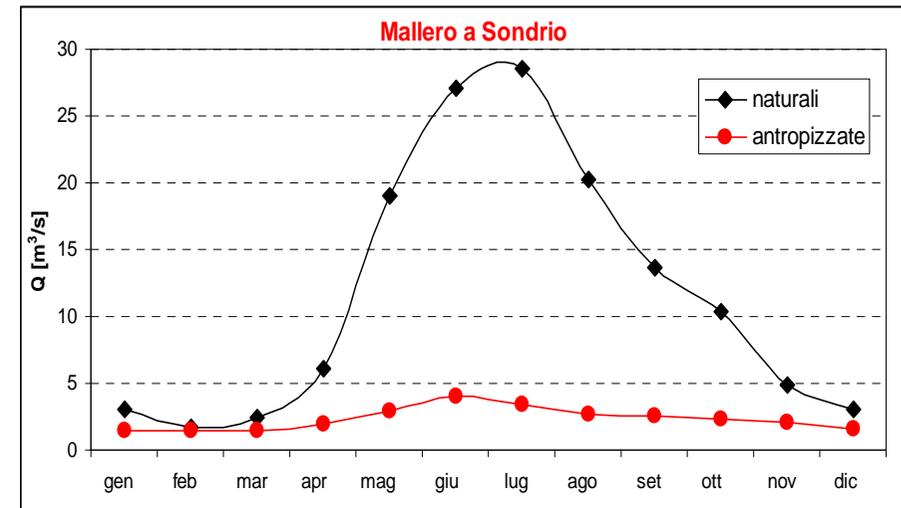
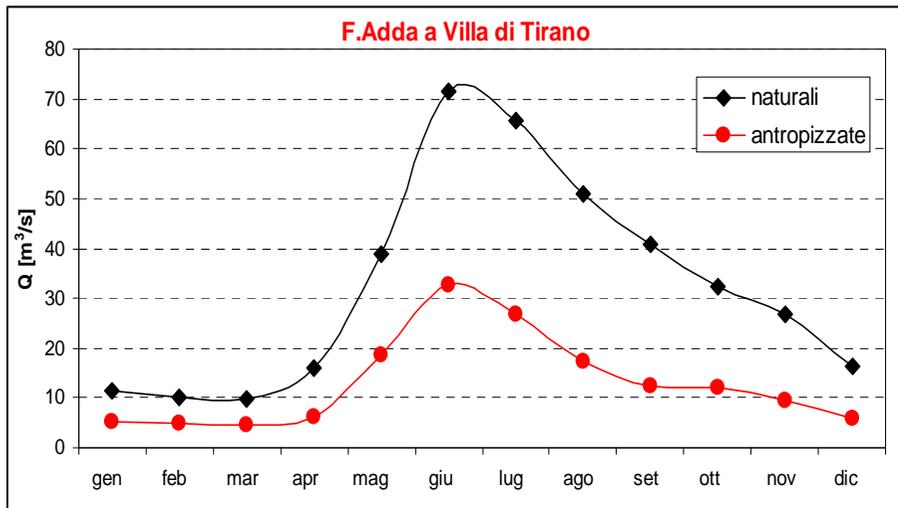
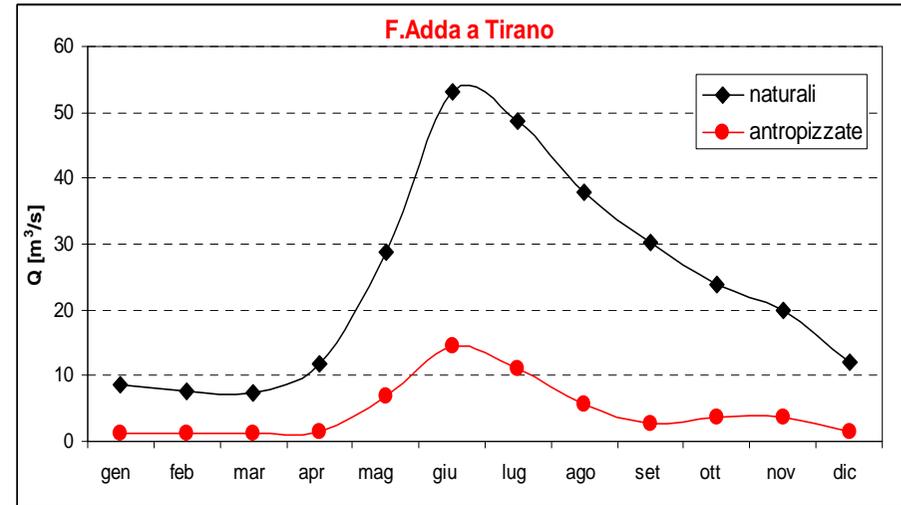
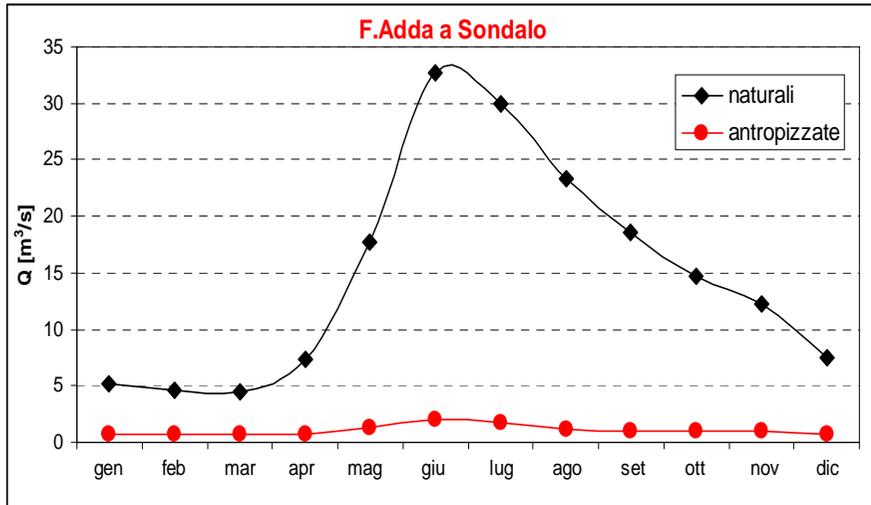
- fare il punto sul livello attuale delle conoscenze rispetto allo stato quali-quantitativo delle risorse idriche della Provincia di Sondrio, in particolare in funzione degli usi della risorsa;
- individuazione delle aree e dei periodi temporali in cui la scarsità d'acqua innesca situazioni di conflittualità fra la salvaguardia ecologica ed ambientale degli ambiti fluviali e le utilizzazioni;
- analisi del rischio indotto dalle derivazioni, segnatamente quelle idroelettriche, e dalle restituzioni sulla base di indicatori di criticità quali-quantitativa;
- valutazione delle misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi tenendo presenti tutti gli aspetti collegati (ecologici, naturalistici, idrogeologici, sociali, economici).

PTUA Sezioni di calcolo



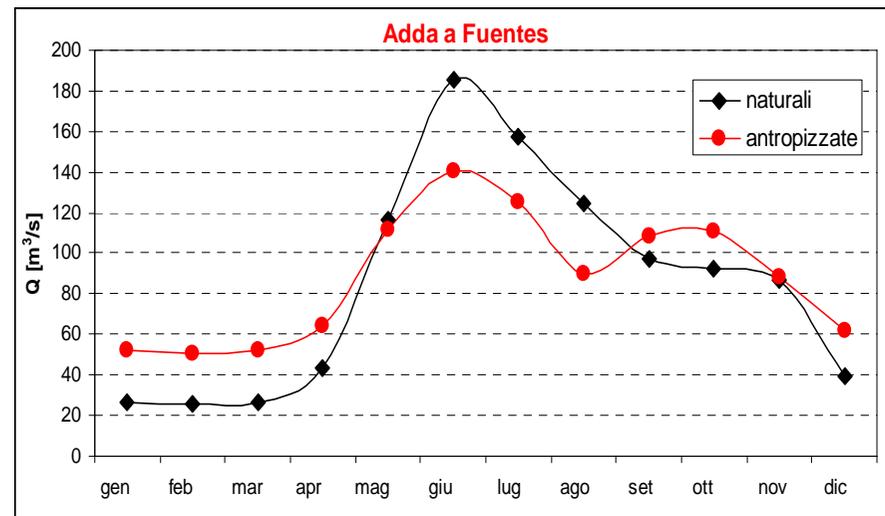
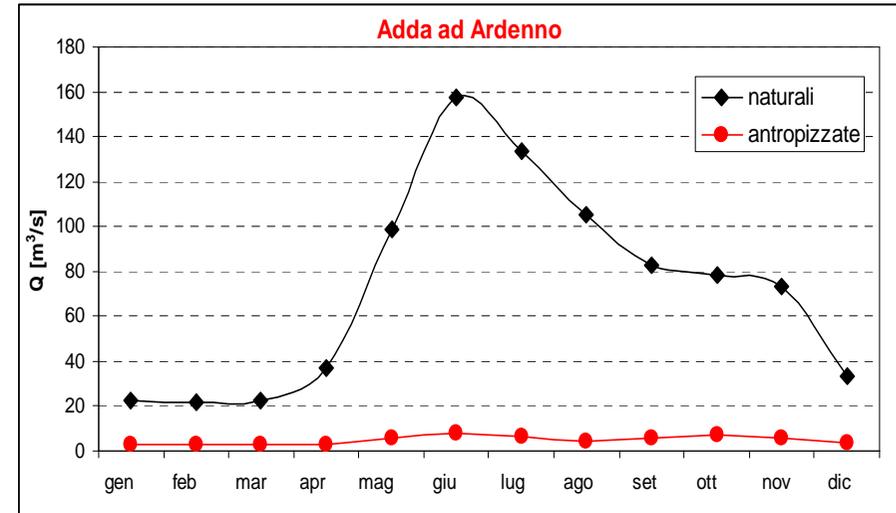
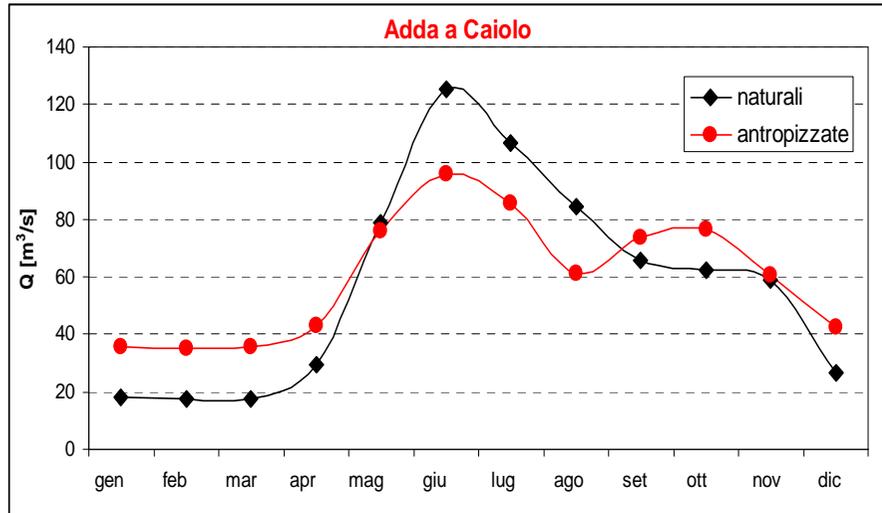
PTUA Regione Lombardia.

Deflussi fluviali medi mensili naturali e antropizzati



PTUA Regione Lombardia.

Deflussi fluviali medi mensili naturali e antropizzati



PIANIFICAZIONE DEL BILANCIO IDRICO DELLA PROVINCIA DI SONDRIO

ARTICOLAZIONE DEL PIANO

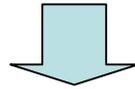
- I. QUADRO CONOSCITIVO DI BASE***
- II. STIMA DELLA RISORSA NATURALE***
- III. ANALISI DELLE PORTATE ANTROPIZZATE***
- IV. INDICI DI CRITICITA'***
 - IV. 1. Aspetti quantitativi***
 - IV. 2. Aspetti qualitativi***
- V. OBIETTIVI ED INDIRIZZI PER LA PIANIFICAZIONE (Norme Tecniche di Attuazione)***
- VI. PROPOSTA PER LA RETE DI MONITORAGGIO***

II – Stima della risorsa naturale

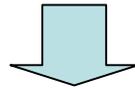
Corsi d'acqua superficiali

APPLICAZIONE METODOLOGIA PTUA

Procedura di regionalizzazione



**INDIVIDUAZIONE DELLA PORTATA MEDIA ANNUA PER
CIASCUN TRATTO DEL RETICOLO**



**INTEGRAZIONE DELLA STIMA DELLE PORTATE MEDIE ANNUE
CON LA VALUTAZIONE DELLO SCAMBIO IDRICO POSITIVO O
NEGATIVO CON IL SOTTOSUOLO**



**INDIVIDUAZIONE DELLA PORTATA MEDIA ANNUA
CORRETTA PER CIASCUN TRATTO DEL RETICOLO**

II – Stima della risorsa naturale

Criterio metodologico PTUA Lombardia
(Allegato 2)



Procedura di regionalizzazione

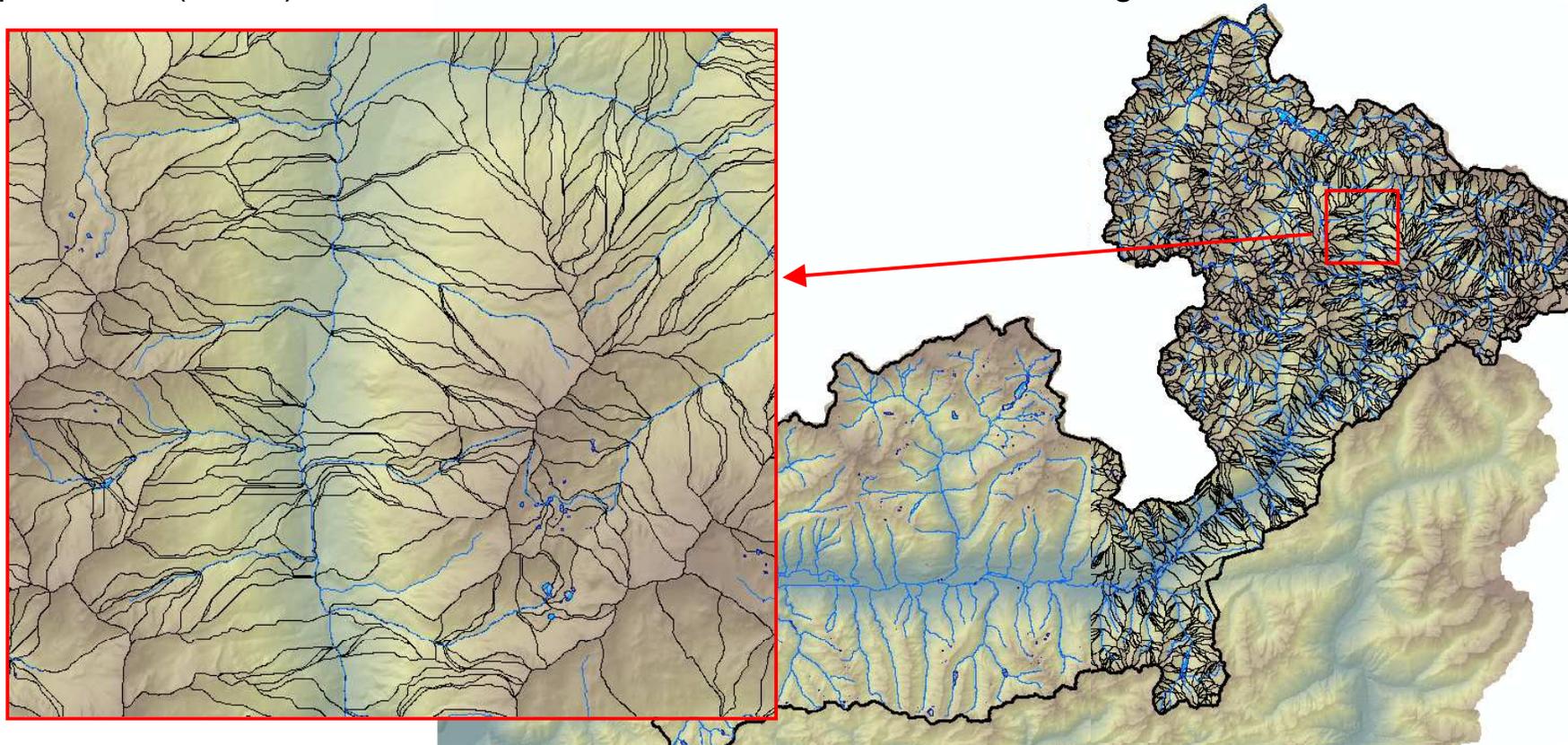
trasferimento dell'informazione idrometrica dalle sezioni fluviali
dotate di misure di portata

- Stima delle portate medie annue per unità di superficie nelle sezioni dotate di misura (contributi unitari q)
- contributi unitari q riscaldati in base alle misure di precipitazione media annua (compreso il contributo dovuto allo scioglimento nivale)

II – Stima della risorsa naturale

Idrometria e Idrografia

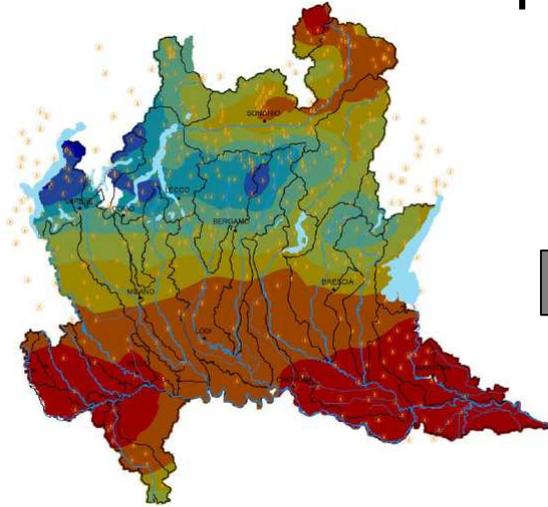
È stata adottata la bacinizzazione SIBCA (Regione Lombardia) ed il corrispondente reticolo per le aree montane. La banca dati SIBCA permette di calcolare numerosi parametri morfologici e idrologici, per ogni bacino idrografico alpino con area superiore ad una soglia prefissata (1 km^2). I tratti elementari costituenti il reticolo sono lunghi in media circa 800 m.



Bacinizzazione SIBCA

II – Stima della risorsa naturale

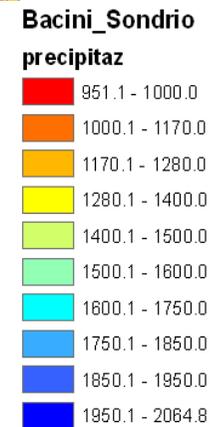
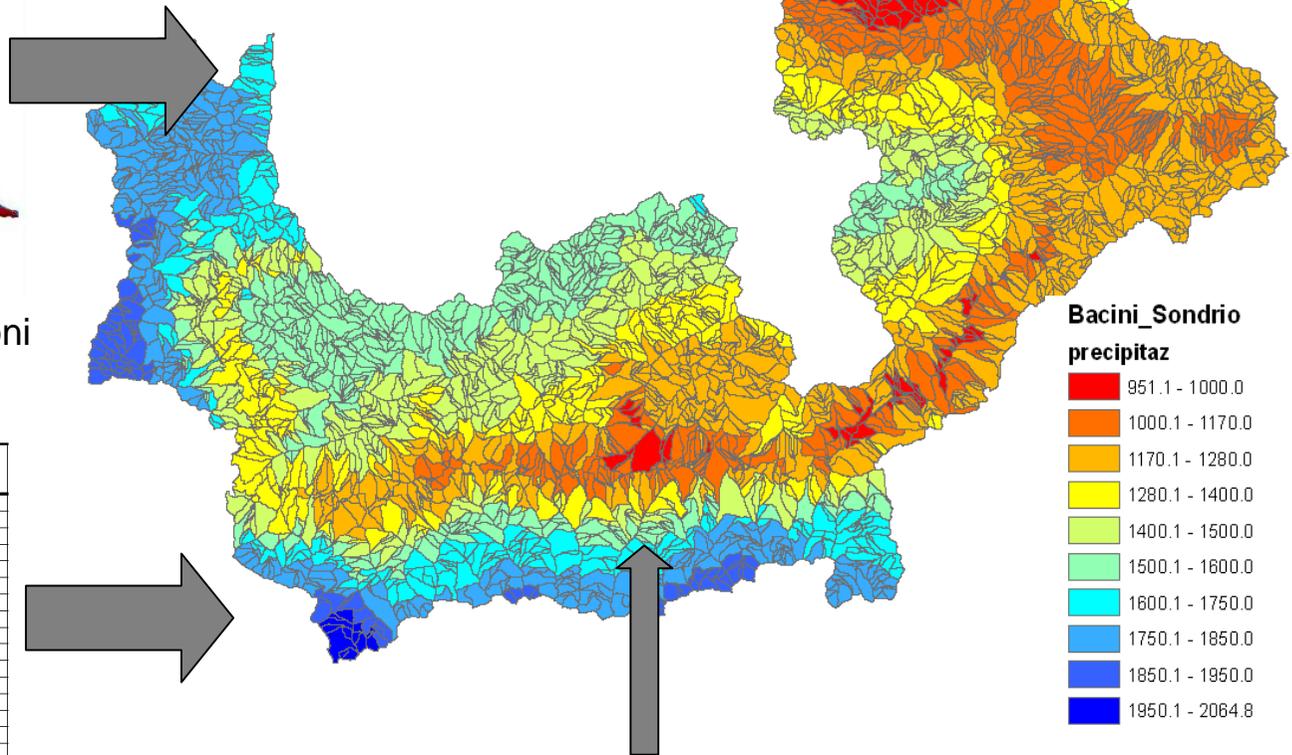
Calcolo della pluviometria per i sottobacini SIBCA



Carta del PTUA delle precipitazioni medie (CPMA)

Bacino	Sottobacino	Quota di riferimento [m.s.l.m.]	Componente nivale integrativa (S.W.E.) [mm]
Adda sopralacuale	Adda a Sondalo	1000	255
	Adda a Tirano		267
	Adda a Villa di Tirano		273
	Adda a Sondrio (Mallero)		304
	Adda a Caiolo		258
	Adda ad Ardenno		260
	Adda a Fuentes		286
Mera	Confluenza	1300	435
Brembo	Tutti i sottobacini	1500	377
Serio	Tutti i sottobacini	1500	405
Oglio sopralacuale	Oglio a Vezza d'Oglio	1500	248
	Oglio a Capo di Ponte		277
	Oglio a Esine		281
	Oglio a Costa Volpino		287
Chiese	Tutti i sottobacini	1400	181
Mella	Tutti i sottobacini	1400	181

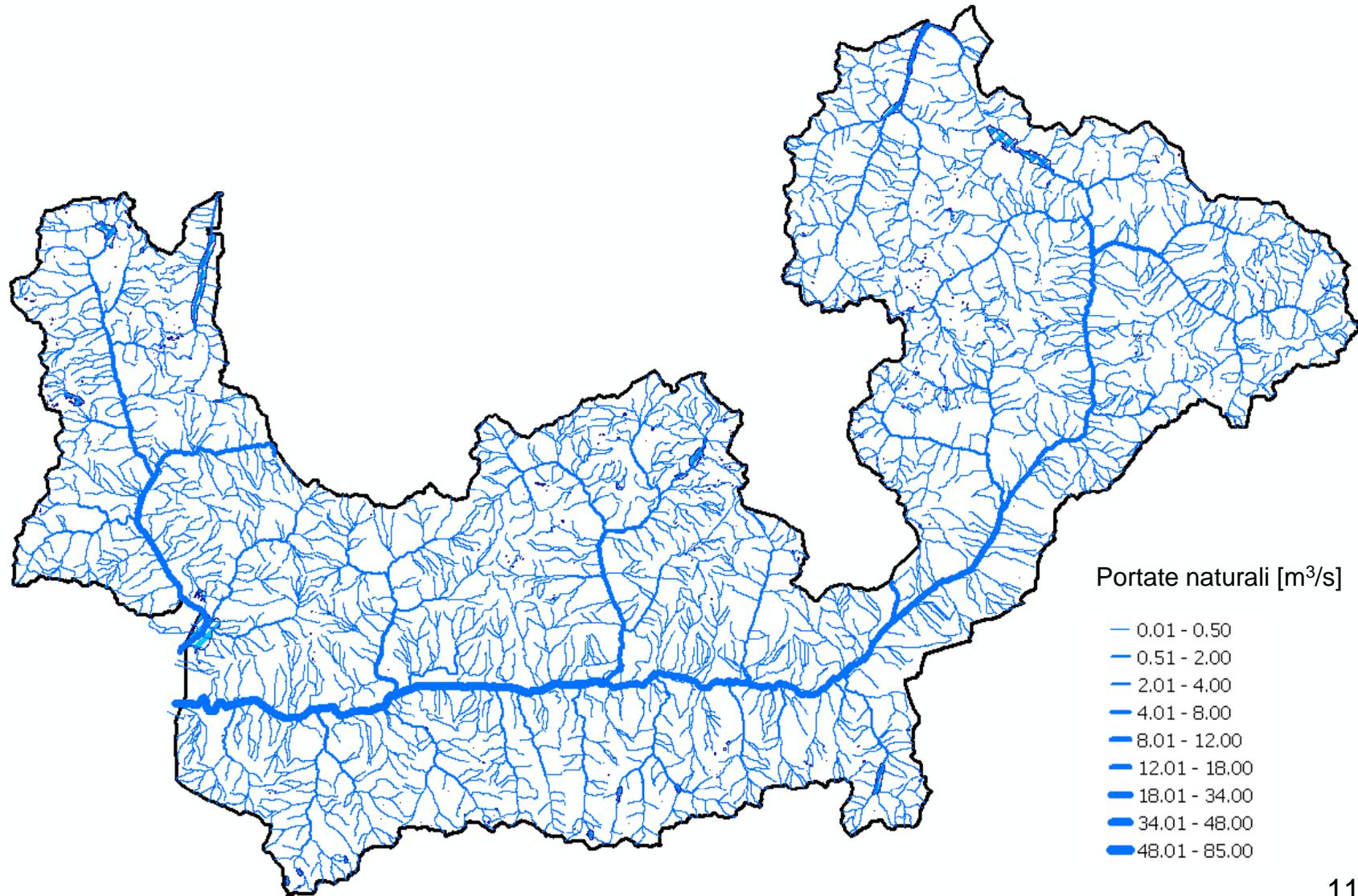
DTM RL - Calcolo contributo nivale integrativo



Precipitazioni medie annue riferite alla bacinizzazione SIBCA

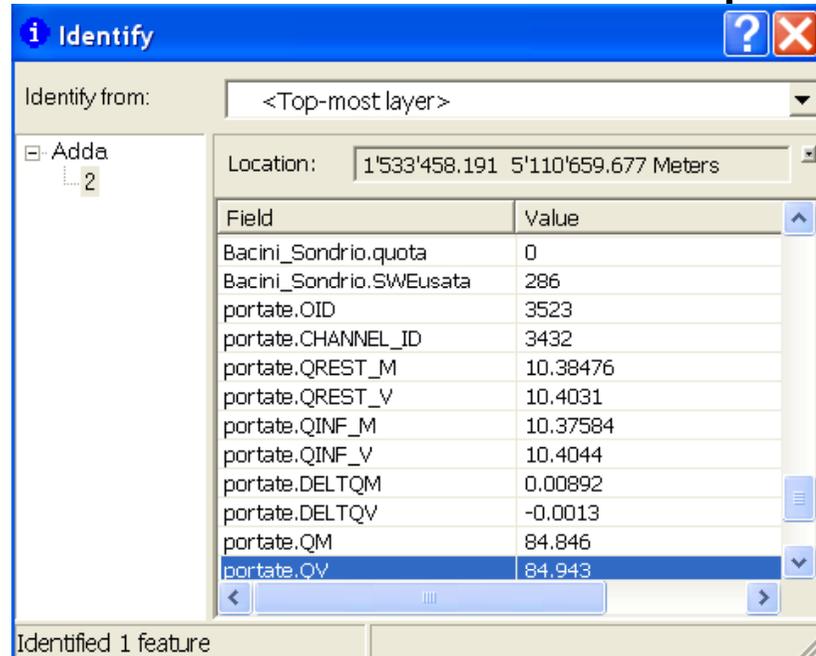
II – Stima della risorsa naturale

Valutazione delle portate medie annue naturali



II – Stima della risorsa naturale

Valutazione delle portate medie annue naturali

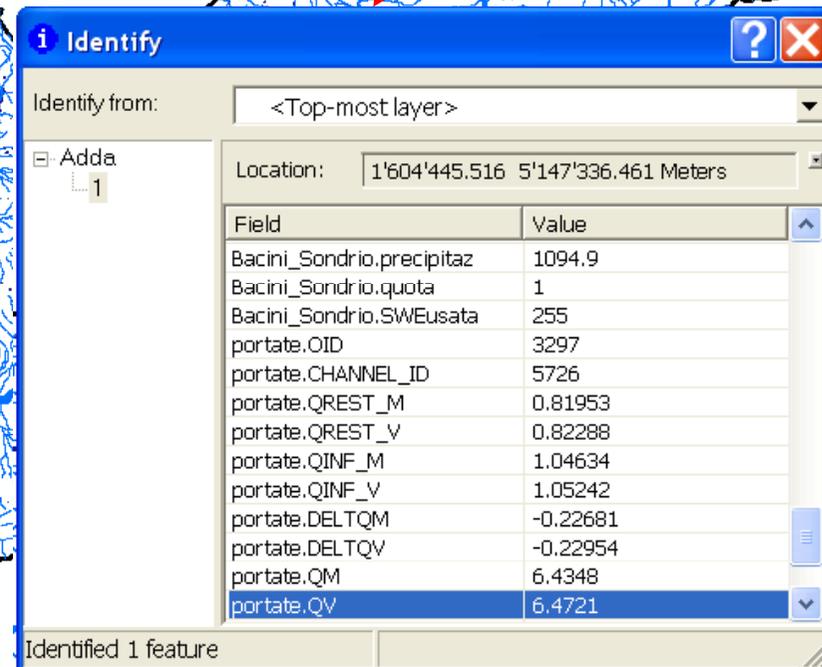
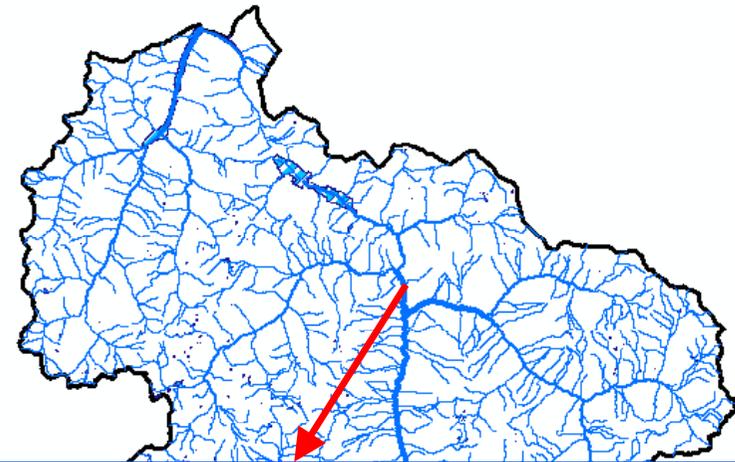


Identify from: <Top-most layer>

Location: 1'533'458.191 5'110'659.677 Meters

Field	Value
Bacini_Sondrio.quota	0
Bacini_Sondrio.SWEusata	286
portate.OID	3523
portate.CHANNEL_ID	3432
portate.QREST_M	10.38476
portate.QREST_V	10.4031
portate.QINF_M	10.37584
portate.QINF_V	10.4044
portate.DELTQM	0.00892
portate.DELTQV	-0.0013
portate.QM	84.846
portate.QV	84.943

Identified 1 feature

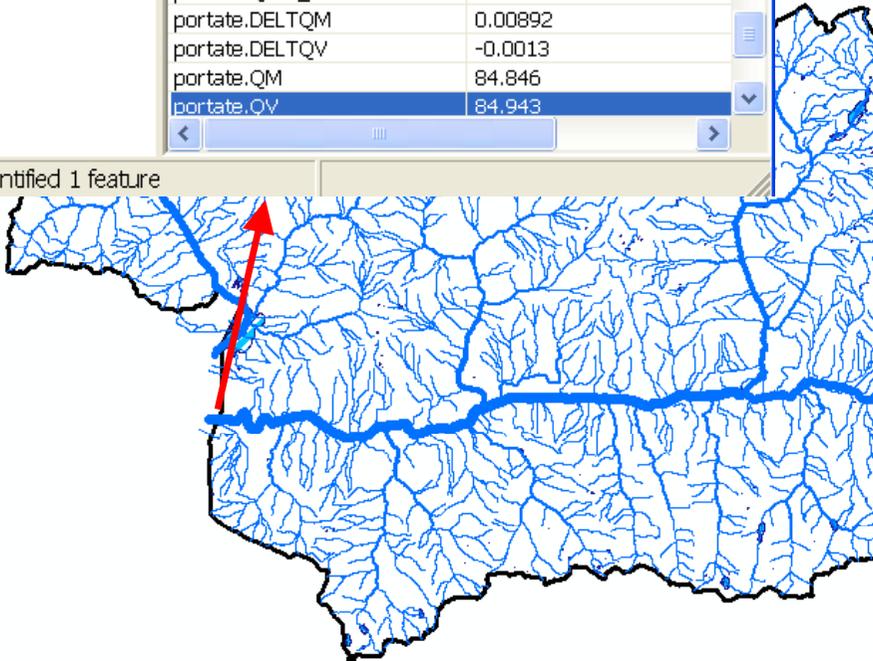


Identify from: <Top-most layer>

Location: 1'604'445.516 5'147'336.461 Meters

Field	Value
Bacini_Sondrio.precipitaz	1094.9
Bacini_Sondrio.quota	1
Bacini_Sondrio.SWEusata	255
portate.OID	3297
portate.CHANNEL_ID	5726
portate.QREST_M	0.81953
portate.QREST_V	0.82288
portate.QINF_M	1.04634
portate.QINF_V	1.05242
portate.DELTQM	-0.22681
portate.DELTQV	-0.22954
portate.QM	6.4348
portate.QV	6.4721

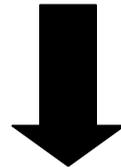
Identified 1 feature



II – Stima della risorsa naturale

Interscambio acque superficiali - sotterranee

- Carta della permeabilità (individuazione delle zone di ricarica e affioramento)
- Carta della ricarica media annua della risorsa sotterranea

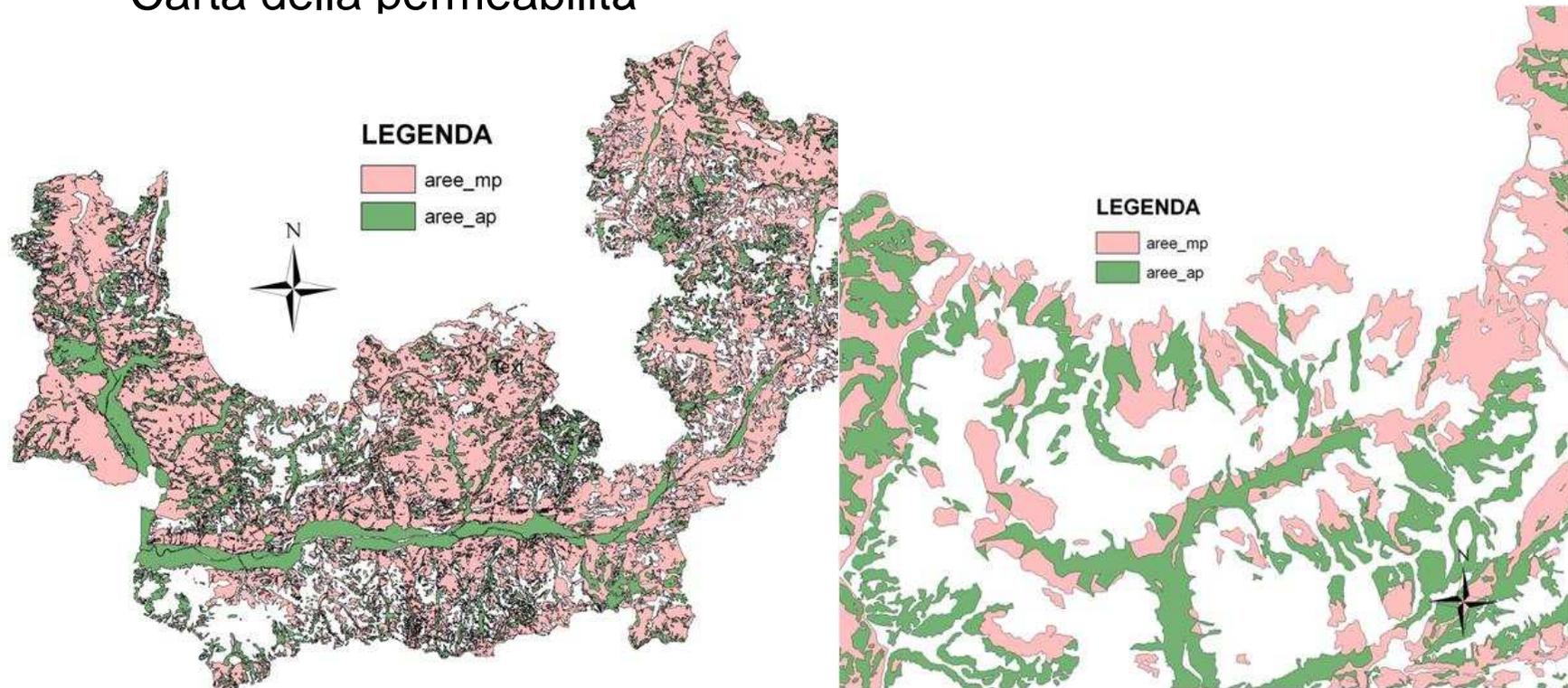


Correzione delle portate medie annue “superficiali” con la somma algebrica delle portate di scambio idrico con il sottosuolo

II – Stima della risorsa naturale

Interscambio acque superficiali - sotterranee

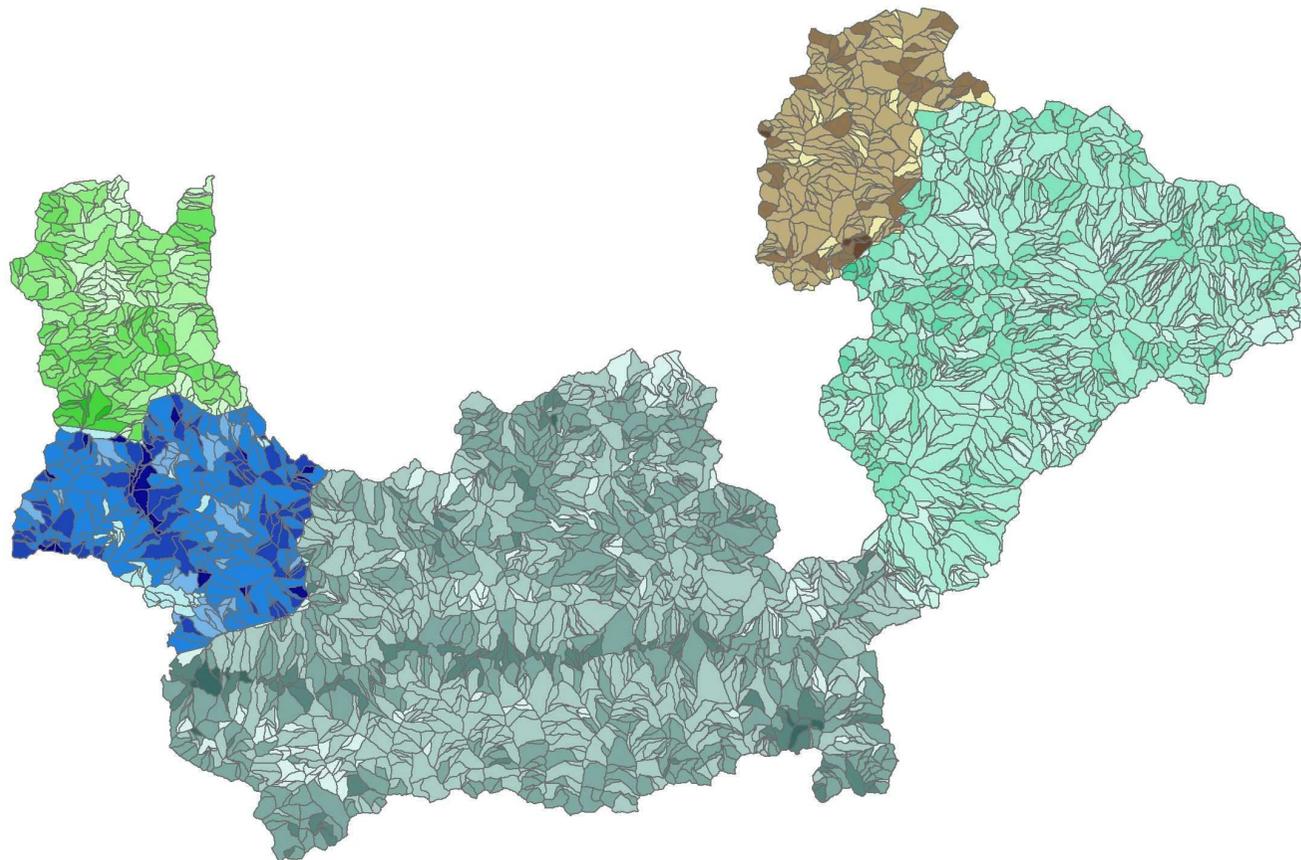
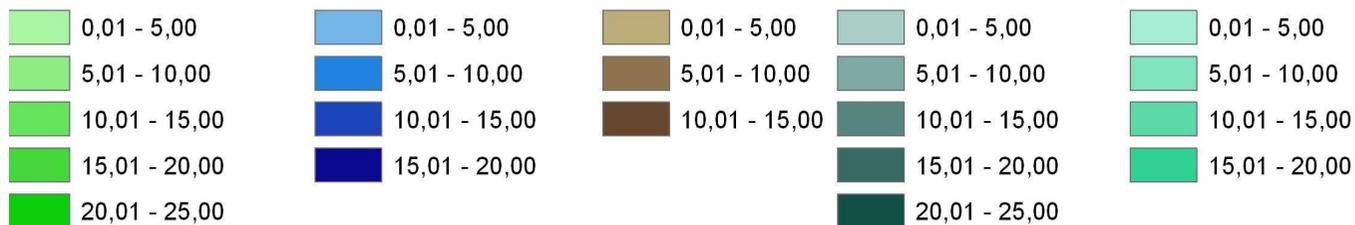
Carta della permeabilità



Carta della Provincia di Sondrio con indicate le aree altamente permeabili (AP) e mediamente permeabili (MP), sede di ricarica delle risorse sotterranee. Le aree AP e MP sono individuate sulla base della "Carta della Permeabilità della Provincia di Sondrio" (Carte Geoambientali - Regione Lombardia) .

II – Stima della risorsa naturale

Carta dell'infiltrazione media annua riferita
alla bacinizzazione SIBCA (l/s/km²)



II – Stima della risorsa naturale

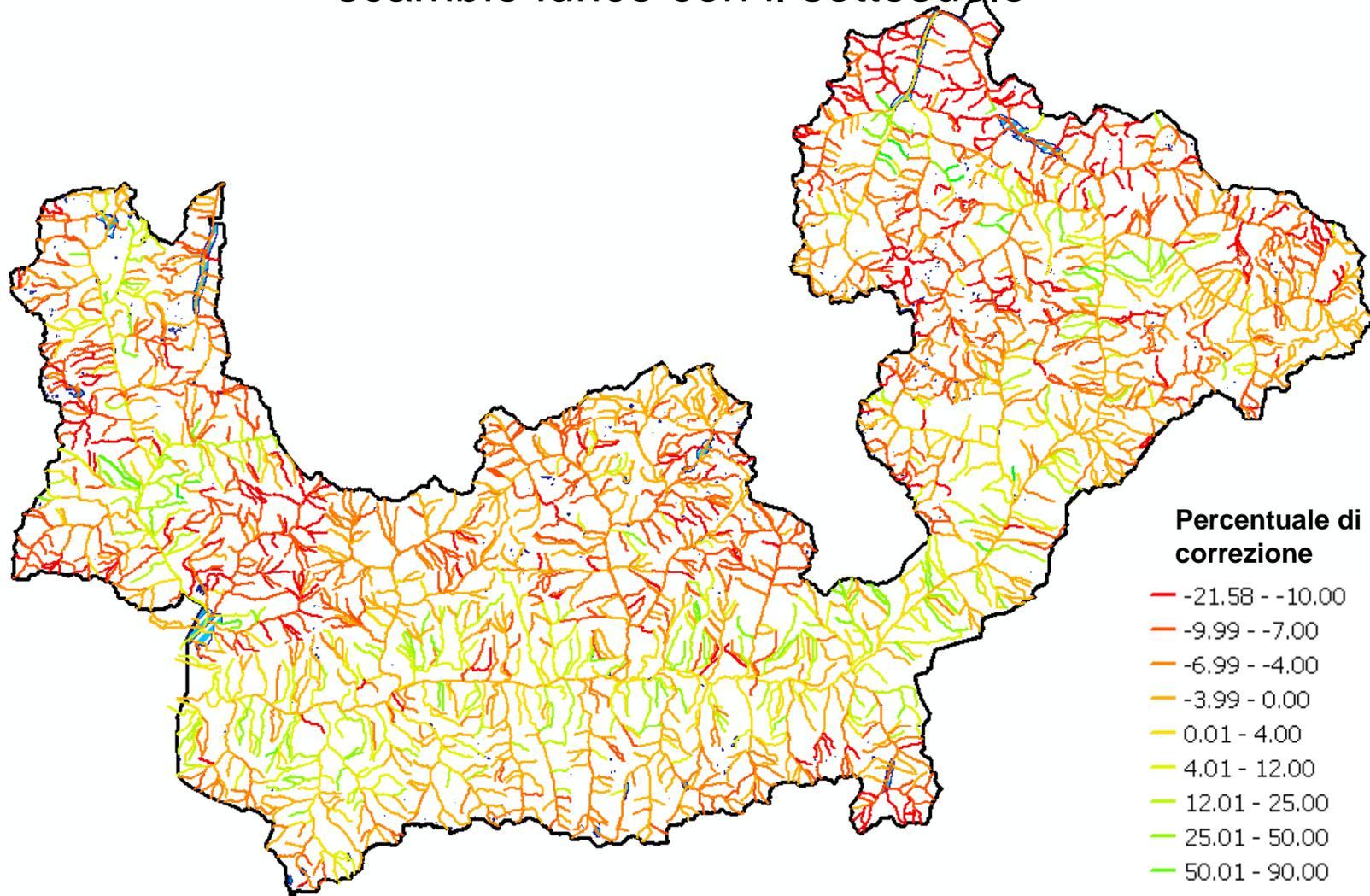
Stima del deflusso di base (Base Flow Index)

Modello utilizzato per la stima del deflusso di base:

- l'infiltrazione ipodermica media annua viene restituita al deflusso superficiale in modo diffuso.
- l'infiltrazione profonda media annua viene restituita al deflusso superficiale in modo puntuale (sorgenti).
- **il deflusso di base, in ciascun bacino, è dato dalla somma del contributo sotterraneo ipodermico e profondo.**
- la portata di base di un corso d'acqua in una data sezione è calcolata come sommatoria dei contributi di base dei bacini di ordine inferiore.

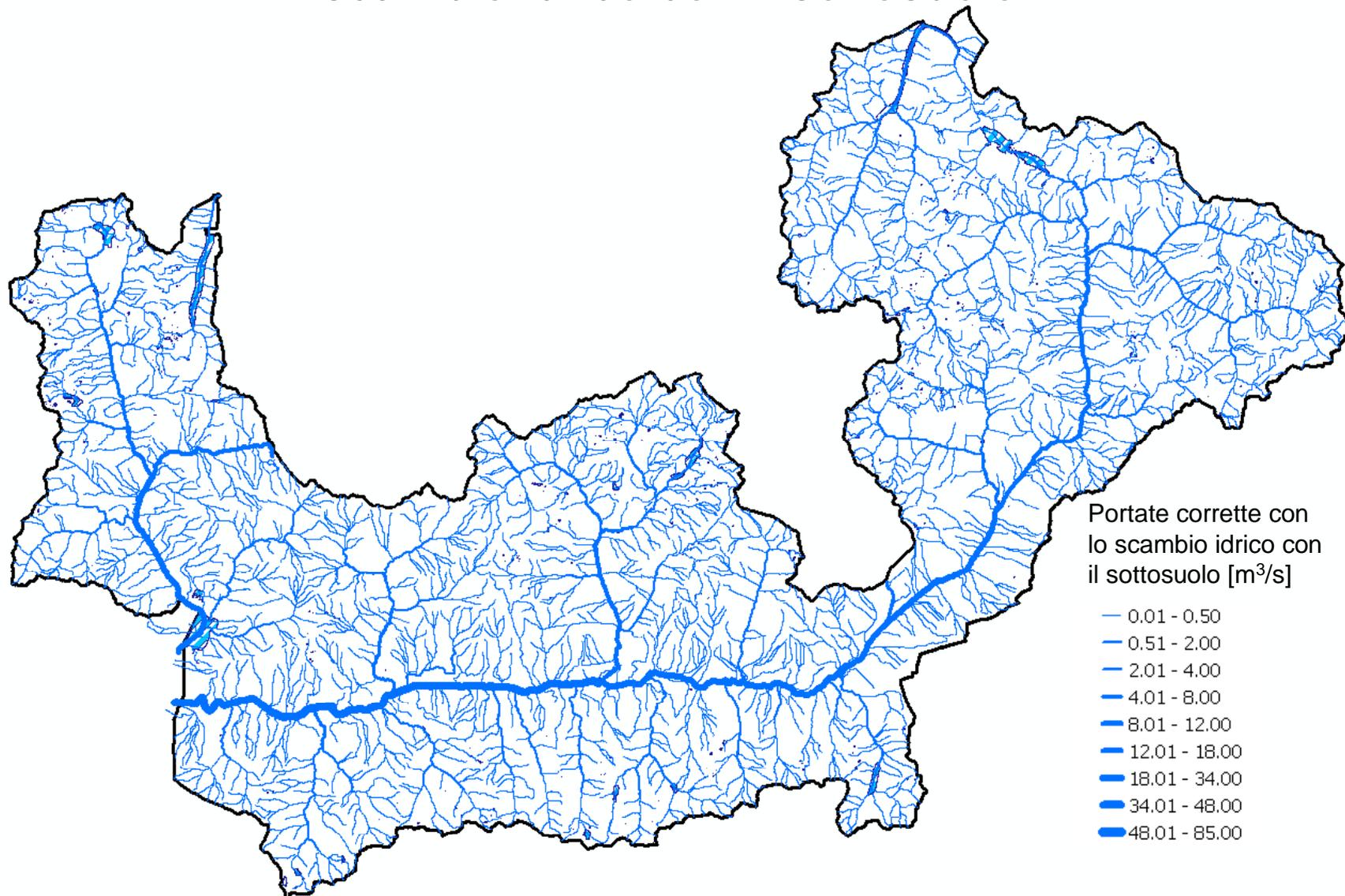
II – Stima della risorsa naturale

Percentuali di correzione delle portate medie annue relative allo scambio idrico con il sottosuolo



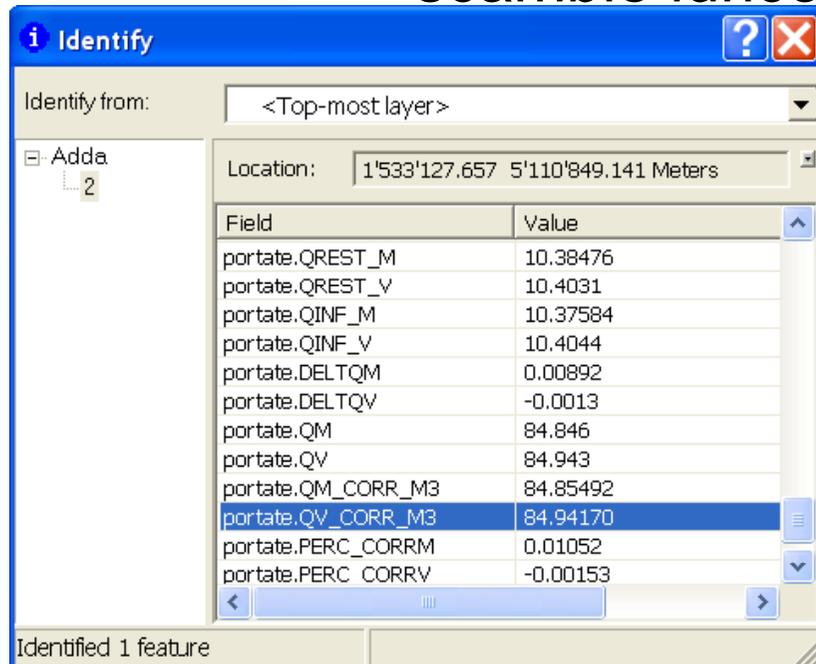
II – Stima della risorsa naturale

Portate medie annue naturali “corrette” con il valore dello scambio idrico con il sottosuolo



II – Stima della risorsa naturale

Portate medie annue naturali “corrette” con il valore dello scambio idrico con il sottosuolo

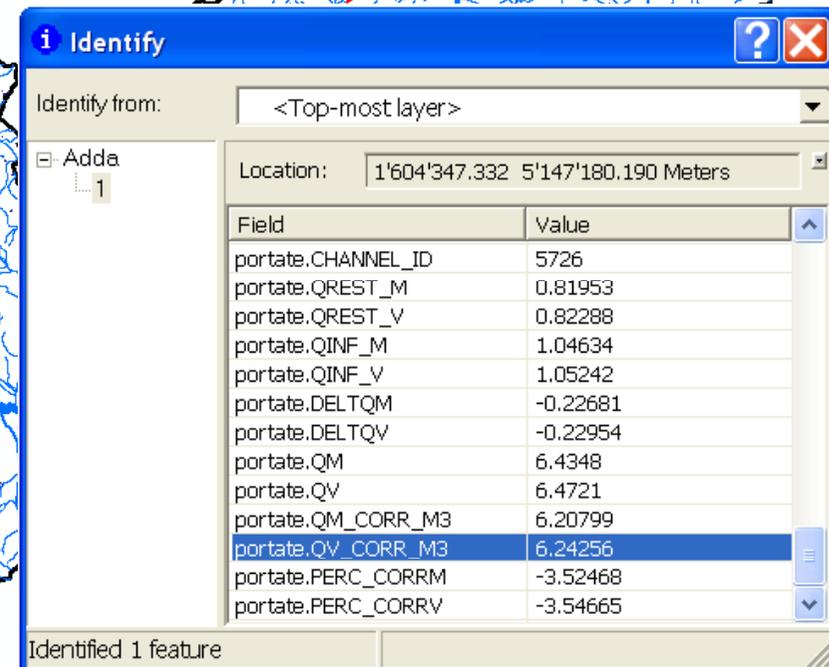
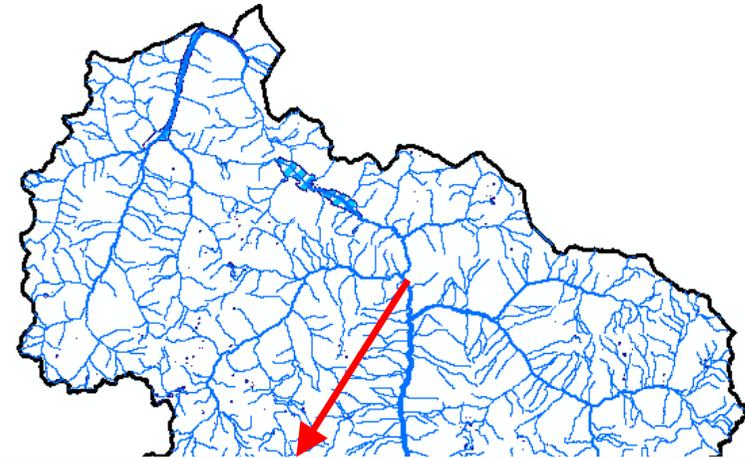


Identify from: <Top-most layer>

Location: 1'533'127.657 5'110'849.141 Meters

Field	Value
portate.QREST_M	10.38476
portate.QREST_V	10.4031
portate.QINF_M	10.37584
portate.QINF_V	10.4044
portate.DELTQM	0.00892
portate.DELTQV	-0.0013
portate.QM	84.846
portate.QV	84.943
portate.QM_CORR_M3	84.85492
portate.QV_CORR_M3	84.94170
portate.PERC_CORRM	0.01052
portate.PERC_CORRV	-0.00153

Identified 1 feature

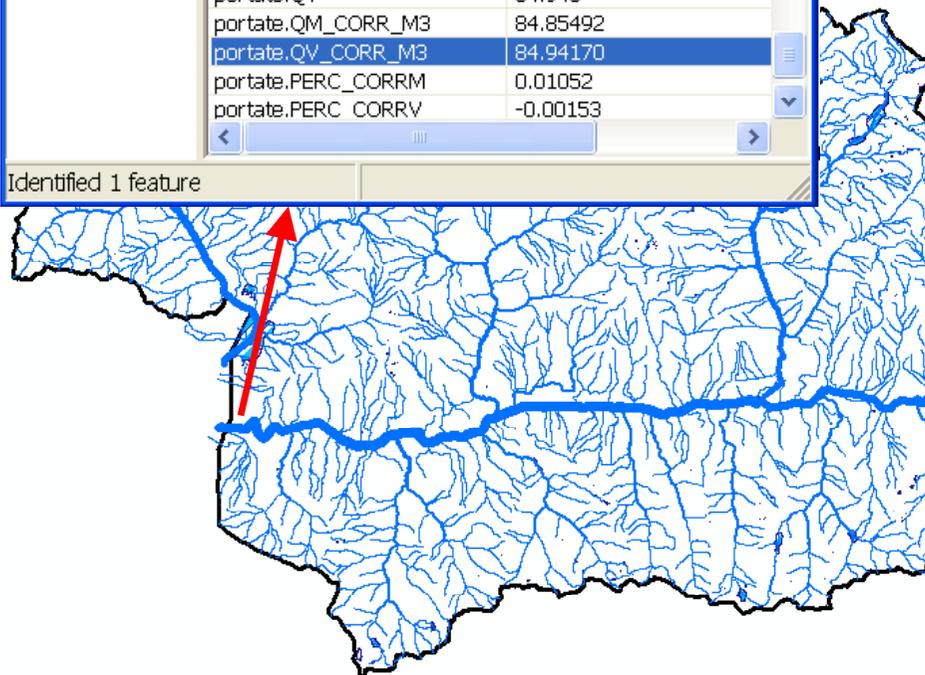


Identify from: <Top-most layer>

Location: 1'604'347.332 5'147'180.190 Meters

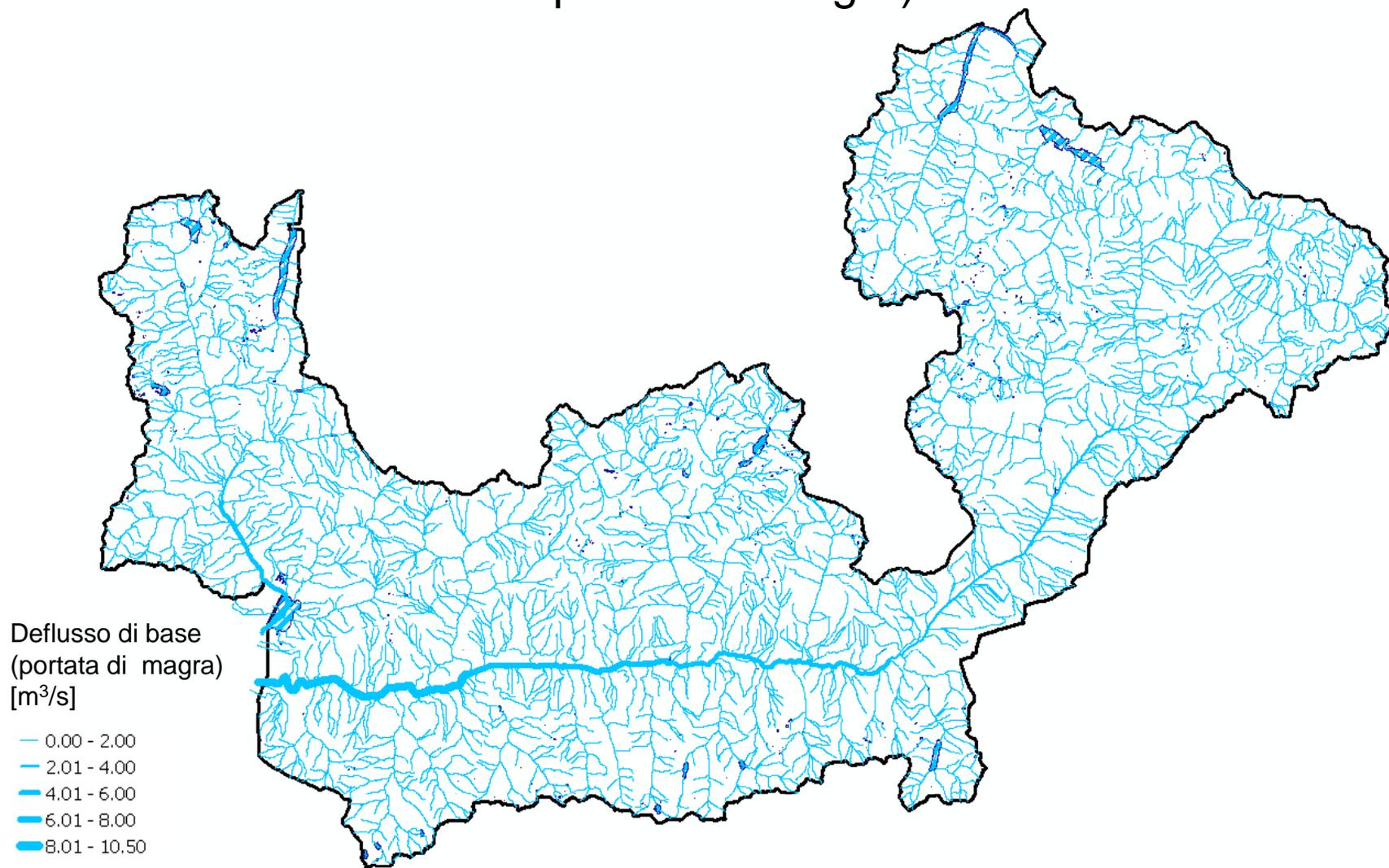
Field	Value
portate.CHANNEL_ID	5726
portate.QREST_M	0.81953
portate.QREST_V	0.82288
portate.QINF_M	1.04634
portate.QINF_V	1.05242
portate.DELTQM	-0.22681
portate.DELTQV	-0.22954
portate.QM	6.4348
portate.QV	6.4721
portate.QM_CORR_M3	6.20799
portate.QV_CORR_M3	6.24256
portate.PERC_CORRM	-3.52468
portate.PERC_CORRV	-3.54665

Identified 1 feature



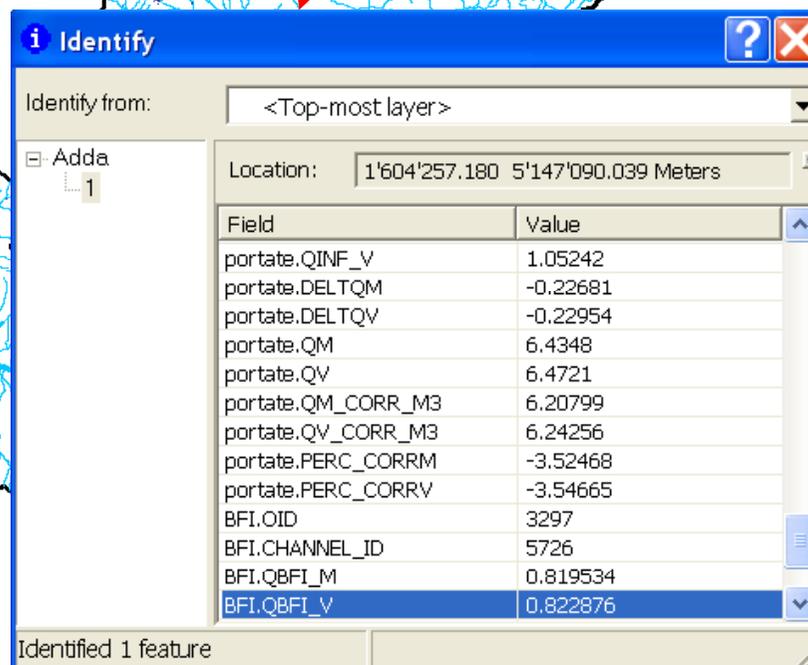
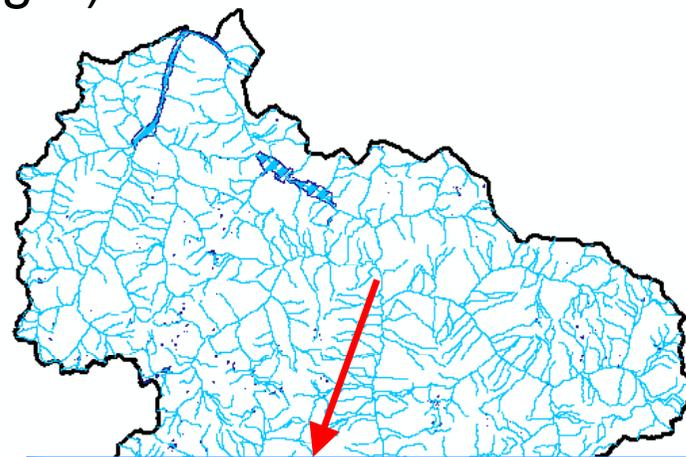
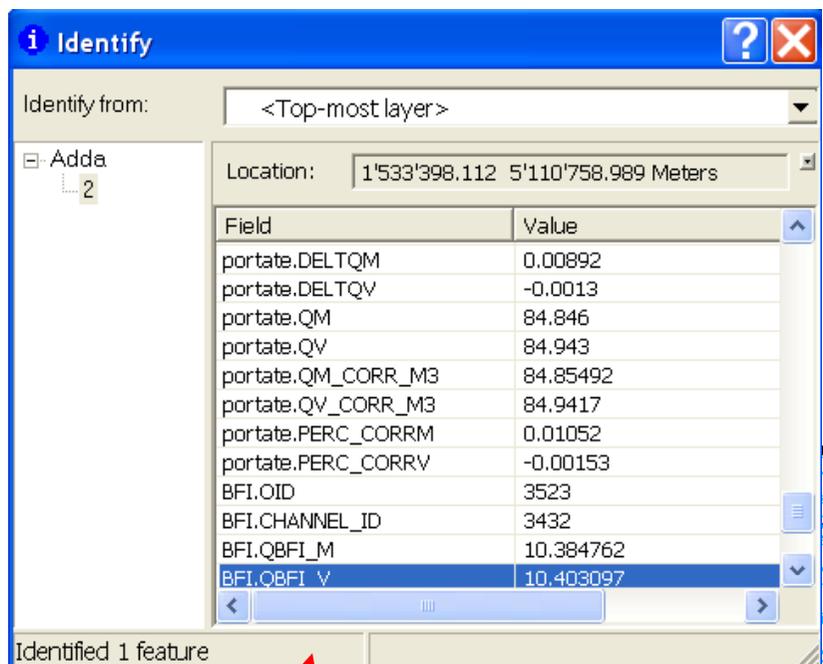
II – Stima della risorsa naturale

Stima del deflusso di base (assunto come indicatore delle portate di magra)

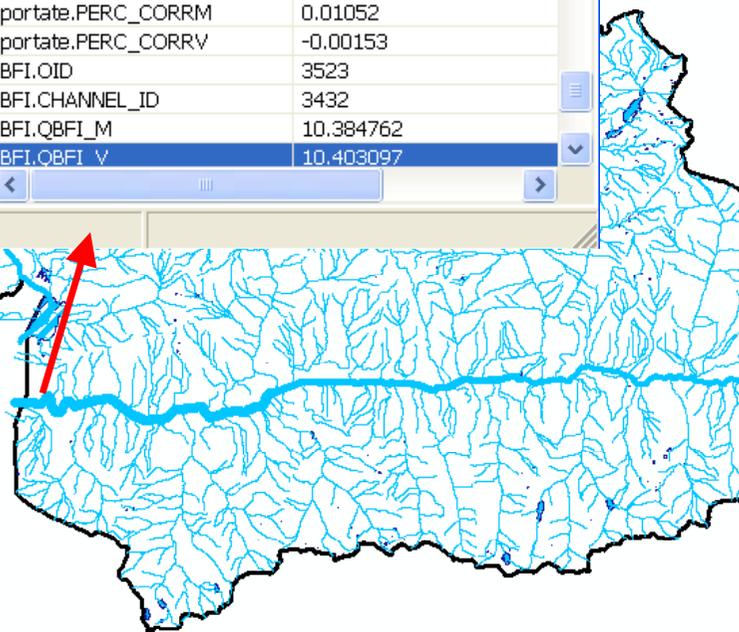
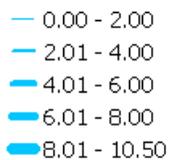


II – Stima della risorsa naturale

Stima del deflusso di base (assunto come indicatore delle portate di magra)



Deflusso di base
(portata di magra)
[m³/s]

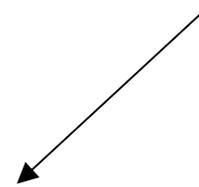
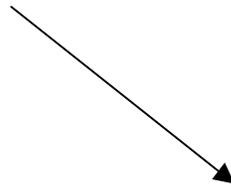


III – Analisi portate antropizzate

Individuazione delle portate antropizzate

Portate
naturali

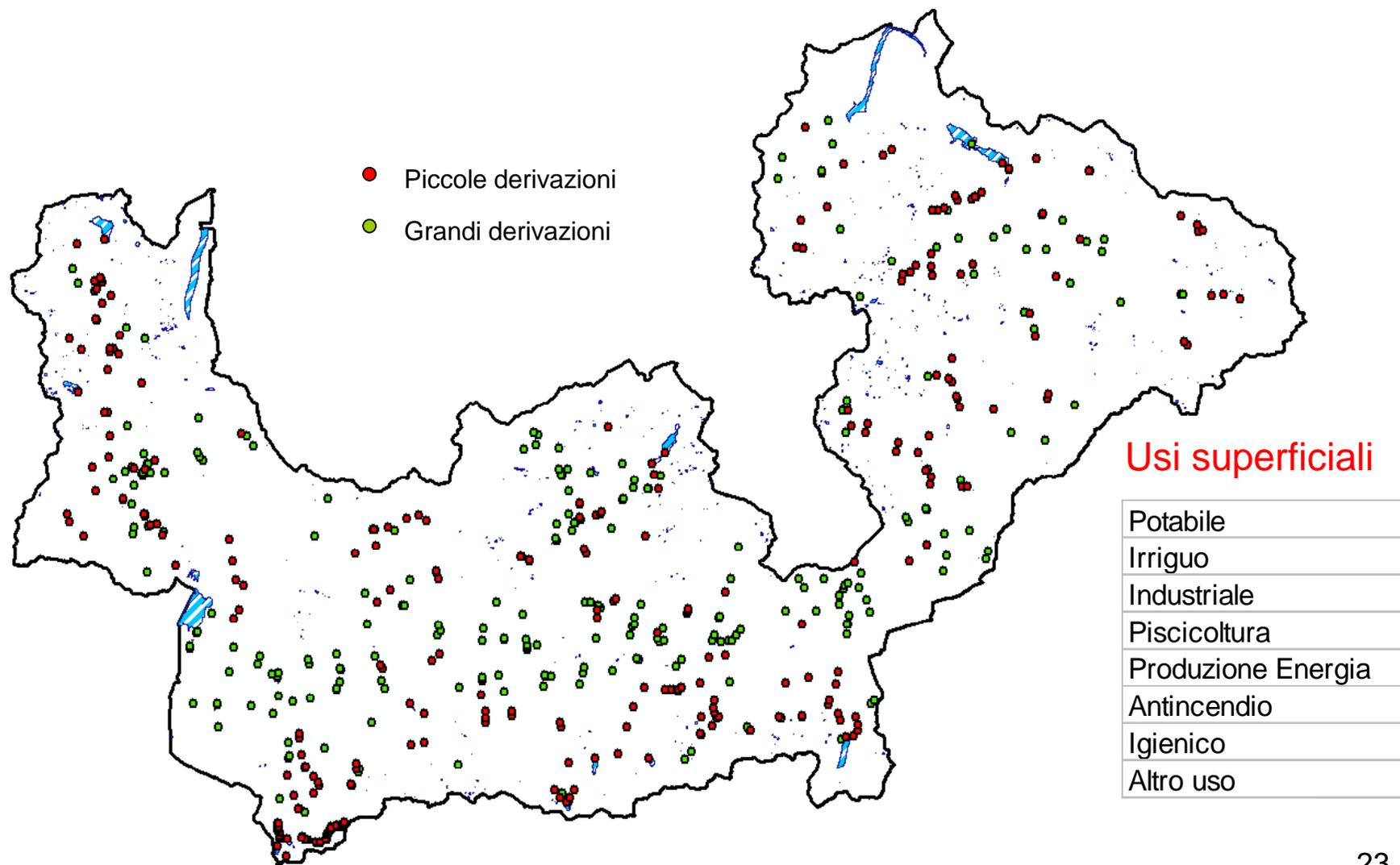
Portate derivate
e scaricate



Caratterizzazione delle Portate
antropizzate

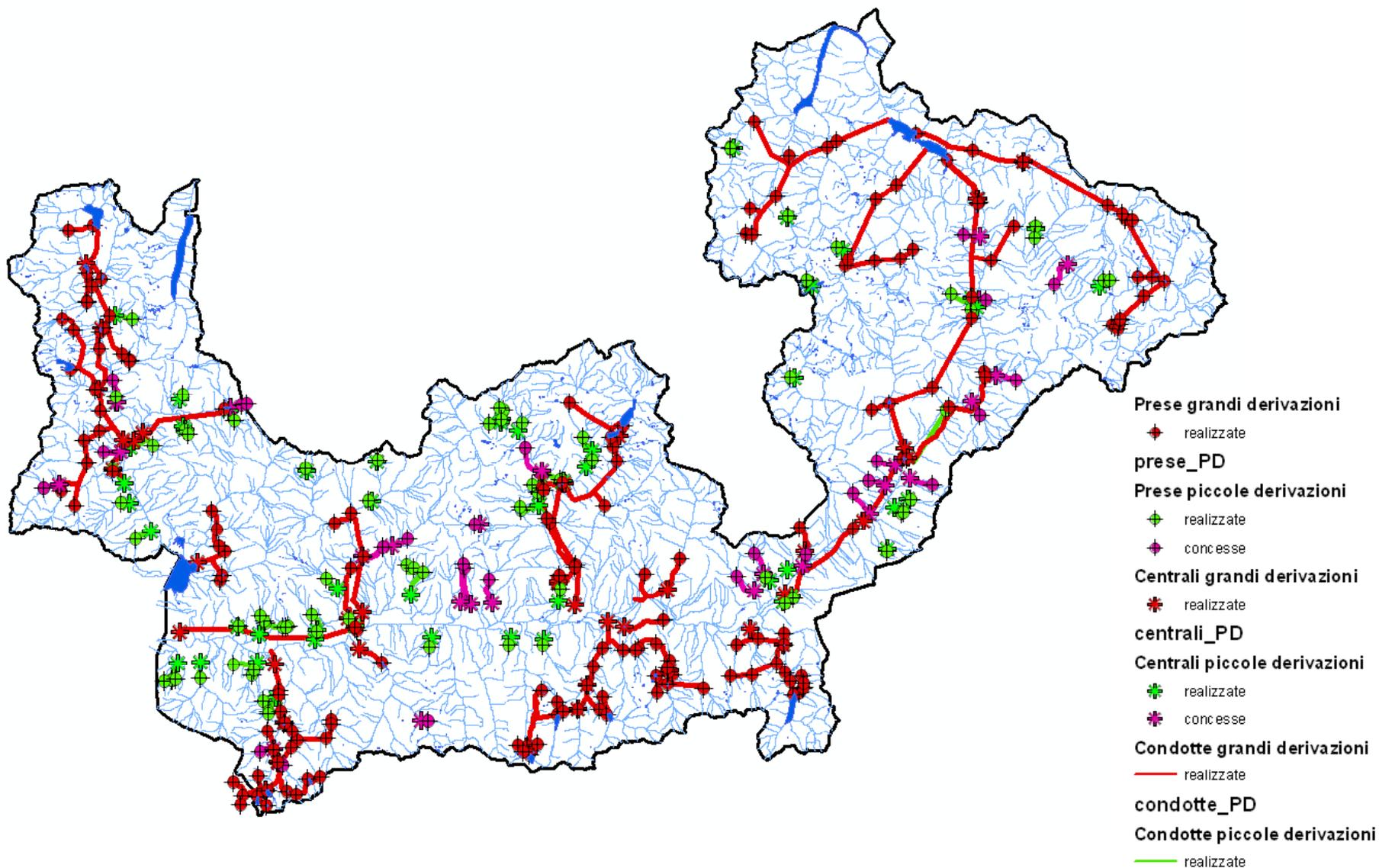
III – Analisi portate antropizzate

Derivazioni superficiali



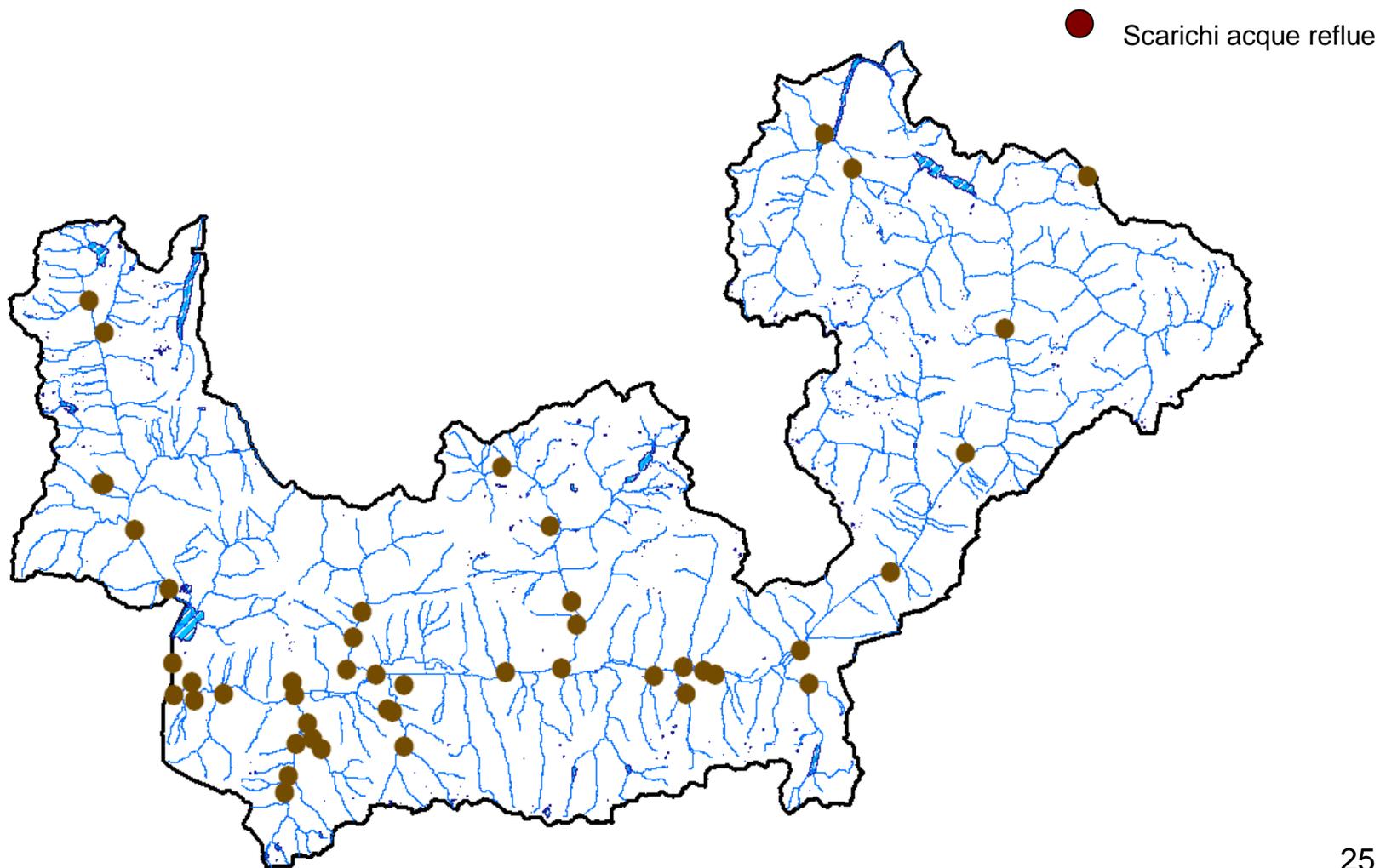
III – Analisi portate antropizzate

Derivazioni idroelettriche



III – Analisi portate antropizzate

Scarichi acque reflue



IV – Indici di criticità

Obiettivi degli indici di criticità

Gli indici di criticità, separatamente o in combinazione reciproca, devono:

- consentire di rappresentare in modo oggettivo la mappatura distribuita di classi di criticità dell'intero reticolo idrografico provinciale
- consentire di rappresentare la mappatura distribuita delle risorse idriche non derivabili o non ulteriormente derivabili
- costituire uno strumento di supporto per le decisioni in materia di regolamentazione delle concessioni in atto o future
- costituire uno strumento di supporto per la definizione della normativa di piano inerente lo sfruttamento delle risorse idriche.

IV – Indici di criticità

Definizione di indici delle criticità quali-quantitative complessive dei corpi idrici

La caratterizzazione complessiva della criticità deriva da un'analisi multi criterio dei diversi aspetti coinvolti:

- Paesaggistici
- Idrologici
- Ambientali
- Naturalistici

- Idrobiologici
- Vegetazionali
- Qualità delle acque
- Turistico-ricreativi

IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Definizione di indici di criticità quantitativa legati allo sfruttamento della risorsa idrica

Sono stati assunti i seguenti indici rappresentativi del grado di sfruttamento/penalizzazione dei corsi d'acqua:

- Indice rappresentativo delle lunghezze e delle portate antropizzate dei corsi d'acqua sottesi dagli impianti idroelettrici
- Indice delle portate di magra (Base Flow Index)
- Indice rappresentativo della presenza di serbatoi modificanti il regime delle portate naturali
- Indice rappresentativo del livello di sfruttamento in termini di energia prodotta

L'efficacia di tali indici dipende dalla **scala di bacino** a cui essi sono riferiti.

IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

$$\alpha = \frac{Q_A}{Q_N}$$

— < 0.10

— 0.11 - 0.20

— 0.21 - 0.35

— 0.36 - 0.50

— 0.51 - 0.75

— 0.76 - 1.00

— > 1.00

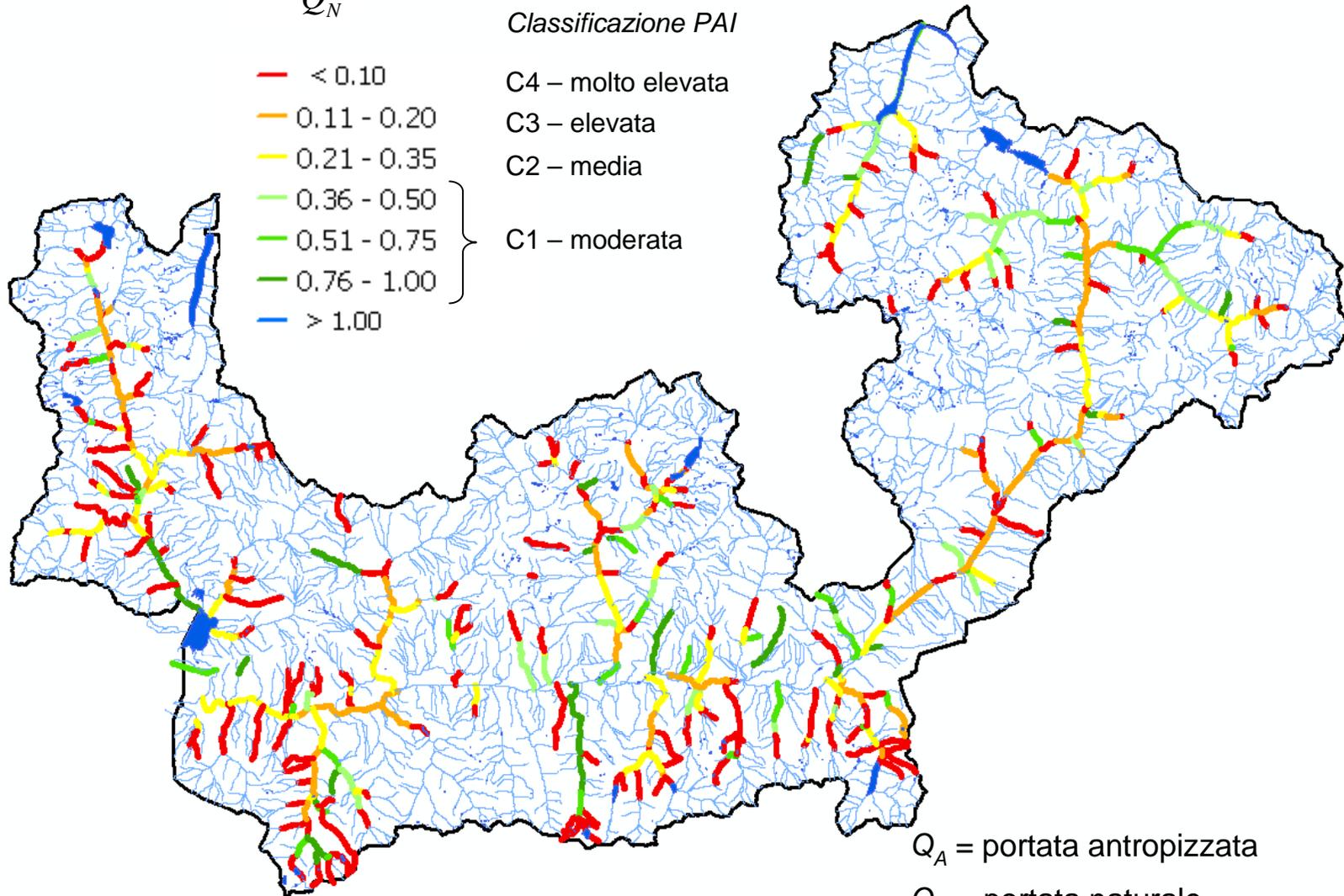
Classificazione PAI

C4 – molto elevata

C3 – elevata

C2 – media

C1 – moderata

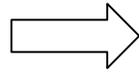


Q_A = portata antropizzata

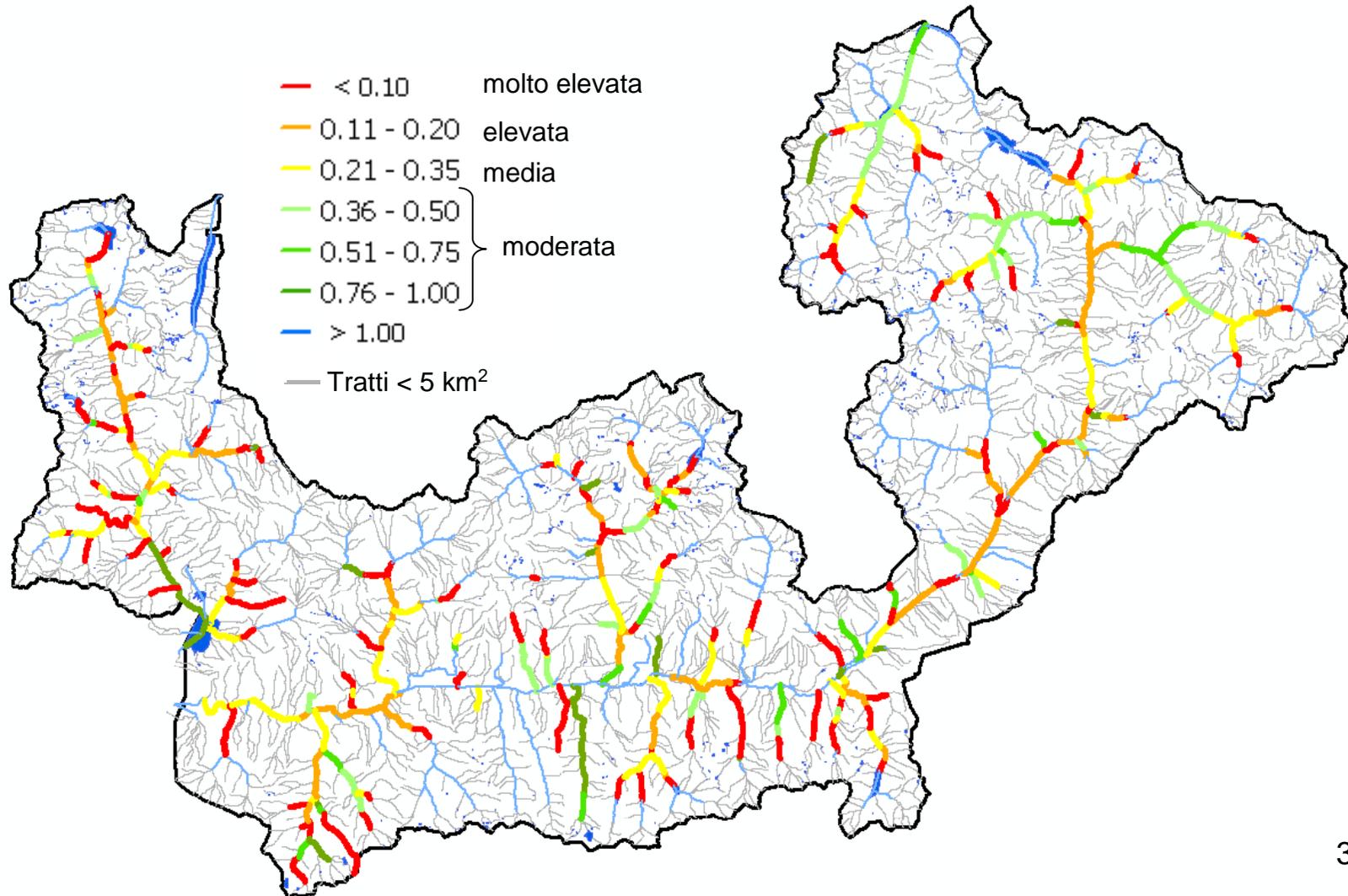
Q_N = portata naturale

IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Criterio di salvaguardia piccoli bacini montani



Divieto nuove derivazioni nei tratti di corso d'acqua che sottendono bacini di area inferiore a 5 km²



IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

- Indice rappresentativo delle lunghezze e delle portate antropizzate dei corsi d'acqua

$$I_{1CRQ} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i}$$

↗ 1 bacino naturale
 ↘ 0 bacino fortemente antropizzato
 dove $i = 1, 2, \dots, n$ tratti discretizzazione asta

$$\alpha = \frac{Q_A}{Q_N}$$

Q_A = portata antropizzata

Q_N = portata naturale

- Indice rappresentativo delle lunghezze “antropizzate” dei corsi d'acqua

$$I_{2CRQ} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{Ni}}{\sum_{i=1}^n L_{Ni} + \sum_{i=1}^n L_{Ai}}$$

↗ 1 bacino naturale
 ↘ 0 bacino fortemente antropizzato
 dove $i = 1, 2, \dots, n$ tratti discretizzazione asta

N_i tratti naturali

A_i tratti antropizzati

IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

	$I_{1CRQ} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i}$	$I_{2CRQ} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{Ni}}{\sum_{i=1}^n L_{Ni} + \sum_{i=1}^n L_{Ai}}$
Spoel	0.60	0.44
Alto Adda	0.63	0.43
Mallero	0.62	0.45
Masino	0.55	0.42
Bitto di Gerola	0.26	0.00
Mera	0.51	0.37

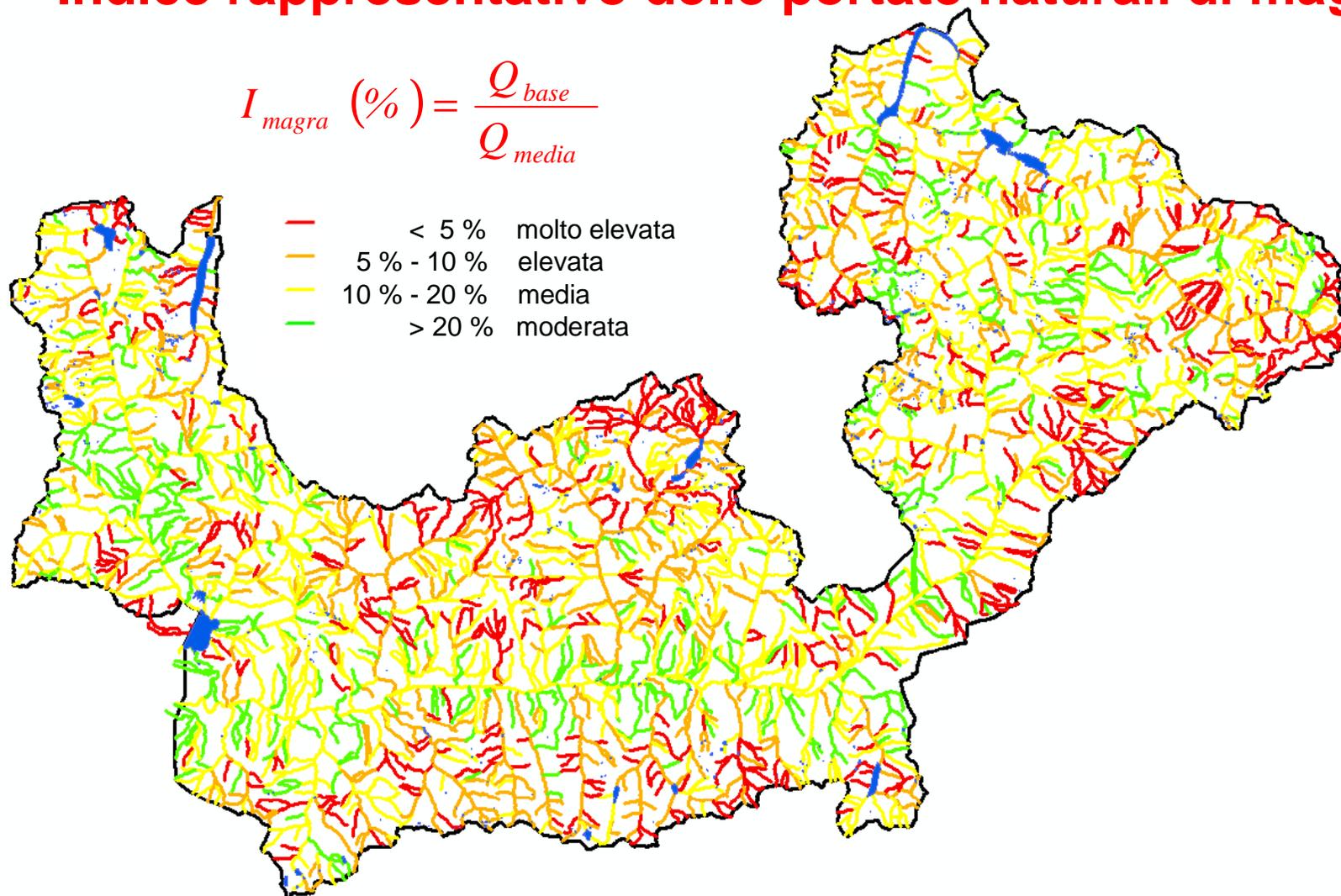
Esclusione dei tratti che sottendono bacini di dimensione inferiore a 5 km²

IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Indice rappresentativo delle portate naturali di magra

$$I_{magra} (\%) = \frac{Q_{base}}{Q_{media}}$$

- | | | |
|---|-------------|---------------|
| — | < 5 % | molto elevata |
| — | 5 % - 10 % | elevata |
| — | 10 % - 20 % | media |
| — | > 20 % | moderata |



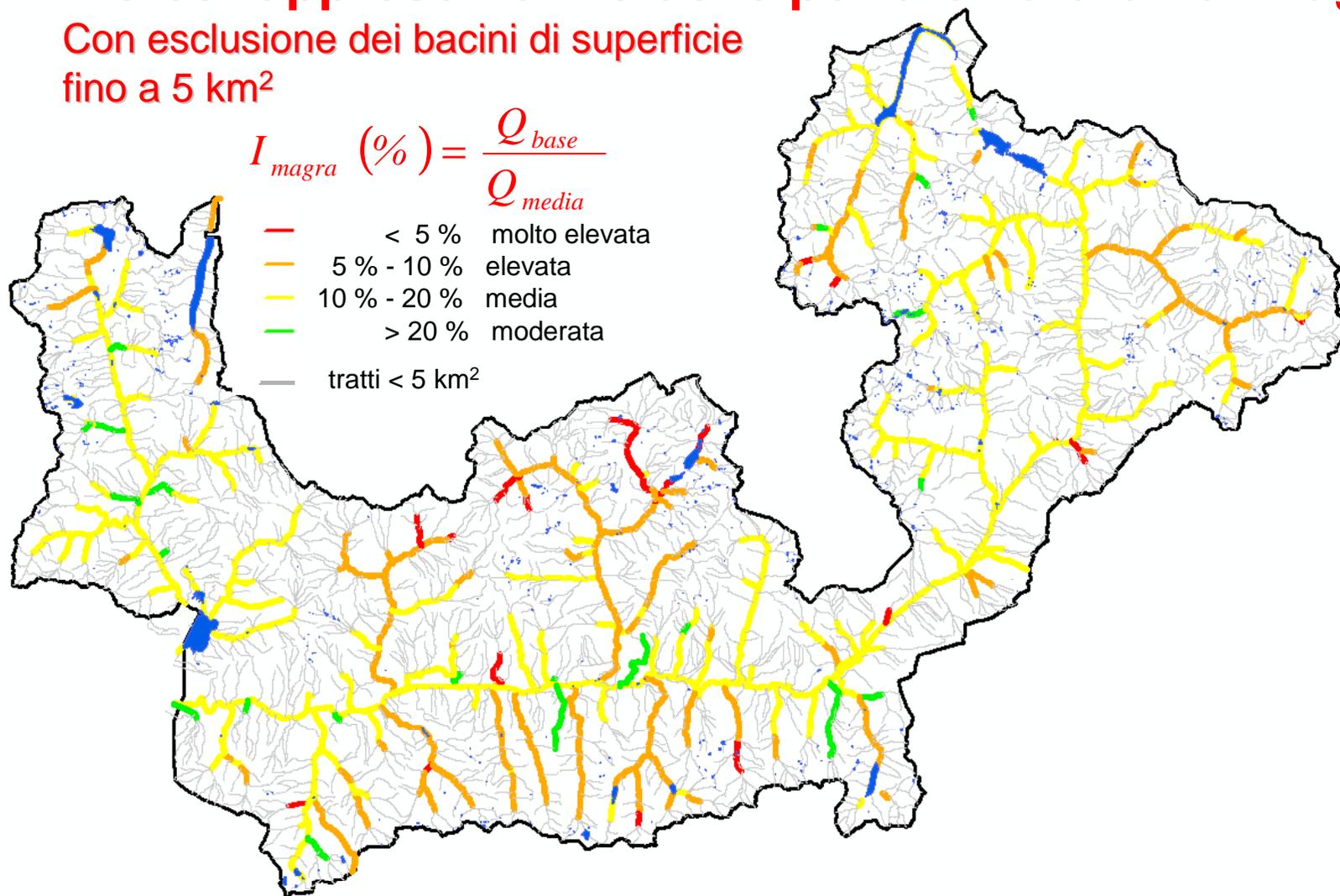
IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Indice rappresentativo delle portate naturali di magra

Con esclusione dei bacini di superficie fino a 5 km²

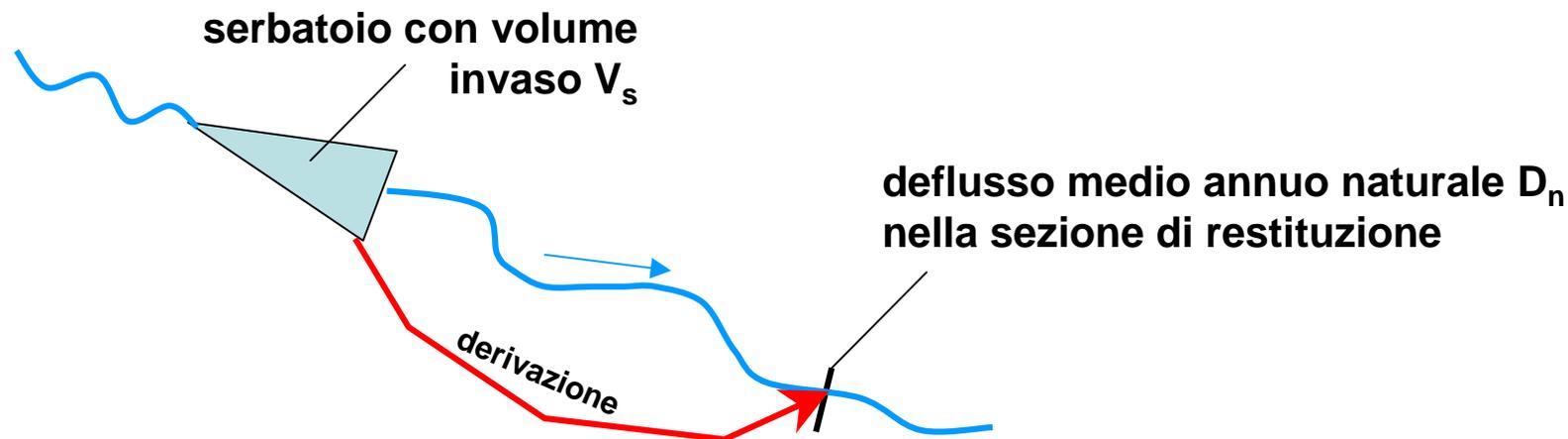
$$I_{magra} (\%) = \frac{Q_{base}}{Q_{media}}$$

—	< 5 %	molto elevata
—	5 % - 10 %	elevata
—	10 % - 20 %	media
—	> 20 %	moderata
—	tratti < 5 km ²	



IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Indice rappresentativo della presenza di serbatoi modificanti il regime delle portate naturali



Indice di criticità del serbatoio
(progressivamente decrescente lungo il reticolo)

$$I_{serb} = V_s / D_n$$

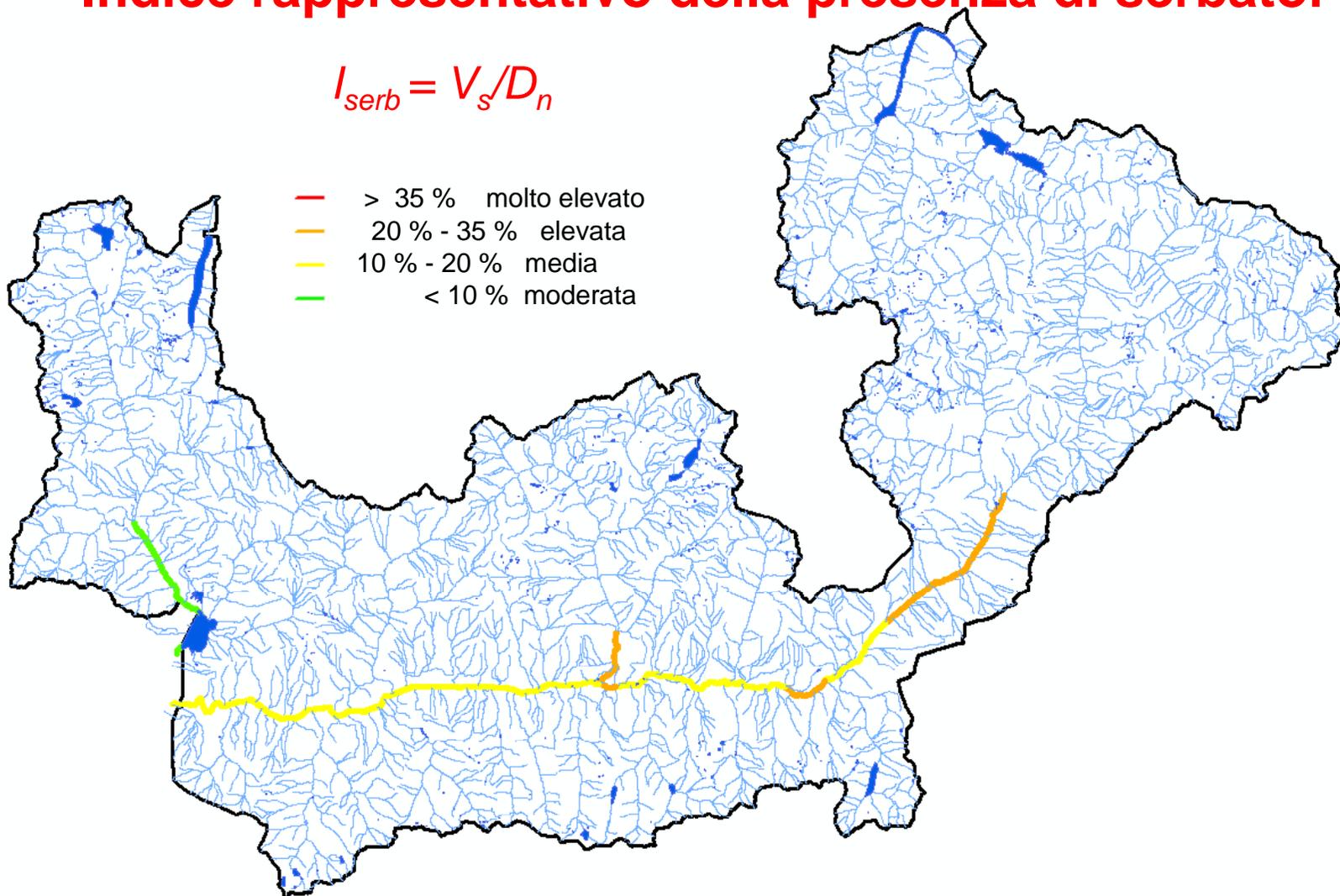
I_{serb}	>	35 %	molto elevata
“	20 % ÷	35 %	elevata
“	10 % ÷	20 %	media
“	≤	10 %	moderata

IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Indice rappresentativo della presenza di serbatoi

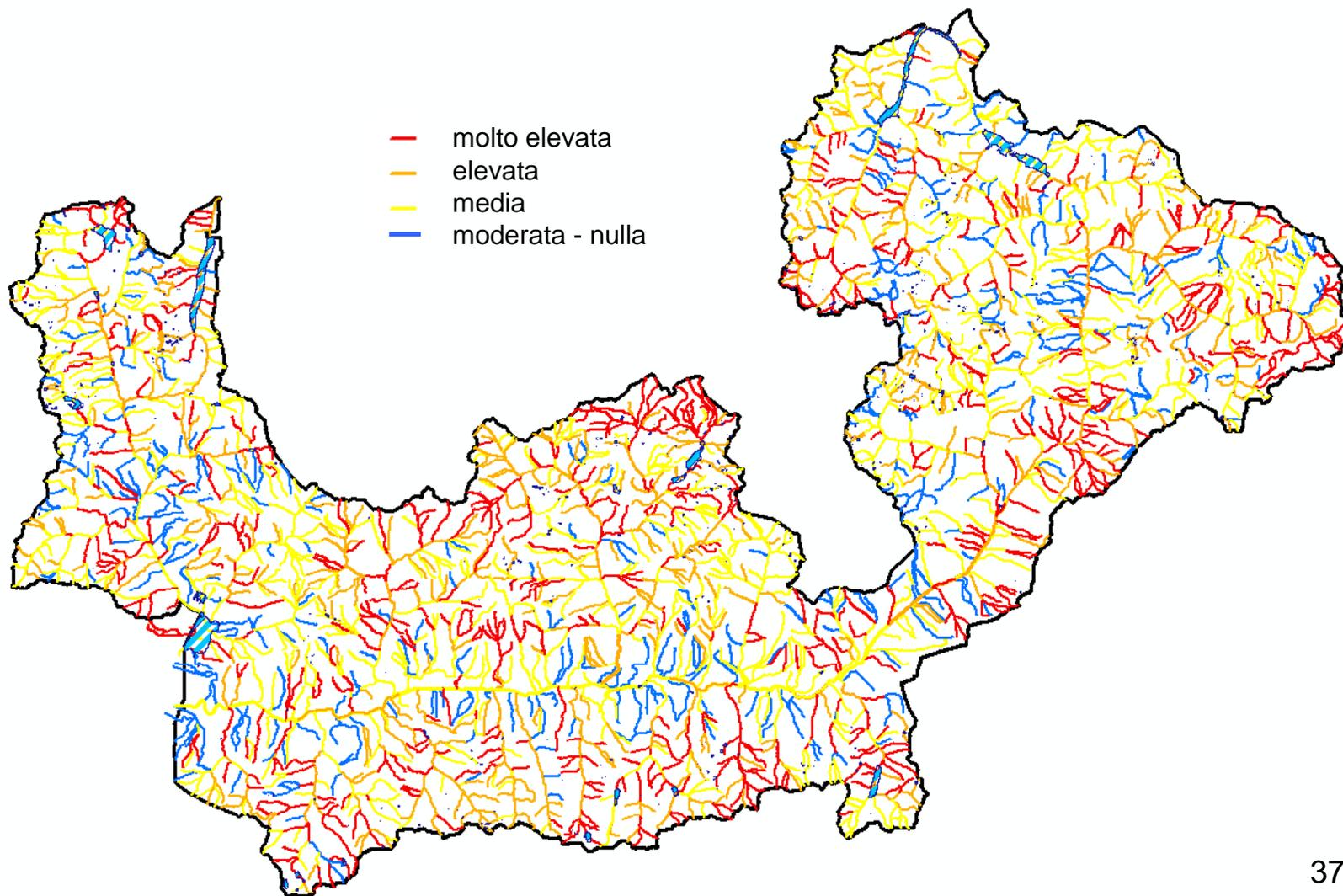
$$I_{serb} = V_s / D_n$$

- > 35 % molto elevato
- 20 % - 35 % elevata
- 10 % - 20 % media
- < 10 % moderata



IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

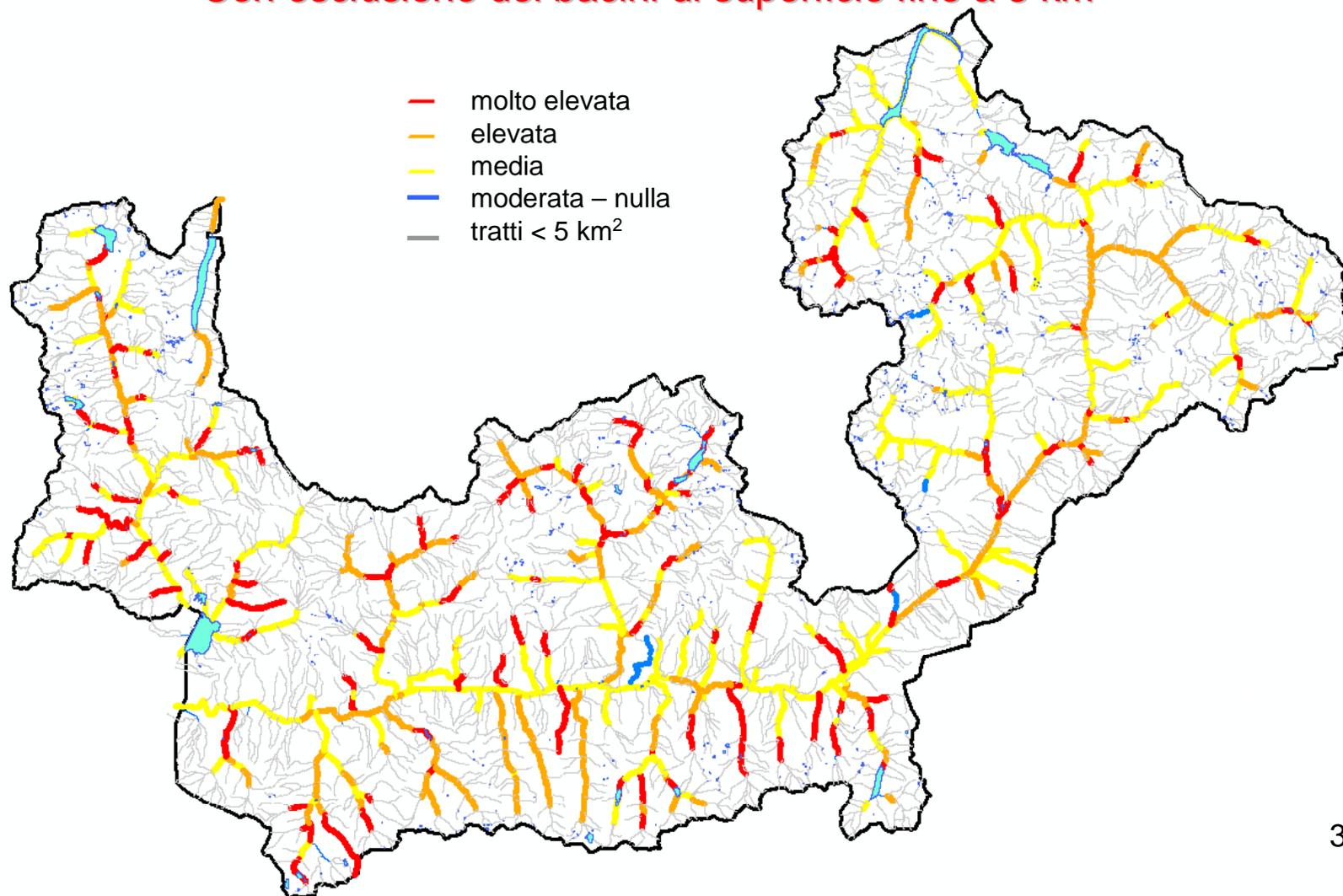
Sovrapposizione delle criticità



IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

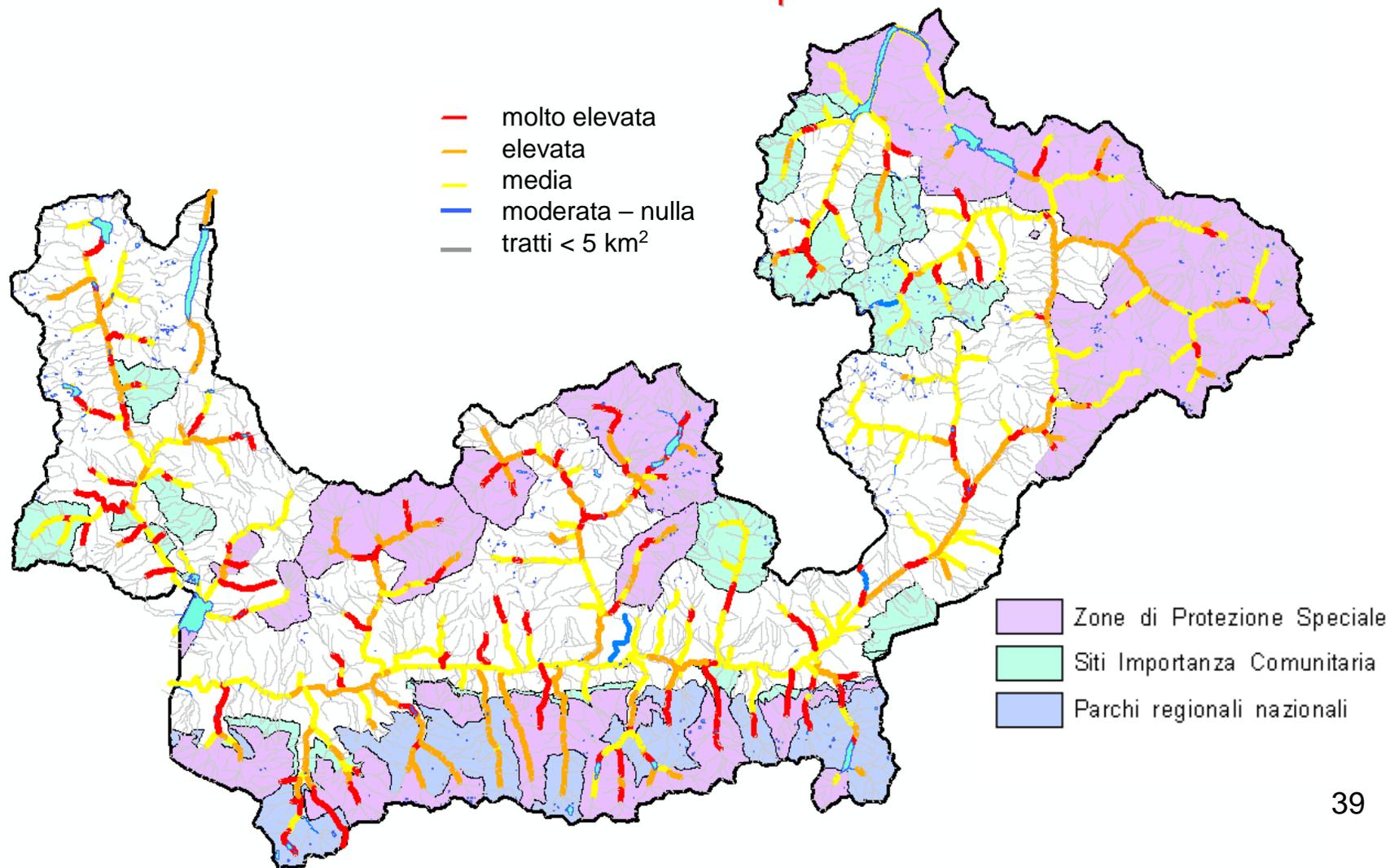
Sovrapposizione delle criticità

Con esclusione dei bacini di superficie fino a 5 km²



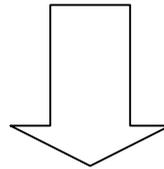
IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Sovrapposizione delle criticità Con esclusione dei bacini di superficie fino a 5 km²



IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

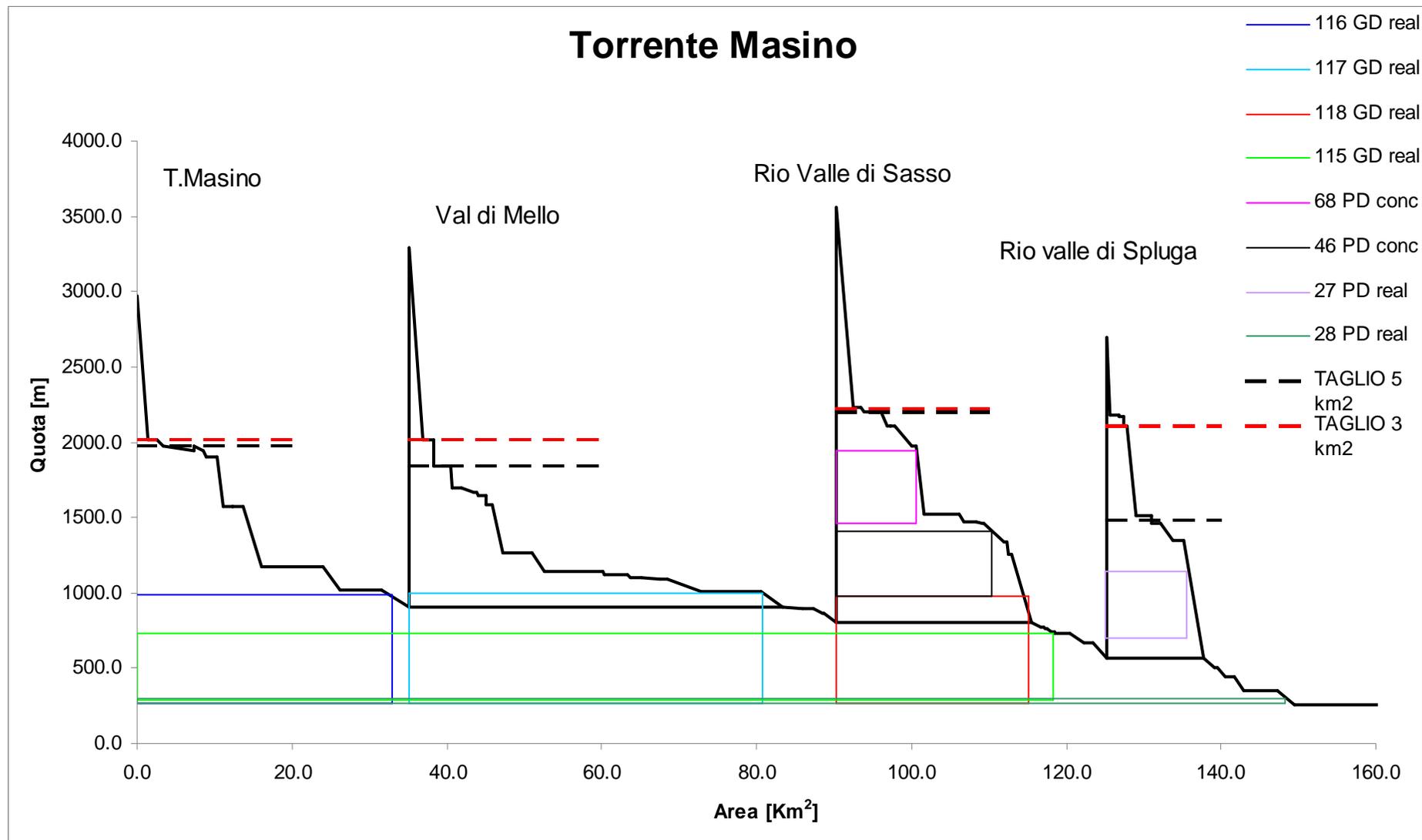
Indice rappresentativo del livello di sfruttamento in termini di energia prodotta in rapporto alla potenzialità di generazione idroelettrica del bacino considerato



CURVA IDRODINAMICA

IV – Indici di criticità - Aspetti quantitativi

Curva idrodinamica



IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

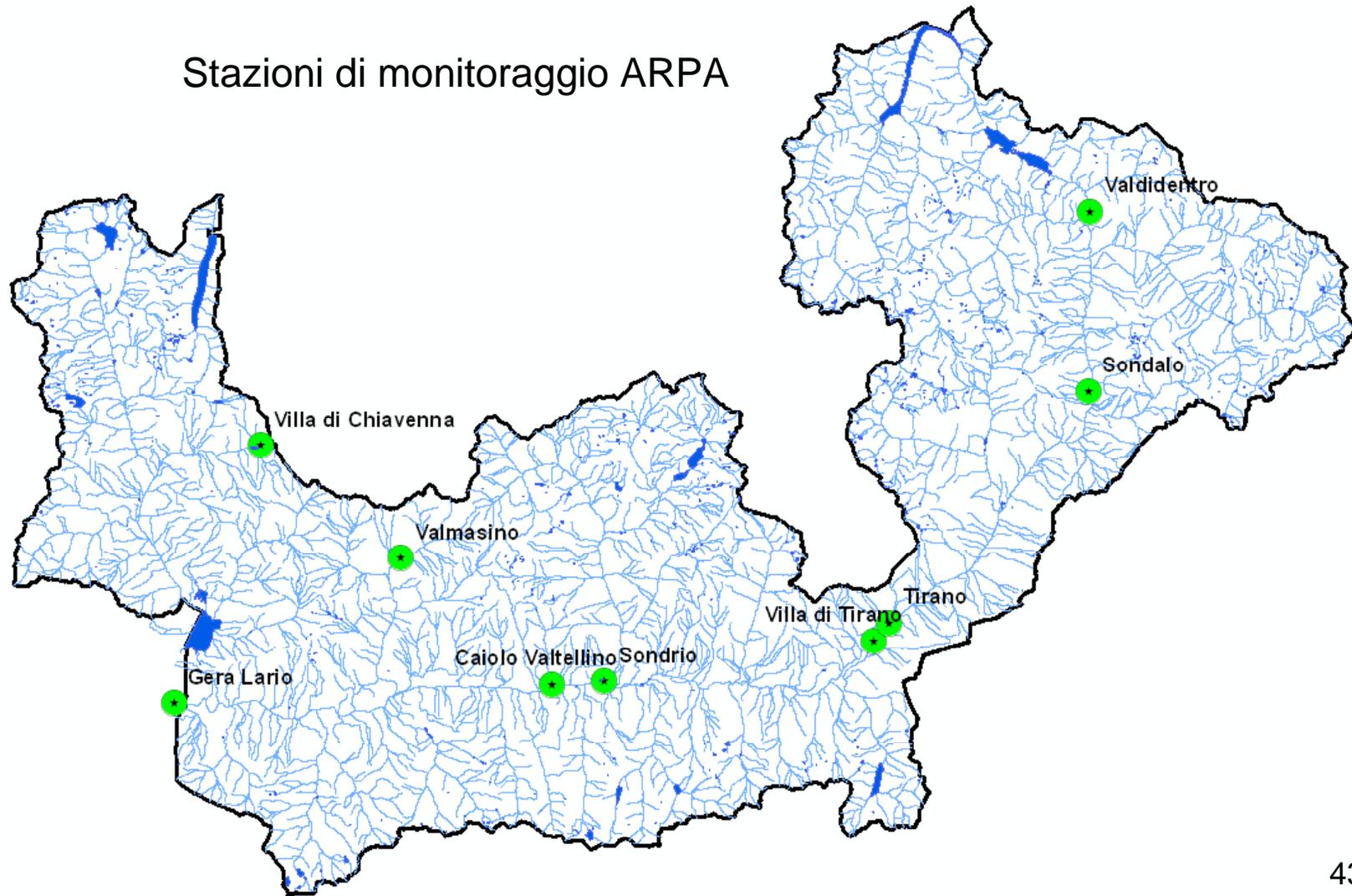
Dati disponibili

- Classi LIM
- Valori di IBE
- Ittiofauna
- Classi RCE-2 (IFF)
- Valori indice NATURA (PTUA)
- Rapporto tra portate medie annue/mensili naturali e portate medie annue/mensili effettive
- Distribuzione degli impianti di depurazione e delle reti fognarie

IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

QUADRO CONOSCITIVO

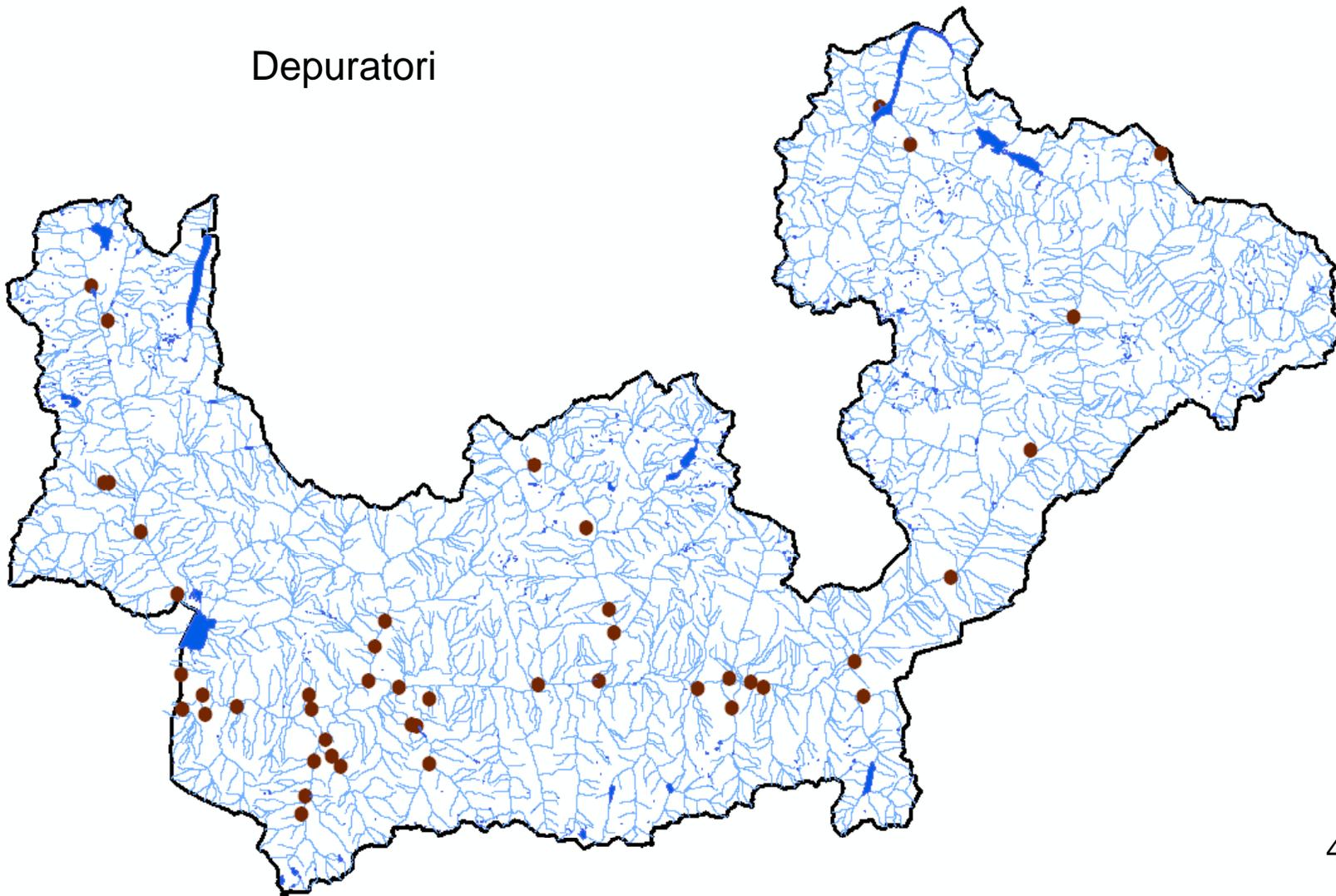
Stazioni di monitoraggio ARPA



IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

QUADRO CONOSCITIVO

Depuratori



IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

QUADRO CONOSCITIVO

ANNO 2006 - fonte: Rapporto sullo stato dell'ambiente - provincia di Sondrio - anni 2005-2006											
Sito		75° percentile							LIM	IBE	SECA
Corpo Idrico	Comune	100-OD %	BOD5	COD	E. coli	N-NH4	N-NO3	P-tot			
Adda	Valdidentro	5.3	1.0	2.5	3	0.015	0.375	0.007	520	7.5	3
Adda	Sondalo	7.3	2.0	6.0	2650	0.238	1.113	0.044	360	5.9	3
Adda	Villa di Tirano	9.3	2.0	3.1	975	0.016	0.485	0.024	480	6.3	3
Adda	Caiolo Valtellino	23.3	1.3	2.5	12250	0.016	0.663	0.033	390	7.5	3
Adda	Gera Lario	10.0	2.0	3.1	12500	0.218	0.930	0.052	390	8.8	2
Mallero	Sondrio	8.5	2.0	6.3	9500	0.016	0.978	0.054	410	7.4	3
Masino	Valmasino	7.0	1.0	2.5	120	0.015	0.628	0.005	480	8.3	2
Poschiavino	Tirano	7.3	2.0	2.5	270	0.016	0.433	0.020	480	7.5	3
Mera	Villa di Chiavenna	12.3	1.0	2.5	513	0.015	0.533	0.028	440	8.7	2

- **Discrepanze tra LIM e IBE (qualità delle comunità ecologiche più bassa rispetto allo stato chimico-fisico delle acque) – Altre cause (fenomeni acuti, idrologia, morfologia...)**
- **Perdite di qualità chimico-fisica più consistenti: Azoto Ammoniacale e *E. coli* (scarichi non trattati adeguatamente).**

IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

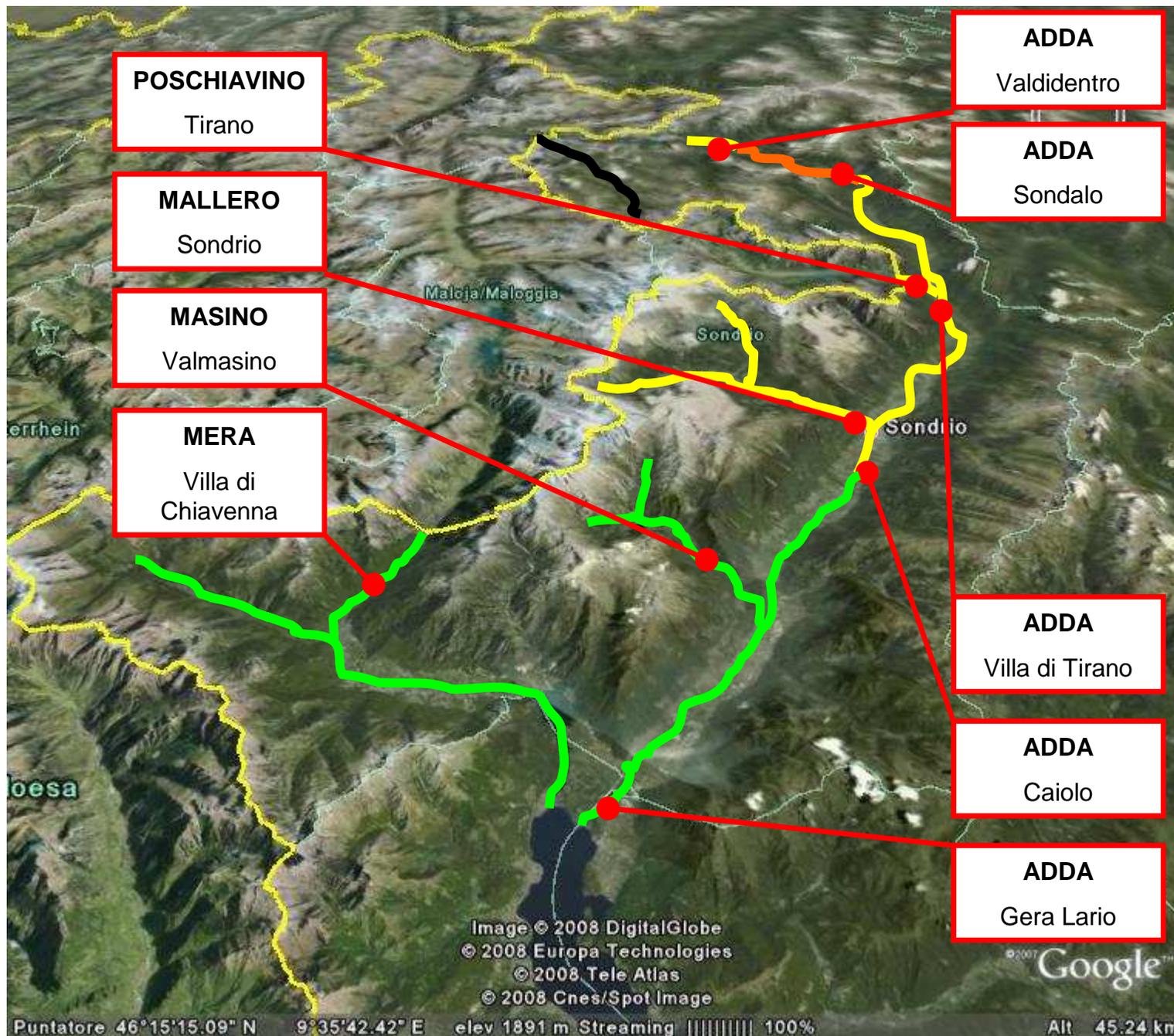
QUADRO CONOSCITIVO

carenze più evidenti

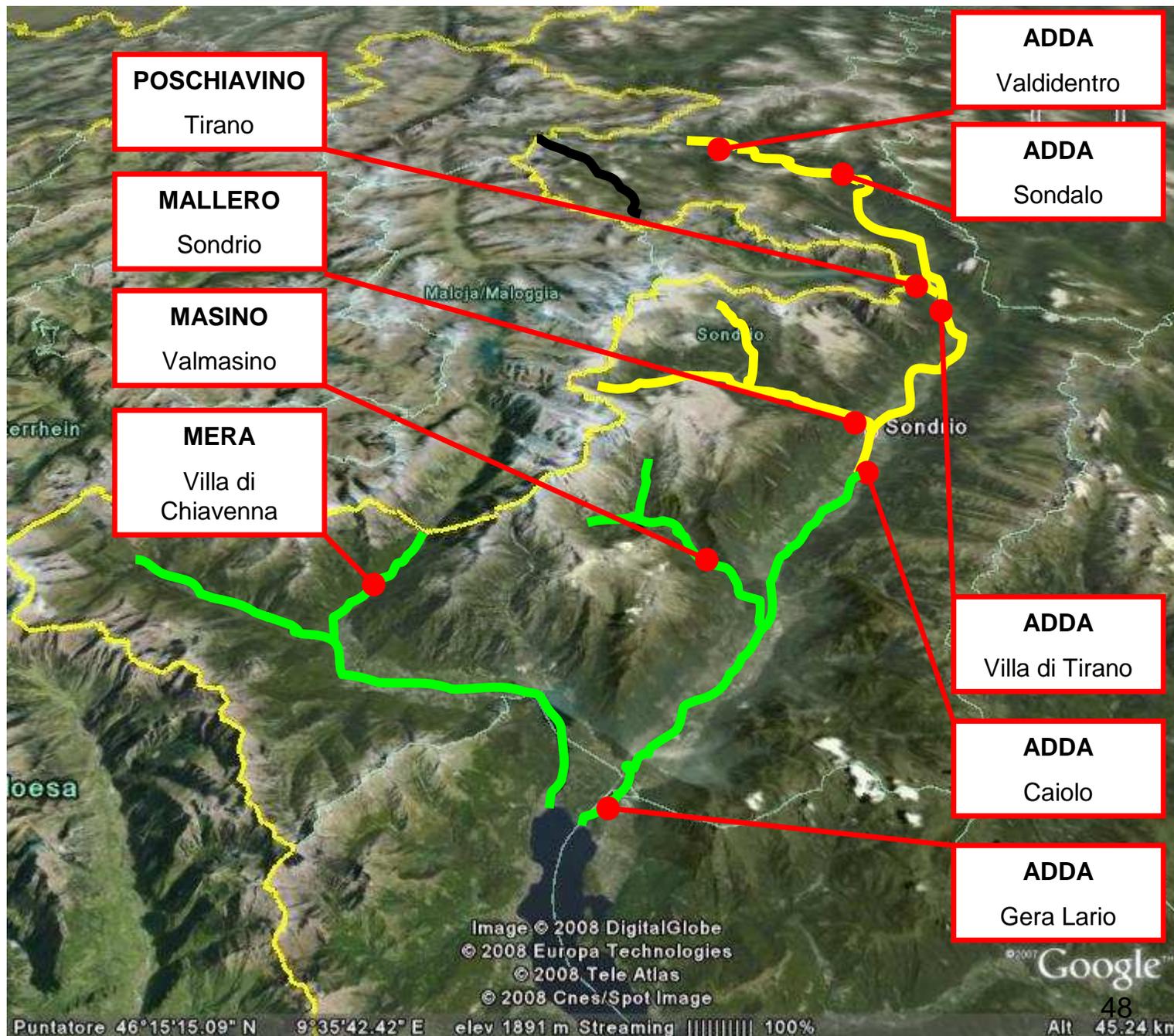
- **Bacino dell'Adda**
 - Alcuni affluenti fortemente impattati e soggetti a derivazioni/richieste di concessione non sono monitorati
 - Nelle aree di montagna a più alto valore naturalistico mancano dati
 - Occorrerebbe un'analisi approfondita delle relazioni tra regime idraulico, qualità dell'acqua e fluttuazioni stagionali dei carichi inquinanti
- **Bacino del Mera**
 - La stazione ARPA è a monte degli ingressi di carichi inquinanti, nessun dato a valle
- **Bacino dello Spoel**
 - Nessun dato istituzionale

SECA

2005

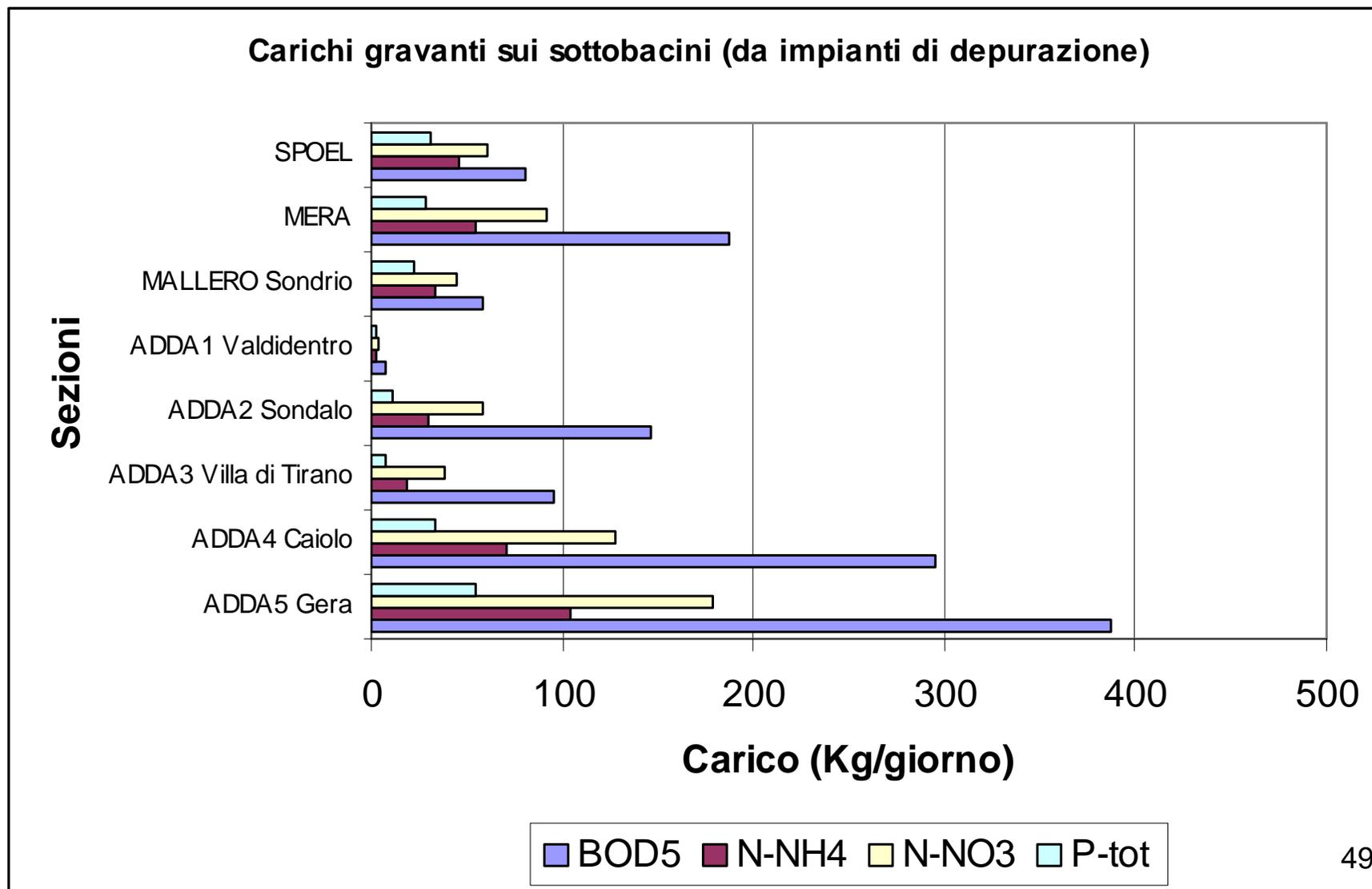


SECA 2006



IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

CARICHI GRAVANTI



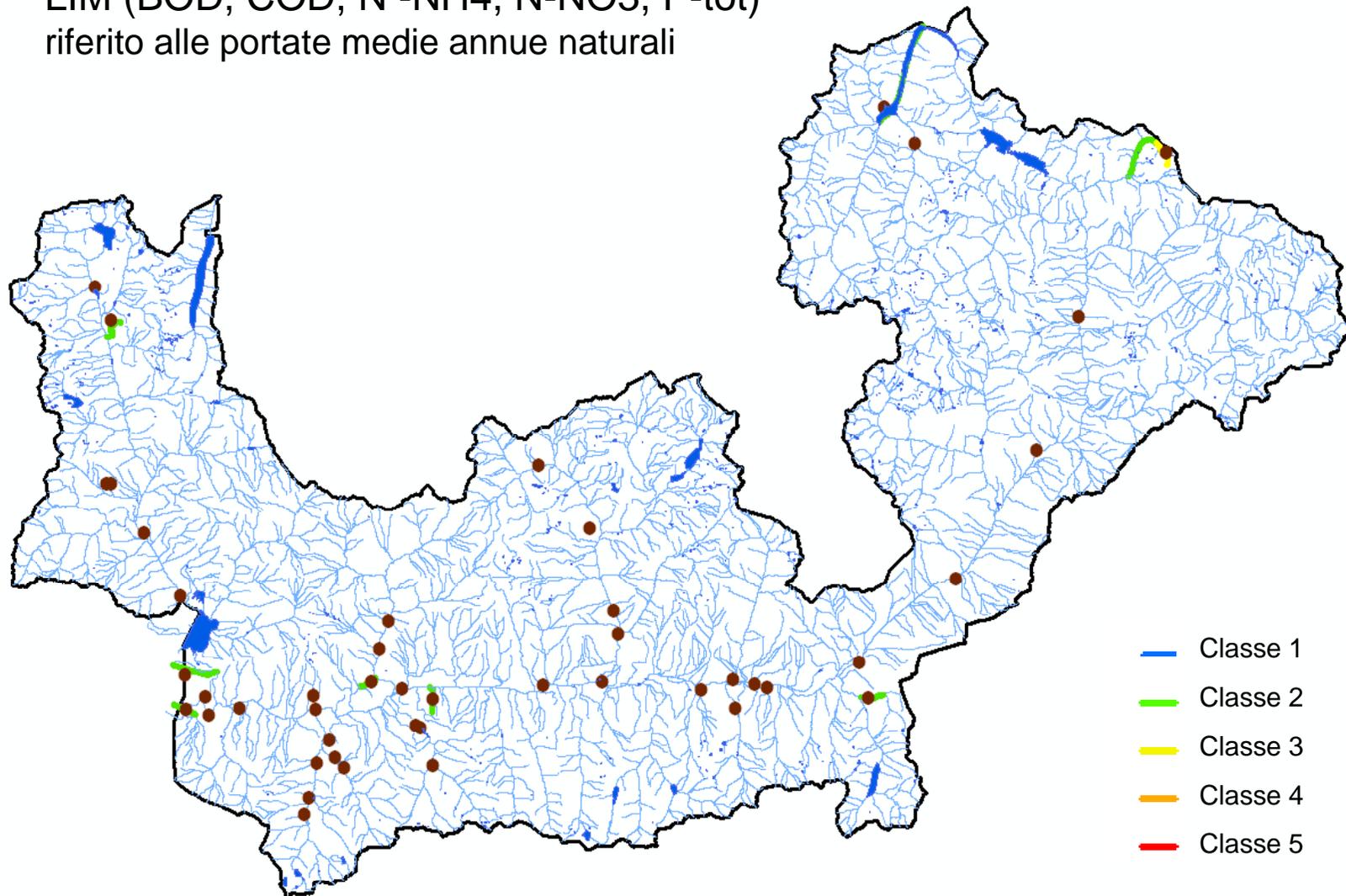
IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

CARICHI GRAVANTI

- **Immissione da impianti di depurazione**
 - **Concentrazione = Carico/Portata**
 - **Per ottenere una concentrazione attesa (utile ad una classe di qualità elevata), conoscendo il carico gravante, occorrerà definire una portata minima in alveo**
- **Occorrerà considerare anche:**
 - **Le cinetiche di degradazione degli inquinanti in alveo**
 - **Gli apporti diffusi e gli scarichi non trattati**

IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

LIM (BOD, COD, N -NH₄, N-NO₃, P-tot)
riferito alle portate medie annue naturali



IV – Indici di criticità - Aspetti qualitativi

LIM (BOD, COD, N -NH₄, N-NO₃, P-tot)
riferito alle portate medie annue antropizzate

